

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

# ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

МАТЕРИАЛЫ  
X МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
(Гомель, 26–27 ноября 2020 г.)

Часть 3

Под общей редакцией *Ю. И. КУЛАЖЕНКО*

Гомель 2020

УДК 656.08  
ББК 39.18  
П78

Редакционная коллегия:

**Ю. И. Кулаженко** (отв. редактор), **Ю. Г. Самодум** (зам. отв. редактора),  
**А. А. Ерофеев** (зам. отв. редактора), **Т. М. Маруняк** (отв. секретарь),  
**Д. И. Бочкарев, К. А. Бочков, Т. А. Власюк, И. А. Еловой, Д. В. Леоненко,**  
**В. Я. Негрей, В. М. Овчинников, А. А. Поддубный, А. В. Пулято, А. Г. Ташкинов**

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор **В. В. Кобищанов**  
(Брянский государственный технический университет);  
доктор технических наук, профессор **Ю. О. Пазойский**  
(Московский государственный университет путей сообщения)

**Проблемы** безопасности на транспорте : материалы X Междунар.  
П78 науч.-практ. конф. (Гомель, 26–27 ноября, 2020 г.) : в 5 ч. Ч. 3 / М-во  
трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т  
трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2020. – 173 с.  
ISBN 978-985-554-944-5 (ч. 3)

Рассматриваются безопасность транспортных систем и безопасность пассажирских перевозок.

Для ученых, преподавателей учебных заведений транспортного профиля, научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских и проектных организаций, предприятий и учреждений транспорта и строительства.

**УДК 656.08**  
**ББК 39.18**

**ISBN 978-985-554-944-5 (ч. 3)**  
**ISBN 978-985-554-941-4**

© Оформление. БелГУТ, 2020

## **УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ!**

*От имени организационного комитета приветствую вас на юбилейной X Международной научно-практической конференции «Проблемы безопасности на транспорте».*

*Обеспечение безопасности является необходимым условием эффективного функционирования транспортного комплекса. Для решения задач по данной проблематике необходимо сотрудничество ученых и специалистов в различных областях деятельности. Программа конференции направлена на обсуждение широкого круга вопросов по безопасности транспортных систем, пассажирских перевозок, надежности подвижного состава, систем автоматики, телемеханики и связи, транспортной инфраструктуры, строительного комплекса, экологической, энергетической и экономической безопасности, транспортной безопасности при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций, фундаментальным научным исследованиям в области безопасности транспортных систем, что позволит найти комплексные, эффективные решения сложнейших задач в области безопасности на транспорте.*

*Несмотря на сложную эпидемиологическую ситуацию в мире в этом году отмечается рекордный интерес к конференции – в очной и дистанционной формах в работе конференции принимает участие около 500 докладчиков. Запланирована работа 10 секций.*

*Данное мероприятие является хорошей возможностью ознакомить участников с научными достижениями ученых и специалистов, передовыми производственными технологиями, а также установить новые научно-производственные связи с учеными и специалистами из разных стран. Мы рады приветствовать на нашей конференции ученых из Беларуси, Азербайджана, Болгарии, Германии, Казахстана, Китая, Литвы, России, Словакии, Узбекистана, Украины, Эстонии.*

*По уже сложившейся за многие годы традиции конференция «Проблемы безопасности на транспорте» проводится при поддержке Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь и Белорусской железной дороги. По нашему мнению, такое сотрудничество, активный диалог между учеными и практиками по проблемам безопасности позволит сформулировать новые подходы и найти эффективные решения актуальных задач обеспечения безопасности в транспортном комплексе.*

*Благодарю вас за участие в работе конференции, желаю всем успехов в решении научных и производственных задач, личного счастья, крепкого здоровья, безопасного настоящего и будущего.*

**Ю. И. КУЛАЖЕНКО,**

**председатель организационного комитета конференции,  
ректор Белорусского государственного университета транспорта,  
доктор физико-математических наук**

## **УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ!**

*Приветствую вас на юбилейной X Международной научно-практической конференции «Проблемы безопасности на транспорте».*

*Обеспечение безопасности движения было и остается одним из приоритетных направлений деятельности Белорусской железной дороги. Безопасность движения всегда являлась главным индикатором качества перевозочного процесса. За прошедшие годы в этом направлении проделана огромная работа, а многие полученные в ходе обсуждений на предыдущих конференциях результаты уже реализованы на практике.*

*Однако время не стоит на месте. Белорусская железная дорога активно внедряет инновации в свою деятельность: продолжается электрификация железнодорожных участков, вводится в эксплуатацию инновационный подвижной состав, повышаются скорости движения пассажирских и грузовых поездов, на станциях, в дистанциях и депо внедряются новые технологии и технические средства, расширяется использование информационно-коммуникационных и интеллектуальных систем. В связи с этим вопросы обеспечения безопасности транспортных процессов выходят на новый уровень, требуют новых организационных, технических и технологических решений, изменения качественного подхода к теоретической и практической подготовке сотрудников.*

*Международная научно-практическая конференция «Проблемы безопасности на транспорте» является хорошей возможностью для участников поделиться информацией о научных достижениях в области обеспечения безопасности движения и опытом внедрения современной техники и технологий на производственных объектах. Высокую научную значимость конференции подтверждает интерес сотен ученых из десятков вузов, предприятий и организаций Беларуси, Азербайджана, Болгарии, Германии, Казахстана, Китая, Литвы, России, Украины, Узбекистана.*

*Желаю всем участникам конференции плодотворной работы и успехов в решении задач обеспечения безопасности движения в транспортных системах.*

**В. М. МОРОЗОВ,**

*Начальник Белорусской железной дороги*

# БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

УДК 656.21:656.25

## УВЕЛИЧЕНИЕ РЕЗЕРВА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКОВ – ОДИН ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

*А. А. АКСЁНЧИКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Для оценки перевозочной мощности и безопасности инфраструктуры Белорусской железной дороги необходимо знать пропускную способность ее элементов, одним из таких элементов являются железнодорожные участки. Для полигона Белорусской железной дороги были выполнены расчеты по определению возможных объемов перевозок и резервов наличной пропускной способности железнодорожных участков на эти объемы.

Прогнозный объем перевозок выполнен с перспективой на 2025 год по следующим условиям:

– пессимистический прогноз – он предполагал, что все условия в производстве сложатся крайне неблагоприятно. Расчетная эффективность производства будет соответствовать самой низкой, которая может быть получена в реалии;

– нормальный (нейтральный) прогноз – он предполагал прогноз по плановым данным, ориентирован на средние условия производства;

– оптимистический прогноз – он предполагал, что все условия планируемого года сложатся исключительно благоприятно. Различные факторы могут положительно повлиять на результаты производства, что повлечет за собой установлению максимально возможных значений народнохозяйственного производства.

Расчет наличной пропускной способности железнодорожных участков выполнен с использованием АРМ «Пропускная способность железнодорожных участков» (используемого в промышленной эксплуатации на Белорусской железной дороге) по 50 железнодорожным участкам, где осуществляется грузовое движение поездов. Расчеты произведены за 2019 год и с перспективой на 2025 год (для пессимистического, нормального и оптимистического прогнозов).

По произведенным расчетам и сравнительному анализу наличной с потребной пропускными способностями железнодорожных участков за 2019 и на 2025 год по различным данным установлено, что:

а) за 2019 год:

– потребная пропускная способность поездов в грузовом движении по ИГДП колебалась от 1 до 24 поездов в сутки;

– потребная пропускная способность с учетом всех категорий поездов по ИГДП в грузовом движении и по НГДП в пассажирском движении – от 6 до 84 поездов в сутки;

– наличная пропускная способность железнодорожных участков – от 13 до 153 поездов в сутки;

– наличная пропускная способность в грузовом движении железнодорожных участков – от 3 до 134 поездов в сутки;

– резерв пропускной способности в грузовом движении железнодорожных участков – от 0 до 122 поездов в сутки;

– процент резерва к наличной пропускной способности в грузовом движении железнодорожных участков – от 0 до 98 %.

Резерв пропускных способностей в грузовом движении на 45 железнодорожных участках более 25 %; на 5 – равно или менее 25 % (Барановичи-Полесские – Волковыск, Слуцк – Барановичи, Барановичи-Полесские – Лида, Орша – Кричев, Слуцк – Солигорск).

б) на 2025 год:

1) минимальный сценарий:

– потребная пропускная способность поездов в грузовом движении может колебаться от 0 до 26 поездов в сутки;

– потребная пропускная способность с учетом всех категорий поездов в грузовом движении и по НГДП в пассажирском движении – от 4 до 84 поездов в сутки;

- наличная пропускная способность железнодорожных участков – от 13 до 153 поездов в сутки;
- наличная пропускная способность в грузовом движении железнодорожных участков – от 3 до 135 поездов в сутки;
- резерв пропускной способности в грузовом движении железнодорожных участков – от 0 до 126 поездов в сутки;
- процент резерва к наличной пропускной способности в грузовом движении железнодорожных участков – от 0 до 100 %.

Резерв пропускных способностей в грузовом движении на 47 железнодорожных участках будет более 25 %; на 3 – равен или менее 25 % (Слуцк – Барановичи, Лида – Мосты – Гродно, Слуцк – Солигорск);

2) средний сценарий:

- потребная пропускная способность поездов в грузовом движении по прогнозным данным может колебаться от 2 до 36 поездов в сутки;
- потребная пропускная способность с учетом всех категорий поездов по прогнозным данным в грузовом движении и по НГДП в пассажирском движении – от 6 до 93 поездов в сутки;
- наличная пропускная способность железнодорожных участков – от 13 до 153 поездов в сутки;
- наличная пропускная способность в грузовом движении железнодорожных участков – от 3 до 135 поездов в сутки;
- резерв пропускной способности в грузовом движении железнодорожных участков – от 1 до 125 поездов в сутки;
- процент резерва к наличной пропускной способности в грузовом движении железнодорожных участков – от 0 до 100 %.

Резерв пропускных способностей в грузовом движении на 46 железнодорожных участках будет более 25 %; на 4 – равен или менее 25 % (Барановичи-Полесские – Волковыск, Слуцк – Барановичи, Лида – Мосты – Гродно, Слуцк – Солигорск);

3) максимальный сценарий:

- потребная пропускная способность поездов в грузовом движении по оптимистическим прогнозным данным может колебаться от 1 до 46 поездов в сутки;
- потребная пропускная способность с учетом всех категорий поездов по оптимистическим прогнозным данным в грузовом движении и по НГДП в пассажирском движении – от 6 до 101 поездов в сутки;
- наличная пропускная способность железнодорожных участков – от 13 до 153 поездов в сутки;
- наличная пропускная способность в грузовом движении железнодорожных участков – от 3 до 135 поездов в сутки;
- резерв пропускной способности в грузовом движении железнодорожных участков – от 2 до 125 поездов в сутки;
- процент резерва к наличной пропускной способности в грузовом движении железнодорожных участков – от 0 до 100 %.

Резерв пропускных способностей в грузовом движении на 45 железнодорожных участках будет более 25 %; на 5 – равен или менее 25 % (Барановичи-Полесские – Волковыск, Слуцк – Русино (Барановичи), Барановичи-Полесские – Лида перегон, Лида – Мосты – Гродно, Слуцк – Солигорск).

Предложены мероприятия на железнодорожных участках и перегонах, где резерв пропускной способности менее 25 %, это замена ПАБ на АБ, строительство разъезда, двухпутная вставка и 2-й главный путь. Эти мероприятия позволят увеличить резерв пропускной способности от 22 до 94 % на различных железнодорожных участках.

Модернизация и техническое перевооружение участков железнодорожной инфраструктуры позволит повысить эффективность освоения перспективных объемов перевозок грузов и повысить безопасность движения поездов. Эффекты от технических мероприятий повышения потенциала инфраструктуры включают:

- увеличение дополнительных доходов за счет повышения потенциала железнодорожной инфраструктуры и привлечения транспортных потоков;
- снижение издержек за счет увеличения пропускной способности объектов инфраструктуры, ускорения пропуска и обслуживания транспортного потока;
- адаптацию железнодорожной инфраструктуры под новые сервисы оказания услуг перевозки от хозяйствующих субъектов РБ на вывоз (экспорт) и для транзитных перевозок;
- улучшение условий труда оперативных работников, вследствие снижения психологических нагрузок.

**РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ  
«БАРЬЕРНЫХ ГРУПП» ВАГОНОВ ДЛЯ УСТАНОВКИ ПЕРЕД РОСПУСКОМ  
НА СВОБОДНЫХ ПУТЯХ СОРТИРОВОЧНЫХ ПАРКОВ  
И РАСЧЕТА НОРМ ЗАКРЕПЛЕНИЯ «БАРЬЕРНЫХ ГРУПП»**

*А. А. БОРОДИН*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

В настоящее время на ряде горочных станций, не оборудованных специальными ограждающими устройствами для обеспечения безопасности расформирования составов, остро стоит вопрос недопущения случаев выхода неуправляемых вагонов за пределы полезной длины путей сортировочного (сортировочно-отправочного) парка в противоположную от горки сторону.

В качестве дополнительных ограждающих средств на сортировочных путях используются «барьерные группы» вагонов (далее – БГ).

До 2018 года величина и норма закрепления БГ определялись, как правило, эмпирическим путем на основе наблюдений и опыта работы руководителей конкретных железнодорожных станций, а также на основе анализа уже допущенных случаев несанкционированного выхода подвижного состава за пределы путей накопления на железнодорожных станциях сети ОАО «РЖД».

В 2018 году на кафедре «Управление эксплуатационной работой и безопасностью на транспорте» Российского университета транспорта была разработана Методика определения величины «барьерных групп» вагонов для установки перед роспуском на свободных путях сортировочных парков и расчета норм закрепления «барьерных групп» (далее – Методика), утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 2 февраля 2018 г. № 102/р. Данная Методика позволяет определить условия, при соблюдении которых формирование БГ на конкретном сортировочном пути не требуется, а также с учетом заложенных в алгоритм расчетных критериев определить для каждого пути величину и норму закрепления БГ [1, 2]. Расчет может производиться для различных погодных условий с учетом разных весовых характеристик вагонопотока, накапливаемого на путях подгорочных парков.

Однако результаты опытной эксплуатации Методики на полигонах Октябрьской и Куйбышевской железных дорог показали, что коэффициент запаса, заложенный в расчетные критерии для гарантированного обеспечения безопасности движения, оказался завышенным, что сделало Методику трудно применимой в оперативной работе. Вследствие чего, руководителями Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД» был поставлен вопрос о необходимости внесении изменений в указанную Методику.

Изменения в Методику были разработаны и утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 6 августа 2020 г. № 1673/р.

Помимо изменений, вносимых в критерии расчета, описанных в работе [3], а также упразднения ограничений, не оказывающих реального влияния на безопасность движения, в алгоритм расчета добавлена логическая проверка останковки отцепа, распускаемого на свободный путь, при движении его «юзом» на ограждающем тормозном башмаке с использованием следующей формулы:

$$K \leq \frac{\mu g l_{\text{юза}}}{2v^2 - 4l_{\text{юза}} g' (w_0 \pm i \pm w_{\text{ср}}) \cdot 10^{-3}}, \quad (1)$$

где  $K$  – количество вагонов в отцепе;  $v$  – скорость наезда отцепа на ограждающий тормозной башмак, м/с;  $l_{\text{юза}}$  – длина движения «юзом» отцепа на ограждающем тормозном башмаке;  $\mu$  – наиболее неблагоприятный коэффициент трения в системе «тормозной башмак – рельс»;  $g$  – ускорение силы тяжести (свободного падения), м/с<sup>2</sup>;  $g'$  – ускорение силы тяжести (свободного падения), с учётом инерции вращающихся частей вагона, м/с<sup>2</sup>;  $w_0$  – основное удельное сопротивление движению отцепа;  $w_{\text{ср}}$  – удельное сопротивление от среды и ветра (знак «+» – при встречном ветре, «–» – при попутном ветре);  $i$  – приведенный уклон места укладки ограждающего тормозного башмака с учетом его движения «юзом». При этом, если данный участок располагается на противоклоне, то значение  $i$  берется со знаком «+», а если на уклоне – то со знаком «–».

Таким образом, если в результате расчета получается, что «барьерная группа» на данном пути при заданных погодных условиях не требуется, то выполняется дополнительная проверка – сможет ли отцеп заданной длины проследовать на ограждающем тормозном башмаке «юзом» не более 20

метров. В случае если данное условие (1) не выполняется, то делается вывод о том, что на данном пути требуется установка «барьерной группы».

Ввод проверки (1) позволит гарантированно обеспечить безопасность движения в условиях отъезда от установки БГ на свободном пути сортировочного парка до начала роспуска.

Для оценки разработанных предложений и определения их эффективности были проведены проверочные расчеты по сортировочным станциям ОАО «РЖД», на которых маневровая работа по формированию БГ [4] оказывает значительное влияние на перерабатывающую способность и вызывает технологические простои в работе сортировочной горки. Результаты расчетов, выполненных для отдельных станций приведены в таблице 1.

На принятие решения о необходимости формирования БГ на свободном сортировочном пути до начала расформирования состава, а также на требуемое число вагонов в БГ и норму их закрепления тормозными башмаками во многом оказывает влияние величина первого отцепа, следующего на сортировочный путь. Как видно из данных, приведенных в таблице 1, уменьшение величины первого отцепа (например, до 5 вагонов) позволяет существенно сократить количество вагонов в БГ и норму их закрепления, а в ряде случаев – отказаться от использования БГ.

Таблица 1 – Результаты проверочных расчетов по оценке вносимых Изменений

№ пути	Расчет по Методике № 102/р		Расчет с учетом вносимых изменений		Корректировка длины первого отцепа	
	Количество вагонов в «барьерной группе»	Количество т/башмаков	Количество вагонов в «барьерной группе»	Количество т/башмаков	Количество вагонов в «барьерной группе»	Количество т/башмаков
1	2	3	4	5	6	7
<b>Станция Кочетовка – Северная горка</b>						
Максимальная длина отцепа <sup>1)</sup> 24 вагона					Длина первого отцепа 5 вагонов	
<b>25В</b>	6	10	3	6	0	0
<b>Станция Кочетовка – Южная горка</b>						
Максимальная длина отцепа 24 вагона					Длина первого отцепа 5 вагонов	
<b>6Е</b>	7	11	4	7	1	2
<b>Станция Им. Максима Горького</b>						
Максимальная длина отцепа 20 вагонов					Длина первого отцепа 5 вагонов	
<b>22</b>	5	10	3	5	0	0
<b>Станция Челябинск-Главный</b>						
Максимальная длина отцепа 37 вагонов					Длина первого отцепа 5 вагонов	
<b>32</b>	10	19	4	8	0	0
<b>Станция Батайск – Парк Б-Юг</b>						
Максимальная длина отцепа 24 вагона					Длина первого отцепа 5 вагонов	
<b>33</b>	6	10	3	5	0	0
<b>Станция Батайск – Парк Б-Север</b>						
Максимальная длина отцепа 16 вагонов					Длина первого отцепа 5 вагонов	
<b>23</b>	5	8	0	0	0	0
<i>Примечание</i> – Результаты расчета приведены для нормальных погодных условий при накоплении смешанного (груженого и порожнего) вагонопотока.						

Таким образом, внесенные в Методику изменения позволяют не только уменьшить потребное число вагонов в БГ и число тормозных башмаков для их закрепления, но и на ряде станций отказаться от формирования БГ на свободных путях подгорочных парков до начала роспуска.

В настоящее время Методика определения величины «барьерных групп» вагонов для установки перед роспуском на свободных путях сортировочных парков и расчета норм закрепления «барьерных групп» (с учетом Изменений от 06.08.2020 г.) проходит автоматизацию и интеграцию в систему ИСУЖТ НС специалистами АО «НИИАС».

#### Список литературы

- 1 Коваленко, Н. А. Метод определения удерживающей способности заграждающих средств, обеспечивающих безопасность процесса расформирования составов / Н. А. Коваленко, А. А. Бородин // Наука и техника транспорта. – 2020. – № 2. – С. 48–55.
- 2 Коваленко, Н. А. Факторы, определяющие величину и норму закрепления «барьерных групп» / Н. А. Коваленко, А. А. Бородин, К. А. Тарасов // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17. – № 6 (85). – С. 242–257.
- 3 Коваленко, Н. А. Применение новых критериев расчета при определении необходимости формирования барьерных групп / Н. А. Коваленко, А. А. Бородин // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 9. – С. 15–17.
- 4 Kovalenko, N. Ensuring the safety of breaking up and making up of freight trains / N. Kovalenko, A. Borodin // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 164. – 03010. – doi: 10.1051/e3sconf/202016403010.

<sup>1)</sup> Максимально допустимая длина отцепа, указанная в Инструкции по работе сортировочной горки.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТЫ МЕЖДУ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ, ОБСЛУЖИВАЮЩИМИ МОРСКОЙ ПОРТ

*Е. В. БОРОДИНА, Е. А. АЛЕКСЕВНИН, Р. С. МАРЧУК*  
*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

В настоящее время огромное значение придается развитию и функционированию мультимодальных транспортных систем (МТС), в которых происходит взаимодействие различных видов транспорта: морского, речного, железнодорожного, автомобильного, трубопроводного при различной технологии каждого из них, при разном комплексе транспортных средств и устройств для переработки подвижного состава и грузов. Они характеризуются единой целью функционирования взаимодействующих в нем видов транспорта, решают задачи, связанные с рациональной организацией и управлением движения материальных ресурсов и готовой продукции, снижением затрат на транспортировку, сокращением времени доставки при заданном уровне качества транспортных услуг и транспортного обслуживания.

По характеру эксплуатационной работы, особенностям компоновки, видам транспорта и другим признакам МТС делятся на три группы: железнодорожно-автомобильный; железнодорожно-водно-автомобильный; водно-автомобильный. Одним из видов железнодорожно-водно-автомобильных МТС является железнодорожно-морской транспортный узел, включающий в себя морской порт, припортовый железнодорожный узел (ПЖДУ), автомобильные подходы и другие обустройства. Их главная роль заключается в перевалке грузов с морского на сухопутные виды транспорта и обратно, т. е. в осуществлении экспортно-импортных перевозок.

В состав железнодорожных устройств, образующих ПЖДУ и используемых для перевалки грузов, прибывающих морем на железнодорожный транспорт и отбывающих в обратном направлении, входят: предпортовая станция (ПСС), портовая станция (ПС), районные парки (РП), терминалы с погрузочно-выгрузочными путями (Т), соединительные (подъездные) пути.

Предпортовыми станциями являются, как правило, сортировочные станции сетевого значения, служащие главными опорными пунктами железных дорог по организации грузового движения, на которых сконцентрирована основная маневровая работа по расформированию и формированию грузовых поездов и передач как на магистральную сеть, так и в обслуживаемые порты и другие предприятия.

Портовые станции производят основную работу по организации взаимосвязи с предпортовой сортировочной станцией и сортировку вагонов по районам порта или отдельным его причалам или складам. Для этого выделяются приемо-отправочные и сортировочные парки с соответствующими объемами работы сортировочными устройствами (вытяжки, горки малой мощности и т. п.). В РП производится и частичная сортировка вагонов по причальным терминалам и трюмам судов. В зависимости от объема работы районные парки могут иметь приемо-отправочные и сортировочные пути. Основное назначение районных парков – приблизить к причалам и складам железнодорожные вагоны, подготовленные для подачи к погрузочно-разгрузочным фронтам терминалов. ПС и РП могут быть отнесены к станциям типа грузовых или промежуточных в зависимости от объема работы. С целью сокращения занятия ценной территории порта, как портовые станции, так и районные парки наиболее целесообразно располагать по параллельной схеме [1].

Вопросы совершенствования взаимодействия в работе железнодорожных устройств приобретают особую значимость из-за непропорционального путевого развития и технического оснащения железнодорожных станций и районных парков. Колебания струй и интенсивность поступающих вагонопотоков в ПЖДУ определяют основную причину не оптимальности распределения сортировочной, маневровой, передаточной работ между парками и станциями припортового железнодорожного узла, что приводит к необеспечению непрерывности перегрузочных операций, несвоевременной подаче вагонов на терминалы, к повторной переработке вагонов и, как следствие, увеличению простоя и времени оборота вагонов в транспортном узле.

Кроме того, неритмичный и несогласованный подвод грузов к пунктам перевалки возникает из-за отсутствия единого транспортного конвейера, разобщенности видов собственности, систем управления и других субъектов, участвующих в технологическом процессе перевозки.

Несмотря на большие капитальные вложения в ПЖДУ они все равно испытывают технические и технологические затруднения из-за неравномерной загрузки сортировочных устройств станций, районных парков, горловин станций, подходов к ним, погрузочно-разгрузочных и складских путей, а также с

отсутствием четкого взаимодействия и согласованности в работе железнодорожного и морского транспорта [2].

Выбор вариантов обслуживания порта железнодорожным транспортом производится на основе технико-экономических расчетов. Целесообразность применения той или иной схемы с точки зрения экономической эффективности определяется путем сравнения по этим схемам эксплуатационных расходов, связанных с обслуживанием порта. Для этого учитываются затраты на сортировочной станции, соединительным путям и другим элементам, соответствующим той или иной схеме, приведенной на рисунке 1.

С учетом рисунка 1 составлены формулы в таблице 1, позволяющие произвести расчет по выбору целесообразного варианта способа обслуживания.

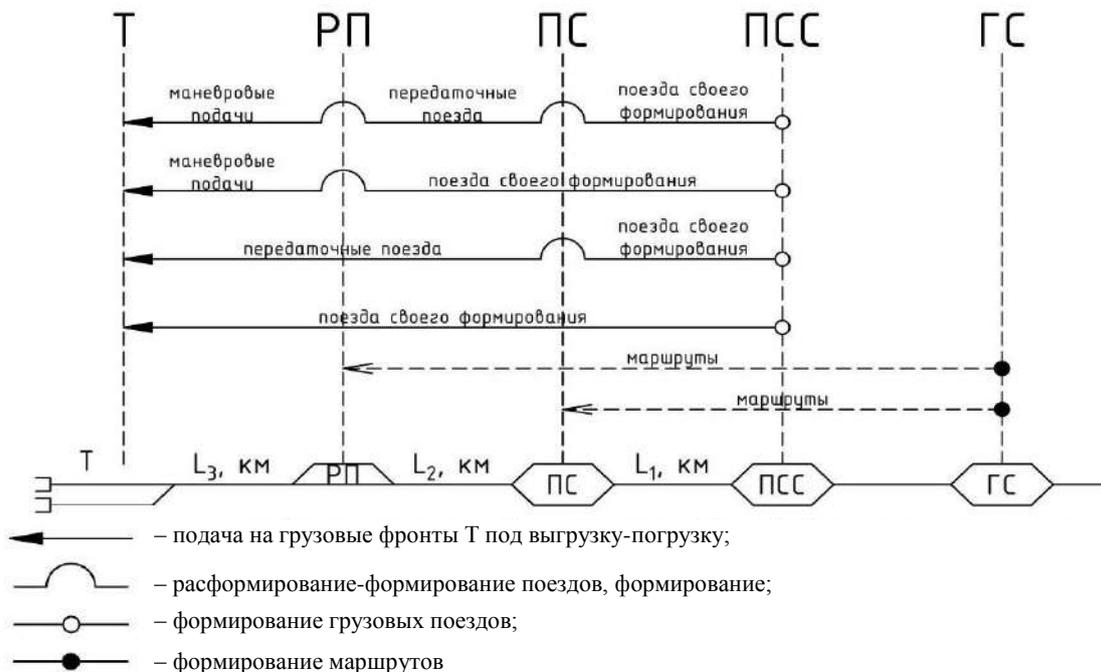


Рисунок 1 – Схема поездопотоков, поступающих в припортовый железнодорожный узел ( $L_1, L_2, L_3$  – расстояния в км между железнодорожными устройствами; ГС – грузовая станция)

Согласно схеме поездопотоков (см. рисунок 1) образуются четыре варианта обслуживания терминалов порта железнодорожными устройствами: I вариант – ПСС-Т; II вариант – ПСС-ПС-Т; III вариант – ПСС-РП-Т; IV вариант – ПСС-ПС-РП-Т.

Выбор оптимального варианта распределения сортировочной работы связан с выбором такого управления, при котором целевая функция достигает минимального значения [3].

Целевая функция – суммарные среднесуточные затраты – включает в себя составляющие, связанные с различными потоками поездов и с технико-технологическими параметрами железнодорожных устройств ПЖДУ. Нахождение рационального варианта распределения работы в припортовом железнодорожном узле сводится к нахождению суммарных среднесуточных затрат и выбору минимального значения –  $\sum E \rightarrow \min$ . Суммарные затраты состоят из затрат, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Составляющие суммарных среднесуточных затрат и их расчетные формулы

Составляющие суммарных затрат	Расчетные формулы (1)
<b>На предпортовой станции (ПСС) затраты на:</b>	
1 Простой вагонов под накоплением на состав поезда своего формирования	$E_{ПСС}^{нак} = C m_{сф} e_{в-ч}$
2 Формирование поездов своего формирования поезда	$E_{ПСС}^{фор} = N_{сф} (t_{оф} + t_{перест} + t_{возв}) e_{ман}$
3 Дополнительная сортировочная работа по подборке групп вагонов на терминалы порта	$E_{ПСС}^{подб} = t_{подб} (n_{подб} e_{в-ч} + e_{ман})$
4 Простой вагонов в поездах своего формирования в ожидании отправления	$E_{в-ч}^{ож.от} = n_{сф} t_{ож.сф} e_{в-ч}$
5 Пробег вагонов в поездах своего формирования	$E_{в-км} = n_{сф} L_{проб} e_{в-км}$
<b>На портовой станции (ПС) затраты на:</b>	
6 Расформирование грузовых поездов	$E_{ПС}^{расф} = N_{сф} t_{расф} e_{ман}$

Окончание таблицы 1

Составляющие суммарных затрат	Расчетные формулы (1)
7 Формирование передаточных поездов	$E_{ПСС}^{форм} = (t_{форм} + t_{подб}) \cdot N_{перед} \cdot e_{ман}$
8 Простой вагонов в передаточных поездах в ожидании отправления	$E_{в-ч}^{ож.от} = n_{перед} + t_{ож.перед}^{от} e_{в-ч}$
9 Пробег передаточных поездов	$E_{п-км}^{перед} = N_{перед} L_{перед} e_{п-км}$
<b>В районных парках (РП) затраты на:</b>	
11 Расформирование грузовых поездов	$E_{РП}^{расф} = N_{сф} t_{расф} e_{ман}$
12 Формирование подач на терминалы	$E_{РП}^{форм} = N_{под} t_{под}^{форм} e_{ман}$
13 Простой вагонов в маневровых подачах в ожидании выполнения операций	$E_{в-ч}^{под} = n_{под} t_{под}^{ож} e_{в-ч}$
14 Время на маневровую работу на подачи с ПСС и РП на терминалы	$E_{под-уб} = N_{под} t_{под} e_{ман}$
15 Зависящие расходы, связанные с содержанием парка маневровых локомотивов	$E_{лок}^{ман} = M_{ман} T_{ман} e_{лок}^{ман}$
Суммарные затраты	$\Sigma E$

Таблица 2 – Обозначения количественных и временных характеристик в расчетных формулах (1)

Количественные характеристики	Временные характеристики, ч
$m_{сф}$ – количество вагонов в составе поезда своего формирования, накапливаемого в адрес порта	$C$ – параметр накопления вагонов на ПСС;
$N_{сф}$ – суточное число поездов своего формирования на ПСС в адрес порта	$t_{оф}, t_{перест}, t_{возв}$ – время на окончание формирования, перестановку и возвращения маневрового локомотива в СП
$n_{подб}$ – число вагонов, подбираемых за сутки на ПСС в адрес порта	$t_{подб}$ – время на подборку вагонов на ПСС по грузовым фронтам терминалов
$n_{сф}$ – среднесуточное число вагонов в поездах своего формирования, поступающих с ПСС	$t_{ож.сф}^{от}$ – среднее время в ожидании отправления поезда своего формирования
$N_{сф}$ – суточное число поездов своего формирования на ПСС в адрес порта	$t_{расф}$ – среднее время на расформирование грузового поезда
$N_{перед}$ – число передаточных поездов, формируемых на ПСС и РП	$t_{форм}, t_{подб}$ – среднее время на формирование и подборку вагонов на передаточный поезд
$n_{перед}$ – число вагонов в передаточных поездах	$t_{ож.перед}^{от}$ – среднее время в ожидании отправления передаточного поезда
$N_{под}$ – среднее число вагонов в маневровой подаче, формируемых в РП	$t_{под}^{форм}$ – время на формирование одной маневровой подачи на терминалы
$n_{под}$ – число подач на терминалы	$t_{под}^{от}$ – время простоя маневровой подачи в ожидании выполнения операций
$N_{под}$ – среднее число вагонов в маневровой подаче, формируемых в РП	$t_{под}$ – среднее время на одну маневровую подачу
$M_{ман}$ – количество маневровых локомотивов в районных парках	$T_{ман}$ – время работы маневровых локомотивов в течение суток
$L_{проб}$ – расстояние пробега вагонов между станциями в поездах своего формирования, км	
$L_{перед}$ – расстояние пробега передаточных поездов, км	

Стоимостные характеристики в расчетных формулах таблицы 1:

- $e_{в-ч}$  – стоимостная оценка 1 ваг·ч простоя вагона, руб./ваг·ч;
- $e_{ман}$  – расходная ставка 1 маневрового лок·ч, руб./лок·ч;
- $e_{лок}^{ман}$  – стоимость содержания 1 маневрового локомотива, руб./лок.;
- $e_{в-км}$  – расходная ставка 1 ваг·км, руб./ваг·км;
- $e_{п-км}$  – расходная ставка 1 поездо·км, руб./п·км.

Поиск решения задачи по данной методике предусматривает направленный перебор струй вагонопотоков, поступающих в узел, с проверкой по ограничениям в соответствии со схемой взаимодействия устройств (см. рисунок 1) и с последующим нахождением оптимального варианта распределения сортировочной, маневровой и передаточной работы по станциям и районным паркам ПЖДУ.

Программное обеспечение, созданное на базе методики, позволит быстро производить расчеты вариантов обслуживания морских портов железнодорожным транспортом, как при существующей мощности постоянных устройств железнодорожных объектов, так и при изменении технического оснащения инфраструктуры порта с наименьшей затратой времени и минимальными затратами на переработку вагонопотоков по вариантам обслуживания портовых комплексов.

#### Список литературы

- 1 Портовые узлы и станции (Устройство и эксплуатация) / К. Ю. Скалов [и др.]. – М. : Транспорт, 1965. – 198 с.
- 2 **Бородина, Е. В.** Обоснование эффективных параметров сортировочной и поездной работы в припортовых железнодорожных узлах / Е. В. Бородина // Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах : Вторая междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 4–6 октября 2017 г.) : сб. тр. / под общ. ред. П. К. Рыбина. – СПб., 2018. – С. 81–86.
- 3 **Вакуленко, С. П.** Взаимодействие станций в припортовых железнодорожных узлах. Сборник трудов / С. П. Вакуленко // Transport Problems-2018. Proceedings IX International Scientific Conference. – Katowice, Silesian University of Technology, 2018. – С. 80–86.
- 4 **Бородина, Е. В.** Переработка вагонопотоков в припортовых железнодорожных узлах / Е. В. Бородина, Д. З. Бекжанов, А. Р. Дёмкина // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика : материалы XLIII МНПК, КазАТК, г. Алматы, 17.04.2019. Т. 2. – Алматы, 2019. – С. 63–65.
- 5 **Бадамбаева, С. Е.** Взаимодействие морского и железнодорожного транспорта на примере порта Актау / С. Е. Бадамбаева, Е. В. Бородина, Е. С. Прокофьева // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17, № 3. – М. – С. 122–138.

УДК 656.212.5

## ВЫСТРАИВАНИЕ ЕДИНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТВОРОВ ДЛЯ РЕМОНТА ИНФРАСТРУКТУРЫ, КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*В. С. БЫКОВ*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Залогом обеспечения безопасности движения пассажирских и грузовых поездов на железнодорожном транспорте является исправное состояние элементов инфраструктуры путевого комплекса. Своевременное обслуживание основных элементов строения пути позволяет реализовать намеченные объемы в перевозке грузов и пассажиров с сохранением всех мер безопасности на железнодорожном транспорте.

Содержание и развитие инфраструктуры требует выполнения значительного объема ремонтно-строительных работ. На сети железных дорог РФ ежегодно предоставляется до 600 тыс. «окон», из которых примерно 12 % имеют продолжительность 4 ч и более. В последние годы широкое распространение получила технология выполнения ремонтно-строительных работ с длительным закрытием перегонов — от одних до нескольких суток. Особое внимание уделяется предоставлению «окон» на высокозагруженных участках железнодорожной сети.

В основе данной технологии лежит не только алгоритм выбора оптимального варианта проведения ремонтно-путевых работ, а также, в соответствии с директивным планом-графиком выбор перегонов, организующих «створовое направление». Длительные закрытия предоставляются комплексно на целых направлениях, определяемых как «створовые направления», в пределах которых организовано сквозное продвижение поездов. Длина «створовых направлений» определяется движением потока поездов между станциями отправления и назначения в соответствии с планом формирования поездов. Схематичный график «створа» представлен на рисунке 1.

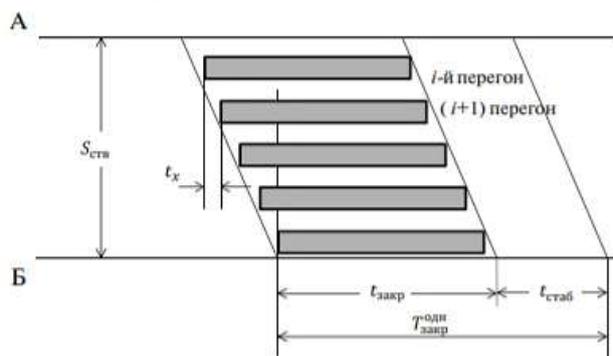


Рисунок 1 – Вариант организации створа на направлении железнодорожной сети

Преимущество круглосуточного закрытия перегонов состоит в большей выработке путевых машинных комплексов, а также в единовременном подводе всей техники на период ремонта верхнего строения пути. Однако при такой организации ремонтных работ наблюдается тенденция к от-

клонению большей части поездов, чем при организации длительных «окон», ввиду дефицита наличной пропускной способности, так как на данных ремонтируемых перегонах будет организовано движение по неправильному пути на весь период ремонта (несколько суток).

Основным документом, устанавливающим годовые объемы работ, этапность их выполнения по направлениям сети железных дорог, количество и продолжительность необходимых для их производства технологических «окон» является директивный план-график.

На период проведения ремонтно-путевых работ составляются варианты графики движения поездов (ВГДП), который должен обеспечивать выполнение плановых объемов перевозок и заданий директивного плана-графика при безусловном соблюдении требований обеспечения безопасности движения поездов и организации стабилизационного периода. После выполнения комплекса работ в «окно» необходим пропуск одного-двух поездов сразу после «окна» со скоростью не менее 25 км/ч, а последующих – не менее 60 км/ч.

В условиях растущего грузопотока особую актуальность приобретает задача минимизации влияния на эксплуатационную работу выделения «окон» большой продолжительности с длительным закрытием перегонов.

Выбор варианта технологии проведения ремонта, формирование заявки и контроль за проведением работ возложены на Рабочую группу, которая создается Дирекцией инфраструктуры дороги, на которой производится ремонт. Сформированная заявка, заведенная в автоматизированную систему автоматического планирования и выполнения окон, включает в себя экономическую оценку предложенных вариантов, а также составленный вариантный график движения поездов на период проведения путевых работ.

Расчет оптимального варианта производится по Методике расчета эффективности технологических процессов по капитальному ремонту и модернизации (реконструкции) пути в «окна» продолжительностью 8–12 часов и на закрытых перегонах, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30 ноября 2013 г. № 2718р.

Данная Методика позволяет выявить оптимальный вариант проведения ремонтно-путевых работ с учетом многообразия влияющих факторов, среди которых: затраты на подвод техники к месту работ, возможные затраты на сооружение временных съездов, затраты на отклонение части поездов и т. д.

Расчет производится по следующей формуле:

$$C_v^{пр.п} = C_v^т + C_v^{oc} + C_v^o + C_v^o, \quad (1)$$

где  $v$  – вариант технологии проведения ремонтно-путевых работ;  $C_v^{пр.п}$  – затраты, связанные с движением поездов в период проведения ремонтных работ по варианту  $v$ , тыс. руб.;  $C_v^т$  – совокупная стоимость потерь поездочных часов при проведении ремонтов пути по варианту  $v$ , тыс. руб.;  $C_v^{oc}$  – совокупная стоимость потерь поездочных часов при ограничении скорости движения поездов при организации работ по варианту  $v$  в течение ремонтно-путевых работ и стабилизационного периода  $\Gamma_{п}$ , тыс. руб.;  $C_v^o$  – совокупная стоимость дополнительного расхода электроэнергии (топлива) при разгоне-торможении поездов при организации работ по варианту  $v$  в течение ремонтно-путевых работ и стабилизационного периода  $\Gamma_{п}$ , тыс. руб.;  $C_v^o$  – совокупные затраты по пропуску части поездов по обходному маршруту при организации работ по варианту  $v$ , тыс. руб.

Расчет производился на примере Северной железной дороги за отчетный период (август 2020 г.) в соответствии с директивным планом-графиком.

Сравнение результатов двух технологий проведения ремонта на грузонапряженном направлении Свеча – Кошта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технико-экономическая оценка технологических вариантов

Технологические варианты	Параметр оценки				Итого, тыс. руб.
	Расходы на организацию движения, тыс. руб.	Расходы на движение поездов в период ремонта тыс. руб.	Количество дней закрытия, сут	Продолжительность окна, ч	
Совмещенные «окна»	8102,3	10957,02	9	8	19059,55
Круглосуточное закрытие	6863,94	773,19	3	24	7637,13

Таким образом, суммарная экономия организации ремонтно-путевых работ при круглосуточном закрытии перегона составила 11422,42 тыс. руб. Данная технология обеспечивает единовременный подвод и уборку ремонтно-путевой техники, что снижает затраты на транспортировку путевых машинных комплексов к месту выполнения работ.

Увеличения количества «окон», задействованных в «створовом направлении» позволит оптимизировать расходы на проведения ремонтно-путевых работ. Однако, необходимо четкое и грамотное взаимодействие Дирекции инфраструктуры (ЦДИ) и Дирекции управления движением (ЦД) по части вопросов максимального пропуска поездопотока, грамотного подвода техники и рациональных объемов ремонтно-путевых работ.

#### Список литературы

1 Коваленко, Н. А. Методика расчета эффективности технологических процессов по капитальному ремонту и модернизации (реконструкции) пути в «окна» продолжительностью 8–12 часов и на закрытых перегонах : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 30.11.13 № 2718.

2 Инструкция о порядке планирования, разработки, предоставления «окон» для ремонтных и строительно-монтажных работ в ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 25.02.19 № 348р.

3 Сайбатов, Р. Ф. Полигонные технологии / Р. Ф. Сайбатов // Железнодорожный транспорт. – 2016. – 78 с.

УДК 629.039.58

## СОСТОЯНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ Поездов ПО ХОЗЯЙСТВАМ АО «УЗБЕКИСТАН ТЕМИР ЙУЛЛАРИ»

*М. Ш. ВАЛИЕВ, А. Х. МАХКАМОВ*

*Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан*

Важнейшим показателем и основным фактором стабилизации работы железнодорожного транспорта, улучшения организации перевозок пассажиров и грузов является уровень соблюдения безопасности движения поездов. Из-за его нарушения создаются угрозы жизни и здоровью людей, государству наносится значительный материальный ущерб, утрачиваются грузы, выводится из строя дорогостоящая техника.

Рассматривая и анализируя данные нарушения безопасности движения поездов по АО «Узбекистан темир йуллари» за период 2008–2018 гг., в разрезе перечня нарушений определено, что наибольшее количество приходится на сход подвижного состава. Основными причинами явились нарушения технологии по производству укладки и ремонту пути, наибольшее количество нарушений допущено по причине обратного возвышения пути, что составило 33 % от общего количества брака; имеется ежегодная повторяемость аналогичных нарушений на дистанциях пути. Допускаемые сходы при маневрах происходят в основном из-за нарушений требования правил производства маневровых работ на станциях, регламента переговоров.

Немаловажно отметить, что имеются идентичность, повторяемость нарушений безопасности движения при производстве маневровых работ, при производства путевых работ и ремонта локомотива. Каждый случай нарушения безопасности движения был проанализирован с определением причин, которые были распределены по их характеру. Проанализировав характер причин, были определены факторы нарушений безопасности движения: а) человеческий, б) технический, в) внешний.

Основные причины, ведущие к возникновению нарушений безопасности перевозочного процесса, связаны с проявлением человеческих и технических факторов. Возникновение отказов и неисправностей железнодорожных устройств обусловлено, в основном, нарушениями технологий их обслуживания. Таким образом, главным фактором возникновения нарушений безопасности движения является человеческий.

Проявление человеческих ошибок в работе железнодорожного транспорта тесно связано с организацией и мотивацией труда. К основным причинам возникновения нарушений со стороны человека можно отнести жесткий административный менеджмент, нечеткое разграничение сфер ответственности, нехватку необходимого оборудования для обслуживания и ремонта устройств, несвоевременные поставки запасных частей, недостаточно эффективную систему контроля выполненных работ, неблагоприятные условия для работы, высокую текучесть кадров, нормативная база не актуализируется при введении новых технических средств и др.

Вышеперечисленные причины свидетельствуют о недостатках в системе управления железнодорожным комплексом, то есть ее низкой результативности работы. Как показывает зарубежный опыт, наибольший эффект в повышении результативности и эффективности железнодорожного транспорта достигается за счет совершенствования системы управления. Причем речь идет не только об изменении организационной структуры, но и об улучшении технологий управления и совер-

шенствовании процессов производственной деятельности. На этой основе создается возможность принятия управленческих решений и организации их исполнения, позволяющих достигать заданный уровень эффективности.

Предотвращение случаев нарушений безопасности движения на АО «Узбекистан темир йуллари» должно проводиться на стратегическом уровне. К мерам по предотвращению случаев нарушений безопасности движения можно отнести формирование алгоритмов оптимизации инвестиционных средств и эксплуатационных расходов, планирование производственной деятельности с применением научно-обоснованных разработок, отладку управленческих и производственных процессов для сокращения издержек в сфере перевозок и др.

Разработанные меры по предотвращению случаев нарушений безопасности движения должны быть ориентированы на устранение или минимизацию воздействия наиболее вероятных причин, влияющих на возникновение негативных факторов риска, способны влиять не только на частоту возникновения опасных ситуаций, но и степень их опасности, направлены на определение и устранение недостатков в проведении расследования негативных нарушений и функционировании систем добровольного информирования о проблемах в области обеспечения безопасности движения.

Повторное воздействие опасных факторов происходит в результате отсутствия мер по их предотвращению или эти меры оказывались неэффективными. Своевременное воздействие на дестабилизирующие факторы в области безопасности перевозок обеспечивается наличием необходимой нормативно-распорядительной базы. Причем нормативная документация по обеспечению безопасности движения должна постоянно актуализироваться с учетом внедрения новых технологий, как технического, так и организационного характера.

УДК 656.212.5:629.46

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОСПУСКА ВАГОНОВ НА АДЕКВАТНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ**

*А. К. ГОЛОВНИЧ, С. П. НОВИКОВ, С. Ю. ЧАПСКИЙ,*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время проектирование и проверка продольного профиля сортировочной горки производится с помощью графической модели, которая имитирует процесс роспуска вагонов с установленными характеристиками. Посредством построения кривых энергетических высот, скоростей и времени хода бегунов определяются расчетные параметры по контрольным точкам профиля и расформировываемого состава. Современные информационные технологии в арсенале средств имеют эффективные инструменты воспроизведения различных физических процессов с цифровыми объектами, обладающими определенными свойствами массы, трения, инерции, внутренней структуры. Например, среда виртуального репродуцирования Unity способна моделировать движение тела по наклонной поверхности с учетом свойств материала тела (металлического, деревянного, пластикового), среды сопротивления движению (воздух, вода), угла наклона опорной поверхности, влияющего на изменение скорости движения тела из-за влияния модельной силы тяготения, материала опорной поверхности и характера ее воздействия (гладкое скольжение по металлу, дополнительное сопротивление по вязкому участку). Подбор характеристик объектов, участвующих в процессе имитированного роспуска, является целью соответствующего модельного эксперимента.

Съем значений результирующих параметров скоростей движения, скатывающегося с модельной поверхности тела (металлического шара с равномерно распределенной плотностью вещества от центра к поверхности) по металлизированной брахистохроне (кривой, обладающей свойством постоянной скорости движения проекции точки кривой на ось  $OX$ ), является исходной позицией моделирования сортировочной горки. Если в некоторой точке модельного профиля скорость шара превышает допустимую (по требованиям входа вагона на замедлители – не более 7 м/с), то, начиная с этой точки, участок металлизированного профиля длиной 15 метров заменяется на резиновый, имитирующий воздействие вагонного замедлителя. После выхода из участка с вязкими характеристиками шар может снова увеличить скорость своего движения. При повторной регистрации в модели скорости шара, превышающей предельную, в данной точке размещают второй резиновый уча-

сток, который является аналогом второй тормозной позиции реальной горки. Достижение шаром конечной точки профильной кривой определяет скорость входа в парк, которая также регламентирована величиной, не превышающей 1,4 м/с. Если регистрируемое значение оказывается больше, то на расстоянии 50 м от конечной точки движения шара устраивается третий участок резиновой поверхности, имитирующий функционирование третьей тормозной позиции.

Следующим этапом модельного приближения работы горки является подбор характеристик резиновой поверхности, максимально соответствующих воздействию на движущийся вагон замедлителя. Так как его тормозное усилие может быть переменным из-за различного прижимного действия шин, то вязкость резиновых участков модели горки также должна изменяться.

Далее можно изменять конструкцию скатывающегося тела на более сложную (движение двух или четырех металлических шаров с жесткой связкой и неравномерно распределенной массой; системы связанных тел, приближающейся к визуальному и физическому образу вагона определенного типа).

Варьирование параметрами поверхности скатывания (от цепной линии до параболической или гиперболической) в совокупности с подстройкой свойств тела скатывания позволит получить эффективный продольный профиль, который обеспечит требуемый график изменения скорости движения модельного вагона на всем участке от вершины горки до расчетной точки.

Следующим этапом можно исследовать скатывание нескольких имитантов вагонов друг за другом через заданный интервал, соответствующий временам отрыва отцепов от расформировываемого состава реальной горки. Контрольными точками проверки являются входы на вязкие участки модельного профиля и на последнюю разделительную стрелку первого, второго и третьего тел различной массы с регистрацией интервалов времени между ними, которые должны быть не менее установленных, обеспечивающих безопасный перевод стрелок между отцепами.

Последовательное приближение трехмерной компьютерной модели горки к прототипу позволит завершить модельные имитации процесса роспуска с получением расчетных характеристик продольного профиля, обеспечивающего скатывание вагонов с заданными параметрами массы, длины, количества вагонов в отцепках. Замена сложной графической модели горки на интуитивно понятную и визуально наглядную трехмерную модель, функционирующую на основе действия физических законов и технологических требований, существенно расширит области ее применения. Наличие такого эффективного инструмента имитации динамических процессов роспуска вагонов на сортировочной горке позволит использовать его не только на этапах проектирования, но и в технических отделах железнодорожных станций для оценки перерабатывающей способности горки, моделировании различных опасных состояний (неисправностей тормозных позиций, отклонениях поверхности скатывания от проектного профиля, существенного изменения структуры входящего вагонопотока и др.).

УДК 656.07

## **КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ И ЭТАПНОСТЬ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ**

*А. А. ЕРОФЕЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*А. Ф. БОРОДИН*

*Институт экономики и развития транспорта, г. Москва, Российская Федерация*

Интеллектуальное управление перевозочным процессом направлено:

- на реализацию скоординированного комплексного управления эксплуатационной работой с использованием всеми участниками этой деятельности единой цифровой модели перевозочного процесса, описывающей транспортные процессы, охватывающие деятельность всех причастных подразделений и всех уровней управления с использованием единого информационного пространства;
- минимизацию алеаторной и эпистемологической неопределенностей в системе управления перевозочным процессом и обеспечение процедур принятия решений достоверной и качественной информацией о ходе перевозочного процесса;
- формирование сервисов оперативного информационно-технологического взаимодействия участников перевозочного процесса в рамках единого долгосрочного, среднесрочного, сменного, суточного и текущего планирования, исполнения и контроля согласованных и утвержденных планов;

- реализацию адаптивного автоматического управления технологическими процессами эксплуатационной работой и контроля исполнения УР;
- оперативную пооперационную и процессную технико-экономическую оценку разработанных планов и выполняемых технологических процессов эксплуатационной работы на основе системы многокритериальной оценки.

Для реализации интеллектуального управления учеными УО «Белорусский государственный университет транспорта» в непосредственном взаимодействии со специалистами ГО «Белорусская железная дорога» разработана концепция создания интеллектуальной системы управления перевозочным процессом (ИСУПП) [1].

Цель создания ИСУПП – формирование единой технологии перевозочного процесса (ЕТПП), обеспечивающей повышение эффективности перевозочной деятельности железной дороги, а также уровня безопасности перевозок за счет использования информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий в системе управления эксплуатационной работой, позволяющих формировать с учетом накопленного массива опыта эффективные управляющие решения (УР), управлять производственными процессами в реальном времени, планировать работу, моделировать и прогнозировать развитие эксплуатационной обстановки комплексно на всем полигоне управления.

Структура концепции создания ИСУПП приведена на рисунке 1.

Функционирование ИСУПП направлено на повышение эффективности ПП путем:

- увеличения средней скорости доставки грузовых отправок;
- сокращения времени оборота вагона, в том числе за счет снижения времени нахождения вагона в порожнем состоянии;
- повышения надежности доставки грузовых отправок в нормативный срок и своевременности подвода порожних вагонов в пункты погрузки;
- снижения эксплуатационных расходов, в том числе за счет повышения производительности локомотивов в грузовом движении, исключения случаев нерациональной организации труда и отдыха локомотивных бригад, повышения эффективности использования вагонного парка;
- реализации рациональных вариантов пропуска поездопотоков в условиях текущей эксплуатационной обстановки;
- уменьшения количества переработок на технических станциях за время оборота грузового вагона и повышения транзитности вагонопотоков.

Для достижения поставленной цели в рамках ИСУПП предусматривается решение следующих задач:

- разработка цифровой модели перевозочного процесса (ЦМПП), которая включает совокупность взаимно интегрированных априорных и апостериорных моделей транспортных процессов и обеспечивает повышение качества информации в системе формирования УР за счет снижения уровней алеаторной и эпистемологической неопределенностей;
- повышение достоверности используемой в ИСУПП информации за счет использования систем диагностики и мониторинга состояния объектов инфраструктуры и подвижного состава, ГИС-технологий, дальнейшего развития транспортной информационно-коммуникационной инфраструктуры с использованием систем навигации, позиционирования транспортных объектов с учетом задач совершенствования организации перевозочной деятельности;
- использование единой онтологии и процессно-объектных подходов при создании нового программного обеспечения, обеспечивающих решение всего комплекса эксплуатационных задач с учетом накопленного опыта действия оперативных работников, в том числе действий в нестандартных ситуациях;
- разработка функциональной структуры ИСУПП, обеспечивающей реализацию скоординированного комплексного управления эксплуатационной работой с использованием всеми участниками этой деятельности единой цифровой модели перевозочного процесса;
- формирование ЕТПП на основе использования интеллектуальных систем управления, разработки адаптивных технологий работы, создания функционирующих в реальном масштабе времени информационно-аналитических моделей.

Основными приоритетами Концепции являются:

- повышение качества принимаемых с использованием ИСУПП управляющих решений и решение новых эксплуатационных задач в рамках ЕТПП;
- оптимизация совокупных затрат всех участников перевозочного процесса за счет повышения качества планирования и контроля за реализацией планов эксплуатационной работы;
- повышение безопасности перевозочного процесса как важнейшее условие эффективности функционирования ИСУПП;

– создание ИСУПП как модульной адаптивной системы, которая должна эффективно интегрироваться в цифровое информационное пространство БЧ, транспортной системы Республики Беларусь, транзитных транспортных коридоров, ЕАЭС.

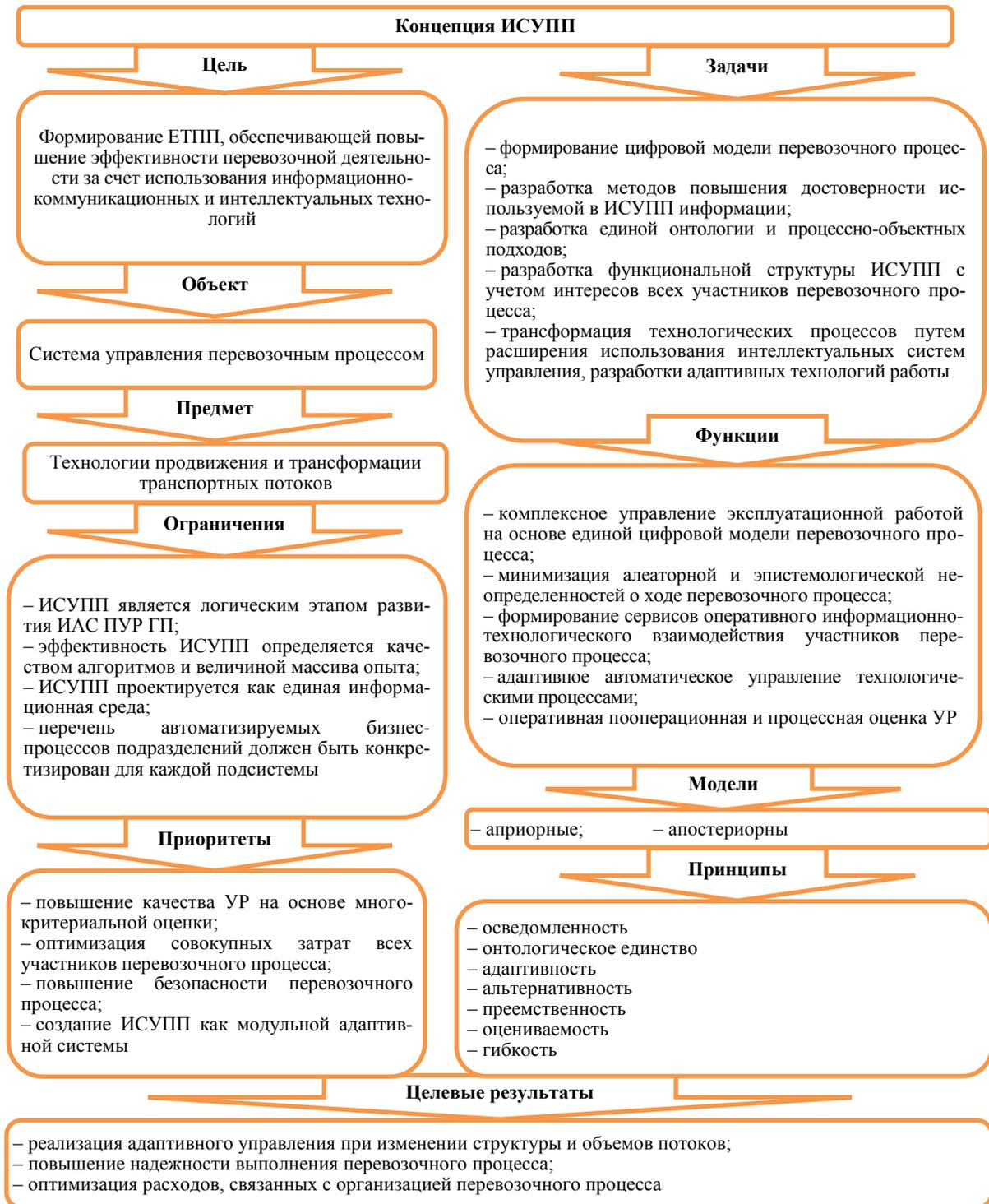


Рисунок 1 – Структура Концепции ИСУПП

Условия создания ИСУПП:

- ИСУПП является логическим этапом развития ИАС ПУР ГП и не требует отказа от действующих на БЧ информационных систем;
- эффективность функционирования ИСУПП определяется не только качеством реализованных алгоритмов, но величиной и качеством массива опыта, который приобретается в процессе функционирования системы;

– ИСУПП проектируется как единая информационная среда, обеспечивающая скоординированное комплексное управление эксплуатационной работой с использованием ее всеми участниками этой деятельности и требующая включения всех участников и объектов управления в единое информационно-коммуникационное пространство;

– перечень автоматизируемых бизнес-процессов подразделений должен быть конкретизирован для каждой подсистемы ИСУПП в соответствующих частных технических заданиях.

Интеллектуальное управление перевозочным процессом основывается на следующих принципах:

– осведомленность – наличие полной и достоверной информации;

– онтологическое единство – использование единой онтологии для всего комплекса решаемых задач;

– альтернативность – формирование множества вариантов решений и последующий выбор из них рационального;

– адаптивность – принятие решений в соответствии со складывающейся эксплуатационной обстановкой;

– преемственность – использование результатов функционирования одних подсистем в качестве исходных параметров для других;

– оцениваемость – все сформированные решения должны быть оценены;

– гибкость – возможность функционального развития и адаптации к новым объектам и условиям окружающей среды.

Интеллектуальное управление в ИСУПП реализуется через многоуровневую структуру, включающую все уровни (дорожный, отделенческий, линейный) и периоды (долгосрочный, среднесрочный, оперативный, текущий) планирования. В многоуровневую структуру интеллектуального управления перевозочным процессом входят модули:

– мониторинг состояния объектов инфраструктуры;

– online цифровая модель перевозочного процесса;

– априорные модели перевозочного процесса;

– апостериорные модели перевозочного процесса;

– модуль формирования УР (ГБРЗ);

– модуль оценки результата и формирования массива опыта;

– стратегическое планирование.

На основании результатов оценки системных свойств ИСУПП и экономических показателей эффективности внедрения системы предлагается следующая этапность создания ИСУПП (рисунок 2):



Рисунок 2 – Этапность разработки ИСУПП

1 Создание информационных и математических моделей перевозочного процесса на основании единой дорожной сети передачи данных, разработка и внедрение информационно-аналитических систем. Интеграция микропроцессорных систем, устройств диагностики и мониторинга состояния инфраструктуры и подвижного состава с информационно-управляющими системами. Внедрение ГИС-технологий. Завершение работ по созданию систем автоматизированного планирования поездной и грузовой работы.

**Целевой задачей первого этапа является создание ЦМПП.**

2 Интеллектуализация процессов разработки документов, регламентирующих долгосрочное управление ПП (НГДП, ПФП) и среднесрочное планирование (Техплан, ССП, ВГДП) и основанных на использовании априорных моделей перевозочного процесса. Параллельно должны формироваться интеллектуальные модели прогнозирования ПП на 24 часа с учетом складывающейся эксплуатационной обстановки. Разработка модулей технико-экономической оценки управленческих решений (планов) и их интеграция в действующие ИС.

**Целевая задача: внедрение систем поддержки принятия управленческих решений, основанных на использовании априорных моделей ПП и модулей технико-экономической оценки УР.**

3 Разработка и внедрение интеллектуальных подсистем диспетчерского управления и регулирования на основе апостериорных моделей перевозочного процесса. Переход к интеллектуальным системам формирования УР на всех уровнях управления с последующей передачей команд в автоматическом режиме на объекты управления. Формирование массива опыта и обучения подсистем ИСУПП.

**Целевая задача: внедрение интеллектуальных систем автоматического управления объектами перевозочного процесса.**

Индикатором успешности реализации ИСУПП станет повышение доли принятия управленческих решений в автоматическом режиме (без участия человека) при решении задач перевозочного процесса и расширение перечня решаемых эксплуатационных задач.

УДК 625.1

## **К ВОПРОСУ РАССЛЕДОВАНИЯ НАРУШЕНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

*Р. А. ЕФИМОВ, Ю. И. КУПРИЯНОВА, Н. А. ПАНЮКОВА*  
*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Расследование транспортных происшествий зачастую является весьма сложным процессом, требующим обширного многофакторного анализа текущего состояния основных узлов транспортных средств, элементов инфраструктуры и влияния внешней среды, а также оценки отступлений от нормативных значений, указанных в соответствующих документах. Для выявления основных и сопутствующих причин в особо сложных случаях комиссия по расследованию транспортных происшествий пользуется результатами технической экспертизы [1]. Корректное определение причинно-следственных связей позволяет разработать рациональные управляющие воздействия для минимизации вероятности возникновения повторения подобной ситуации. Статистическая оценка нарушений безопасности движения по результатам длительного промежутка времени позволяет производить наиболее достоверный анализ ситуации, разрабатывать стратегические мероприятия, направленные на соблюдение требований безопасности движения на протяжении всего жизненного цикла транспортных средств (от этапа изготовления основных узлов с учетом структурного состава материалов, далее в течение всего режима эксплуатации до момента утилизации). Однако для осуществления наиболее рационального анализа результаты расследований транспортных происшествий, изложенные в технических заключениях, должны быть хорошо формализованы [2], что является сложной задачей из-за большого числа основных и влияющих факторов. В этой связи интересной представляется задача анализа подходов к написанию технических заключений на различных видах транспорта на территории Российской Федерации и за рубежом.

**Анализ написания технических заключений на железных дорогах разных стран**

В соответствии с классификацией нарушений безопасности движения на железных дорогах США все отчеты о расследованиях делятся на два типа:

- 1) краткий отчет о транспортном инциденте;
- 2) отчет о транспортном происшествии.

Краткий отчет представляет собой документ, по объему не превышающий 15–20 страниц печатного текста, включает в себя информацию без структурирования по отдельным разделам.

Следует отметить, что американские технические заключения в большей степени носят индивидуальный характер. Нет четкой структуры, которая повторялась бы в каждом заключении. Наполнение отличается в зависимости от события и нанесенного ущерба.

В отличие от американских, канадские технические заключения имеют более прослеживаемую постоянную структуру. В большинстве случаев заключения включают четыре основных раздела:

1 Фактическая информация. Приводится подробное описание случая с фотографиями, картой и схемой путевого развития со всеми обозначениями; информация о подвижном составе, верхнем строении пути, работниках, средствах сигнализации и связи; информация о подобных допущенных нарушениях и результаты проведенных экспертиз.

2 Анализ. Выявление причинно-следственных связей.

3 Результаты. Причины и факторы риска.

4 Рекомендации. Какие меры безопасности необходимо принять с целью недопущения подобных случаев.

При расследовании случаев нарушения безопасности на железных дорогах стран – членов ЕС составляются отчеты, не превышающие по объему 10 страниц, информация в которых почти полностью формализована и представлена в табличной форме.

Указывается дата и время события, его классификация, местоположение, географические координаты, краткое описание. Также приводится описание верхнего строения пути, детали события, приводится таблица с указанием количества погибших, получивших серьезные и незначительные травмы, указывается предполагаемый материальный ущерб, а также причины и факторы, которые привели к возникновению события, приводятся рекомендации по исключению возникновения подобных событий. В отличие от американских и канадских отчетов отсутствуют какие-либо фотографии и рисунки.

Написание технических заключений (отчетов) при расследовании происшествий на железных дорогах ЕС производится на основании Руководства по надлежащей практике отчетности Европейского железнодорожного агентства, содержащего введение, область применения, нормативные ссылки, содержание отчета о происшествии с рекомендациями по заполнению каждого пункта.

#### **Проведение расследований и составление заключений на различных видах транспорта**

Подход к проведению расследований нарушений безопасности движения на различных видах транспорта Российской Федерации и оформления технических заключений имеет сходную структуру, однако следует отметить ряд различий.

Срок расследования авиационного инцидента не должен превышать 5 дней, на железнодорожном транспорте при различных видах крушений, аварий и других транспортных происшествий срок расследования составляет от 3 до 7 дней, на водном транспорте – не более 60 дней, а на автомобильном – не более 1 месяца. Стоит отметить, что за расследования на железнодорожном, авиационном и водном видах транспорта отвечает Ространснадзор, на автомобильном – ГИБДД.

Порядок придания гласности также различен: на авиационном транспорте с согласия представителя комиссии информация может использоваться для принятия мер, направленных на повышение безопасности полётов, но данная информация не предоставляется посторонним лицам, чтобы не повлиять на процедуру расследования. На железнодорожном транспорте информация о нарушении безопасности движения должна быть изучена всеми лицами, причастными к работе промышленного железнодорожного транспорта. Срок придания гласности не унифицирован и на разных видах транспорта существенно различается.

В написании заключений при расследовании в авиационном транспорте дополнительно указываются прочие повреждения воздушных судов, дополнительная информация, новые методы, применённые при исследовании, и недостатки в ходе расследования.

#### **Автоматизация проведения экспертизы и составления технических нарушений**

Проведение расследования и сопутствующей экспертизы в настоящее время предполагает выбор параметров оценки, основанный на опыте и интуиции эксперта, что может приводить

к дополнительным ошибкам. Процесс движения транспортного средства носит весьма сложный характер и при учете расследования транспортных происшествий для экспертов доступны не все параметры, которые необходимо использовать при математическом анализе ситуации, основанном на законах физики, теоретической механики, теории и конструкции транспортных средств, теории соударения и т. д. Данные обстоятельства приводят к ограничению числа задаваемых параметров, что снижает достоверность получаемых результатов. Как показывает опыт европейских стран, наиболее объективных выводов при составлении заключений можно добиться путем использования программ динамического моделирования, которые получают повсеместное распространение в разных странах [3]. В последнее время активно происходит развитие интеллектуальных транспортных систем, которые предполагают наличие бортовых интеллектуальных систем, использующих большое количество датчиков. Такой метод позволяет сократить время проведения экспертизы и достичь более точных результатов, которые будут охватывать весь спектр сведений о транспортном происшествии [4].

### **Выводы**

Опыт написания технических заключений на железных дорогах зарубежных стран по сравнению с железными дорогами Российской Федерации имеет следующие основные особенности:

- отчеты (технические заключения) о происшествиях различны по структуре и формату написания для различных категорий событий;
- в заключении приводятся многочисленные рекомендации по исключению возникновения подобных случаев нарушения безопасности движения;
- отчеты не всегда имеют постоянную, четко определенную структуру;
- отчеты на железных дорогах ЕС составляются в табличной форме, что позволяет максимально автоматизировать процесс их написания.

Выполненный в работе анализ позволяет сделать следующие выводы:

1 Важным является вопрос унификации сроков придания гласности результатов расследования транспортных происшествий на разных видах транспорта. При этом необходимо определить как сроки, так и структуру предоставляемой информации, а также выделить информацию, которая составляет служебную тайну. Особенно важным данная проблема является для научных и экспертных организаций, которые занимаются проведением объективной оценки влияющих факторов и выработкой научных подходов к минимизации вероятности возникновения подобных ситуаций на основе математических моделей.

2 Внедрение интеллектуальных транспортных систем и динамического моделирования ситуации позволяет перейти к объективному анализу транспортного происшествия, что, в свою очередь, создает основу для построения системы анализа предотказного состояния транспортных средств, основанного на компьютерном и имитационном моделировании функционирования отдельных особо важных элементов с учетом предыстории нагружений [5] и влияния внешних факторов, что впоследствии способствует выработке рациональных рекомендаций по снижению нарушений безопасности движения.

### **Список литературы**

- 1 **Ильин, Н. Н.** Собираение исходных данных в ходе осмотра места происшествия при назначении транспортно-служебной экспертизы / Н. Н. Ильин // Вестник Дальневосточного юридического института МВД России. – Хабаровск, 2020. – № 1(50). – С. 94–100.
- 2 Методический подход к формализованному составлению технических заключений при расследовании нарушений безопасности движения / К. С. Горбунов [и др.] // Наука и технологии железных дорог. – М., 2019. – Т. 3, № 4 (12). – С. 75–82.
- 3 **Аземша, С. А.** Совершенствование экспертного анализа дорожно-транспортных происшествий с помощью компьютерных программ моделирования / С. А. Аземша, В. Н. Галушко, С. В. Скирковский // Наука и техника. – Минск, 2015. – № 4. – С. 18–24.
- 4 **Бутенко, Ю. Н.** Применение интеллектуальных транспортных систем в расследовании дорожно-транспортных происшествий / Ю. Н. Бутенко, С. В. Куценко // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – Донецк, 2017. – № 3. – С. 22–27.
- 5 **Саврухин, А. В.** Моделирование кинетики состояния колеса // А. В. Саврухин, А. Н. Неклюдов, Р. А. Ефимов // Мир транспорта. – М., 2012. – № 5(43). – Т. 10. – С. 42–47.

## **РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*А. Г. ЗЕНКЕВИЧ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Деятельность железных дорог мира специфична, однако в ней много общего, в том числе и возникающих проблем. Одной из таких проблем является безопасность движения поездов.

Проявление определенного аспекта психики человека, а точнее его действие или бездействие в конечном итоге может привести к ошибке. Причиной возникновения ошибки зачастую является не один, а целый комплекс негативно действующих факторов.

Возникновение аварийной ситуации невозможно полностью исключить в результате организационных или технических мероприятий. Риск в работе железнодорожного транспорта – это неизбежность. Риск является мерой вероятности опасности и степени тяжести последствий от нарушения безопасности движения поездов. На транспортный риск оказывает влияние проявление множества факторов как субъективного, так и объективного характера.

Безопасность железнодорожной транспортной системы представляет собой интегральное понятие, не поддающееся непосредственному измерению. Обычно под безопасностью понимается исключение опасностей. При этом под опасностью подразумевается любое обстоятельство, которое способно причинить вред здоровью людей и окружающей среде, функционированию системы или нанести материальный ущерб.

На железнодорожном транспорте человеческий фактор занимает ведущее место в проблеме безопасности. Именно он является решающим в обеспечении безопасности движения. Статистика транспортных происшествий показывает, что наиболее частой их причиной на железных дорогах являются именно ошибочные действия человека; их доля в общем объеме транспортных происшествий достигает 90 %. Причинами многих аварий и крушений являются: пренебрежительное отношение обслуживающего и работающего персонала к своим служебным обязанностям; недостаточный контроль за выполнением существующих правил и положений со стороны должностных лиц, а также за предупреждением и устранением различных технических неисправностей. Аварии происходят также в результате просчетов в организации движения, ошибок при управлении машинами, недостаточного уровня профессиональной подготовки работников, нарушения процессов взаимодействия между участниками движения и т. п. Человек на железной дороге остается слабым звеном этой системы. Его возможности ограничены физиологией организма и психологическими особенностями каждой отдельной личности.

Проблема, именуемая «человеческий фактор», на железнодорожном транспорте до сих пор остается до конца неизученной. Для большого числа железнодорожных специальностей постоянно ведутся анализы взаимодействий в системе «человек – машина – производственная среда». Самое большое внимание при этом уделяется системе «машинист – локомотив – транспортная среда». В этой системе изучено наибольшее количество критериев. Определена их весомость при взаимодействиях элементов системы. Создана система мониторинга (отслеживания) предрейсового состояния машинистов, контроля бодрствования машинистов в пути следования и др.

На железной дороге профессионально важные свойства и качества личности на таких массовых профессиях, как поездные и маневровые диспетчеры, члены локомотивных бригад, оцениваются по значительному числу показателей. Главные среди них – острота зрения и слуха, зрительная, слуховая и двигательная память, точность восприятия движущихся предметов, восприятие пространства, скорость, точность и координация двигательных реакций, наблюдательность, выносливость, активность, инициативность, а также организованность и способность к сотрудничеству.

Профессиография (от лат. «*professio*» – постоянная специальность, служащая источником существования, и греч. «*grapho*» – пишу) состоит из профессиографического исследования и

профессиограммы (результата исследования). Одновременно профессиография является разделом двух наук – психологии труда и профессиологии. Научное исследование, описание и проектирование профессий является предметом профессиографии. Профессиограмма – это результат профессиографического исследования. Профессиограмма содержит данные о проектируемой либо существующей профессии.

Во всех научно-исследовательских и прикладных работах по психологии труда, инженерной психологии, эргономике и в других случаях изучения труда необходимыми этапами являются профессиографическое исследование и составление профессиограммы.

Изучение и анализ конкретной профессии (предмет, задачи, средства и условия) или профессиональной ситуации, в которой протекала трудовая деятельность работника, дают возможность правильно определить причины трудностей, которые испытывает человек при исполнении профессиональной деятельности, а также выявить причины деформации личности, оценить уровень его психологической готовности к их преодолению, раскрыть его индивидуальные и личностные возможности. Только сопоставление объективной (нормативной) реальности профессии с мотивационно-эмоциональными, когнитивными и операторными особенностями поведения человека при исполнении деятельности позволят выявить причины его неуспешности в работе или стратегии преодоления трудностей.

Сбор данных об изучаемой трудовой деятельности, описание ее организационных принципов и материальной базы – это начало профессиографического анализа.

В целях повышения эффективности профессионального труда, а также для разработки информативных, диагностических, коррекционных и формирующих практических рекомендаций используется профессиография, которая охватывает разные стороны профессиональной деятельности: исторические, социальные, социально-экономические, психологические, психофизиологические, социально-психологические, технические, технологические, правовые и гигиенические.

Всестороннее изучение профессии и анализ психологических особенностей трудовой деятельности основываются на определенной систематизации полученных количественных и качественных данных в процессе ее изучения. Установление особенностей взаимоотношения субъекта труда с компонентами деятельности (ее содержанием, средствами, условиями, организацией) и ее функционального обеспечения – главная цель анализа трудовой деятельности. Профессиография – это комплексный метод изучения и описания содержательных и структурных характеристик профессии, а также описание различных объективных характеристик. Итогом изучения трудовой деятельности должно быть построение ее профессиограммы.

При этом «человеческий фактор» понимается достаточно широко. Это:

- действия руководителей, железнодорожных операторов, работников, непосредственно не связанных с движением поездов;
- различного рода регламентация, документооборот, разработка и выполнение приказов, инструкций, распоряжений, правил, законов и др.;
- отбор, подбор, расстановка и обучение кадров как руководящих, так и инженерно-технических, операторских и рабочих профессий (кадровый менеджмент);
- ошибки разработчиков технических средств и алгоритмов технологических процессов;
- исследование и учет влияния специфики железнодорожной среды на уровень здоровья человека (условия труда и отдыха);
- контроль и оценка текущего состояния работников (до смены, во время и после работы).

Для эффективного решения проблемы контроля состояния человека и построения автоматических устройств, частично дублирующих его действия, необходим современный подход, рассматривающий человека во взаимосвязи и взаимодействии со средой его обитания.

Человек совершает ошибки, и с этим необходимо считаться. Человек имеет право на ошибку (конечно, речь идет не об умышленных нарушениях). И чем больше отклонение состояния человека от его оптимального, тем больше вероятность ошибки. Поэтому необходимо построить систему безопасности таким образом, чтобы минимизировать последствия этих ошибок.

## ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА ПО ВНУТРЕННИМ ВОДНЫМ ПУТЯМ

*Н. Н. КАЗАКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Несмотря на низкую интенсивность перевозочной деятельности предприятий внутреннего водного транспорта Республики Беларусь, которая сформировалась в последнее время, а также достаточно оптимистичные значения показателей безопасности судоходства и безопасности плавания [1], аварийность, как понятие, остается объективной реальностью, а задачи снижения ее уровня не теряют своей актуальности.

Традиционно обеспечение транспортной безопасности на предприятиях внутреннего водного транспорта рассматривается в двух аспектах: обеспечение безопасности плавания и обеспечение безопасности судоходства.

Обеспечение безопасности плавания – более узкое понятие, организационно возлагаемое в основном на экипаж и технологию судовождения. Обеспечение безопасности судоходства – комплексная задача, решаемая на различных уровнях управления водным транспортом в стране. Для условий Республики Беларусь задачи обеспечения безопасности судоходства решаются персоналом Управления морского и речного транспорта Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, предприятий водных путей, Белорусского речного пароходства и речных портов, Белорусской инспекции Речного Регистра и Белорусской инспекции речного судоходства. Учитывая значимость обеспечения безопасности на объектах инфраструктуры, данный вид деятельности регламентируется нормативно-правовыми актами национального уровня: Кодекс внутреннего водного транспорта, Правила плавания судов по внутренним водным путям, Правила движения и стоянки судов в бассейнах внутренних водных путей, Правила пропуска судов и составов через судоходные шлюзы внутренних водных путей и другими.

Многочисленные исследования в области обеспечения безопасности судоходства [2] позволяют выделить три основные причины аварийности с судами внутреннего водного транспорта:

- влияние человеческого фактора;
- техническое состояние флота;
- влияние среды, а также характеристика груза и его воздействие на судно.

В практической деятельности предприятий внутреннего водного транспорта обеспечение безопасности судоходства, фактически, можно представить, как воздействие на аварийность, направленное на снижение указанных выше причин посредством мер технического, организационного, эксплуатационного и правового характера. Однако не следует забывать, что эффективная реализация таких мер позволяет минимизировать аварийность и улучшить состояние безопасности судоходства лишь на некоторый промежуток времени.

К сожалению, для условий работы предприятий внутреннего водного транспорта по каждой из ключевых причин наблюдается устойчивая тенденция увеличения риска, определяемая:

- качественной характеристикой кадров и показателей системы кадрового обеспечения предприятий внутреннего водного транспорта, в т. ч. плавсостава;
- возрастным составом флота и параметрами системы его пополнения, модернизации;
- параметрами судоходных условий на внутренних водных путях.

В таких условиях существенно возрастает значимость применения риск-ориентированных подходов для параметрической оценки безопасности судоходства и как конечный результат для выработки эффективных мер технического, организационного, эксплуатационного и правового характера. Следует отметить, что в настоящее время риск-ориентированные подходы к реализации производственных и иных процессов распространяются весьма активно и достаточно широко. В сфере распространения исследуемой проблематики следует отметить очень активное внедрение различных подходов к оценке риска, которые используются судоходными компаниями Российской Федерации, а также организациями, осуществляющими контрольно-надзорную деятельность за ними.

Суть риск-ориентированного подхода в сфере обеспечения безопасности судоходства заключается в применении структурированной методологии повышения уровня безопасности посредством оценки рисков и соотношения затрат и эффектов по вариантам организации системы судоходства в заданной перспективе времени.

Использование такой методологии на внутреннем водном транспорте позволит не только выявить потенциальные опасности прежде, чем они перерастут в реальные события – аварийные случаи, инциденты, – но и принять организационно-правовые меры по их исключению, т. е. своевременно создать защитные «барьеры» на пути развития тех событий, которые могут вызвать транспортные происшествия, травмы, гибель людей, загрязнения окружающей среды.

В основе риск-ориентированных подходов лежит ключевой принцип, что величина риска определяется математическим ожиданием случайной величины ущерба

$$R = PY, \quad (1)$$

где  $P$  – вероятность неблагоприятного события;  $Y$  – ущерб, который ожидается в его результате.

Таким образом для формирования эффективной методологии обеспечения безопасности судоходства требуется весомая база данных о финансовых потерях судо- и грузовладельцев, изменении логистических затрат всех участников товаро-проводящей сети, о травмах людей, их причинах, предпосылках, факторах, связанных с инцидентами или потенциально опасными ситуациями, и др.

Как видно из приведенной структуры перечня данных, которые должны использоваться в применении методологии обеспечения безопасности судоходства, ее эффективность на локальном уровне будет ограничена: при условно одинаковых затратах либо детализация системы будет низкой, либо погрешность в значениях риска – высокой. Такой вывод формирует предпосылки развития методологии обеспечения безопасности судоходства, базирующиеся на интеграции различных территориальных и национальных систем обеспечения безопасности судоходства по внутренним водным путям или (и) на использовании современного инструментария реализации риск-ориентированных подходов, а также интеллектуализации процедур оценки рисков.

Имеется в виду, что весомая доля данных, требуемых для высокой достоверности оценки риска событий в сфере деятельности внутреннего водного транспорта, получить, оказывается, затруднительно, в т. ч. вследствие конфиденциальности. В этих условиях обеспечить требуемую точность могут позволить на первых этапах – эвристические методы, базирующиеся на мнениях экспертов, а на более поздних – методы интеллектуального анализа данных (*Data mining*): методы, основанные на применении искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов, эволюционного программирования, деревьев решений, ассоциативной памяти, нечеткой логики и др.

Несмотря на сложность решения задачи формирования и развития методологии оценки безопасности судоходства в перспективе, важность и актуальность этой оценки в условиях работы предприятий внутреннего водного транспорта Республики Беларусь очень высока, т. к. корреляция между размерами транспортной работы, интенсивностью использования подвижного состава, интенсивностью движения флота по водным транспортным путям, объемами перегрузочных работ в отрасли и аварийностью является прямой. Следовательно, при реализации долгосрочных мероприятий развития внутреннего водного транспорта страны, системы обеспечения безопасности судоходства, используемые в настоящее время потребуют кардинальных изменений нормативно-правового, технического, технологического и организационного характера.

#### Список литературы

1 **Казаков, Н. Н.** Тенденции, формирующие изменения системы обеспечения безопасности судоходства в Республике Беларусь / Н. Н. Казаков // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Году науки. Ч. 1. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 31–32.

2 **Каретников, В. В.** К вопросу оценки рисков на внутреннем водном транспорте Российской Федерации / В. В. Каретников, К. И. Ефимов, А. А. Сикарев // Вестник АГТУ. Сер. Морская техника и технология. – № 2. – М. : АГТУ, 2017. – С. 22–27.

## ПОВЫШЕНИЕ ОБОСНОВАННОСТИ ОЦЕНКИ УРОВНЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКОВ ПРИ ПРОПУСКЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

С. Ю. КИРИЛЛОВА

*Институт экономики и развития транспорта, г. Москва, Российская Федерация*

**Проблематика.** График движения поездов (ГДП) является основным документом управления эксплуатационной работой железных дорог, обеспечивающим безопасность движения поездов. Одной из основных задач ГДП, в соответствии с ПТЭ, является эффективное использование пропускной и провозной способностей железнодорожных участков.

На основе обобщения результатов массовых аналитических расчетов при автоматизированной разработке паспортов наличной пропускной способности железных дорог сети ОАО «РЖД», анализа нормативных ГДП, построения экспериментальных ГДП установлено, что при расчете пропускной способности участков с непараллельным ГДП следует учитывать необходимость обеспечения непрерывности следования поездов разных категорий между станциями технологических стоянок [1]. Для этого разработаны рекомендации по изменению критериев разделения железнодорожных линий на расчетные участки: необходимо отделить критерии для расчета наличной пропускной способности от критериев для расчета коэффициентов съема поездов.

Для расчета пропускной способности критерии определены действующей Инструкцией [2]:

- расчетные участки, как правило, ограничиваются станциями, где предусмотрено выполнение технических операций: расформирование и формирование поездов, отцепка и прицепка локомотивов, подготовка составов поездов в рейс, оборот пригородных поездов;
- расчетный участок характеризуется близкими по величине размерами грузового и пассажирского движения, одинаковым числом главных путей и средствами сигнализации и связи при и движении поездов в его пределах.

Для определения коэффициента съема предлагается разделять железнодорожные направления на расчетные участки в соответствии со следующими критериями:

- участки непрерывны между станциями выполнения технических операций;
- участки имеют одинаковый тип линий.

Данные рекомендации позволят в полной мере учитывать влияние поездов различных скоростных категорий на загрузку участка, при этом сохранив детализацию расчетов пропускной способности для более точного выявления ограничивающих элементов железнодорожной инфраструктуры.

**Целью** исследования является оценка влияния топологии расчетных участков на пропускную способность и уровень заполнения.

**Анализ полученных результатов.** Для проверки предлагаемых критериев построен максимальный график виртуального направления В – А, направление сформировано таким образом, чтобы границы расчетных участков по двум вариантам топологии не совпадали.

Результаты графической проверки показали, что:

- изменение размеров движения в границах одного расчетного участка не оказывает влияние на величину коэффициента съема, так как он рассчитывается в среднем на один поезд каждой скоростной категории;
- изменение технической оснащенности инфраструктуры в границах одного расчетного участка не оказывает влияние на величину коэффициента съема. В случаях, когда техническая оснащенность между станциями технологических стоянок поездов различна, расчет коэффициентов съема следует производить исходя из технической оснащенности ограничивающего перегона, поскольку он определяет схему прокладки ГДП.

Графическая проверка подтверждает корректность применения предлагаемых критериев определения границ расчетных участков для расчета коэффициентов съема.

Аналитические расчеты по двум вариантам топологии расчетных участков направления В – А показали, что при применении действующих критериев определения границ расчетных участков для расчета коэффициента съема происходит:

- недооценка величины коэффициента съема как в границах одного расчетного участка, так и в среднем для целого направления;
- снижение величины основного съема за счет того, что время хода поезда по расчетному участку меньше времени между обгонами;
- увеличение доли дополнительного съема, приходящегося на все направление, так как его величина является постоянной и принимается для каждого расчетного участка.

Для количественной оценки влияния топологии расчетных участков на пропускную способность и уровень ее использования были проведены варианты расчеты на примере существующего железнодорожного направления Ржев-Балтийский – Великие Луки Октябрьской железной дороги – филиала ОАО «РЖД». Данное направление принято к рассмотрению в докладе поскольку оно является «узким местом» при пропуске транзитных поездов в сообщении с железнодорожными пограничными переходами Белоруссии и Латвии. Пропускная способность данного направления в настоящее время исчерпана, поэтому высок риск нарушения ГДП и требований безопасности к нему.

Используя предлагаемые критерии разделения железнодорожных линий, рассматриваемое направление было объединено в один участок (по действующему варианту топологии – четыре расчетных участка). Произведены расчеты коэффициентов съема для сборных, пассажирских дальнего следования и пригородных поездов.

Сравнение результатов проведенных расчетов по действующему и предлагаемому вариантам топологии расчетных участков показало, что по второму среднее значение коэффициента съема увеличилось: для сборных поездов в два раза; для пассажирских поездов дальнего следования на 24 %; для пригородных поездов на 11 %.

В целом применение предлагаемые критерии разделения железнодорожных линий на расчетные участки привело к снижению результирующей пропускной способности направления на 2 пары поездов в сутки, уровень заполнения пропускной способности железнодорожной инфраструктуры участка увеличился на 5 %.

**Вывод.** Анализ полученных результатов показал, что изменение топологии расчетных участков оказывает влияние на пропускную способность направления: при изменении значения коэффициента съема пассажирских поездов от 0,27 до 0,73, пропускная способность снижается на 12 %.

Применения предлагаемых критериев определения границ расчетных участков для расчета коэффициентов съема позволит учитывать непрерывность следования поездов между станциями стоянок для выполнения технологических операций, в том числе:

- 1 Фактического числа станций работы сборного поезда внутри расчетного участка;
- 2 Фактического числа обгонов внутри расчетного участка.

В целом данные методические решения позволяют обеспечить повышение обоснованности оценки уровней использования пропускной способности железнодорожных участков при пропуске транспортных потоков, своевременно разрабатывать мероприятия по усилению мощности ограничивающих элементов инфраструктуры, повышая тем самым уровень безопасности движения поездов.

**Практическое применение полученных результатов.** Результаты исследования могут быть использованы при разработке нормативных и методологических документов, регламентирующих эксплуатационную работу железных дорог, мероприятий по усилению пропускной способности объектов железнодорожной инфраструктуры, при оценке технологической возможности доступа к железнодорожной инфраструктуре и выполнению перевозок, а также связанных с ними автоматизированных систем.

#### Список литературы

- 1 Кириллова, С. Ю. К определению коэффициентов съема пропускной способности участков железных дорог / С. Ю. Кириллова, К. Ю. Николаев // Вестник ВНИИЖТ. – 2020. – Т. 79. – № 4. – С. 230–238.
- 2 Инструкция по расчету наличной пропускной способности. – М. : ОАО «РЖД», 2011. – 305 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОТЦЕПОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА РАСФОРМИРОВАНИЯ-ФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ

*Н. А. КОВАЛЕНКО, А. А. БОРОДИН*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Динамические свойства скатывающихся с горки отцепов во многом зависят от плана и профиля спускной части горки, а определяющее влияние на изменение скорости движения отцепов по сортировочному пути оказывает его поэлементный продольный профиль.

Однако, как показали результаты выполненного анализа, реальный план и профиль спускной части соответствует проекту лишь у 40 % сортировочных горок, а продольный профиль путей подгорочного парка соответствует нормативам всего лишь в 19 % случаев.

В результате отцепы после выхода с парковой тормозной позиции начинают набирать скорость, что может привести не только к превышению допустимых скоростей соударения, но и к выходу неуправляемых вагонов за пределы полезной длины путей в сторону противоположную сортировочной горке.

Максимальное количество вагонов (осей) в распускаемых отцепках должно рассчитываться по действующей «Инструкции по расчету максимальной длины отцепа при роспуске на сортировочных горках». Методика расчета, приведенная в указанной Инструкции, позволяет учесть высоту горки, длину ее спускной части и мощность тормозных средств, которые должны обеспечить выход отцепа с парковой тормозной позиции с установленной скоростью.

Однако указанная методика не позволяет учесть целый ряд факторов, влияющих на динамику скатывания отцепов, таких как: поэлементный профиль сортировочного пути, погодные условия, наличие на пути специальных заградительных устройств или «барьерных групп» вагонов и их удерживающая способность.

На основании указанной Инструкции в 2013 г. все станции выполнили перерасчет максимальной длины отцепа и внесли изменения в Инструкции по работе сортировочных горок. В результате на ряде станций указанная в Инструкции по работе горки максимальная величина отцепа оказалась завышенной, так, например:

Агрыз (горка механизированная) – 28 вагонов;

Им. М. Горького (горка механизированная) – 20 вагонов;

Екатеринбург-Сорт. (четная горка механизированная) – 45 вагонов;

Екатеринбург-Сорт. (нечетная горка автоматизированная) – 22 вагонов;

Сызрань-1 (горка механизированная) – 30 вагонов.

Необоснованно завышенная величина максимального отцепа, указанная в Инструкции по работе сортировочной горки, создает существенные трудности при оценке необходимости использования на станции «барьерных групп» вагонов, определении их величины и требуемой нормы закрепления.

Маршрут движения отцепа, распускаемого с сортировочной горки, следует разделить на два элемента, на каждом из которых рассматривается динамика движения вагонов с учетом основных влияющих факторов.

1-й элемент – от вершины горки до парковой тормозной позиции. Определяется скорость выхода отцепа с парковой тормозной позиции, которую могут обеспечить тормозные средства с учетом скорости надвига, высоты горки, длины спускной части, мощности тормозных средств и погодных условий.

2-й элемент – от парковой тормозной позиции до контрольной точки, расположенной на сортировочном пути в месте размещения первого ограждающего тормозного башмака или вагонов «барьерной группы». Определяется скорость отцепа в контрольной точке путем математического моделирования его движения по сортировочному пути с использованием поэлементного профиля пути и вагонно-осевой модели отцепа при различных погодных условиях.

Алгоритм расчета оптимальной величины отцепа на станции, применяющей «барьерные группы» вагонов, приведен на рисунке 1.

В условиях отказа от применения «барьерных групп» определять максимальную длину распускаемых отцепов необходимо с учетом удерживающей способности ограждающих средств (ограждающих тормозных башмаков).

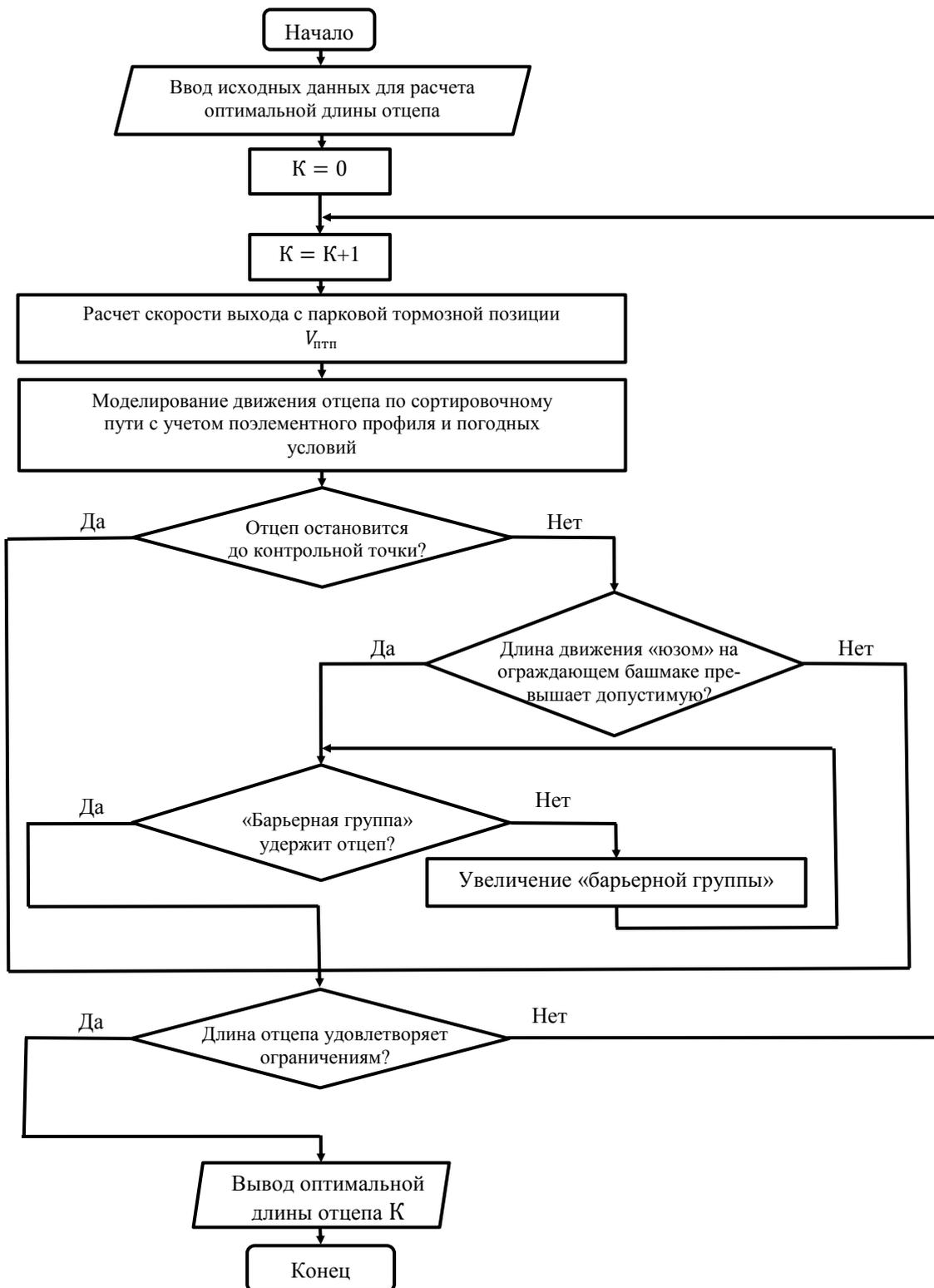


Рисунок 1 – Алгоритм расчета оптимальной длины отцепа при использовании «барьерных групп» вагонов

### Выводы.

1 Научно-обоснованная методика расчета оптимальной длины отцепа должна учитывать все основные факторы, влияющие на динамику его движения по сортировочному пути.

2 Оптимизация максимальной величины отцепа позволит повысить перерабатывающую способность горок и обеспечить безопасности сортировочного процесса за счет предотвращения несанкционированного выхода вагонов за пределы полезной длины путей подгорочных парков.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ**

*В. Г. КОЗЛОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время на Белорусской железной дороге (БЖД) ведутся работы по созданию и внедрению в информационную среду БЖД системы контроля выполнения и анализа нарушений плана формирования поездов (ПФП). Для этого с участием сотрудников НИЛ УПП БелГУТ проведены подготовительные работы по технологическому и методологическому обеспечению создаваемой системы. В результате разработаны методологические указания по организации вагонопотоков на полигоне БЖД, в содержание которых были включены методика оценки и анализа выполнения показателей ПФП и классификатор его нарушений [1]. На основании положений, приведенных в методических указаниях по организации вагонопотоков, разработаны соответствующие технические требования на создание информационной системы контроля выполнения и анализа нарушений ПФП.

Анализ выполнения назначений ПФП на технических станциях БЖД за период с 2008 по 2018 годы, позволил выделить в классификатор более 10 нарушений, которыми были охвачены все случаи возможного отклонения назначений формируемых поездов или отдельных групп вагонов от действующего ПФП. Так как отклонения могут быть допущены как на технической станции формирования поезда, так и в пути следования поезда до станции его назначения, то перечень всех нарушений систематизирован по объектам возникновения. Это позволяет осуществлять сравнительный и факторный анализ выполнения ПФП и однозначно идентифицировать объект его нарушения. Также в результате анализа выявлен ряд неточностей в установленных назначениях ПФП БЖД: неохват части назначений или двойное включение назначений групп вагонов в разные назначения поездов.

В классификаторе представлены следующие нарушения ПФП: 1) при формировании станцией поезда назначением, не включенного в перечень назначений ПФП для этой станции; 2) при формировании поезда из вагонов, назначения которых не входят в интервалы кодов станций ПФП для этого назначения; 3) при формировании поезда из вагонов, назначения которых входят в интервал кодов станций для этого назначения, а категория поезда не соответствует; 4) при формировании поезда станцией, не включенной в список основных станций БЖД, участвующих в разработке ПФП; 5) при расформировании станцией поезда, который должен проходить данную станцию без переработки; 6) при пропуске станцией поезда, назначением на данную станцию; 7) при формировании группового поезда с несоответствием подбора групп вагонов, установленному порядку их формирования и расположения в составе поезда; 8) при пропуске станцией группового поезда без отцепки, предназначенной для нее поездной группы; 9) при несоблюдении установленного порядка формирования маршрутов из порожних вагонов; 10) при включении в отправительский маршрут вагонов, не соответствующих назначению маршрута. Указанный перечень позволяет однозначно определить характер нарушения и его влияние на эксплуатационную работу железнодорожных станции дороги, оценить возможные экономический ущерб и при необходимости в оперативном режиме производить корректировку действующего ПФП.

На основе математической формализации объектов учета разработаны различные формы технико-эксплуатационного анализа выполнения ПФП: сравнительный (к нормативным значениям, отчетному и предшествующему периодам) и факторный. Также разработаны процедуры оперативного анализа и контроля нарушений выполнения ПФП, позволяющие устанавливать влияние отдельных значимых процессов на составообразование и его показатели. В методических указаниях уточнены объекты учета показателей и категории формируемых поездов, что позволяет производить расширенный и детальный анализ нарушения ПФП. Объектами учета показателей являются железнодорожные станции, перевозчики, категории поездов, отдельные назначения и иные. В учетные категории поездов выделены: сквозные, участковые, сборные, сборно-участковые,

вывозные и передаточные поезда, диспетчерские и маневровые локомотивы, технические, отправительские и ступенчатые маршруты, маршруты из порожних вагонов, специализированные поезда (контейнерные, контрейлерные, контейнерно-контрейлерные).

Предлагается разработанную методику контроля выполнения и анализа нарушений ПФП реализовать в рамках автоматизированной системы организации вагонопотоков (АСОВ) в виде отдельного информационного блока «Анализ плана формирования грузовых поездов» (БА ПФП), который включает четыре подсистемы: «Показатели плана формирования», «Формирование отчетов о выполнении показателей плана формирования» и «Формирование отчетов о нарушениях плана формирования» и «Анализ организации вагонопотоков на железной дороге» [2, 3].

В системе учета определены показатели ПФП, характеризующие процессы образования вагонопотоков в грузовые поезда. По результатам расчета ПФП устанавливаются для объектов учета нормативные значения показателей, а по данным оперативного учета в информационно-аналитической системе поддержки управленческих решений для грузовых перевозок (ИАС ПУР ГП) формируются отчетные данные. На основе анализа параметров выполнения ПФП по установленным классификационным признакам выявляются нарушения с подготовкой отчетов по железнодорожным станциям за определенные периоды. Данные аналитического анализа представляются пользователям АСОВ для оценки мер оперативного регулирования вагонопотоков.

В результате анализа распределения корреспонденций вагонопотока по фактическим назначениям поездов, сформированных основными железнодорожными станциями в период с 2017 по 2019 годы, установлено, что 12 % назначений поездов сформированы с нарушением действующего ПФП. Удельный вес назначений сквозных поездов сверх действующего ПФП составляет в среднем 6,9 % от общего объема вагонопотока, формируемого станциями; участковых поездов – 0,8 %; местных поездов – 1,6 %. Удельный вес назначений отправительских ступенчатых маршрутов сверх действующего ПФП составляет в среднем 1,8 % от общего объема вагонопотока, формируемого станциями.

Приведенный анализ показывает масштабность проблемы нарушения выполнения назначений поездов согласно ПФП. Дальнейший анализ и экономическая оценка каждого случая нарушения показал, что даже при незначительных отклонениях от действующего ПФП на одной из станций, изменения сказываются на работе всего железнодорожного направления. При этом на технических станциях появляются дополнительные вагоны, что влияет на пропускную и перерабатывающую способность и может затруднить работу станций. Изменяется простой вагонов на станциях всего пути следования вагонопотока, что приводит к увеличению оборота вагона и, как результат, к дополнительным затратам на организацию перевозочного процесса.

Таким образом, любые решения по изменению назначений ПФП должны быть технико-экономически обоснованы, т. к. даже незначительное отклонение может не только увеличить затраты, связанные с организацией вагонопотоков, но и затруднить работу станций железнодорожного направления по пропуску вагонопотока. В оперативной работе диспетчерского аппарата технически и экономически обоснованные решения можно обеспечить за счет применения информационно-аналитических и интеллектуальных систем управления организацией вагонопотоков и движением поездов. Для этого необходимо дальнейшее развитие информационно-управляющих систем БЖД, внедрение цифровых технологий в процесс организации вагонопотоков. Это также позволит уменьшить влияние человеческого фактора на процесс формирования и определения назначений поездов. Наилучшим решением для исключения нарушений ПФП будет создание системы управления, которая исключит возможность формирования и отправление поезда со станции если его назначение (или группы вагонов) не соответствуют действующему ПФП.

#### 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 Функциональное построение автоматизированной системы организации вагонопотоков на железной дороге / В. Г. Кузнецов [и др.]. // Труды 5-й междунар. науч.-техн. конф. – М. : НИИАС, 2016. – С. 82–85.

3 Козлов, В. Г. Объектная структура системы анализа выполнения плана формирования / В. Г. Козлов // Вестник БелГУТа : Наука и транспорт. – 2018. – № 1. – С. 67–69.

## ВЛИЯНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПЕЗЕДОВ ПО ТВЕРДЫМ НИТКАМ ГРАФИКА НА РАБОТУ ПОЛИГОНОВ

*С. Н. КОЛ*

*Центр научно-технической информации и библиотек – филиал ОАО «РЖД», г. Москва,  
Российская Федерация*

Организация движения грузовых поездов по готовности (свободной нитке графика) затрудняет их рациональный пропуск по станциям и участкам, вызывает перебои в обеспечении составов локомотивами, увеличивает простои, приводит к снижению участковых и маршрутных скоростей и ухудшению использования пропускной способности инфраструктуры. Для обеспечения согласованной работы станций и участков, особенно на длинных полигонах, следует использовать технологию движения грузовых поездов по расписанию, когда составы готовятся к твердым ниткам графика, которые обеспечиваются локомотивами и локомотивными бригадами.

Вождение поездов по расписанию обсуждалось еще в 20-е годы прошлого столетия. Требования к режиму следования таких поездов жесткие – допускается опоздание прибытия лишь на 5 мин и опережение графика – на 30 мин. Кроме того, необходим стабильный объем погрузки грузов и определенный резерв пропускной способности железнодорожной инфраструктуры. Также должен быть предусмотрен и единый порядок оперативного планирования.

Интегрированная технология управления движением грузовых поездов по расписанию была утверждена ОАО «РЖД» и введена в действие в 2012 г. Для ее успешной реализации необходима технологическая подготовка полигона, включающая выявление причин, мешающих беспрепятственному приему поездов станциями и устойчивому вывозу из узлов готовых поездов, и разработку мер по их устранению. К местным условиям полигона управления привязывают базовую типовую технологию организации грузового движения по расписанию и типовые технологические модули организации грузового движения по расписанию для различных категорий транспортных потоков. На этой основе разрабатывают местные инструкции для производственного персонала, выполняют адаптацию плана формирования и графика движения грузовых поездов, станционной технологии и тягового обслуживания. Порядок оперативного планирования поездной работы должен предусматривать координацию и преемственность управляющих воздействий по периодам и полигонам действия планов. При этом плановый график движения поездов становится основой сменно-суточного планирования поездной работы направления.

Для исследования работы полигонов по новой технологии была разработана и утверждена Методика их математического моделирования и создана имитационная модель полигона Кузбасс – транспортный узел Усть-Луга. На модели были проведены эксперименты по пропуску приоритетных поездов – аналогов поездов по расписанию, но с глубиной действия приоритета всего на один участок. Исследовалось влияние этих поездов на работу полигона.

Для экспериментов была выбрана наиболее загруженная часть полигона – Лянгасово – Волховстрой (79 станций). Общее число поездов принималось неизменным. При увеличении количества приоритетных поездов на ту же величину снижалось число обычных. На этом полигоне в нечетном направлении удалось пропустить 18 приоритетных поездов (23 % от общего количества грузовых). При дальнейшем увеличении их числа весь поток пропустить не удастся. Результаты экспериментов показали, что введение приоритетных поездов создает дополнительную дезорганизацию в работе полигона. Средняя маршрутная скорость поездов на полигоне падает. Даже у приоритетных поездов нет устойчивого ритма пропуска.

Такая ситуация возникает из-за отсутствия резерва пропускной способности. Пропуск приоритетных поездов требует резервирования путей и локомотивов заранее. Значит, увеличивается время их простоя, ухудшается полезное использование инфраструктуры. Это отражается на всем процессе пропуска поездопотока. Возрастают простои поездов на промежуточных станциях по неприему технически.

Исследование показало, что основные задержки приоритетных поездов вызывает неразвитость инфраструктуры. Устранение ресурсных задержек введением избыточного числа поездных локомотивов и бригад ПТО позволили повысить маршрутную скорость лишь на несколько процентов. Исследование полигона на имитационной модели позволило заключить, что без создания инфраструктурных резервов невозможно эффективное внедрение поездов по расписанию.

## Список литературы

- 1 **Бородин, А. Ф.** Технология работы железнодорожных направлений и система организации вагонопотоков / А. Ф. Бородин, А. П. Батурич, В. В. Панин // М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2017. – 366 с.
- 2 **Вилижанин, А. П.** Опыт массового движения товарных поездов по расписанию / А. П. Вилижанин // XXIII технический совещательный Съезд представителей эксплуатации железных дорог. – М. : Транспечать НКПС, 1928. – С. 106–117.
- 3 **Батурич, А. П.** Организация работы полигонов железных дорог / А. П. Батурич, А. Н. Минаков, М. И. Шмулевич. – М. : Маршрут, 2009.
- 4 Методика проведения исследований проектов развития железнодорожных станций и линий с определением «узких мест», влияния на пропускные и перерабатывающие способности, рациональной технологии и прогнозируемых эксплуатационных показателей с использованием аппарата математического моделирования : утв. 09.01.2018 гл. инж. ОАО РЖД С. А. Кобзевым.
- 5 **Бородин, А. Ф.** Научная оценка перспектив модернизации Восточного полигона сети Российских железных дорог / А. Ф. Бородин, М. В. Сторчак // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2017. – № 2. – С. 65–73.
- 6 **Козлов, П. А.** От Кузбасса до Усть-Луги – единая модель / П. А. Козлов, И. О. Набойченко, В. Ю. Пермикин // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 3. – С. 26–29.

УДК 656.222

## ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОДХОДОВ В ПЛАНИРОВАНИИ ПОЕЗДНОЙ РАБОТЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

*В. Г. КУЗНЕЦОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*О. В. МЛЯВАЯ*

*Конструкторско-технический центр Белорусской железной дороги, г. Минск*

Уровень надежности в поездной и маневровой работе является одним из важнейших показателей, по которым можно оценивать качество работы железнодорожного транспорта, а тенденции ее изменения во многом определяют развитие инфраструктуры и единой технологии перевозочного процесса (ЕТПП). Обеспечение высоких требований к оперативной готовности объектов железной дороги и ЕТПП обуславливают актуальность решения научных проблем обеспечения безопасности движения поездов на участках инфраструктуры и маневровой работы на станциях.

Общесистемные требования к безопасности движения поездов определяются целевым назначением ЕТПП, которая рассматривается как совокупность организационно и технологически взаимосвязанных действий и операций, выполняемых при подготовке, осуществлении и завершении перевозок пассажиров и грузов железнодорожным транспортом. Транспортная деятельность подразделений железной дороги, направленная на обеспечение безопасного и эффективного перевозочного процесса, называется эксплуатационной работой железнодорожного транспорта.

Требования к безопасности эксплуатационной работы на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта определяются рядом нормативных документов (ТНПА), в которых регламентированы условия деятельности, в том числе безопасного выполнения поездной и маневровой работы:

- общесистемные: устав железнодорожного транспорта общего пользования; правила перевозок грузов железнодорожным транспортом, международные регламенты безопасности;
- технические: правила технической эксплуатации, инструкция по движению поездов и маневровой работе, инструкция по сигнализации; технико-распорядительные акты станций и иные;
- технологические: график движения поездов (ГДП); план формирования (ПФ) поездов; технические нормы эксплуатационной работы; технологические процессы работы станций и иные;
- организационные: стандарты предприятия по сменно-суточному планированию поездной работы, технология работы центра управления перевозками и иные.

Обеспечение требуемого в ТНПА уровня безопасности движения поездов и маневровой работы реализуется посредством последовательной политики государственного органа регулирования (Министерства транспорта и коммуникаций) и Белорусской железной дорогой в рамках государственных и отраслевых программ развития железнодорожного транспорта, в которых предусматриваются в основном проекты развития инфраструктуры и транспортных средств. Однако важным

инструментом повышения безопасности поездной и маневровой работы является и развитие систем оперативного управления, технологии работы объектов инфраструктуры и подразделений, в том числе за счет совершенствования таких функций оперативного управления, как планирование, организация, контроль, регулирование. Качество оперативного управления поездной и маневровой работой во многом определяет эффективность реализации перевозочного процесса железнодорожным транспортом.

В основу плана поездной работы на участках инфраструктуры закладывается нормативный график движения поездов (НГДП) на планируемый период (с установленным временным резервом), построенный для полигона в целом (с детализацией по участкам) на максимальные размеры поездов, заявленных в плане перевозок. НГДП актуализируется исходя из текущей поездной ситуации, а также условий организации движения поездов, в том числе планов проведения ремонтно-профилактических работ в «окно» и формируется актуальный график (АГДП). ГДП и план поездной работы на сутки разрабатывается исходя из высокого уровня оперативной готовности, полного обеспечения тяговыми средствами, надежности функционирования объектов инфраструктуры, устройств, подвижного состава и не учитывает потенциально возможные отказы, снижающих коэффициент оперативной готовности. Поэтому для повышения качества планирования поездной работы необходимо учитывать резервы времени для погашения неравномерности движения поездов, стохастичности поездообразования на технических станциях, восстановления движения поездов, связанных с отказами объектов инфраструктур и подвижного состава, а также сбоями в движении поездов. Все возможные потери в движении поездов, связанные с нарушением в ГДП, целесообразно определять посредством оценки рисков возникновения таких ситуаций.

Применение риск-ориентированных подходов в организации поездной работы заключается в оценке системных рисков выполнения процессов и определении факторов повышенного риска на объектах инфраструктуры, связанных с пропуском поездов.

Риски в поездной работе связаны с организацией процесса продвижения поездопотока по участкам инфраструктуры и процессов подготовки составов поездов к отправлению. Для оценки рисков нарушения этих процессов учитывать условия организации вагонопотоков [1]: реализация плана формирования грузовых поездов и допустимые варианты включения струй вагонопотока в поезда на технических станциях; фактическое накопление грузовых поездов и соблюдение минимальных и максимальных норм веса и длины составов для каждого поездного назначения; наличие ниток ГДП с допустимыми значениями веса, длины и специализации поездов; характеристики путевого развития станций; технологические нормы времени на выполнение операций с поездами и вагонами на станциях; наличие вагонов с особыми условиями выполнения операций; технологические нормативы времени работы поездных локомотивов и бригад и т. п.

Внешними факторами, вызывающими изменения в процессах поездообразования, являются [1]: данные о вагонах в зоне расчета плана поездной работы (ППР) с указанием характеристик; поездное положение на участках и станциях в зоне расчета ППР для оценки возможных эксплуатационных затруднений; данные о вагонах, требующих ускоренного отправления (с угрозой просрочки доставки; вагоны железнодорожных администраций, указанные в специальных заданиях); задания на сдачу порожних вагонов в регулировку и подсылку их под погрузку; данные о наличии и подходе локомотивов и локомотивных бригад для обеспечения вывоза поездов; прогноз моментов времени готовности к отправлению локомотивов; данные о плановых «окнах», а также отказах технических средств, ограничивающих пропускную и перерабатывающую способность участков и станций, полученные от оперативных работников технических служб.

Качество планирования поездной работы зависит от множества условий и факторов, определяющих риски нарушений безопасности движения [2], которые можно систематизировать в четыре группы:

1) нарушение технологии работы: задержки у входных сигналов станций; пропуск по неспециализированным путям; выполнение операций при запрещающих сигналах маневровых светофоров; прием, отправление поездов при запрещающих показаниях светофоров; несоблюдение норм времени на обработку составов поездов;

2) отказы элементов путевой инфраструктуры, устройств на станциях, перегонах, подвижного состава, ограничения по использованию устройств, несоблюдение норм эксплуатации пути, устройств и оборудования требованиям ПТЭ и технологии ремонтно-профилактических работ;

3) нарушение элементов технологического процесса работниками станции: нарушение порядка и норм закрепления подвижного состава; невыдача предупреждений на поезд; нарушения порядка производства маневровой работы; нарушения ведения поездной документации; невыполнение регламента служебных переговоров; неограждение места производства работ на станциях;

4) прочие, связанные с внешними внесистемными факторами.

Организация поездной работы является сложной по структуре и динамичной по времени. Следовательно, обеспечение эффективности такой системы должно базироваться на применении целого ряда методов, где в качестве критериев оптимизации могут выступать различные количественные и качественные показатели. Потери в организации движения поездов зависят от множества факторов и влияют на ее эффективность.

Таким образом, применение риск-ориентированного подхода к планированию поездной работы достаточно хорошо коррелируется с решением задач обеспечения безопасности движения поездов [3] или повышения надёжности процессов, которые базируются на определении величины «допустимого риска» возникновения отказа в движении поездов.

#### Список литературы

1. Технологии эксплуатационной работы центра управления перевозками службы перевозок Управления Белорусской железной дороги // Приказ начальника Белорусской железной дороги № 145 от 25.03.2008.
2. Левин, Д. Ю. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: технология и управление работой железнодорожных участков и направлений / Д. Ю. Левин. – М. : НИЦ ИНФРА-М ; Транспорт, 2016. – 368 с.
3. Веревкина, О. И. О системе оценки рисков в области функциональной безопасности движения поездов / О. И. Веревкина // Мир транспорта. – М. : РУТ (МИИТ), 2017. – Т. 15. – № 6. – С. 206–221.

УДК 656.222.4.001.57

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУТОЧНОГО БЮДЖЕТА ВРЕМЕНИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА

*В. Г. КУЗНЕЦОВ, А. А. ЕРОФЕЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель,*

*П. М. ДУЛУБ*

*Белорусская железная дорога, г. Минск*

Эффективность разработки и реализации единой технологии перевозочного процесса (ЕТПП) на участках инфраструктуры Белорусской железной дороги зависит от уровня использования пропускной и перерабатывающей способности всех ее объектов. Наиболее значимые затраты времени при пропуске вагонопотока приходятся на железнодорожные узлы, т. к. в узле значительная часть вагонопотока перерабатывается в местном сообщении: на станции узла (передаточные поезда), на станции примыкающих участков (вывозные и сборные поезда).

Сложность путевого развития большинства железнодорожных узлов железной дороги и размещения объектов и устройств участников перевозочного процесса требуют логистических подходов к разработке маршрутов перемещения грузовых и пассажирских поездов, вагонопотоков между станциями узла, а также объектами станций и местами общего и необщего пользования, перемещения поездных локомотивов на станции, маневровых передвижений на станции в процессе переработки вагонопотока. Такой подход позволяет установить всю совокупность технологических операций на каждой станции и в узле в целом и технологически увязать их в модели пропуска по видам сообщения, категориям поездов и видам маневровых передвижений.

Для применения методов моделирования пропуска транспортного потока в железнодорожном узле следует его рассматривать как некую агрегированную совокупность взаимосвязанных объектов. При расчете пропускной способности железнодорожного узла в качестве основных путевых объектов, требующих расчета пропускной способности являются: внутриузловые перегоны; перегоны между предузловой станцией и станцией узла с примыкающих к узлу железнодорожных участков; главные пути станций узла; парки технических станций (приема, отправления, сортировочные или комбинированные); приемоотправочные пути железнодорожных станций (промежу-

точных); соединительные пути (в том числе межпарковые соединительные пути); пути у пассажирских платформ; технические пути пассажирских парков; пути железнодорожных устройств пограничных, перегрузочных станций; горловины станции всех типов (стрелочные горловины).

При моделировании пропуска транспортного потока различных категорий в грузовом и пассажирском сообщениях пропускная способность объекта (его элементов) рассчитывается с учетом приоритета в обслуживании каждой категории, установленной в ТНПА, и времени занятия расчетного элемента. Структура и требуемые размеры движения пассажирских поездов различных категорий устанавливаются на основании расписания движения поездов с учетом периодичности курсирования для суток с максимальными размерами пассажирских поездов.

Структура и требуемые размеры движения грузовых поездов различных категорий по направлениям следования устанавливаются по техническому плану для условий обеспечения максимальных заявленных перевозчиками объемов (месяц максимальных перевозок), заданий ТЭО инвестиционного проекта либо прогнозам государственной программы развития инфраструктуры железнодорожного транспорта. На основе требуемых размеров устанавливаются распределение категорий грузовых поездов и выделяется кластер грузовых поездов постоянного расписания, требующий выделения в графике движения поездов (ГДП) постоянных ниток, регламентированного маршрута следования в узле и порядка обслуживания.

В грузовом движении при расчете наличной пропускной способности железнодорожных станций, парков станции, перегонов между станциями узла, перегонов, примыкающих к узлу результирующей единицей расчета наличной пропускной способности является грузовой поезд установленной массы и длины для рассматриваемого узла и примыкающих участков. Таким образом, устанавливается наличная пропускная способность, которая может предоставлена перевозчикам, включающая два вида поездопотока:

$$N_H^{TP} = N_H^{n.p} + N_H^{c.p},$$

где  $N_H^{n.p}$ ,  $N_H^{c.p}$  – соответственно наличная пропускная способность объекта железнодорожного узла для организации движения поездов по постоянному и свободному расписанию.

Наличная пропускная способность постоянного расписания соответствует заявленным ниткам перевозчиков: маршрутов с мест погрузки, технологических, контейнерных, контейнерных, ускоренных, порожних маршрутов операторов подвижного состава и т. п., ядра сквозных грузовых поездов, местных поездов:

$$N_H^{n.p} = N_{H.M}^{n.p} + N_{H.СКВ}^{n.p} + N_{H.M.П}^{n.p},$$

где  $N_{H.M}^{n.p}$ ,  $N_{H.СКВ}^{n.p}$ ,  $N_{H.M.П}^{n.p}$  – соответственно часть наличной пропускной способности, установленной для обеспечения устойчивых заявок перевозчиков: маршрутов, сквозных, местных поездов.

В результате моделирования пропуска по расчетным элементам объекта узла заявленных пассажирских и грузовых поездов постоянного расписания устанавливается время съема в суточном бюджете времени с учетом условий пропуска, например, для внутриузловых и предузловых перегонов:

$$T_{c.n}^H = \sum_j^{K_{пс}} N_{псj} T_{c.псj} - \sum_j^{K_{гр.п}} N_{гр.пj} T_{c.гр.пj},$$

где  $K_{пс}$ ,  $K_{гр.п}$  – соответственно количество категорий пассажирских и грузовых поездов, имеющих иные параметры от грузовых поездов установленного веса и длины и специальные нитки в ГДП;  $N_{псj}$ ,  $N_{гр.пj}$  – соответственно количество пассажирских и грузовых поездов  $j$ -й категории.

$T_{c.псj}$ ,  $T_{c.гр.пj}$  – соответственно время съема пассажирских и грузовых поездов  $j$ -й категории;

При влиянии на наличную пропускную способность объекта узла маневровой работы, регламентированной в ТНПА, моделируются маневровые передвижения на объектах и рассчитываются затраты времени на выполнение маневровых передвижений на объекте за сутки:

$$T_{ман} = \sum_{j=1}^{k_{ман}} t_{манj} n_{манj},$$

где  $k_{\text{ман}}$  – число категорий маневровых передвижений, регламентированных технологий при использовании расчетного элемента объекта;  $n_{\text{зан}j}$  – число маневровых передвижений  $j$ -й категории в сутки, установленное в ТНПА на расчетный период;

Структура и объемы маневровой работы устанавливаются на основе плана формирования поездов и распределения работы между маневровыми районами железнодорожной станции, установленной в технологическом процессе станции (технологической карте).

Для обеспечения баланса времени на выполнение технологических операций в соответствии с ТНПА производится проверка использования суточного бюджета времени для пропуска для пропуска всех категорий поездов по объектам инфраструктуры узла:

– для станций:

$$(1440 - \sum T)\alpha_n^0 = T_{\text{пас}}^c + T_{\text{гр}}^c + T_{\text{ман}}^c,$$

где  $\alpha_n^0$  – коэффициент надежности объекта инфраструктуры железнодорожного узла;  $T_{\text{пас}}^c$ ,  $T_{\text{гр}}^c$  – бюджет времени в течение суток, занятый пропуском (обслуживанием) пассажирских и грузовых поездов различных категорий;  $T_{\text{ман}}^c$  – бюджет времени в течение суток, занятый выполнением маневровых передвижений;

– для перегонов:

$$(1440 - \sum T)\alpha_n^0 = T_{\text{пас}}^c + T_{\text{гр}}^c.$$

При несоблюдении баланса времени рассматриваются меры по перераспределению поездной и маневровой работы между объектами железнодорожного узла.

Интегральная пропускная способность железнодорожного узла может устанавливаться как по видам перевозок: грузовое и пассажирское, так и по отдельным категориям (кластерам) поездов и характеризует конечный результат транспортной работы, выполненный всеми объектами узла.

Применение методов моделирования пропуска поездов различных кластеров и категорий в железнодорожных узлах Белорусской железной дороги позволяет повысить уровень использования пропускной способности и обеспечить потребный потенциал транспортной работы.

УДК 656.222.4:658.012.12

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТРУКТУРНО-ОБЪЕКТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОПУСКА ПОЕЗДОПОТОКА В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЗЛЕ**

*В. Г. КУЗНЕЦОВ, Е. А. ФЁДОРОВ, Л. А. РЕДЬКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель,*

*К. И. ГЕДРИС*

*Белорусская железная дорога, г. Минск*

Железнодорожный узел является сложным многофункциональным объектом транспортной инфраструктуры и выполняет важные виды деятельности единой технологии перевозочного процесса (ЕТПП) как в международном, так и внутриреспубликанском сообщении, в том числе обеспечения местной работы в регионе обслуживания. Устойчивость эксплуатационной работы железнодорожного узла зависит от соответствия наличного потенциала его объектов потребным объемам грузовых и пассажирских перевозок, распределенных в железнодорожной сети через железнодорожный узел.

Обеспечение устойчивости транспортной работы железнодорожных узлов является сложной технико-экономической сетевой задачей и ее решение зависит от множества факторов, которые влияют на выбор технического оснащения объектов узла, технологии работы, привлекаемых транспортных и людских ресурсов. К основным факторам можно отнести: объем и неравномерность грузовых и пассажирских перевозок, заявленных в пропуске через узел; распределение маневровой работы, установленное планом формирования (ПФ); организация движения поездов и ее реализация в графике движения поездов (ГДП); технические возможности объектов узла; оперативное взаимодействие участников перевозочного процесса трансформации транспортного потока в узле в соответствии с ЕТПП и ряд других.

Перевозочный потенциал железнодорожного узла может быть оценен через максимальный объем перевозок, который предъявляется участниками транспортного рынка при существующем (или возможном) техническом оснащении инфраструктуры, и принятой технологии организации движения и переработки вагонопотоков. Для оценки устойчивости переработки вагонопотока важно определить такие параметры, характеризующие потенциал узла, как пропускная и перерабатывающая способность каждого объекта узла и общую.

При оценке потенциальных возможностей узла необходимо учитывать следующие особенности:

- структурно-путевые: железнодорожный узел включает множество взаимосвязанных станций, соединенных внутриузловыми путями и наличием множества вариантов маршрута пропуска поездопотока с примыкающих подходов к головной станции обслуживания;

- транспортные: специализация станций по видам эксплуатационной деятельности, видам перевозок, способам обслуживания мест общего и необщего пользования, взаимодействия с иными железнодорожными администрациями, участниками ЕТПП и т. п.;

- технические: уровень путевого и технического оснащения станций и их объектов, внутриузловых перегонов и перегонов примыкания железнодорожных участков;

- технологические: требования технических нормативно-правовых актов (ТНПА) по организации вагонопотоков (ПФ) и движения поездов (ГДП), технологических процессов станций и иных участников перевозочного процесса и т. п.

Исследования эксплуатационной деятельности железнодорожных узлов ГУП «Белорусская железная дорога» показал, что в качестве научно-практического подхода к оценке пропускной способности железнодорожного узла возможно использовать структурно-объектный метод, который позволяет структурировать работу в узле по множеству транспортных признаков и произвести его декомпозицию по объектам, достаточным для объективной оценки устойчивости перевозочного процесса.

В качестве расчетного железнодорожного узла принимается часть путевой железнодорожной инфраструктуры, ограниченная железнодорожными станциями, составляющих начальные перегоны, соединяющие узел с примыкающими железнодорожными участками. Результатом расчета пропускной способности расчетного железнодорожного узла является пропускная способность, обеспечивающая пропуск пассажирских и грузовых поездов установленного веса и длины с учетом пропуска пассажирских и грузовых поездов постоянного расписания, выполнения всех видов поездной и маневровой работы и иных передвижений в узле.

Пропускная способность объектов железнодорожного узла устанавливается на основе учета основных признаков, влияющих на изменение величины:

- количество путей (устройств), участвующих в обслуживании транспортного потока (поездопотока, вагонопотока и иного);

- наличие примыканий (походов) к объекту, образующих входы и выходы с объекта;

- структуры транспортного потока и наличия приоритета в обслуживании на объекте железнодорожного узла отдельных видов (кластеров) транспортного потока;

- времени обслуживания единицы транспортного потока на объекте, его подсистеме или элементе.

При расчете пропускной способности железнодорожного узла необходимо моделировать каждый маршрут следования пассажирских и грузовых поездов, установленных в ЕТПП категорий от предузловой станции до станции, осуществляющей обслуживание поезда данной категории (головной станции).

При совмещении маршрутов следования поездов различных категорий по отдельным объектам железнодорожного узла производится расчет для объединенного поездопотока. При наличии двух параллельных маршрутов следования в железнодорожном узле следует устанавливать коэффициент распределения по использованию каждого из маршрутов на основе анализа маршрутных схем следования поездов или задания по результатам технико-экономического обоснования эффективности использования маршрута следования.

Результативная пропускная способность железнодорожного узла по пропуску пассажирских и грузовых поездов определяется суммированием значений пропускной способности по каждому возможному маршруту следования (или части маршрута):

$$N_{\text{пс}}^G = \sum_{j=1}^k N_{\text{пс}j}^{S_i, S_q}; \quad N_{\text{гп}}^G = \sum_{j=1}^k N_{\text{гп}j}^{S_i, S_q},$$

где  $N_{\text{пс}j}^{S_i, S_q}$ ,  $N_{\text{гр}j}^{S_i, S_q}$  – пропускная способность на маршруте следования пассажирских и грузовых поездов от предузловой станции  $i$  до станции обслуживания (головной)  $q$  узла;  $k$  – количество маршрутов следования,  $j = \overline{1, k}$ .

При расчете пропускной способности по видам сообщения должно быть обеспечено условие:

$$1440 - \sum_{j=1}^{k_{\text{пс}}} T_{\text{б.пс}j}^{S_i, S_{i+1}} = (1 + \beta_p) \sum_{j=1}^{k_{\text{гр}}} T_{\text{б.гр}j}^{S_i, S_{i+1}},$$

где  $k_{\text{пс}}$ ,  $k_{\text{гр}}$ , – соответственно количество категорий пассажирских и грузовых поездов, регламентированных международным и внутридорожным ПФ и ГДП;  $\beta_p$  – коэффициент резерва для погашения неравномерности перевозок.

Результативная пропускная способность объекта (станции) железнодорожного узла устанавливается по элементу (устройству), которое имеет наименьшую пропускную способность. По другим элементам (устройствам) проверяется возможность пропуска размеров движения, которые получены расчетом по лимитирующему устройству. Результативная пропускная способность на маршруте следования в железнодорожном узле устанавливается по объекту (перегону, станции), имеющему наименьшую величину расчетной результативной пропускной способности.

Наличная пропускная (перерабатывающая) способность железнодорожной узла сравнивается с потребной пропускной (перерабатывающей) способностью с учетом существующего распределения транспортной работы в узле по видам сообщения, а также наличия транспортных связей между объектами транспортного грузового комплекса (транспортно-промышленными комплексами, портами, пограничными переходами, логистическими центрами и хабами), пассажирского комплекса (автомобильного, авиационного, речного).

Результаты расчета наличной пропускной способности железнодорожного узла могут использоваться для решения ряда технико-экономических задач: расчета наличной провозной способности узла; определения транспортного потенциала узла; определения возможностей железнодорожного узла по перевозке груза и пассажиров в транспортном узле; определения уровня загрузки и использования железнодорожного узла в инфраструктуре железной дороге; определения уровня использования железнодорожного узла при взаимодействии с иными видами транспорта и ряд других.

УДК: 658.53: 656.2

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

О. Н. ЛИСОГУРСКИЙ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Прогнозирование в системе управления выполняет три основные функции: *ориентировочную* (определение реальных оптимальных направлений деятельности управленческой структуры); *нормативную* (предохранение управленческой структуры от возможного субъективизма при помощи ограничительных норм, показателей, стандартов и т. д.) и *предупредительную* (выявление возможных отклонений в деятельности железнодорожного транспорта, причин этих отклонений и предложение путей по их возможному погашению).

Прогнозирование объемов перевозок на долгосрочную перспективу является важной и сложной технико-экономической задачей, цель которой – не только определить объемы работы железной дороги, но и оценить технические возможности инфраструктуры (пропускной и провозной способности) и подвижного состава по освоению этих объемов. При этом технические возможности тесно связаны с экономической безопасностью деятельности железнодорожного транспорта как коммерческой организации, так и экономическими интересами государства в целом.

На основе прогнозных значений объемов перевозок решается одна из важнейших задач железнодорожного транспорта – развитие сети железной дороги и ее отдельных элементов и планирование инвестиций на долгосрочный период и их эффективность.

Задачу прогнозирования на долгосрочный период можно условно разделить на два этапа: *прогнозирование объемов перевозок грузов и моделирование продвижения грузопотоков* по сети железной дороги.

Прогнозирование объемов перевозок грузов строится на ретроспективном и корреляционном анализе и применении методов экспертных оценок и экстраполяции. Расчет прогнозных значений на основе определения функции зависимости объемов от времени (методы экстраполяции) во многих случаях не дает достоверных результатов, так как особенностью деятельности железнодорожного транспорта является влияние на результаты прогнозирования большого числа факторов, которые сложно описать математическими зависимостями. На прогнозные значения влияют такие внешние факторы, как государственная политика в области тарифов и ограничений на перемещение транзитных грузов, прочность экономических связей между субъектами хозяйствования, деятельность предприятий с массовой погрузкой и выгрузкой грузов, сезонность перевозок и другие. При этом, влияние этих факторов может значительно изменяться в течение времени, поэтому ретроспективный анализ на период времени более пяти лет не дает адекватных результатов.

Для Белорусской железной дороги был проведен анализ перевозочной деятельности за последние 5, 10 лет и 2019 год. В результате исследований было определено:

- распределение перевозок по видам сообщений остается практически неизменным на протяжении исследованного периода, и в 2019 году грузооборот составил: транзит (33 % от общего объема), ввоз (10 %), вывоз (34 %), внутриреспубликанское сообщение (23 %);

- из 42 номенклатурных групп грузов в структуре «перевезено в 2019 году» наибольший объем занимают: строительные грузы (18,26 %); нефть и нефтепродукты (17,37 %); каменный уголь (17,37 %); химические и минеральные удобрения (11,69 %) и лесные грузы (6,91 %). На долю этих грузов приходится 71,6 % от общего объема «перевезено», а на долю первых 10 номенклатурных групп – 92 %.

- распределение перевозимых грузов по видам сообщения не одинаковое, в каждом виде сообщения доля каждой номенклатурной группы различна, например, для каменного угля доля по видам сообщения составляет: транзит (77,21 % от общего объема), ввоз (9,22 %), вывоз (13,5 %), внутриреспубликанское сообщение (0,07 %).

- для большинства грузов станции погрузки и выгрузки, а также маршруты следования грузо- и вагонопотоков остаются практически неизменными за исследованный период времени.

Прогнозирование объемов перевозок по каждому роду груза производилось в следующем порядке:

1 На основании статистических данных за 2014–2019 годы определяется доля каждого вида сообщения в общем объеме перевозки груза и устанавливаются долгосрочные тенденции по данному виду груза.

2 Данные объемов перевозок вида «станция – станция» укрупняются и приводятся к виду «выделенная станция – выделенная станция». В качестве выделенных станций применялись технические станции Белорусской железной дороги и межгосударственные стыковые пункты. Привязка станций к техническим осуществлялась на основе направлений следования вагонопотока и расстояния до ближайшей технической станции.

3 По данным за 2019 год устанавливались маршруты следования груза между станциями по каждому виду сообщения и определялся весовой коэффициент  $k_1$  каждого маршрута в общем объеме перевозок.

4 По данным за 2019 год об объемах перевозки в тоннах и вагонах, для каждого маршрута  $i, j$  устанавливалась статистическая нагрузка  $P^{ij}$ .

5 Прогнозирование объемов перевозок на 2025 год выполнялось по трем сценариям развития железной дороги (на основании метода экспертных оценок):

- *минимальный (пессимистичный)* – объемы перевозок будут значительно уменьшаться и составят менее 100 % от уровня 2019 года. Это может быть связано с уменьшением, в первую очередь, транзитной работы по направлению Россия – страны Прибалтики, изменению маршрутов следования грузов и перераспределению потоков по транспортным коридорам;

- *средний (реалистичный)* – объемы перевозок будут увеличиваться незначительно, в соответствии с программой развития Республики Беларусь до 2025 года, с коэффициентами прироста 1–3 %. Этот сценарий основан на данных, предоставляемых грузоотправителями, и ориентирован на увеличение доли внутриреспубликанских перевозок и экспорта;

- *максимальный (оптимистичный)* – предполагает благоприятное развитие перевозок и значительное увеличение (до 10 % и более) объемов за 5 лет по всем видам сообщений.

6 Для каждого рода груза устанавливаются прогнозные коэффициенты  $k_2$  изменения объема перевозок по каждому виду сообщения по трем сценариям:  $k_{2_{\min}}^{B.C.}$ ,  $k_{2_{\text{mid}}}^{B.C.}$ ,  $k_{2_{\max}}^{B.C.}$ .

7 На основании объемов перевозок за 2019 год и весовых коэффициентов рассчитывается прогноз работы в тоннах по видам сообщения и трем сценариям на 2025 год.

8 Для каждого маршрута  $i, j$  определяется объем перевозок в тоннах. Результаты расчетов записываются в виде прогнозной шахматки грузопотоков (в тоннах).

9 Определяется объем перевозок в вагонах, при допущении, что статическая нагрузка на маршруте  $i, j$  останется неизменной. Результаты расчетов записываются в виде прогнозной шахматки вагонопотоков (в вагонах).

10 Общий объем грузовых перевозок по дороге по  $i, j$  маршруту определяется как сумма объемов по всем родам грузов.

11 Устанавливается общий коэффициент изменения объемов перевозок  $k_3$  по  $i, j$  маршруту как отношение прогнозных объемов перевозок 2025 года к объемам 2019 года.

12 На основании отчетных данных за 2019 год о движении порожних вагонопотоков и разности прогнозной погрузки и выгрузки по станциям устанавливается прогноз избытка-недостатка вагонов порожних вагонопотоков между станциями.

13 Определяются общие вагонопотоки (груженые и порожние) на дороге в целом в вагонах и тоннах.

В результате прогнозирования объемов перевозок для Белорусской железной дороги до 2025 года общий объем перевозок грузов составит по минимальному сценарию – 89 % от уровня 2019 года, среднему сценарию – 119 % и максимальному сценарию – 127 %. При этом распределение по видам сообщения и родам грузов изменяется от 40 до 150 %.

Таким образом, предлагаемая методика расчетов позволяет прогнозировать объемы перевозок с достаточной степенью достоверности, а автоматизация алгоритма расчета – производить агрегирование или декомпозицию объемов погрузки и выгрузки по станциям железной дороги. Результаты расчета могут служить исходными данными для определения прогнозов загрузки железнодорожных участков и станций, определения потребного парка вагонов и локомотивов.

УДК 614.862

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ УГРОЗЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МАССОВЫХ БЕСПОРЯДКОВ**

*Г. А. МУН*

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы*

*Е. С. ВИТУЛЁВА*

*Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева, Республика Казахстан*

*И. Э. СУЛЕЙМЕНОВ*

*Национальная инженерная академия Республики Казахстан, г. Алматы*

Общая нестабильность геополитической ситуации уже оказывает непосредственное воздействие на социально-политическую обстановку во всех постсоветских государствах без исключения. В частности, существуют значительные риски, связанные с использованием протестных настроений, присущими определенным социальным слоям, деструктивными силами. Как показывает новейшая история, инициация деструктивных действий, нацеленных на нарушение функционирования транспортной инфраструктуры, является одной из значимых компонент арсенала так называемых гибридных войн.

Следовательно, разработка методов защиты критически важной транспортной инфраструктуры от потенциальных угроз, определяемых доктриной «управляемого хаоса», является актуальной задачей.

В данной работе рассматриваются технологии, которые могут быть использованы для решения указанной задачи, основанные на использовании нелетальных вооружений.

Как отмечается в [1; 2] существующие технические средства противодействия массовым беспорядкам, особенно в условиях, когда использование жестких силовых методов признается нецелесообразным по политическим причинам того или иного характера, являются недостаточно эффективными. В частности, это относится к импульсным кинетическим средствам (резиновые пули, дубинки и водометы), ирритантом, электрошокерам, а также светозвуковым спецсредствам [2]. Так, опе-

рации по установлению контроля над толпой требуют использования нелетальных спецсредств, имеющих дальность эффективного действия порядка 100 м, недостижимую даже для самых новых кинетических спецсредств; конкретно, дальность эффективного действия современного кинетического оружия ограничивается 30–50 м при рассеянии точки попадания 40 см. Дальность доставки ирритантов составляет 100–150 м, что обеспечивается только гранатами, которые имеют ряд недостатков, также перечисленные в [2]. К ним, в частности, относятся негерметичный корпус, низкая надежность срабатывания, низкий коэффициент использования ирританта (0,5–5 %) и т. д.

Наиболее щадящим с точки зрения воздействия на здоровье человека являются средства воздействия, основанные на использовании ультразвука; как отмечается в [3], интерес к акустическому (сонарному) оружию сегодня велик как никогда. Этот вопрос обсуждается в литературе уже несколько десятилетий [4–6]. Его преимущества очевидны: акустические колебания способны влиять на психику человека, порождать страх, невидимые препятствия, повергать в панику целые подразделения [2], причем существует возможность регулировать степень воздействия (от создания ощущений дискомфорта до болевого порога и выше), что делает его применимым для противодействия массовым беспорядкам (разгон толп).

Информация о разработке новых видов нелетальных вооружений, разумеется, по большей части носит закрытый характер. Однако анализ косвенных сведений в открытых источниках, включая патентную активность, позволяет [1; 2; 7], сделать вывод о том, что целый ряд стран активно разрабатывает способы эффективного применения новых видов средств психологического и акустического воздействия.

Создание генераторов акустических воздействий, ориентированных на дистанционные воздействия, сталкивается с трудностями, связанными с фундаментальными физическими особенностями распространения звуковых волн в воздушной среде. Создание узконаправленного пучка требует использования излучателей больших размеров. Дифракционные эффекты (в том числе дифракция на неоднородностях среды) приводят к резкому уширению спектра пространственных частот изначально направленной волны. При генерации волн повышенной мощности возникают различного рода нелинейные эффекты, которые также препятствуют возможности реализации любых систем, обеспечивающих дистанционное акустическое воздействие.

Наиболее просто реализовать источник ультразвука с широкой диаграммой направленности. В этом случае можно перейти на максимально дешевые источники звука [1], размещаемые на беспилотных летательных аппаратах, в том числе и планерного типа, дешевизна которых позволяет использовать одноразовые средства доставки. Воздушная струя, обеспечивающая генерацию звука, реализуется при помощи управляемого горения смеси, близкой по составу к типовым порохам. В частности, можно использовать композитный материал на основе полимерных матриц и наиболее дешевых разновидностей бездымного пороха [1], что обеспечивает регулировку скорости сгорания рабочего композита и, следовательно, амплитуды газового потока, обеспечивающего генерацию звука. Использование полимерной матрицы также обеспечивает удобство брикетирования, снижение требований к условиям хранения боеприпаса и т. д.

Наиболее перспективным для создания генераторов ультразвука, использующих сгорание рабочего тела, представляется использование акустически активных сред [8; 9], которые позволяют реализовать аналог лазера для акустического диапазона. Излучение, распространяющееся через акустически активную среду, возрастает по амплитуде. При размещении такой среды внутри резонатора возникает положительная обратная связь, обеспечивающая генерацию когерентного излучения. На основании аналогии между оптически и акустически активными средами уже ставился вопрос о создании аналога лазеров для акустических колебаний. Однако их эффективность пока остается недостаточной, но при переходе к дистанционным средствам доставки достаточно использовать только сам факт усиления звука в неравновесной среде, образованной высокотемпературными продуктами сгорания композита.

Следовательно, процессы контролируемого горения пороха в полимерной матрице могут быть использованы для прямого увеличения эффективности генерации акустических колебаний в механических устройствах. Наиболее простым в изготовлении является резонатор, представляющий собой тороид, заполненный акустически активной средой, и подсоединенный к стандартному механическому генератору ультразвука. Устройства такого типа также могут быть размещены на беспилотных летательных аппаратах, сложности которых ненамного превышает уровень сложности систем, применяющихся в спортивном моделировании.

## Список литературы

- 1 Системы противодействия массовым беспорядкам на основе новых физико-химических принципов / Г. А. Мун [и др.] // Вестник КазНУ. – 2019. – № 5(135). – С. 548–553.
- 2 Селиванов, В. В. Возможности применения акустических средств нелетального действия в операциях по правопринуждению / В. В. Селиванов, Д. П. Левин // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2009. – № 2(75). – С. 102–144.
- 3 Исаев, В. О. Обзор и анализ акустического оружия / В. О. Исаев, С. Ю. Саваськов, П. В. Бойкачев. // Информационные технологии в образовании, науке и производстве : III Междунар. науч.-техн. интернет-конф., БНТУ, 20–21 ноября 2015. – Минск : БНТУ, 2015.
- 4 Altmann, J. Acoustic weapons – a prospective assessment / J. Altmann // Science & Global Security. – 2001. – No. 9(3). – P. 165–234.
- 5 Vinokur, R. Acoustic noise as a non-lethal weapon / R. Vinokur // Sound and Vibration. – 2004. – No. 38(10). – 19–23.
- 6 Nicholas, N. C. Acoustic Weapons: Are they feasible? / N. C. Nicholas, T. A. Brungart, T. E. McDevitt // 4th European Symposium on Non-Lethal Weapons, May 21–23, 2007.
- 7 Набиев, Р. Ф. Некоторые особенности силового противодействия вооруженным экстремистским подразделениям в городских условиях / Р. Ф. Набиев // Вестник Казанского юридического института МВД России. – 2016. – № 2 (24).
- 8 Макарян, В. Г. Новые стационарные структуры в акустически активной среде / В. Г. Макарян, Н. Е. Молевич // Письма в ЖТФ. – 2003. – Т. 29. – № 18. – С. 11–15.
- 9 Effect of resonance phenomena on the wave structure of the middle atmosphere / I. E. Suleimenov [et al.] // Geomagnetism and Aeronomy. – 2006. – No. 46(3). – P. 371–381.

УДК 629.341

## РАЗБЛОКИРОВКА ДОСТУПА К ЗАРЯДНЫМ СТАНЦИЯМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ ЧЕРЕЗ СМАРТ ПРИЛОЖЕНИЕ

*А. Б. НЕВЗОРОВА, А. А. МИХАЛЬЧЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Рынок электро- и гибридных автомобилей в Республике Беларусь с каждым годом прирастает на 10–15 %. Это связано с развитием глобального экологического тренда автомобильной промышленности следовать принципам зеленого устойчивого развития транспорта [1]. В связи с этим в Беларуси стало появляться всё больше зарядных станций для электромобилей, и на 2020 год их насчитывается порядка 150.

Цель работы – проанализировать состояние дел с электрозаправками в разных странах и предложить мероприятия по цифровизации доступа к зарядным станциям электромобилей через смарт приложение.

В настоящее время инфраструктура для электромобилей проходит этап становления и адаптации у белорусских автовладельцев. Парковочные места возле зарядок зачастую оказываются заняты обычными авто. В США наблюдается явление, получившее название «айсинг» ICEing (аббревиатура ICE означает Internal Combustion Engine или «двигатель внутреннего сгорания»). Его суть в том, что владельцы машин с двигателями внутреннего сгорания блокируют доступ к зарядным станциям электромобилей.

На сегодняшний день существуют различные приложения, необходимые владельцам электромобилей. При их использовании можно найти ближайшие адреса зарядки, отслеживать статистику и историю зарядок, узнать, какие зарядные станции свободны, проложить к ним маршрут, забронировать зарядку, а затем оплатить ее в этом же приложении. Однако все чаще приходится сталкиваться с проблемой занятого парковочного места, предназначенного для зарядки электромобиля. Бывают случаи, когда владельцы обычных автомобилей оставляют свои транспортные средства в местах, отведенных под зарядку электромобилей.

Для примера, в Москве появились парковочные места для электромобилей, куда запрещено ставить машины с традиционными двигателями внутреннего сгорания. Такие стоянки обозначаются новыми знаками уменьшенного размера с символом электромобиля в правом нижнем углу. Недавно принят законопроект, которым предусмотрен штраф в размере 2500 руб. за парковку автомобиля с двигателем внутреннего сгорания на месте, зарезервированном для электромобилей и гибридов. Такое же наказание ждет водителя электромобиля, который оставит его отключенным от зарядного устройства на месте для зарядки на время более 30 минут. Исключение делается для случаев, когда зарядное устройство установлено в месте проживания, в аэропорту или на ночной стоянке.

Для борьбы с такими явлениями предлагается установка электромеханических блокировочных столбов (боллардов) [2], управление которыми осуществлялось бы с приложения для смартфона.

Системы управления дорожными блокираторами – комплекс устройств (включая электронные платы управления и разнообразные внешние датчики), который позволяет управлять положением (поднятие/опускание) блокираторов, реализуя различную логику и режимы работы системы боллардов.

Предлагается внести изменения в приложения для зарядки электромобилей, добавив функцию, которая позволила бы управлять установленными на парковочных местах вблизи зарядных станций блокираторами. К примеру, владелец электромобиля выбирает зарядную станцию, бронирует её в приложении на удобное ему время, а когда подъезжает к месту зарядки, блокираторы опускаются, освобождая парковочное место. Управление положением блокираторов можно осуществить непосредственно через приложение. Ещё одним вариантом управления блокираторами является установка камер с функцией распознавания номеров транспортного средства.

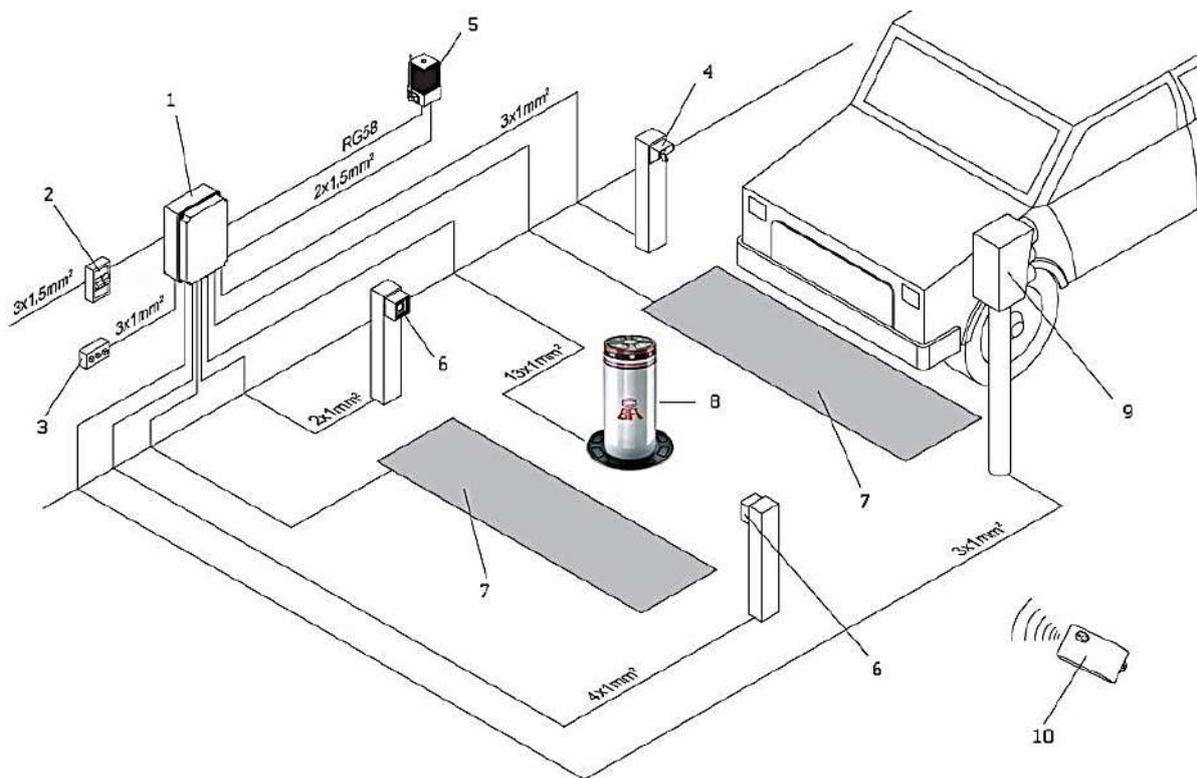


Рисунок 1 – Типовая схема установки парковочного столба на электрозаправке:  
 1 – блок управления; 2 – предохранитель; 3 – настенная кнопочная панель; 4 – ключ-выключатель;  
 5 – сигнальная лампа с антенной; 6 – фотоэлементы; 7 – датчик обнаружения автомобиля;  
 8 – дорожный блокиратор (боллард); 9 – светофор; 10 – пульт ДУ

В Республике Беларусь соответствии с Приложением 2 Программы создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей, Министерству внутренних дел поручено разработать проект указа Президента Республики Беларусь, предусматривающего внесение изменений в правила дорожного движения. Планируется, что по новому документу владельцы электромобилей получат право двигаться по полосе для общественного транспорта, а хозяевам авто с двигателем внутреннего сгорания запретят парковаться в местах, предназначенных для зарядки электромобилей. После того как в ПДД будут внесены изменения, компания «Белоруснефть» обеспечит установку необходимых дорожных знаков, запрещающих парковку авто с двигателем внутреннего сгорания на местах, предназначенных для зарядки электромобильного транспорта.

#### Список литературы

1 Катаевский, Д. Ю. Имитационное моделирование для прогнозирования развития автомобильного электротранспорта на уровне региона / Д. Ю. Катаевский, Т. Р. Гареев // Балт. рег. – 2020. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnoe-modelirovanie-dlya-prognozirovaniya-razvitiya-avtomobilnogo-elektrotransporta-na-urov-ne-regiona>. – Дата доступа : 25.09.2020.

2 Болларды (парковочные столбы) [Электронный ресурс] // Строительные новости. – Режим доступа : <http://satielectro.ru/qa/bollardy/2011804506-bollardy-parkovochnye-stolby>. – Дата доступа : 12.10.2020.

## **РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА В ПРОЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ И УЗЛОВ**

*В. Я. НЕГРЕЙ, С. А. ПОЖИДАЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Одной из ключевых задач повышения безопасности перевозочного процесса является работа железнодорожных станций и узлов, их конструкция, адаптация схемных решений к современным условиям работы железнодорожного транспорта. Принципиальной особенностью развития железнодорожных станций и узлов становится их функционирование в условиях знакопеременных объемов работы на «жизненном цикле». Информатизация перевозочного процесса ускоряет практически все операции на станциях и обостряет задачу безопасности поездной и маневровой работы.

На железнодорожном транспорте Республики Беларусь проводится большая работа по совершенствованию правил технической эксплуатации станций, развиваются технические условия проектирования станций и узлов, повышается уровень образования в сфере безопасности, выполняется целый ряд технических и технологических мероприятий, направленных на повышение безопасности работы железнодорожных станций.

Важным направлением развития методологии оценки безопасности перевозочного процесса на железнодорожном транспорте является разработка эталонных алгоритмов и методик оценки безопасности как проектируемых, так и эксплуатируемых объектов. Особое значение следует уделять методам и системам на основе искусственного интеллекта.

В докладе рассмотрены и проанализированы с позиций безопасности все основные типы отдельных пунктов. На промежуточных станциях наилучшие условия обеспечиваются, если ее схема имеет независимое расположение главных и приемо-отправочных путей четного и нечетного направлений. На схемах, где имеется пересечение маршрутов движения грузовых и пассажирских поездов, наихудшие условия безопасности возникают в случае их равенства. Для участковых станций существенным резервом повышения безопасности перевозочного процесса является организация работы локомотивов «по кольцу». Такое решение позволяет значительно сократить количество враждебных пересечений, но требует разработки современной системы эксплуатации локомотивов.

На участковых станциях Белорусской железной дороги назрела задача оптимизации размещения локомотивных предприятий, пунктов ПКО и ПТО, их оснащенности, что позволит сократить эксплуатационные расходы, повысить пропускную способность участковых станций и их безопасность. Такая задача должна решаться на современном научном и практическом уровнях.

Среди существующих сортировочных станций преобладают станции с параллельным и комбинированным расположением основных парков. Так, из 100 крупных сортировочных станций схемы с последовательным расположением парков имеют 42 % станций; комбинированным – 45 % и параллельным – 13 %. На Белорусской железной дороге из девяти сортировочных станций только две (Минск-Сортировочный и Барановичи-Центральные) условно можно отнести к станциям с последовательным расположением парков. В то же время, наибольшую производительность и безопасность работы обеспечивают схемы с таким расположением устройств. Характерной особенностью всех сортировочных станций дороги является недостаточное количество путей в сортировочных парках, малая полезная длина парковых путей. Не рационально размещены локомотивные устройства. По-прежнему актуальна задача концентрации сортировочной работы на меньшем числе станций, но хорошо технически оснащенных и реализующих малолюдные технологии работы, разрабатываемых на основе комплексных систем автоматизации с алгоритмами интеллектуального управления объектами, для снижения влияния человеческого фактора на безопасность технологических процессов. Перспективными становятся схемы центров переработки вагонов повышенной производительности с переработкой 6–7 тыс. вагонов в сутки и более, функционирующих на основе технологии единого цифрового сортировочного комплекса – цифровой сортировочной станции. Необходимо внедрение технических средств сортировочных горок с быстродействующей управляющей аппаратурой, способных обеспечить непрерывное плавное торможение отцепов с восьми- и шестнадцатиступенчатой шкалой управления вместо четырехступенчатой, применяемой в настоящее время, балочные закрепляющие устройства и точечные замедлители-остановы.

3 Особое место в проблеме повышения безопасности перевозочного процесса занимают сортировочные комплексы железнодорожных станций (сортировочных, участковых, грузовых, а также про-

мышленных). Сортировочные горки являются наиболее эффективным средством выполнения маневровой работы по сравнению с другими типами сортировочных устройств (вытяжные пути со стрелочными горловинами на площадках и уклонах). Необходимо отметить, что безопасность функционирования и эксплуатационные показатели работы во многом зависят от параметров их конструкций и уровня технического оснащения.

Так, в специально разработанной Программе повышения уровня сохранности вагонного парка, сокращения эксплуатационных расходов при переработке вагонов на сортировочных горках Белорусской железной дороги на период 2017–2019 гг. охватывались все сортировочные горки дороги, а для 14 немеханизированных горок предусматривалось выполнение технических мероприятий по их переустройству на основе обследования основных параметров, а также проектной документации на соответствие действующим Правилам и нормам проектирования, требованиям безопасности движения и сохранности перерабатываемого подвижного состава и грузов. При выполнении Программы использованы современные логико-вероятностные методы анализа и проектирования сортировочных устройств, моделирования режимов их работы, ранжирование основных параметров и условий функционирования горки по уровню влияния на безопасность сортировочного процесса, что позволило в кратчайшие сроки выявить критические несоответствия в работе горок условиям безопасности движения, сохранности подвижного состава и проектным требованиям. При этом учитывалось все многообразие факторов, влияющих на работу того или иного устройства (вероятностные характеристики перерабатываемого вагонопотока, параметры актуализированных плана и профиля путей, климатические условия работы, место расположение и др.). Одним из достигнутых эффектов от реализации намеченных мероприятий Программы является сокращение более чем на 20 % случаев выявления термомеханических повреждений поверхности катания колесных пар вагонов (ползунов сверх нормативной величины, выщербин и др.) при роспуске на немеханизированных сортировочных горках и данная тенденция продолжает усиливаться. При этом уменьшаются скорости движения отцепов при роспуске с горки, интенсивность их торможения при одновременном увеличении количества вагонов в отцепках, в отдельных случаях сократился штат регулировщиков РСДВ и/или существенно снизилась напряженность их труда, уменьшился расход тормозных башмаков. Всё это в совокупности позволило значительно снизить эксплуатационные расходы станций на переработку подвижного состава с использованием сортировочных горок. Еще один эффект заключается в технологической возможности увеличения количества вагонов в отцепках при снижении их скоростей скатывания с горки и применения режимов роспуска с переменной скоростью (РПС), что способствует увеличению перерабатывающей способности станции и компенсирует некоторое ее снижение из-за уменьшения интенсивности роспуска при понижении высоты горки.

Достигнутые эффекты позволяют повысить безопасность движения поездов, сохранить работоспособность комплекса пути и вагонного парка, снизить расходы, связанные с перегрузом и ремонтом вагонов в депо дороги, приобретением дополнительных комплектующих и материалов, обеспечить срок доставки грузов, в т. ч. экспортных, улучшить оборот вагонов и сократить потребный рабочий парк.

В рамках теории безопасности дальнейшее развитие должен получить методологический подход к установлению таксонов опасности и их влиянию на уровень безопасности перевозочного процесса.

В настоящий момент к ним можно отнести следующие: 1) параметры продольного профиля путей и сопряжения его элементов, применяемые средства закрепления и ограждения подвижного состава; 2) участки путей с неблагоприятным сочетанием кривых в плане, стрелочных переводов, типов подвижного состава; 3) неблагоприятное сочетание вагонов в составе поезда, параметров плана и профиля и др. Например, опасный таксон для схода подвижного состава: радиус кривой  $R_{\text{кр}}$  менее 800 м, точка перелома профиля линии с разностью уклона более 5 %, резкое торможение. В рамках прогнозирования возникновения опасных ситуаций особое внимание следует уделить оценке влияния сроков службы инфраструктуры на снижение уровня безопасности перевозочного процесса. Увеличение срока службы инфраструктуры на 5 лет увеличивает количество опасных отказов на 6–8 %.

С целью гармонизации распределения ресурсов, рационального размещения пожарных и восстановительных поездов, решения вопросов ликвидации последствий опасных состояний, решения других вопросов необходима разработка принципиально новых подходов к оценке структурной безопасности. Ранжирование элементов транспортной инфраструктуры по уровню структурной безопасности позволит повысить эффективность использования современных систем обеспечения безопасности перевозочного процесса.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ ДЛЯ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД

*В. ПЕТРЕНКО*

*Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса, Литва*

Современное развитие информационных технологий и интерактивных методов обучения доказывают, что применение тренажеров для подготовки локомотивных бригад является неотъемлемой частью учебного процесса. Тренажеры позволяют максимально приблизить процесс обучения к реальным условиям и оптимизировать финансовые затраты на учебный процесс. Устройство и применение тренажеров для локомотивных бригад регламентируется как на общенациональном уровне, например, Европейскими требованиями к сертификации машинистов поезда [1] или существуют требования крупных компаний операторов, например, Требования к тренажерным комплексам [2] и учебно-тренажерным центрам [3] ОАО Российских железных дорог.

Тренажеры для подготовки локомотивных бригад по их общему конструкционному исполнению можно классифицировать на только программные тренажеры, в которых для управления локомотивом используется клавиатура и компьютерная мышь или упрощенные модели основных устройств управления (крана машиниста и контроллера). Другой и наиболее популярный тип – тренажеры-пульты, в которых создается копия пульта машиниста для определенной серии локомотивов. Пульт тренажера может быть точной копией с реальными органами управления или создается интерактивный пульт машиниста с анимационными моделями всех устройств управления и контроля. Возможен гибридный вариант, когда в интерактивный пульт интегрируются физические модели основных приборов управления локомотивом. Наиболее реалистичными тренажерами являются тренажеры-кабины, где создается модель всей кабины (или только передней части кабины – полу-кабины) локомотива.

Любой из вышеописанных тренажеров может быть дополнен динамической платформой, которая имитирует динамическую составляющую условий работы локомотивной бригады – тряску, движение в кривых, ускорение, торможение и пр. Силовые устройства динамических платформ, используя пневматические, гидравлические, а в последнее время наиболее популярные электрические передачи, создают тренажеры с различными степенями свободы – от 1-й степени до 5-й.

Новой и отдельной группой тренажеров являются тренажеры машиниста поезда на основе технологий виртуальной реальности, в которых создается трехмерная компьютерная среда взаимодействия с машинистом. Локомотивная бригада погружается в виртуальную железную дорогу с помощью специальных очков и упрощенной модели пульта машиниста. Данные тренажеры пока что рассматриваются как устройства развлекательной индустрии и массово не используются для обучения локомотивных бригад.

Поскольку в обязанности локомотивной бригады входят работы по техническому осмотру локомотива, сцепка или расцепка подвижного состава, проверка тормозов поезда и другие работы, современные тренажеры дополняются программным обеспечением, имитирующим устройство и работу различных систем локомотива или всего поезда. Например, программное обеспечение для изучения электрических цепей локомотива, устранению неисправностей и включению аварийных режимов работы или программа-имитатор проверки тормозов всего поезда.

В большинстве случаев поставка тренажера понимается как изготовление тренажера (или нескольких тренажеров) локомотива определенной серии с последующими монтажными работами, обучением персонала, постгарантийным обслуживанием и включением тренажеров в учебный процесс. Но безопасность движения на железнодорожном транспорте — это комплексная задача, в которой одновременно учувствуют работники различных служб, функционируют абсолютно различные технические системы и одновременно выполняются различные операции. На участке организуется движение нескольких различных поездов, на станциях параллельно производится маневровая работа, работу машинистов постоянно курируют дежурные по станции или диспетчер участка движения поездов, и нарушения безопасности движения поездов, зачастую происходят из-за несогласованной работы участников перевозочного процесса. Поэтому современные тренажеры (любого конструкционного исполнения) объединяются в обучающую систему, которая комплексно имитирует движение поездов. Так, например, ООО «РТ-Смарт» (Екатеринбург, Россия [4]) впервые в истории восточно-европейских производителей тренажерного оборудования, выиграла тендер и поставила для западноевропейской железнодорожной компании, оператору пассажирских перевозок «Virgin

trains» (Великобритания) комплексную систему обучения машинистов высокоскоростных поездов CLASS 390. Данные поезда способны развивать скорость до 258 км/ч при работающей системе принудительного наклона кузова и оборудованы всеми необходимыми современными системами обеспечения комфорта, безопасности и связи.

Сам тренажер состоит из отдельных модулей-пультов (рисунок 1), которые располагаются в нескольких учебных центрах компании «Virgin trains». Каждый центр оборудован рабочим местом машиниста инструктора (рисунок 2), позволяющим индивидуально контролировать процесс обучения. Все модули-пульты, в независимости от их расположения, объединяются в общую виртуальную систему движения поездов, которая позволяет машинистам из различных учебных центров работать совместно на одном общем участке движения поездов.



Рисунок 1 – Модуль-пульт



Рисунок 2 – Место инструктора

Над созданием тренажера работали десятки различных специалистов из разных стран. Для реализации поставленных задач создавалось программно-математическое обеспечение, определяющее основные параметры движения поездов, рассчитывающее работу фрикционных и динамических тормозных систем, имитирующее работу систем безопасности и связи, производившее энергетические расчеты. Было создано специальное программное обеспечение для автоматической виртуализации инфраструктуры железных дорог на основе данных различных систем геолокации. Тренажер был дополнен программным обеспечением, имитирующим работу машинистов вне пульта: предрейсовый осмотр поезда, расцепление и сцепление поездов, определение и устранение неисправностей различного оборудования поезда, работу в нестандартных ситуациях.

Современные тренажеры машиниста являются не только учебным пособием, сегодня они входят в общую систему обеспечения безопасности движения поездов и без их применения невозможно полноценное и качественное обучение локомотивных бригад.

#### Список литературы

- 1 Directive 2007/59/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the certification of train drivers operating locomotives and trains on the railway system in the Community.
- 2 Технические требования к тренажерным комплексам тягового подвижного состава : распоряжение ОАО «РЖД» от 30.06.2011 № 1423р.
- 3 СТО РЖД 1.08.001–2012 Эргономические требования. Учебно-тренажерные центры. Основные положения.
- 4 Производство тренажеров и обучающих баз данных для работников транспорта [Электронный ресурс]: Каталог/ООО «РТ-СМАРТ». – 2017. – Режим доступа : <http://www.rtsmart.ru/katalog.php>. – Дата доступа : 12.11.2020.

УДК 656.2 : 656.225.073.46

## РАБОТА МЕСТ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МНОЖЕСТВЕННОСТИ ОПЕРАТОРОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

*Е. Н. ПОТЫЛКИН*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Непрерывный рост парка неинвентарного грузового подвижного состава при практически неизменном состоянии инфраструктуры железнодорожных путей необщего пользования, изменение структуры вагонопотока, несоответствие технологии обслуживания мест необщего пользования их техническому оснащению, регулирование неинвентарными вагонами экспедиторскими орга-

низациями, а не диспетчерским аппаратом, приводят в большинстве случаев к временному размещению подвижного состава на железнодорожных путях общего и необщего пользования.

При поступлении на места необщего пользования в одной подаче собственных и инвентарных вагонов в первую очередь обрабатываются вагоны инвентарного парка. Это связано с возможной выплатой неустойки за простой этих вагонов на железнодорожных путях необщего пользования свыше 24 часов. Поэтому наличие приоритета в обслуживании является причиной возможного временного размещения как груженых, так и порожних собственных вагонов на путях необщего пользования. При этом порожние собственные вагоны могут временно размещаться на местах необщего пользования при отсутствии окончательного согласования тарифа на перевозку грузов, а также наличия договора между собственником подвижного состава и владельцем железнодорожного пути необщего пользования на временное размещение вагонов. При организации доставки груза «точно в срок» с использованием железнодорожного транспорта перевозчик обязуется доставить вверенный ему груз в пункт назначения в определенное время. Поэтому в случае, если груженный вагон прибывает на станцию назначения раньше установленного срока, он будет простаивать на станционных путях.

Таким образом, в настоящее время существуют нерешенные задачи в работе железнодорожных путей необщего пользования в условиях множественности операторов подвижного состава. Решение задачи на уровне «грузовой пункт» позволило получить формулы продолжительности выполнения маневровых операций у мест погрузки-выгрузки. В отличие от существующих способов расчета данной продолжительности маневровой работы в модели учтены путевое развитие мест необщего пользования, коэффициент сдвоенных операций. Использование полученных зависимостей значительно упрощает расчет перерабатывающей способности фронта погрузки-выгрузки. В то же время перерабатывающая способность, являясь ограничивающим параметром, должна быть не меньше интенсивности потока вагонов в адрес данного фронта. В свою очередь интенсивность потока вагонов является ключевым фактором в задаче уровня «станция примыкания – фронт погрузки-выгрузки» по определению рациональной загрузки маневрового локомотива, обслуживающего место необщего пользования. В задаче уровня «схема доставки груза» потребная вместимость железнодорожных путей для временного размещения собственных вагонов напрямую зависит от загрузки локомотива.

#### Список литературы

1 Еловой, И. А. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: теория, методология, организация / И. А. Еловой, И. А. Лебедева ; под науч. ред. В. Ф. Медведева. – Минск : Право и экономика, 2011. – 461 с. – (Сер. Мировая экономика).

2 Потылкин, Е. Н. Закономерности технологических параметров в логистических системах доставки грузов с использованием железнодорожных путей необщего пользования / Е. Н. Потылкин // Вестник БелГУТа : Наука и транспорт. – 2016. – № 2. – С. 51–53.

УДК 621.311.4

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ТОКА ОТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*В. С. ПРИДАТОК*

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта,  
г. Днепр, Украина*

В Украине транспорт находится на 5-м месте по объемам потребления электроэнергии, что составляет 5,7 % за 12 месяцев в 2016 и 2017 годах. Важной частью доставки электроэнергии от электростанции к подвижной единице являются подстанции. От 1,5 до 4,5 % мощности подстанции расходуется на собственные нужды. Для усовершенствования этих результатов и увеличения объемов передаваемой электроэнергии предлагается подключить к общей системе альтернативные источники электроэнергии. Они смогут обеспечивать самостоятельность и автономность собственных нужд тяговых подстанции переменного и постоянного тока [5].

Наша задача состоит в том, чтобы повысить эффективность функционирования и уменьшить электропотребление собственных нужд тяговой подстанции путем подключения альтернативных источников к тяговой подстанции.

К преимуществам подключения альтернативных источников относятся: уменьшение использования исчерпывающих источников электроэнергии, переход к более экологичного производства электроэнергии и улучшение окружающей среды.

К недостаткам подключения альтернативных источников относятся: схема подключения альтернативных источников; модели элементов системы тягового электроснабжения; модели элементов альтернативных источников [7].

На тяговых подстанциях всех типов, 110–220 кВ, обычно устанавливают по два ВПТ мощностью 250–400 кВт·А каждый.

В общем случае к потребителям собственных нужд относят (рисунок 1):

- системы и механизмы охлаждения силовых трансформаторов (автотрансформаторов);
- приспособления, необходимые для регулирования напряжения силового трансформатора под нагрузкой;
- оперативные цепи выпрямленного постоянного, переменного тока;
- зарядные, подзарядные агрегаты для аккумуляторных батарей;
- устройства связи, сигнализации и телемеханики;
- все виды освещения: аварийное, внешнее, внутреннее, охранное;
- узлы и детали систем смазки подшипников СК;
- водородные установки;
- насосные агрегаты, обеспечивающие работу систем пожаротушения, технического и хозяйственного водоснабжения;
- системы автоматики и компрессии воздушных выключателей;
- установки электроподогрева помещений выключателей, аккумуляторных батарей, ресиверов и других устройств;
- механизмы систем вентиляции, бойлерные и тому подобное.

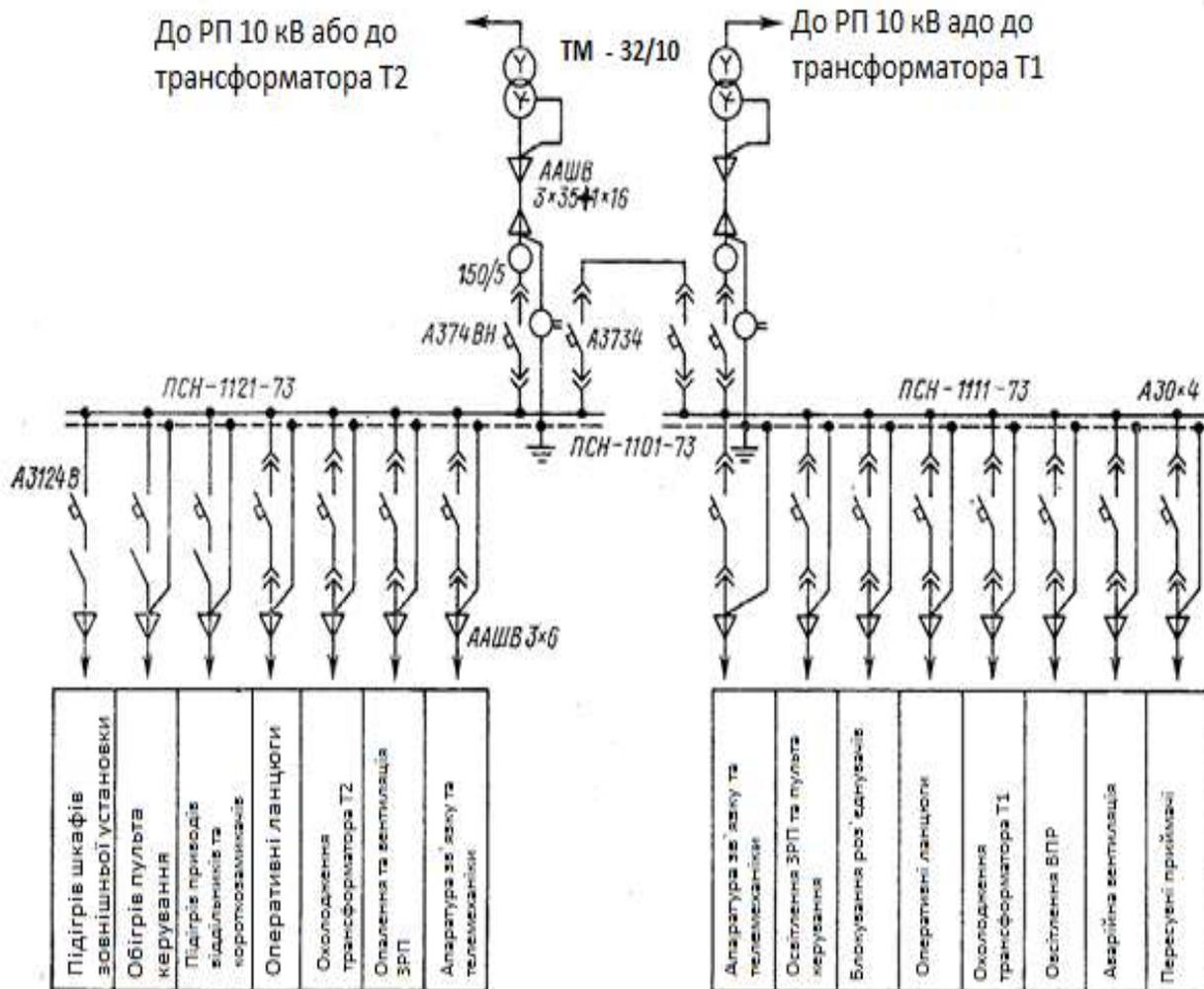


Рисунок 1 – Схема ОП типичной трансформаторной подстанции 110 кВ

Мы взяли данные собственных нужд существующей подстанции (рисунок 2).

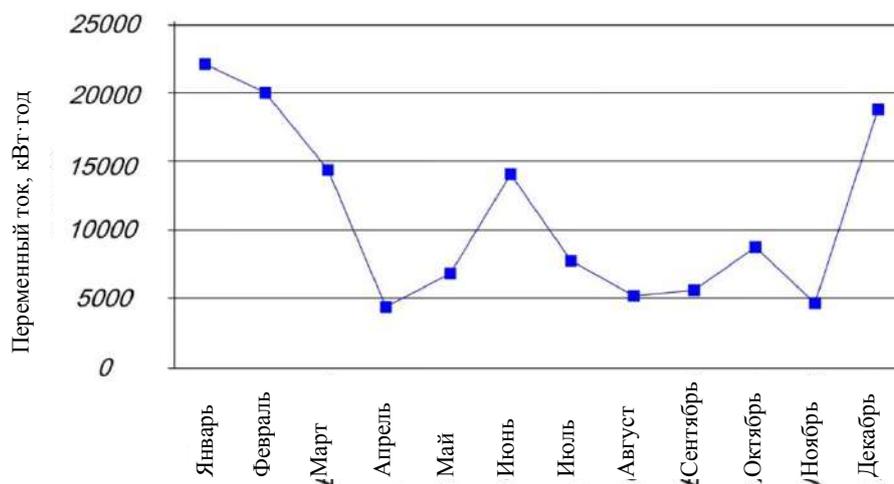


Рисунок 2 – График потребленной электроэнергии на собственные нужды подстанции, кВт·год

Проанализировав литературу, мы решили использовать альтернативные источники энергии, а именно солнечную энергию. В перспективе внедрение применения солнечной электроэнергии есть два направления развития: первый – это использование энергии для потребителей собственных нужд, второй – питание системы тяговой нагрузки, нетяговых (в том числе и устройств железнодорожной автоматики) и районных потребителей с выдачей генерируемой электроэнергии в Единую энергетическую систему. Наиболее целесообразным является присоединение таких генерирующих мощностей вблизи мест сосредоточения [2] больших нагрузок (а следовательно, вблизи тяговых или районных подстанций) для уменьшения перетоков энергии в ЛЭП.

Выполним расчет СЭС тяговой подстанции изменения тока (таблица 1).

Возьмем тяговую подстанцию переменного тока, потребляемая электроэнергия собственных нужд которой составляет для зимнего периода 44144 кВт·ч в месяц, то есть это 1424 кВт в сутки. Выполним расчет для определения количества фотобатарей (см. рисунок 2) для возможности питания собственных нужд. Выбираем фотоэлектрический преобразователь марки SP500M6-96 (рисунок 3), который имеет невысокую стоимость и высокий КПД гальванического элемента [6].

Таблица 1 – Основные паспортные данные выбранного модуля

Характеристика	Обозначение	Величина
<b>Электрические</b>		
Максимальная мощность, Вт	$P_{max}$	500
Максимальное напряжение, В	$U_{max}$	48,63
Максимальный ток, А	$I_{max}$	10,28
Напряжение холостого хода, В	$U_{xx}$	58,95
Ток короткого замыкания, А	$I_{кз}$	10,87
КПД гальванического элемента, %	$\eta_c$	19,51
Количество ячеек, шт.	$n$	96
<b>Механические</b>		
Масса, кг	$m$	26
Длина, мм	$l$	1956
Ширина, мм	$b$	1310
Толщина, мм	$h$	45
Общая площадь, м <sup>2</sup>	$S_1$	2,56

Мощность солнечной батареи состоит из выходных мощностей отдельных фотоэлементов. Выходной ток фотоэлементов батареи определяется числом элементов, соединенных параллельно, а выходное напряжение – числом элементов, соединенных последовательно. Зная номинальную мощность фотоэлектрической станции на мощность одного фотомодуля, определим необходимое количество фотомодулей

$$N^{CB} = \frac{P_{ном}}{P_1^{CB}}, \quad N^{CB} = \frac{59333}{500} = 119 \text{ шт.}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{ном}}$  – номинальная мощность фотоэлектрической станции, Вт,  $P_{\text{ном}} = 59333$  Вт;  $P_1^{\text{СБ}}$  – номинальная мощность фотомодуля, Вт.

Выполним пересчет общего количества фотомодулей, учитывая способ подключения их к инвертору числа модулей, соединенных последовательно:

$$N_{\text{посл}}^{\text{СБ}} = \frac{U_{\text{инв}}}{U_{\text{max}}^{\text{СБ}}}, \quad N_{\text{посл}}^{\text{СБ}} = \frac{260}{48,63} = 5,346 \approx 5 \text{ шт.} \quad (2)$$

где  $U_{\text{инв}}$  – входное напряжение инвертора, В,  $U_{\text{инв}} = 260$  В;  $U_{\text{max}}^{\text{СБ}}$  – напряжение фотоэлектрического модуля, В.

Мощность последовательно соединенных фотомодулей

$$P_{\text{посл}}^{\text{СБ}} = N_{\text{посл}}^{\text{СБ}} P_1^{\text{СБ}}, \quad P_{\text{посл}}^{\text{СБ}} = 5 \cdot 500 = 2500 \text{ Вт.} \quad (3)$$

Число фотомодулей, соединенных параллельно,

$$N_{\text{пар}}^{\text{СБ}} = \frac{P_{\text{max}}^{\text{Сис}}}{P_{\text{посл}}^{\text{СБ}}}, \quad N_{\text{пар}}^{\text{СБ}} = \frac{59,3}{2,5} = 23,72 \approx 24 \text{ шт.}, \quad (4)$$

где  $P_{\text{max}}^{\text{Сис}}$  – мощность расчетной системы.

Общее количество фотоэлектрических модулей в системе

$$N^{\text{СБ}} = N_{\text{пар}}^{\text{СБ}} N_{\text{посл}}^{\text{СБ}}, \quad N^{\text{СБ}} = 5 \cdot 24 = 120 \text{ шт.} \quad (5)$$

Общая площадь фотоэлектрических модулей

$$S_{\text{зар}} = S_1 N^{\text{СБ}}, \quad S_{\text{зар}} = 2,56 \cdot 120 = 307,2 \text{ м}^2. \quad (6)$$

Общая площадь крыши тяговой подстанции составляет  $462,5 \text{ м}^2$ , то есть фотоэлектрические модули занимают 66 % от общей площади крыши.

Расстояние между рядами фотоэлектрических батарей рассчитан по формуле

$$L = h_{\text{мод}} \sin \left( \frac{(180 - (\beta + \theta)) \cdot \pi}{180} \right), \quad L = 1,956 \cdot \sin \left( \frac{(180 - (45 + 15,5)) \cdot 3,14}{180} \right) = 1,37 \text{ м.} \quad (7)$$

где  $h_{\text{мод}}$  – высота модуля, 1,956 м;  $\beta$  – угол наклона фотобатареи к горизонту,  $45^\circ$ ;  $\theta$  – угол высоты солнца,  $15,5$ .

План размещения модулей приведен на рисунке 4.

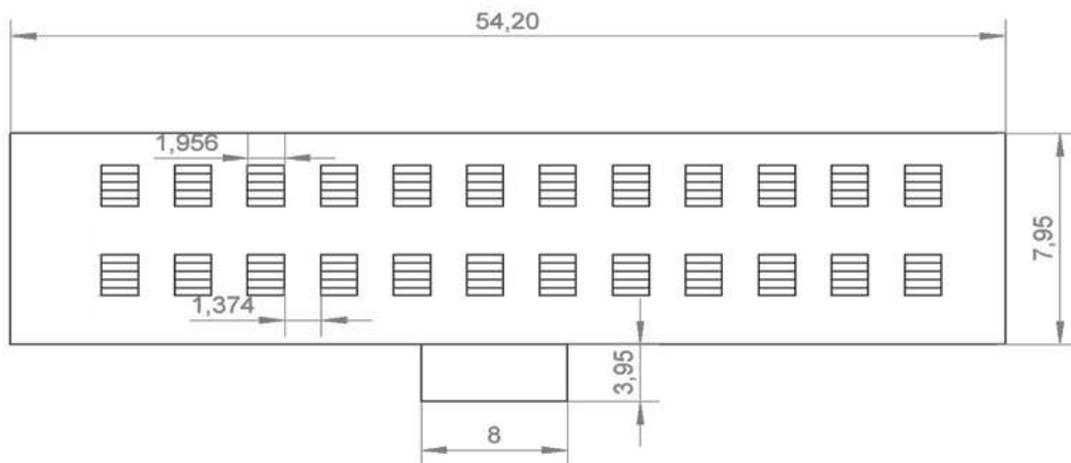


Рисунок 4 – План размещения фотоэлектрических модулей на территории ТП



Рисунок 3 – Внешний вид фотобатареи марки SP500M6-96

Из предыдущих расчетов видно, что солнечная установка полностью перекрывает значение потребления электроэнергии собственных нужд расчетной тяговой подстанции. Расчет был проведен для периода, в который потребление электроэнергии максимально. Поэтому и на летний период можно полностью переходить на потребление от солнечных батарей и реализовать схему автоматического ввода в работу для собственных нужд.

Для питания ОП может использоваться энергия, получаемая от возобновляемых источников. Наиболее эффективным представляется использование солнечной энергии (рисунок 5). Анализ перспектив развития собственных нужд тяговой подстанции показывает, что при работе СЭС получены лучшие технико-экономические показатели. Электрическая энергия для питания собственных нужд тяговых подстанций может полностью перекрываться энергией от СЭС. Если установить специальные накопители на разработанной солнечной электростанции, то можно бесперебойно, независимо от времени суток, удовлетворять собственные нужды.



Рисунок 5 – Пример размещения фотоэлектрических батарей на территории ТП

#### Список литературы

- 1 Тяговые подстанции : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Ю. М. Бей [и др.]. – М. : Транспорт, 1986. – С. 238–239.
- 2 **Почаевец, В. С.** Электрические подстанции : учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. / В. С. Почаевец. – М. : Желдориздат, 2001. – 512 с.
- 3 **Прохорский, А. А.** Тяговые и трансформаторные подстанции : учеб. для техникумов ж.-д. трансп. / А. А. Прохорский. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1983. – 496 с.
- 4 **Пастушенко, М. С.** Перспективы внедрения возобновляемых источников энергии на железнодорожном транспорте Украины / М. С. Пастушенко ; Днепропетровский нац. ун-т трансп. им. акад. В. Лазаряна. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2013.
- 5 **Величко, С. А.** Энергетика окружающей среды Украины (с электронными картами) : учеб.-метод. пособие для магистрантов / С. А. Величко. – Харьков : Харьковский нац. ун-т им. В. Н. Каразина, 2003. – 52 с.
- 6 **Полях, О. М.** Исследование совместной работы потребителей собственных нужд с нетрадиционными источниками энергии / О. М. Полях, Ю. О. Кугаенко // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2018. – № 15. – С. 43–50.
- 7 **Полях, О. М.** Возможность использования альтернативных источников электроэнергии на собственные нужды тяговой подстанции G / О. М. Полях, Ю. А. Кугаенко, Т. П. Решетняк // «ТРАНСЭЛЕКТРО – 2016» : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Днепр, 21–23.12.2016. – Днепр : ДНУЗТ, 2016. – С. 26.
- 8 Чи вигідно встановлювати двозонний електролічильник? [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://ecotown.com.ua/news/Koly-vyhidno-vstanovlyuvaty-dvozonnuy-lichylnyk-elektroenerhiyi/>. – Дата доступа : 10.11.2020.
- 9 **Полях, О. М.** Уменьшение эксплуатационных расходов с помощью энергооптимального движения поездов / О. М. Полях, Д. А. Босый, Н. А. Логвинова // Вестник Днепропетровского нац. ун-та жел.-дор. трансп. им. акад. В. Лазаряна. – 2012. – № 42. – С. 110–113.
- 10 Аккумуляторные батареи [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://sitem.com.ua/923alten.php>. – Дата доступа : 10.11.2020.

## АНАЛИЗ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДИСПЕТЧЕРСКИХ ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗКАМИ

*Е. С. ПРОКОФЬЕВА, В. Н. ШМАЛЬ*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Безопасность движения поездов – главное условие при функционировании железнодорожного транспорта, перевозки грузов, пассажиров и багажа. Все организационные и технические мероприятия на железнодорожном транспорте должны отвечать требованиям безопасного и бесперебойного движения поездов и быть нацелены на выявление и снижение рисков и дестабилизирующих факторов. С этой целью необходимо оценивать риски, связанные с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта. Данные принципы отражены в Политике обеспечения безопасности движения Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД» [1].

Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге «РЖД» [2] направлена на достижения стратегических целей государства по снижению уровня аварийности на железнодорожном транспорте, указанных в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г. [3] и в Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г. [4].

Политика холдинга ОАО «РЖД» в области безопасности движения основана на построении эффективных систем менеджмента безопасности движения, опирающихся на инструменты риск-менеджмента и принципы формирования культуры безопасности движения [5–7]. В целях адаптации требований нормативных документов в соответствии с Программой мероприятий по реализации Стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге ОАО «РЖД» выполнена разработка комплекта методических документов по управлению рисками для основных функциональных филиалов в составе бизнес-блока «Железнодорожные перевозки и инфраструктура».

С привлечением отраслевой науки разработаны методики оценки рисков в области функциональной безопасности движения для ЦД, ЦДИ (Управления пути и сооружений), ЦТ, Трансэнерго, в которых содержатся правила и процедуры, позволяющие определять приоритетные направления реализации корректирующих мероприятий в области безопасности движения поездов, и итоговое обеспечение заданного уровня безопасности движения соответствующих филиалов и их структурных подразделений.

В Российском университете транспорта выполнена работа по определению видов риска в области функциональной безопасности движения, специфичных для Центральной дирекции управления движением. Были рассмотрены совокупности фактически произошедших по ответственности ее подразделений событий, относящихся к определенным видам нарушений безопасности движения. Для каждого из идентифицированных видов риска в области функциональной безопасности движения, производился расчет допустимого и фактического уровней риска [8].

В продолжении работ Российским университетом транспорта совместно с Центральной дирекцией управления движением в рамках плана НТР на 2020 год выполнена работа по разработке методики оценки рисков, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта на ответственности диспетчерских центров управления перевозками.

Целью работы являлось повышение уровня безопасности движения поездов посредством снижения рисков, связанных с нарушениями по ответственности диспетчерских центров управления перевозками при эксплуатации железнодорожного транспорта.

Основные задачи:

1 Разработка принципов и подходов для проведения факторного анализа безопасности движения в диспетчерском центре управления перевозками с последующей оценкой рисков и формированием мероприятий для дальнейшей их обработки.

2 Идентификация опасностей и рисков в области функциональной безопасности движения применительно к деятельности диспетчерских центров управления перевозками, а также выделение основных дестабилизирующих факторов, обуславливающих возникновение опасных событий.

3 Разработка нормативно-технологического обеспечения деятельности диспетчерского персонала Центральной дирекции управления движением в процессе управления рисками в области функциональной безопасности движения поездов на ответственности диспетчерских центров управления перевозками.

Анализ технических заключений и протоколов разборов случаев событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта на ответственности диспетчерских центров управления перевозками за 2012–2019 гг. показал значительные колебания количества событий за последние годы.

На основе анализа материалов расследований и данных технических заключений с целью установления взаимосвязи с причинами, влияющими на возникновение нарушений безопасности движения на ответственности диспетчерских центров управления перевозками, определено число срабатываний факторов риска. С 2012 года (три срабатывания) и до 2017 года (34 срабатывания) наблюдается рост числа срабатываний факторов риска (за исключением 2016 года – 16 срабатываний).

С целью формирования реестра факторов риска для диспетчерских центров управления перевозками определена частота срабатывания влияющих факторов. Результат показал, что наибольшее число событий связано с задержками поездов и отправлением поездов по неготовому маршруту.

Чаще всего из факторов риска срабатывают: ремонтные «окна», длительностью более четырех часов, отправление поездов на занятый перегон, нарушение регламента переговоров, формирование соединенных, длинносоставных поездов и поездов повышенной длины.

Использование данного подхода для Центральной дирекции управления движением позволит:

- обеспечить практическую реализацию этапов «анализ» и «оценка рисков» в процессе управления рисками в области функциональной безопасности движения поездов для диспетчерских центров управления перевозками;
- своевременно выявлять факторы риска и снижать степень их влияния на процессы, обеспечивающие безопасность движения для диспетчерских центров управления перевозками;
- определить целесообразность организационно-технических и технологических корректирующих мероприятий, направленных на снижение уровня риска для диспетчерских центров управления перевозками в области функциональной безопасности движения, в том числе с учетом местных особенностей;
- определить приоритетные направления развития технических средств повышения безопасности движения.

#### Список литературы

- 1 Распоряжение ЦД ОАО «РЖД» № ЦД-52/р от 31 марта 2016 г.
- 2 Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса : утв. распоряжением № 987 от 29 мая 2007 г. Актуализирована распоряжением № 197р от 28 января 2013 г.
- 3 Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р.
- 4 Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р.
- 5 Положение о системе управления рисками ОАО «РЖД» : утв. решением совета директоров ОАО «РЖД» (протокол от 7 декабря 2015 г. № 22).
- 6 Методика анализа и оценки профессиональных рисков в ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2005 г. № 2144р.
- 7 Методика оценки рисков в области функциональной безопасности движения поездов для Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 27.12.2017 г. № 2758 р.
- 8 Шаров, В. А. Оценка рисков и дестабилизирующих факторов в области функциональной безопасности движения поездов / В. А. Шаров, Е. С. Прокофьева, В. Н. Шмаль // Безопасность движения поездов : труды XIX Всероссийской науч.-практ. конф. – 2018. – С. VI-34 – VI-36.

УДК 656.052.5

## ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ В САЛОНЕ АВТОМОБИЛЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

*Е. С. САФРОНОВ, А. В. ПОНИЗНИК-ЛИПСКАЯ*

*Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Рост числа собственных автомобилей тесно связан с потребностями людей вести активный и комфортный образ жизни. Каждое утро водители, находясь в дороге, слушают по радио новости, энергичную громкую музыку, ведь человек может прийти в состояние эйфории и счастья от драйвовой музыки, а слушая романтическую балладу, пережить грусть неразделенной любви.

Для получения более ярких эмоций от прослушивания музыки водители оборудуют салоны своих автомобилей высококачественными звуковоспроизводящими установками, которые дают возможность воспроизводить звук громче, ярче и чище. При прослушивании быстрых композиций (120–140 ударов в минуту) больше чем в два раза увеличивается риск «проскочить» на красный сигнал светофора и создать аварийную ситуацию на дорогах. Во время прослушивания музыки уменьшается и ритм биения сердца, что говорит об отвлеченности и расслабленности водителя во время движения, что, в свою очередь, повышает вероятность ДТП.

Громкая музыка непосредственно оказывает влияние на «слепое пятно» глаза человека, которое у здорового человека, нечувствительно к свету. Оно расположено в зоне бокового зрения и имеет небольшой размер. Всё, что попадает в эту зону, из поля зрения исчезает. Измерения показали, что при громкой ритмичной музыке пятно становится больше, и человек улавливает на 50 % меньше пространства при помощи бокового зрения. Кроме того, быстрота реакции у человека, подвергающегося громким звукам, снижается на 20 %. Поэтому вероятность попасть в ДТП у водителей, слушающих громкую музыку, повышается [1].

Были зафиксированы не единичные случаи ДТП, которых можно было бы избежать в случае исключения фактора прослушивания громкой музыки в автомобиле. Примером является ДТП, произошедшее на железнодорожном переезде около деревни Лучежевичи [2]. Автомобиль столкнулся с движущимся скорым поездом: из-за солнца женщина-водитель не заметила горящий красный сигнал светофора и не услышала предупреждающий звуковой сигнал – в салоне громко играла музыка. Также, при прослушивании громкой музыки не удастся услышать сирену и уступить дорогу, например, машине скорой помощи.

В связи с этим было решено провести эксперимент, в котором было оценено влияние музыки в салоне автомобиля на водителя и безопасность дорожного движения, с целью показать, что водители, предпочитающие громкую музыку, являются потенциально опасными участниками дорожного движения.

В эксперименте участвовали два автомобиля. В первом – Audi 80 В3 была установлена бездисковая автомагнитола Pioneer MVH-09UB и дополнительная автоакустика MYSTERY MJ 105BX. Во втором – BMW 7-й серии (E38) была установлена магнитола ALPINE RD1BJ830 из 14 колонок с сабвуфером. Громкость музыки в салоне измерялась с помощью приложения «Шумомер» при трех скоростях и трех громкостях музыки, испытания проводились за городом и при соблюдении всех требований ПДД. Первые измерения были получены при неподвижном автомобиле с включенным зажиганием без музыки, со средней громкостью и близкой к максимальной. Далее при скоростях 50 и 100 км/ч проводились аналогичные измерения. Все измерения проводились при одинаковых условиях движения и по одному маршруту. Дорожное покрытие находилось в отличном состоянии. Данные, полученные с помощью программы «Шумомер», представлены в таблице 1.

Полученные данные в автомобилях, при различных скоростях без воспроизведения музыки, разнятся. Это связано с техническим состоянием автомобилей, их конструктивными особенностями, а также с погрешностью самой программы «Шумомер». Ещё одним из нюансов является возраст автомобилей (более 20–30 лет), поэтому данные, полученные без воспроизведения музыки, достигают таких высоких показателей, в основном, за счет работы двигателя и плохой шумоизоляции. В современном же автомобиле значение шума меньше.

Уже при скорости 50 км/ч в автомобиле без музыки создается шум в 60–70 дБ – снижается внимание у человека, а на скорости 100 км/ч уровень шума достигает 70–80 дБ – начинается возбуждение организма, изменяется кровоток кожи.

Таблица 1 – Громкость музыки при разной скорости движения автомобиля

Автомобиль	Скорость автомобиля, км/ч	Громкость музыки, дБ		
		без звука	средняя	максимальная
Audi 80 В3	0	45–47	73	85–86
	50	74	76–77	88
	100	81	82–83	>88
BMW 7-й серии (E38)	0	27–33	74–76	85
	50	56–57	75–77	86–87
	100	70	78–80	>88

При средней громкости играющей музыки, звук работающего автомобиля сливается с ней и показатели двух автомобилей примерно похожи. Они варьируются от 73 до 83 дБ, в зависимости от скорости движения автомобиля. При таких значениях у человека начинается легкое раздражение и снижение внимания – мозг человека не способен адекватно оценить окружающую обстановку. В результате можно не заметить пешехода или приближающуюся машину.

При высокой громкости играющей музыки, показатель шума в обоих автомобилях превышал безопасную величину и, независимо от скорости движения, такой звук пагубно влияет не только на адекватное восприятие происходящего на проезжей части дороги, но и непосредственно сказывается на здоровье человека. При уровне шума от 80 дБ у человека учащается сердцебиение, повышается кровяное давление, потоотделение, начинается головная боль, утомляемость. В такой ситуации человек явно не концентрирует своё внимание на дорожной обстановке, начинается сильное раздражение и при длительном прослушивании музыки с таким уровнем шума возможно безвозвратное ухудшение слуха или его потеря. Так как приложение, используемое для определения шума, не могло улавливать показатели выше 88 дБ, нельзя точно сказать, до каких значений может дойти проигрывание музыки в машине на высоких скоростях движения, но можно быть уверенным в том, что показатели выше 80 дБ будут только негативно сказываться на человеке и безопасности дорожного движения.

Был проведен опрос водителей, который показал следующее: около 22 % всех водителей слушают музыку при уровне шума 60–70 дБ; 40 % водителей – при уровне шума 70–80 дБ; 38 % водителей – при уровне шума 80–90 дБ. Данные значения зависят в основном от возраста, пола, интересов человека, установленной в машине звуковоспроизводящей установки, настроения, дорожных условий, а также наличие в салоне автомобиля других людей.

Исходя из проделанного эксперимента и опроса водителей, были разработаны следующие рекомендации для водителей, слушающих музыку в салоне автомобиля:

- до выезда на дорогу необходимо устанавливать оптимальную комфортную громкость звучащей музыки, для того, чтобы контролировать всю обстановку вокруг себя;
- нужно всегда помнить, что оптимальной громкостью является громкость, когда во время прослушивания музыки человек может хорошо слышать речь рядом сидящих людей (пассажиров);
- постоянно регулировать уровень громкости в зависимости от изменения дорожной обстановки;
- устанавливать только высококачественные звуковоспроизводящие установки.

При отказе от прослушивания громкой музыки во время передвижения на автомобиле, дорожное движение может стать безопаснее, а риск появления ДТП из-за человеческого фактора в виде высокой утомляемости, невнимательности, раздражительности и другого станет ниже.

Данная проблема является актуальной в наше время, поэтому, чтобы решить данную проблему о пагубном влиянии музыки на человека, предлагаем распространять полученные данные с помощью раздачи буклетов водителям при проведении различных мероприятий Госавтоинспекцией, а также с помощью СМИ.

#### Список литературы

1 Исследование влияния громкой музыки, звучащей в автомобиле, на ориентацию водителя в пространстве [Электронный ресурс] : ИНФОРУРОК / Е. В. Жегера. – 2014. – Режим доступа : <https://infourok.ru/material.html?mid=105400>. – Дата доступа : 12.10.2020.

2 Из-за громкой музыки и слепящего солнца «мерседес» угодил под колеса поезда [Электронный ресурс] / АВТО.tut.by. – 2000. – Режим доступа : <https://auto.tut.by/news/accidents/294086.html>. – Дата доступа : 12.10.2020.

УДК 656.13

## ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ДТП В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*С. В. СКИРКОВСКИЙ, А. Б. НЕВЗОРОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Выявление факторов, значимо влияющих на риск возникновения дорожно-транспортного происшествия и тяжесть их последствий, при решении задачи повышения безопасности на дорогах должно рассматриваться как приоритетная задача [1; 2]. Это позволит принимать решения, которые действительно смогут устранить сторонние причины аварий.

Стоящая задача требует большого числа наблюдений по различным причинам возникновения дорожно-транспортных происшествий и для выявления наиболее значимых факторов и их взаимосвязи. Поэтому в работе наиболее оправданно применять метод главных компонентов, суть которого состоит в замене коррелированных компонентов некоррелированными факторами.

Проведение факторного анализа был разбит на несколько этапов.

**1-й этап. Отбор факторов.** Для этого в качестве источника информации использовалась база данных ГАИ по Гомельской области по пострадавшим в результате происшествий за десять лет (2006–2016). Из доступных 2106 записей с помощью фильтрации число исходных записей было сокращено до 828, поскольку для анализа необходимы данные, относящиеся к ДТП с транспортными средствами.

После импорта в систему *STATISTICA* и предварительной чистки файла данных в качестве доступных для интерпретации факторов были взяты несколько параметров. Их можно условно разделить на «случайные» факторы и «сторонние» факторы [3].

В качестве меры размера ДТП было выбрано число погибших и число раненых. Интерес представляет не только поиск зависимости между обстоятельствами дорожного происшествия, но и их статистика. В качестве зависимого фактора для проведения такого анализа будет использоваться само количество ДТП.

**2-й этап. Классификация и систематизация факторов.** *Переменная «День недели».* Это категориальный фактор, отвечающий за день недели, когда произошла авария [3]. Распределение количества ДТП по дням недели очевидно будет неоднородным.

Как видно из частотной таблицы, наиболее аварийными днями являются суббота (18 %), пятница (17 %) и воскресенье (14 %). Наименьшее количество дорожных происшествий произошло в четверг (12 %). Следовательно, конец рабочей недели отмечается большим числом ДТП, начало и середина недели наименее опасны.

*Переменная «Месяц».* Для каждого ДТП фиксировался день, когда оно произошло. Распределение ДТП по месяцам интересно с точки зрения нахождения наиболее аварийных времен года.

Наибольшее число аварий приходится на август и сентябрь, наименее аварийным можно считать январь и март. Рост числа ДТП в конце лета и начала осени можно объяснить плохими погодными условиями, началом похолодания и дождей, а также эмоциональным состоянием водителя.

*Переменная «Время».* При регистрации каждой аварии указывается время, когда она произошла. Значение этой переменной недостаточно точно, из-за особенностей регистрации ДТП, но целью анализа является нахождение наиболее аварийного времени суток.

Гистограмма имеет явный пик в период от 18 до 20 часов и явный спад в период с 1 часа ночи до 6 часов утра. Характерно также, что число аварий возрастает в течение всего дня, практически не испытывая спадов. Только пройдя вечерний час пик (18 часов) число ДТП спадает до полуночи. Период с 0 до 2 часов ночи характеризуется локальным пиком аварий, вероятно связанным с закрытием большинства городских объектов.

*Переменная «Вид происшествия».* Отражает характер произошедшей аварии. Относительные доли каждого вида ДТП можно получить при анализе частотной таблицы. Установлено, что наиболее часто встречающимся видом ДТП является столкновение на пересечении дорог или повороте.

*Переменная «Ранено» и переменная «Погибло».* Для каждого ДТП фиксировалось количество раненых и погибших как со стороны нарушителя, так и со стороны пострадавшего. Задача снижения количества жертв и раненых при ДТП является приоритетной для дорожных и правоохранительных ведомств; для данной задачи можно считать эту переменную зависимой [4]. Распределение количества раненых и погибших имеет сложный вид и зависит от многих факторов, начиная от состояния покрытия, заканчивая освещенностью. Установлено, что наиболее частыми являются ДТП с одним или двумя ранеными или погибшими.

*Переменная «Профиль дороги».* Часто причиной аварии является потеря управляемости машины на различных сложных участках дороги. Данные о рельефе местности и характерных особенностях участка, на котором произошла авария, собраны в этой переменной. Подобная информация есть не по всем ДТП; исследование распределения аварий, произошедших на сложных участках может помочь локализовать наиболее опасные факторы. Приведем частотную характеристику ДТП.

По абсолютной величине наиболее аварийными являются горизонтальные участки, затем следуют дороги с кривой в плане и уклоном. Лидерство в этом списке, казалось бы самых безопасных участков, является следствием их явного доминирования на дорогах.

*Переменная «освещение».* Большинство ДТП происходит в вечернее время. Зимой это означает, что ДТП произошло в темное время суток. Данные о работе внешних осветительных приборов собраны в значениях этой переменной.

Как известно, пик аварийности приходится на темное время. Следовательно, езда с включенными фарами снижает аварийность даже в светлое время.

*Переменная «Погодные условия».* Отражает погодные условия, сложившиеся на момент ДТП. Погодный фактор может быть довольно значимым и влияющим на результат; действительно, на мокром или обледеневшем покрытии или же в дождь столкновения более реальны. Большинство аварий происходило в ясную или пасмурную погоду. В данном случае между этими классами переменной разницы нет. Небольшое число аварий в снежную или дождливую погоду говорит о небольшом влиянии этого фактора на аварийность. Хотя большинство аварий и произошло на сухом покрытии, доля ДТП с мокрым покрытием достаточно велика.

**3-й этап. Моделирование взаимосвязей между результативным и факторными показателями.** Главной задачей данного этапа является выявление факторов, влияющих на число пострадавших при аварии.

Обобщенной задачей является поиск модели, которая объясняла бы количество раненых и погибших при ДТП в зависимости от факторов внешней среды. Так как не все данные доступны в исходной таблице, построение модели становится трудной задачей. Однако нахождение общих закономерностей, определяющих высокое или низкое число пострадавших, вполне возможно [5].

**Заключение.** Проведенные исследования позволили выделить ряд факторов, влияющих на общее количество погибших и раненых. Были проанализированы факторы «Освещенность (свет)», «Месяц», «Вид происшествия», «Состояние дороги», «Погода», «День недели» и «Профиль дороги» и определена оценка роли каждого из них в изменении величины результативного показателя в различных группах. Так, на число погибших и раненых оказывают влияние такие переменные, как «Профиль дороги», «Освещение», «Вид». На количество погибших оказывает влияние также переменная «Состояние дороги». Кроме того, на количество раненых оказывает влияние переменная «Интенсивность». Во всех случаях данное влияние является незначительным, о чем свидетельствуют низкие коэффициенты детерминации для категориальных данных и невысокие коэффициенты Спирмена. Переменные «Месяц», «День недели», «Погода» не оказывают влияния на число погибших и раненых.

Проведенные исследования не дают окончательного ответа на вопрос о модели, определяющей количество ДТП и тяжесть их последствий, а также степени влияния каждого фактора. Для проведения детальных исследований и более глубокого анализа характера влияния данных факторов на количество пострадавших целесообразно перейти к относительным величинам в дальнейшей работе.

#### Список литературы

- 1 Аудит безопасности дорожного движения : [монография] / Д. В. Капский [и др.] ; науч. ред. Д. В. Капский ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 428 с.
- 2 Врубель, Ю. А. Определение потерь в дорожном движении : [монография] / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский, Е. Н. Кот. – Минск : БНТУ, 2006. – 240 с.
- 3 Харин, Ю. С. Математические и компьютерные основы статистического анализа данных и моделирования : учеб. / Ю. С. Харин, В. И. Малюгин, М. С. Абрамович. – Минск : БГУ, 2008. – 455 с. ; ил.
- 4 Скиркоцкий, С. В. Оценка безопасности дорожного движения на этапах проектирования транспортной сети / С. В. Скиркоцкий, А. Б. Невзорова // Проблемы безопасности на транспорте : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 73–75.
- 5 Kapski, D. Theoretical principles of forecasting accident rate in the conflict section of the cities by the method of potential danger / D. Kapski, I. Leonovich, K. Ratkeviciūtė // The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering. – 2007. – Vol. II, no. 3. – P. 133–140.

УДК 656.21

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

*М. Ю. СТРАДОМСКИЙ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Технологическая карта эксплуатационной работы промежуточной железнодорожной станции Белорусской железной дороги (далее – технологическая карта) устанавливает: эксплуатационную и техническую характеристику железнодорожной станции; организационную структуру и оператив-

ное управление эксплуатационной работой железнодорожной станции; технологию работы с грузовыми поездами; технологию пропуска и обработки поездов для перевозки пассажиров; организацию работы с местными вагонами; особенности технологии работы железнодорожной станции в зимних условиях; технологию организации грузовой и коммерческой работы железнодорожной станции; порядок обслуживания пассажиров; порядок учета и отчетности железнодорожной станции.

В настоящее время для автоматизации процесса разработки технологической карты на Белорусской железной дороге используется программное обеспечение «Компоновщик технологической карты промежуточной станции». Оно разработано около 15 лет назад, не соответствует требованиям СТП БЧ 15.282-2014 «Типовая технологическая карта эксплуатационной работы промежуточной станции Белорусской железной дороги» и актуальным задачам, решаемым службой перевозок.

Существующее программное обеспечение для разработки технологической карты является локальным, что не позволяет оперативно вносить в него изменения, не дает возможности автоматически формировать план переработки технологических карт и поддерживать его в актуальном состоянии. Кроме того, на Белорусской железной дороге в настоящее время отсутствует единая веб-база данных технологических карт, что также является ограничением локального программного обеспечения.

При разработке технологических карт, внесения изменений в них используется «бумажная» система согласования и утверждения технологических карт, которая характеризуется длительным временным процессом.

В связи с вышеперечисленными основными причинами возникла необходимость создания автоматизированной системы по разработке технологической карты эксплуатационной работы промежуточной железнодорожной станции (далее – АС Техкарта).

Назначение АС Техкарта:

- разработка, оформление, согласование и утверждение технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций Белорусской железной дороги;
- автоматизация заполнения и унификация данных в технологических картах эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций;
- корректировка технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций;
- формирование аргументированных замечаний со стороны согласующих и утверждающих лиц при согласовании и утверждении технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций;
- хранение в электронном виде технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций;
- предоставление веб-доступа к АС Техкарта работникам Управления, отделений, станций, организаций и обособленных структурных подразделений Белорусской железной дороги.

Цели создания АС Техкарта:

- автоматизация процесса разработки, корректировки, согласования и утверждения технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций Белорусской железной дороги;
- интеграция с другими информационными системами Белорусской железной дороги;
- создание единой веб-базы технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций на основе технологии «клиент-сервер» для использования технологических карт в работе инженерным, диспетчерским и ревизорским аппаратами в Управлении, на отделениях и структурных подразделениях Белорусской железной дороги;
- организация различных уровней веб-доступа к АС Техкарта работникам Управления, отделений, станций, организаций и обособленных структурных подразделений Белорусской железной дороги.

Решение комплекса задач по автоматизации процесса разработки, корректировки, согласования и утверждения технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций:

- сократит затраты времени инженерных работников на станциях и в отделениях Белорусской железной дороги на разработку, оформление, корректировку, согласование и утверждение технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций;
- сократит затраты на изготовление бумажных копий технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций, необходимых в работе инженерному, диспет-

черскому и ревизорскому аппаратам в Управлении, на станциях и в отделениях Белорусской железной дороги;

– позволит организовать веб-доступ к АС Техкарта работникам структурных подразделений Управления, отделений, станций, организаций и обособленных структурных подразделений Белорусской железной дороги с различными уровнями доступа;

– позволит унифицировать и автоматизировать заполнение данных технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций;

– за счет использования веб-интерфейса позволит оперативно вносить изменения в функционал АС Техкарта;

– позволит установить постоянный контроль за полнотой и своевременностью разработки технологических карт эксплуатационной работы промежуточных железнодорожных станций со стороны руководящего и ревизорского аппарата Управления, отделений и станций Белорусской железной дороги.

Безопасность функционирования АС Техкарта, как и любой другой автоматизированной системы, является важным аспектом, поэтому при ее разработке должны быть установлены и соблюдены требования к функциональной и информационной безопасности.

В соответствии с иерархическим принципом построения требования функциональной безопасности в АС Техкарты должны реализовываться следующим образом: нижний уровень (транспортный) должен обеспечивать требуемый уровень защиты сетевой среды взаимодействия; прикладной – защиту информации от сбоев, потерь и трансформации данных.

Программное обеспечение АС Техкарта должно обеспечивать во всех регламентированных условиях и режимах его эксплуатации требуемый уровень качества функционирования и требуемые уровни безопасности и надежности.

При разработке АС Техкарта должны быть учтены следующие требования к информационной безопасности:

– доступ к информации АС Техкарта должен осуществляться через систему авторизации пользователей;

– доступ должен осуществляться на уровнях: пользователь, разработчики, руководство, администраторы;

– хранение учетных данных на сервере АС Техкарта должно осуществляться в зашифрованном виде согласно государственному стандарту симметричного шифрования и контроля целостности Республики Беларусь;

– передача информации по сети должно осуществляться по протоколу https;

– должна быть предусмотрена подсистема учета доступа;

– должна быть разработана система периодического резервного копирования (сохранения) базы данных АС Техкарта.

Кроме того, требования безопасности должны быть учтены при разработке и функционировании базы данных. Для обеспечения безопасности все учетные данные должны храниться в базе данных в зашифрованном виде с использованием метода криптографии государственного стандарта симметричного шифрования и контроля целостности Республики Беларусь.

Разработка АС Техкарта станет еще одним шагом на этапе цифровизации эксплуатационной работы на железнодорожном транспорте.

УДК 656.22

## **РАЗМЕЩЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПОЕЗДОВ НА РАЗВЕТВЛЕННЫХ ПОЛИГОНАХ**

*А. А. СУХОВ*

*Институт экономики и развития транспорта, г. Москва, Российская Федерация*

Взаимосвязь количества восстановительных поездов на полигонах и мест их дислокации представляет собой схему размещения восстановительных средств. Она должна учитывать ряд факторов, таких как размеры движения на участках внутри полигона, протяженность участков, потенциальное время устранения последствий транспортных происшествий. Последнее определяется по формуле

$$T_{\text{пер}} = T_{\text{дост}} + T_{\text{работ}}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{дост}}$  – время на подъем восстановительного поезда и доставку к месту возникновения транспортного события, ч;  $T_{\text{работ}}$  – время выполнения аварийно-восстановительных работ, ч.

Время на доставку восстановительного поезда к барьерному месту  $T_{\text{дост}}$  определяется расстоянием между предполагаемым местом транспортного события и местом постоянной дислокации восстановительного поезда. Время выполнения аварийно-восстановительных работ  $T_{\text{работ}}$  зависит от масштабов транспортного события, которые заранее не могут быть известны. Транспортное происшествие влечет за собой нарушения в работе участка, технических станций и полигона в целом, поэтому уменьшение времени его устранения должно быть одной из приоритетных задач перспективных схем размещения восстановительных поездов.

Станция, в пределах которой размещается восстановительный поезд, должна обладать необходимым путевым развитием и тяговыми ресурсами, способными обеспечить оперативную доставку восстановительных средств к барьерному месту. Очевидно, что под эти критерии подходят сортировочные или крупные участковые станции, располагающие локомотивными депо или на территории которых осуществляется маневровая работа.

Размещение восстановительных средств на каждой из таких станций позволит несколько уменьшить зону обслуживания каждого из восстановительных поездов системы, а соответственно, и время на доставку к местам аварийно-восстановительных работ каждого из них. Однако содержание подобной нерациональной восстановительной системы является затратным. Поэтому необходимо соблюдать баланс между потенциальными рисками возникновения транспортных происшествий и общими затратами на содержание восстановительной системы. Таким образом, схема размещения восстановительных средств должна обеспечивать их рациональную расстановку: количество восстановительных поездов должно быть минимальным, но достаточным для обеспечения своевременной ликвидации последствий возможных транспортных происшествий.

Для создания оптимальной схемы размещения восстановительных поездов необходимо рассматривать полигон как неориентированный граф, ребра которого представляют собой железнодорожные участки, а вершины – крупные железнодорожные станции или узлы. Ребра графа обладают такими характеристиками, как размеры движения и протяженность. Схема размещения восстановительных поездов должна удовлетворять следующим условиям:

$$E(N) = E_{\text{пр}} + E_{\text{сод}} \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$N > 0, \quad (3)$$

$$N < N^*, \quad (4)$$

где  $E_{\text{пр}}$  – потенциальные затраты от вынужденного простоя поездов различных категорий, руб.;  $E_{\text{сод}}$  – затраты на содержание восстановительных поездов, руб.;  $N$  – число восстановительных поездов на полигоне;  $N^*$  – количество станций, подходящих для размещения на их территории восстановительного поезда (максимальное количество восстановительных поездов на полигоне).

Снижение пропускной способности вследствие возникновения барьерного места приводит к бросанию грузовых поездов и их последующему накоплению на полигоне. Поэтому расходы от вынужденного простоя поездов различных категорий рассматриваем в качестве потенциальных рисков. Они рассчитываются по формуле:

$$E_{\text{пр}} = \sum_{z=1}^k N_z^{\text{норм}} c_z T_{\text{пер}}, \quad (5)$$

где  $N_z^{\text{норм}}$  – нормативные размеры движения поездов различных категорий;  $c_z$  – стоимость 1 поезда-часа простоя поездов различных категорий, руб./ч.

Затраты на содержание восстановительных поездов

$$E_{\text{сод}} = c_{\text{сод}} N T_{\text{пер}}, \quad (6)$$

где  $c_{\text{сод}}$  – приведенные затраты на содержание восстановительного поезда, руб./ч.

Далее рассчитывается расстояние от каждой вершины, подходящей для размещения восстановительного поезда, до каждого из ребер. Составляющая  $T_{\text{работ}}$  потенциального времени устранения последствий транспортных событий  $T_{\text{пер}}$  для выполнения расчетов должна принимать фиксирован-

ное значение. Составляющая  $T_{\text{дост}}$  определяется в зависимости от рассчитанных расстояний вершина – дуга. На основе расчетов  $E_{\text{пр}}$  для всех расстояний вершина – дуга формируется матрица, с помощью которой можно определить минимальные значения  $E_{\text{пр}}$ . Полученные минимальные значения для всех расстояний вершина – дуга указывают на оптимальность включения железнодорожных участков, соответствующих дугам, в зону обслуживания восстановительных поездов, соответствующих вершинам. Выбор эффективной схемы размещения восстановительных поездов производится на основе сравнения вариантов разделения полигона на зоны обслуживания восстановительных поездов с последовательным увеличением количества последних. При этом оптимальным вариантом становится тот, в котором значение  $E(N)$  минимально.

#### Список литературы

1 Об утверждении Положения о классификации, порядке расследования и учета транспортных происшествий и иных событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта : приказ Минтранса России от 18.12.2014 № 344 (ред. от 29.07.2016) : зарегистрировано в Минюсте России 26.02.2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mintrans.ru/documents/2/4246?type=0>. – Дата доступа : 05.10.2020.

2 **Бородин, А. Ф.** Обеспечение функциональной надежности перевозочного процесса при размещении восстановительных средств железных дорог / А. Ф. Бородин, А. А. Сухов : материалы конференции MLSD'2018. – М., 2018. – С. 44–46.

3 **Сайбаталов, Р. Ф.** Вагонный парк, инфраструктуру и управление движением – к общему знаменателю / Р. Ф. Сайбаталов, А. Ф. Бородин // Железнодорожный транспорт. – 2014. – № 11. – С. 26–34.

4 **Сотников, Е. А.** Рациональная технология временной остановки поездов от движения / Е. А. Сотников, П. С. Холодняк // Вестник ВНИИЖТ. – М., 2019. – С. 3–9.

УДК 656.22

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ОРГАНИЗАЦИИ МЕСТНЫХ ВАГОНОПОТОКОВ В ЛИПЕЦКОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЗЛЕ

*Н. Ю. СЫСОЕВ*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

В настоящее время в условиях острой конкурентной борьбы на рынке со стороны смежных видов транспорта железнодорожниками предпринимается ряд шагов для повышения рентабельности и прибыльности работы железнодорожного транспорта. Для того чтобы предоставляемая услуга перевозки грузов могла максимально заинтересовать и привлечь клиента, проводятся комплексы мероприятий по разработке и организации технологии систем управления отдельно взятых станций, узлов, участков и направлений с минимизацией потерь и рисков в части срыва сроков доставки, непроизводительных простоев вагонов в адрес клиентов на станциях. Сегодня работа некоторых промышленных железнодорожных узлов начинает затрудняться из-за возрастающих объёмов пассажирских и грузовых перевозок, что, в свою очередь, приводит к затруднению подвода и вывоза поездов в адрес и с предприятий и путей необщего пользования, снижению пропускных и провозных способностей участков на подходе к данным узлам.

Одной из перспективных стратегий развития ОАО «РЖД» является специализация железнодорожных направлений по преимущественным видам движения, которая определяется на основе технико-эксплуатационных показателей. Для дифференциации затрат на содержание инфраструктуры железнодорожные линии подразделяют на высокоскоростные, скоростные, железнодорожные линии с преимущественно грузовым и пассажирским движением, особо грузонапряженные линии, с тяжеловесным грузовым движением и малоинтенсивные линии.

На сегодняшний день электрификация участка Ожерелье – Узловая – Елец обеспечит Российской железной дороге специализацию под пассажирское движение в южном направлении с ожидаемыми размерами движения до 63 пар пассажирских поездов в сутки. В этих условиях изменение технологических принципов организации эксплуатационной работы узлов на направлении играет решающую роль. Одним из таких узлов, рассматриваемых в данной статье, является Липецкий грузовой железнодорожный узел Юго-Восточной железной дороги, работа которого в основном направлена на обеспечение бесперебойной работы станции Новолипецк и Новолипецкого металлургического комбината – крупнейшего грузоотправителя Юго-Восточной железной дороги.

В свете роста заявленного пассажиропотока организация развоза местного груза Липецкого узла начинает играть важнейшую роль. Необходимо предусмотреть, чтобы поезда с местным грузом

могли «проложиться» среди большого количества пассажирских поездов, обеспечивая при этом бесперебойную работу грузовых станций во взаимодействии с грузоотправителями и грузополучателями. Было выявлено, что существующая организация местных вагонопотоков существенно отличается от назначений по плану формирования.

Для выбора вариантов организации местных вагонопотоков в качестве исходных принимаются данные о корреспонденциях вагонов между участковыми и промежуточными станциями рассматриваемого участка без учета вагонопотоков, организованных в маршруты, а также в вывозные поезда. На участке Казинка – Елец был рассмотрен вариант организации местных поездов по плану формирования, фактическая организация движения и предложены два варианта назначений местных внутриузловых поездов без учёта маршрутизируемого вагонопотока.

1-й вариант по плану формирования – участковый Казинка – Елец, сборный 5-группный поезд Казинка – Елец с остановками по станциям Чугун 2, Чугун 1, Липецк, участке Липецк – исключительно – Елец – исключительно. Передаточный поезд Казинка – Чугун 2.

Маршрутный поезд «вертушка» между Чугун 2 – Чугун 1 будет во всех трёх следующих вариантах.

2-й вариант – участковый Казинка – Елец, передаточный поезд Казинка – Чугун 2, Казинка – Чугун 1, Казинка – Липецк. Диспетчерский локомотив на участок Липецк – исключительно – Елец – исключительно с вагонами, которые следовали в составе передаточного поезда на Липецк.

3-й вариант – участковый Казинка – Елец, передаточный трёхгруппный поезд Казинка – Липецк с остановками по станциям Чугун 2, Чугун 1, диспетчерский локомотив на участок Липецк – исключительно – Елец – исключительно.

4-й вариант фактический – участковый Казинка – Елец, сборный 2-группный поезд Казинка – Елец с остановками по станциям Патриаршая, Соколье/Дон на участке Липецк – исключительно – Елец – исключительно, передаточный трёхгруппный поезд Казинка – Липецк с остановками по станциям Чугун 2, Чугун 1.

Поскольку в чётном и нечётном направлениях количество вагонов равно порядка 382 (764 всего на участке), ровно, как и организация назначений поездов, практически не различаются, можно принять аналогичную организацию вагонопотоков в обратном направлении и просуммировать затраты на организацию назначений местных поездов.

Расчёт производился с использованием Инструктивных указаний по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД» [1]. Сравнение вариантов по стоимостным оценкам приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение стоимостных оценок вариантов организации местных вагонопотоков

Вариант	Стоимость оценки		
	ΣВ, руб./сут	$E_{\text{лок}}^{\text{сод}}$ , руб./сут	Итого, руб./сут
1	615437,24	310042,6	925479,84
2	583692,8	282647,52	866340,32
3	551275,44	236629,44	787904,88
4	670106,7	256328,15	926434,85

Согласно полученным результатам наиболее оптимальным является вариант 3 с наименьшими затратами по формированию поездов следующих назначений: участковый – Казинка – Елец, передаточный трёхгруппный – Казинка – Липецк с остановками по станциям Чугун 2, Чугун 1, диспетчерский локомотив на участок Липецк – исключительно – Елец – исключительно, «вертушка» Чугун 2 – Чугун 1. При выборе данного варианта учитывалось, что железнодорожная станция Липецк становится опорной станцией в обслуживании промежуточных станций на участке, ровно как и станция Елец. Вагоны со станции Казинка в адрес промежуточных станций будут следовать в составе трёхгруппного передаточного поезда. Далее данная группа вагонов будет развозиться со станции Липецк диспетчерским локомотивом – тепловозом. При этом вагонопоток в адрес данных промежуточных станций невелик и составляет в среднем порядка 15–20 вагонов по участкам и между данными станциями, возникает вопрос о целесообразности выбора серии локомотива и возможности тяги с учётом профилей пути. Так, выбор в пользу менее мощных маневровых, вывозных локомотивов серий ЧМЭ-3, ТЭМ7 может положительно сказаться на расходах по сравнению с тепловозами 2ТЭ11бу, где будет наблюдаться «недоиспользование» тяги локомотива.

Следует отметить, что в настоящее время организация местных вагонопотоков в промышленных узлах производится на основе экспертных оценок и ручном расчёте. Методики же и программы, позволяющей сравнить предлагаемые варианты и определить порядок включения вагонов в поезда, рациональные пути их следования по станциям узла, сокращение простоя вагонов под накоплением и переработкой с учётом использования сортировочных устройств, маневровых средств, нет. Создание методики, которая при широком использовании программного обеспечения ЭВМ на железнодорожном транспорте позволила бы быстро проверять различные предложения по распределению сортировочной работы внутри узла и изменению порядка следования местных вагонопотоков, могло бы качественно повысить уровень транспортного обслуживания с учётом различных лимитирующих факторов и условий.

#### Список литературы

1 Инструктивные указания по организации вагонопотоков 2006 г. : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 16.10.2006. – М. : Техинформ, 2007. – 527 с.

УДК 656.2.004

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА В РАЙОНЕ МЕСТНОЙ РАБОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ ГЕОПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**

*О. А. ТЕРЕЩЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Перевозочный процесс в районе местной работы характеризуется широким влиянием внешних по отношению к системе управления железной дорогой факторов. Это обусловлено непосредственным взаимодействием технологии и инфраструктуры перевозчиков, клиентов и других участников перевозочного процесса. Повышение уровня управляемости перевозочного процесса в указанных условиях может быть осуществлено за счет решения следующих задач:

- обеспечения динамического прогноза времени подхода грузовых поездов всех категорий к техническим станциям в районе местной работы;
- обеспечения динамического прогноза времени завершения грузовых операций с вагонами в районе местной работы на местах общего и необщего пользования;
- точного динамического позиционирования в режиме реального времени подвижного состава на инфраструктуре станций, перегонов, мест общего и необщего пользования.

Решение указанных задач является основой для эффективной разработки оперативных планов деятельности железнодорожных участков и узлов, а также для реализации контрольных функций в процессе текущей и итоговой оценки параметров и показателей перевозочного процесса в районах местной работы.

Прогноз времени подхода грузовых поездов к техническим станциям и времени завершения грузовых операций с вагонами предлагается осуществлять на основе специально разработанной динамической модели, которая позволяет применить новый подход в оперативном планировании местной работы.

В модели идентифицированы, классифицированы и представлены в формализованном виде инфраструктурные и динамические объекты железнодорожного транспорта, что обеспечивает пооперационное моделирование обслуживания транспортного потока в реальном масштабе времени и получение более детальных и точных результатов оперативного планирования местной работы на объектах управления. Динамическая модель, включающая технологические модели пооперационного выполнения местной работы, позволяет алгоритмизировать задачи оперативного планирования, решаемые в реальном масштабе времени, является основой развития информационно-аналитических систем и обеспечивает повышение качества получаемых решений в процессе оперативного планирования.

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.

Объекты динамической модели структурированы и математически описаны с потребным для решения задач организации перевозочного процесса 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.

В результате проведенных исследований установлено, что совокупное влияние случайных факторов при моделировании местной работы может быть описано функциями плотности распределения вероятности остатков прогноза времени прибытия вагонов на техническую станцию и времени завершения выполнения с вагонами грузовых операций.

Выполняемые с вагонами операции в модели 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 (на основе выполненного прогноза) производится анализ нечетких множеств:

– определяется математическое ожидание числа вагонов, готовых к обработке для каждого момента расписания. Это основа для составления оперативного плана;

– формируются альфа-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 также могут наблюдаться необоснованные простои вагонов, нерациональное использование ресурсов.

Оперативный анализ перевозочного процесса предлагается выполнять на основе предложенной 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.

При решении задач организации перевозочного процесса в районе местной работы необходимо использовать преимущества, предоставляемые технологиями GPS и цифровой инфраструктуры. Это позволит:

– производить автоматическую регистрацию событий, связанных с выполнением технологического процесса;

– обеспечить представленную динамическую модель информацией с привязкой в режиме реального времени к установленным точкам контроля;

– обеспечить ведение детализированной вагонной и локомотивной моделей местной работы в режиме реального времени.

Геопозиционирование предлагается осуществлять только для тягового подвижного состава. Результаты его позиционирования предлагается сопоставлять с моделями АСУС и ИАС ПУР ГП, что позволит:

– однозначно идентифицировать нахождение подвижного состава на одном из параллельных путей, решив задачу ликвидации погрешности позиционирования;

– обеспечить точное позиционирование вагонов только за счет привязки их к локомотиву в маневровом составе без оборудования датчиками.

Комплексная реализация и внедрение предложенных решений с учетом их специфики станет базисом интеллектуализации перевозочного процесса в рассматриваемой области.

## РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ЗОНЫ УСПОКОЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ В Г. МОЗЫРЕ

*В. С. ТКАЧЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В статье предложено принятие методики размещения зон успокоения движения в г. Мозыре, распределение потоков, отсутствию изменений УДС, а также её эффективности и целесообразности.

В данной работе рассмотрим аварийно-опасный участок по ул. Притыцкого в г. Мозыре, где интенсивность ТС больше, чем пропускная способность в пиковое время (рисунок 1).



Рисунок 1 – Участок улично-дорожной сети

Данный участок также характеризуется большим количеством ДТП. Всего с 1997 года на рассматриваемом участке дороги произошло около 55 учётных ДТП, в которых погибли 8 и получили ранение 51 человек.

Проанализировав данную ситуацию, можно сказать, что проблемой данного ДТП явилась большая перегрузка уличной дорожной сети.

Для решения такой проблемы предполагается решить следующие задачи:

- изучение транспортной планировки города;
- исследование улично-дорожной сети города;
- исследование параметров транспортного и пешеходного потоков на рассматриваемом участке;
- изучение конфликтных точек;
- определение очагов аварийности;
- анализ дорожно-транспортных происшествий;
- изучение графиков движения и маршрутов общественного транспорта, а также пассажирооборота на определённых участках;
- изучение маршрутов движения пешеходных потоков;
- изучение точек тяготений населения;
- распределение транспортных потоков;
- уменьшение негативного влияния ТС (таких как шум и загрязнение);
- создание благоприятных условий движения для пешеходных потоков;
- создание привлекательных и безопасных улиц, улучшающих условий для проживания.

Если рассматривать данную ситуацию, то по ул. Притыцкого необходимо перекрыть движение, следствием чего возникает проблема передвижения населения к точкам тяготения, что, очевидно, понизит качество обслуживания населения. Одним из вариантов решения этой проблемы – разрешить движение:

- общественному транспорту;
- транспортным средствам оперативного назначения;
- транспортным средствам, обслуживающим и граждан в изучаемой зоне;
- транспортным средствам, принадлежащим гражданам, проживающим в изучаемой зоне.

Остальные транспортные потоки предполагается перенаправить по двум направлениям (рисунок 2).

- ул. Нефтестроителей – ул. Мира;
- ул. Мира – ул. Бульвар Юности – ул. Малинина.

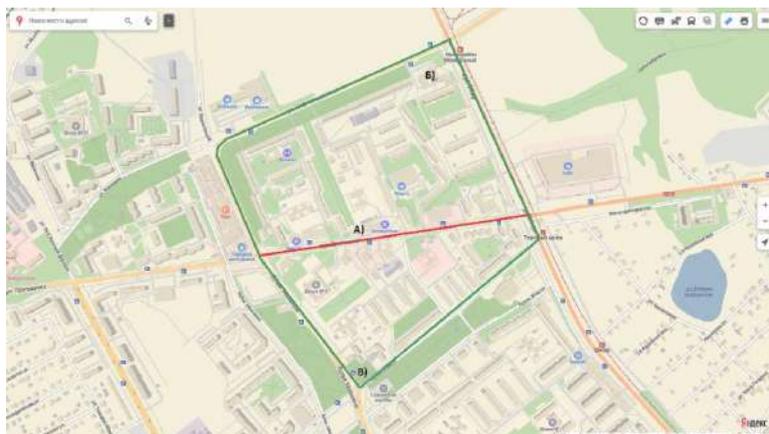


Рисунок 2 – Перераспределение потоков:

*а* – ул. Притыкого; *б* – ул. Нефтестроителей – ул. Мира; *в* – ул. Мира – ул. Бульвар Юности – ул. Малинина

Рассмотрим детальней направление по схеме движения ул. Нефтестроителей – ул. Мира (рисунок 3). На всём участке пути по две полосы в каждом направлении, три регулируемых перекрёстка и один нерегулируемый пешеходный переход.



Рисунок 3 – Перераспределение потока по ул. Нефтестроителей – ул. Мира

Перепробег по данному маршруту составляет 870 м.

Рассмотрим детальней направление по схеме движения ул. Мира – ул. Бульвар Юности – ул. Малинина. На действующем участке дороги по ул. Бульвар Юности движение ТС двухстороннее, а предложено сделать его односторонним, что увеличит пропускную способность. Схема движения представлена на рисунках 4 и 5. На данном участке дороги только три нерегулируемых пешеходных перехода.

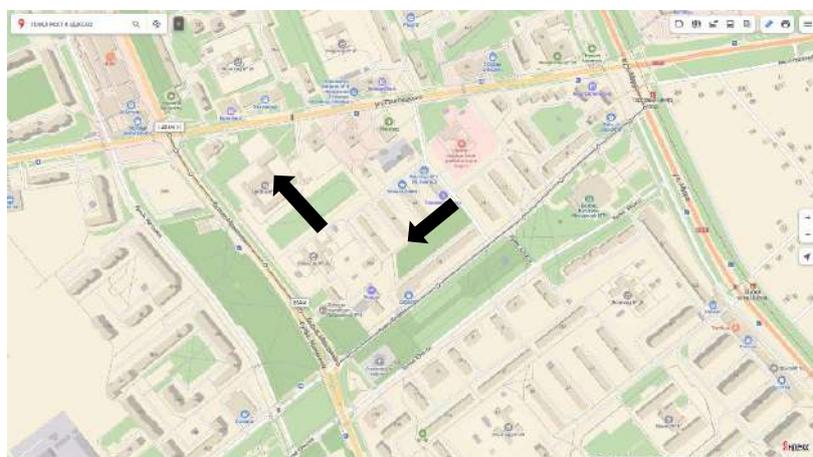


Рисунок 4 – Перераспределение потока по ул. Мира – ул. Бульвар Юности – ул. Малинина



Рисунок 5 – Перераспределение потока по ул. Мира – ул. Бульвар Юности – ул. Малинина в обратном направлении

Перепробег составляет соответственно 480 и 710 м.

Ожидаемый эффект:

- маршруты, которые были выбраны как альтернативные, должны разгрузить улично-дорожную сеть по ул. Притыцкого, это позволит уменьшить аварийность в пиковое и межпиковое время;
- уменьшение транзитного движения для транспортного потока;
- снижение скорости движения транспортных средств, что позволит уменьшить конфликт между транспортом и пешеходами;
- улучшится социальный эффект (за счёт повышения регулярности движения общественного транспорта);
- снижение количества дорожно-транспортных происшествий и их тяжести;
- экологический эффект (транспортные средства будут ездить одним темпом, без простоев, что позволит уменьшить выброс загрязнения);
- экономический эффект (уменьшит расход топлива за счёт повышения плавности движения транспортного потока).

Похожие предложения по успокоению дорожного движения в Европе называют Экологические зоны либо Зеленые зоны.

УДК 656.21:711.7+656.2.08

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРЕЛОЧНЫХ ГОРЛОВИН ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ С ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ**

*Е. А. ФИЛАТОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Увеличение массы и длины поездов является исторически устойчивой тенденцией развития железнодорожного транспорта, периодически вызывающей существенную модернизацию подвижного состава и транспортной инфраструктуры. Подвижной состав устойчиво развивается в направлении повышения грузоподъемности и грузоместимости, что реализуется в первую очередь за счет пропорционального увеличения его размеров. Эксплуатация таких вагонов предьявляет особые требования к существующей путевой инфраструктуре железнодорожных станций.

Маневровая работа с вагонами сосредоточена в стрелочных горловинах, конструкции которых включают большое количество кривых. *Передвижение сцепленных вагонов* увеличенных размеров в таких зонах создает риски, вызываемые дополнительными нагрузками и повышенным износом элементов подвижного состава и путевого развития. Кроме того, неотъемлемой частью маневровой работы является *сцепление* подвижного состава между собой. В стрелочных горловинах возникает риск предельного взаимного отклонения автосцепок сцепляемых вагонов друг от друга, что может привести к значительным нарушениям безопасности, особенно при роспуске с сортировочной горки.

Для оценки влияния особенностей конструкций стрелочных горловин на безопасность перевозочного процесса, следует говорить о понятии *технической совместимости* [1]. Под *технической совместимостью горловин железнодорожных станций и подвижного состава* понимается способность к взаимодействию друг с другом элементов стрелочных горловин и подвижного состава в соответствии с установленными требованиями безопасности железнодорожной инфраструктуры.

Исследование особенностей конструкций подвижного состава и стрелочных горловин железнодорожных станций позволили установить, что наихудшие условия взаимодействия наблюдаются при движении в сцепе и автоматическом сцеплении на кривых. В первую очередь это относится к *s*-образным конструкциям, доля которых в стрелочных горловинах сортировочных парков превышает 40 %. Сцепление вагонов на таких участках происходит при непосредственном участии человека, однако это невозможно при роспуске с горки.

Установлено, что сложившаяся тенденция роста размеров вагонов обеспечивает увеличение выносов их консольных частей в среднем на 1 % ежегодно, что в три раза быстрее их снижения вследствие периодического увеличения нормативных радиусов кривых на станциях. Выявленные диспропорции накапливались в течение длительного исторического периода и нашли свое отражение в нормах по проектированию вагонов и путевого развития [2]. Для некоторых эксплуатационных условий радиусы кривых, требуемые при проектировании вагонов, превышают допустимые ограничения при проектировании путевого развития в 2,4 раза! Кроме того, применяемые на сегодняшний день в различных направлениях эксплуатации методы определения пространственно-координатной привязки инфраструктуры и подвижного состава имеют ряд существенных отличий. Указанные факторы делают исследование вопросов технической совместимости стрелочных горловин и современного подвижного состава весьма актуальным для повышения уровня безопасности инфраструктуры железнодорожных станций.

С целью реализации системного подхода при обосновании параметров стрелочных горловин для обеспечения технической совместимости с подвижным составом разработана классификация условий взаимодействия, в основу которой положены 25 наиболее распространенных схем. Предложенные схемы представляют собой комбинации основных параметров конструкций путевого развития и подвижного состава, определяющими из которых являются: количество кривых и их взаимное расположение, соотношения длин вагонов и кривых, наличие прямых вставок, положение тележек вагонов на элементах путевого развития [3].

Применяемые при проектировании вагонов методы определения допустимых условий функционирования автосцепок при *движении в сцепе* и *автоматическом сцеплении* вагонов учитывают особенности конструкции путевого развития. Однако с их помощью графически может быть проверена техническая совместимость вагонов только для участков сопряжения кривой и прямой (при автоматическом сцеплении) и *s*-образной кривой без вставки (при движении в сцепе) [2].

Выполненные исследования позволили получить ряд аналитических выражений для непосредственного расчета величины радиуса кривой в зависимости от конструкции элемента стрелочной горловины и положения на нем вагонов при *автоматическом сцеплении* и *движении вагонов в сцепе* [3]. Сравнение соответствующих величин радиусов кривых показало, что для выполнения автоматического сцепления требуются величины радиусов в 1,3–3 раза больше, чем при движении в сцепе. Поэтому выполнение условия автоматического сцепления принято в качестве *комплексного критерия обеспечения технической совместимости горловин железнодорожных станций и подвижного состава*.

Для исследования технической совместимости всех предложенных схем разработана и реализована в виде программы имитационная модель взаимодействия конструкций путевого развития и подвижного состава. При этом решен ряд задач: 1) создание математической модели исследуемой схемы путевого развития; 2) моделирование положения вагонов и их консолей в любой точке схемы; 3) определение траекторий движения контрольных точек вагонов и линий, характеризующих суммарный вынос консолей и эффективную ширину захвата автосцепок; 4) графическая интерпретация параметров взаимодействия, оценка выполнения установленного критерия технической совместимости схемы путевого развития и подвижного состава [4]. Модель позволяет оценивать техническую совместимость схем взаимодействия, когда невозможно применение других методов: при сцеплении между собой вагонов различных конструкций, при размещении вагона одновременно на нескольких элементах схемы, для поиска наихудших условий взаимодействия. Метод позволяет определять расположение неблагоприятных зон в исследуемых стрелочных горловинах, что необходимо для их пространственной локализации на станциях.

Выполнен анализ схем горочных горловин станций Белорусской железной дороги на обеспечение разработанных требований технической совместимости с подвижным составом. Установлено, что наибольшая концентрация кривых участков сосредоточена в стрелочных горловинах, запроектированных с применением симметричных стрелочных переводов марки 1/6. Это горловины сортировочных парков с количеством путей 13 и более (Брест-Восточный, Новополоцк, Барбаров, Гомель, Минск, Витебск и др.). Здесь значительно выше риски нарушения установленного критерия технической совместимости. Стоит отметить, что нарушения рекомендованных величин прямых вставок между симметричными стрелочными переводами для вагонов массовых типов часто незначительны и не превышают 1–1,5 м, для вагонов увеличенных размеров нарушения составляют более 6 м.

В то же время существует ряд сортировочных горок (Жлобин, Лида, Волковыск и др.), построенных с применением более пологих марок переводов (1/9 и 1/11), практически полностью соответствующих предлагаемому критерию (до 90 % путей обеспечивают техническую совместимость с вагонами).

Применение разработанных методов снижает неопределенность при проектировании стрелочных горловин и позволяет установить наличие и расположение потенциально опасных зон на существующих станциях. Качество эксплуатационной работы может быть повышено за счет гарантированного обеспечения условий автоматического сцепления вагонов и движения в сцепе, ликвидации избыточных нагрузок на конструкции вагонов и путевого развития, уменьшения износа взаимодействующих элементов, снижения шума, повышения безопасности и качественных условий труда частных работников.

#### Список литературы

1 Технический регламент ТС «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (ТР ТС 003/2011) : утв. решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710.

2 **Филатов, Е. А.** Повышение безопасности функционирования железнодорожных станций / Е. А. Филатов // Транспортные системы и технологии перевозок : сб. науч. работ Днепропетровского нац. ун-та ж-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна. – Днепропетровск : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2017. – Вып. 13. – С. 78–83.

3 **Филатов, Е. А.** Обоснование технической совместимости горловин железнодорожных станций и подвижного состава / Е. А. Филатов // Транспортные системы и технологии перевозок : сб. науч. работ Днепропетровского нац. ун-та ж-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна. – Днепр : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2020. – Вып. 19. – С. 25–36.

4 **Филатов, Е. А.** Расчет параметров путевых структур железнодорожных станций по критерию безопасности / Е. А. Филатов // Транспортные системы и технологии перевозок : сб. науч. работ Днепропетровского нац. ун-та ж-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна. – Днепр : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2018. – Вып. 14. – С. 86–94.

УДК 331.45

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА РАБОТНИКОВ СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ

*Н. Б. ФОМИНА, В. Г. СТРУЧАЛИН, Е. Ю. НАРУСОВА*  
*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Надёжная и безопасно функционирующая транспортная система является важнейшим элементом экономики, гарантирующим выполнение государством таких функций, как защита национального суверенитета, повышение ресурсной независимости и глобальной конкурентоспособности. В соответствии с [1] зона движения поездов и маневровой работы, железнодорожные станции, и другие объекты, в частности сортировочные станции, являются зоной повышенной опасности. В рамках реализации государственной политики ОАО «РЖД», федеральные органы по надзору в сфере транспорта, научно-исследовательские организации и отраслевые транспортные университеты проводят большую работу по обеспечению безопасности работников и населения в зоне движения поездов [2; 3].

Несмотря на прилагаемые усилия, травмирование работников железнодорожного транспорта на рабочем месте до сегодняшнего дня остаётся актуальной проблемой, представляя собой не только фактор снижения производительности труда, но и угрозу жизни и здоровью людей. Наряду с социальным значением, проблема снижения травматизма существенна и в экономическом аспекте. Однако очень важно принять во внимание то, что в соответствии с прямыми расчётами чело-

веческого капитала экономические потери от гибели, например, одного человека обходятся экономике государства намного дороже, чем страховая сумма, выплаченная компанией в связи с его гибелью. Триллионы долларов мирового ВВП уходят на мир, в котором вырастают граждане, способные производить блага, дорого продавать свой труд и, соответственно, потреблять, создавая спрос на товары и услуги, генерируя оборот, налоги и рабочие места. Преждевременная смерть гражданина – носителя высокого человеческого капитала – это прямой экономический ущерб, который оценивается соответствующим капиталом, затраченным на его появление, а также ущерб, связанный с невозможной утратой процесса потребления гражданином товаров и услуг за время всей его жизни.

Выполняя должностные обязанности, многие работники подолгу находятся на железнодорожных путях, что повышает вероятность получения травмы. Специфическими особенностями работы на сортировочных станциях, усугубляющими возможность травмирования, являются следующие:

- 1) большой тормозной путь железнодорожных составов, движущихся с высокой скоростью;
- 2) невозможность маневра движущихся объектов;
- 3) большой тормозной путь при роспуске грузовых вагонов на сортировочных горках;
- 4) отсутствие у вагонов тормозных устройств.

Не умаляя важности проблем, решение которых связано с необходимостью технических мероприятий, следует признать, что часто причиной несчастных случаев становятся грубейшие нарушения требований, правил и инструкций по охране труда работниками, отвечающими за безаварийную работу подвижного состава, и отсутствие должного контроля со стороны руководителей.

Следует отметить, что при травмировании на объектах железнодорожного транспорта относительно высок риск получения именно тяжелой травмы, нередко со смертельным исходом. Коэффициент тяжести травматизма составляет 1,91, то есть каждый второй пострадавший погиб (в большинстве случаев на месте происшествия).

Так, например, по данным пресс-службы ГЖД (Горьковской железной дороги) в прошлом, 2019 году, на объектах предприятия было травмировано 169 человек. Из общего количества пострадавших 124 человека умерло от полученных травм, что составляет 67,3 % [4]. Положительным фактом является снижение с каждым годом числа пострадавших. За период с 2012 по 2018 год количество пострадавших снизилось на 64 %, на 40 % снизилось количество летальных исходов.

В 2019 году ОАО «РЖД» опубликовало следующие сравнительные данные по показателям травматизма относительно 2018 года: общий травматизм (количество травмированных всего) снизился на 10 % (с 168 человек до 152 человек); травматизм со смертельным исходом (количество погибших) снизился на 5 % (с 21 до 20 человек); тяжелый травматизм (количество травмированных с тяжелым исходом) – на 16 % (с 51 до 43 человек) [4]. Коэффициенты частоты производственного травматизма снизились: общего (количество травмированных на 1 тыс. работающих) на 9 % (с 0,234 до 0,214); с летальным исходом (количество погибших на 1 тыс. работающих) на 3 % (с 0,029 до 0,028).

Анализируя данные ОАО «РЖД» по локализации случаев травматизма, можно отметить, что в 2018 году они распределялись следующим образом: в дистанциях пути и сооружений 36 % от всех травмированных; в локомотивном хозяйстве 17 %; в хозяйстве электрификации и электро-снабжения 10 %; управления перевозками 6 %; в вагонном хозяйстве 5 %.

Распределение количества пострадавших по причинам травмирования работников выглядит следующим образом: наезд подвижного состава, удар частями корпуса вагона, зажатие элементами ударно-тяговых приборов вагона – 56; поражение электрическим током – 36; падение с высоты и с движущегося подвижного состава – 74; падения, обрушения предметов, материалов – 44; воздействия перемещаемых грузов, движущихся, разлетающихся деталей – 99; крушения и аварии на железнодорожном транспорте – 3; падения, скольжения, спотыкание на поверхности передвижения – 53; другие причины – 79.

Наибольшее количество травм в хозяйствах ОАО «РЖД» получили работники следующих профессий. Монтер пути – 15 % от всех пострадавших на сети железных дорог, при этом каждый десятый монтер пути травмирован и каждый третий погиб, находясь на рабочем месте в состоянии

алкогольного опьянения; электромонтер контактной сети – 5 %, из них 8 погибших; составитель поездов – 4 %, из них 7 погибших; машинист (помощник машиниста) локомотива, электропоезда, электровоза – 8 %, из них 3 погибших; слесарь по ремонту подвижного состава – 6 %, из них 3 погибших; осмотрщик – ремонтник вагонов – 2 %, из них 3 погибших.

Дальнейший анализ статистических данных показывает, что основными причинами травмирования работников сети железных дорог являлись: неудовлетворительная организация и контроль производства работ – 26 % от всех нарушений травмирования; нарушение трудовой и производственной дисциплины – 18,4 %; нарушение технологического процесса – 15 %; недостатки в обучении безопасным приемам труда – 7 %; нарушения правил дорожного движения 7 %; неудовлетворительное содержание рабочих мест – 3 %; эксплуатация неисправных машин и механизмов – 1 %; неприменение средств защиты работниками – 2 %; прочие – 20,6 %. Следует отметить, что из-за недостатков в обучении на сети железных дорог в 2019 году было травмировано 50 человек, 10 из них погибло.

Таким образом, отмечая снижение уровня травматизма и положительные тенденции в состоянии безопасности работников железнодорожного транспорта, тем не менее, необходимо обратить внимание на целесообразность следующих мер по обеспечению безопасности труда на сортировочной станции. Прежде всего, развитие механизации и автоматизации сортировочных горок (ГАЦ, АРС, механизация торможения на путях сортировочных парков), применение электрической централизация стрелок и сигналов, специальные устройства пневматической очистки стрелочных переводов от грязи, льда, снега, что приведёт к снижению числа работников, занятых на опасных работах. Кроме того, анализ мест происшествия несчастных случаев показывает, что должны быть лучше продуманы и организованы безопасные маршруты по территории станции, обеспечены безопасные зоны, более широкие междупутья, укрытия.

Отдельного внимания требует дальнейшее развитие системы обучения и инструктирования персонала охране труда и безопасным приемам работы с применением не только классической аудиторной, но и мультимедийной и дистанционной технологий обучения [5–7]. Современная дистанционная форма обучения, является неизбежным этапом, способствующим осуществлению на практике концепции непрерывного образования, в частности, непрерывного профессионального образования.

В заключение можно отметить, что повышение безопасности труда работников сортировочной станции – многофакторная проблема, для решения которой необходима постоянная целенаправленная работа. Важнейшим направлением этой работы, наряду с организационным и техническим совершенствованием условий труда, является психологическая подготовка работников разного уровня, а также вопросы психологии профессионального отбора [8]. Формирование у руководителей и сотрудников мотивации обучения позволит повысить его эффективность и результативность.

#### Список литературы

- 1 Федеральный закон «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» от 10.01.2003 № 17-ФЗ.
- 2 «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 31.07.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.08.2020).
- 3 Политика ОАО «Российские железные дороги» в области охраны труда, защиты окружающей среды и промышленной безопасности (одобрена решением правления ОАО «РЖД» от 10.10.2008 г., протокол № 34, с изм. от 27.12.2011 № 52 и от 25.11.2013 № 39) [Электронный ресурс] // ОАО «РЖД». – Режим доступа : [http://doc.rzd.ru/doc/public/ru%3FSTRUCTURE\\_ID%3D704%26layer\\_id%3D5104%26id%3D3861](http://doc.rzd.ru/doc/public/ru%3FSTRUCTURE_ID%3D704%26layer_id%3D5104%26id%3D3861). – Дата доступа : 12.10.2020.
- 4 Анализ состояния условий и охраны труда в ОАО «РЖД» за 2019 год.
- 5 **Коньшин, Д. В.** Повышение безопасности путем применения видеоинструкций при проведении инструктажа по технике безопасности / Д. В. Коньшин, О. Ю. Воронков // Россия молодая: Передовые технологии – в промышленность! – 2011. – № 2. – С. 362–366.
- 6 Повышение эффективности проведения инструктажей по безопасности труда / С. А. Белокурченко [и др.] // Инновационные технологии в науке и образовании : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 23 сент. 2016 г.) ; редкол. : О. Н. Широков [и др.]. – Чебоксары : ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – С. 213–217.
- 7 **Степанов, А. Н.** Методика проведения внепланового инструктажа по случаю производственного травматизма, учитывающая человеческий фактор / А. Н. Степанов, Е. Ю. Нарусова, В. Г. Стручалин // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 7. – С. 67–72.
- 8 **Бодров, В. А.** Психология профессиональной пригодности : учеб. пособие для вузов / В. А. Бодров. – М. : ПЕРСЭ, 2001. – 511 с.

## РАЗВИТИЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ МЕСТНОЙ РАБОТЫ

*Е. А. ФЁДОРОВ, О. А. ТЕРЕЩЕНКО, А. А. СТРАДОМСКАЯ*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Местная работа является важной составляющей перевозочного процесса. Она обеспечивает начально-конечную фазу доставки грузов. Около 67 % перевозок на Белорусской железной дороге осуществляется с выполнением местной работы.

Задачи, решаемые в процессе организации местной работы, являются многофакторными и трудно формализуемыми. В этих условиях, с учетом необходимости многократного решения задач в ограниченном интервале времени с большой вариативностью исходных данных и ограничений, оперативное планирование местной работы требует совершенствования научных подходов и методической базы, разработки и внедрения на их основе адаптивных технологических процессов и информационных решений поддержки управленческой деятельности.

Существующие подходы к оценке вариантов местной работы отличаются экспертной направленностью, а методы сравнения вариантов рассчитаны на сравнение при постоянных объемах работы и не позволяют объективно учесть изменения потоков. Развитие информационной базы и определение параметров бизнес-процессов в системе местной работы определяет необходимые направления развития следующего аналитического инструментария:

1 Разработка инструмента производственной эффективности, основанного на изменении приведенной экономической результативности на единицу измерителя местной работы.

2 Организация мониторинга качества реализации вариантов местной работы, предполагающего контроль граничных значений местной работы, при которых система является эффективной.

Специфика выбора вариантов местной работы заключается в основном в оценке величины расходов по каждому конкретному варианту и выборе варианта с наименьшими затратами. При этом должно осуществляться сравнение базового варианта, которым следует признать фактический принятый вариант предшествующего периода и всех предлагаемых к рассмотрению в настоящее время:

$$P_{\text{баз}}, P_i > P_{\text{опт}}, \quad (1)$$

где  $P_i$  – величина расходов по прогнозным вариантам, не являющимся оптимальными;  $P_{\text{баз}}$  – величина расходов базового варианта (фактически использованный вариант в предшествующем периоде);  $P_{\text{опт}}$  – величина расходов по оптимальному варианту, предполагающему минимальные расходы.

Определить затраты, приходящиеся на местную работу, возможно одним из расчетных методов:

- 1) метод коэффициентов изменения среднedorожной себестоимости;
- 2) метод удельного веса расходов;
- 3) метод расчета расходов по отдельным статьям Номенклатуры расходов (метод непосредственного расчета);
- 4) метод расходных ставок.

Первый и второй методы позволяют быстро рассчитать себестоимость для конкретных условий перевозок и оценить влияние на нее проведения различных организационно-технических мероприятий. Однако результаты расчетов этими методами недостаточно точные, что свидетельствует об отсутствии целесообразности в их применении.

Третий метод является наиболее точным, но требует большого объема постоянно повторяющейся счетной работы, что нецелесообразно.

Метод расходных ставок значительно уменьшает объем счетной работы и вместе с тем позволяет достаточно полно учесть особенности конкретных условий перевозок и влияние их на изменение среднedorожной себестоимости перевозок, поэтому будет использован в проводимом исследовании.

С учетом выбранного метода предложено для оценки производственной эффективности местной работы использовать маркер вида:

$$k_{\text{мп}} = \frac{e_{\text{в-ч}} \sum nt_i + e_{\text{л-км}} \sum MS_i + \dots + e_{\text{тепл-ч}}^{\text{м.п}} \sum t_i}{\sum nL_T}, \quad (2)$$

где  $e_{\text{в-ч}}$  – расходная ставка вагоно-часа, рублей;  $\sum nt_i$  – суммарные вагоно-часы простоя вагонов с местным грузом на промежуточных станциях участка, ч;  $e_{\text{л-км}}$  – расходная ставка локомотиво-километра

(с разделением по виду тяги), рублей ;  $\sum MS_i$  – локомотиво-километры пробега локомотивов по варианту организации местной работы, локомотиво-км;  $e_{\text{тепл-ч}}^{\text{м.р}}$  – расходная ставка локомотиво-часа маневровой работы, рублей;  $\sum t_i$  – дополнительные затраты времени локомотива на маневровую работу, ч;  $\sum nL_T$  – тарифные вагоно-километры пробега по варианту организации местной работы, вагоно-км.

Маркер позволяет соотносить фактические результаты и может быть определен на базе применяемых методологий стоимостных оценок производственных процессов Белорусской железной дороги.

Применение предложенного подхода позволит при организации местной работы установить актуальные условия эффективности:

1) эксплуатационные расходы, в том числе скорректированные за счет возможного изменения доходной части, должны быть меньше существующей либо рассматриваемой альтернативной технологии;

2) реализуемая технология должна согласовываться с финансово-экономическими ресурсами и возможностями Белорусской железной дороги (необходимое обновление парка подвижного состава, реализация инфраструктурных проектов и т. п.);

3) должно обеспечиваться выполнение установленных финансово-экономических показателей Белорусской железной дороги (выполнение заданий по снижению себестоимости перевозок, экономии топливно-энергетических ресурсов, не ухудшению нормативов для инвестиционных проектов и т. п.).

Частичное или полное применение указанных групп ограничений при оценке разработанной технологии местной работы позволит обеспечить ее улучшение за счет обеспечения более полного ее соответствия одновременно потребностям клиентуры и Белорусской железной дороги.

Развитие системы мониторинга направлено на определение и контроль параметров оценки качества бизнес-процессов местной работы и должно позволять установить величину отклонения эксплуатационных параметров, при которой применяемый вариант местной работы требует корректировки:

– в грузовой работе – оценка величины погрузки и выгрузки по объектам инфраструктуры;

– в поездной работе – мониторинг параметров оценки графиков исполненного движения поездов, выполняющих местную работу.

Основными направлениями анализа являются:

– количественный анализ – сопоставление числа предоставленных в ГДП и реализованных ниток ГДП. Предусмотреть дифференциацию по типам поездов, выделить одиночное следование локомотивов, обслуживающих местную работу.

Из этого анализа можно установить степень эффективного использования пропускной способности, выделенной на местную работу.

– качественный анализ – сопоставление времени отправления поездов в системе местной работы, времени следования поездов по участкам, параметры составов местных поездов.

Применение предложенной системы мониторинга позволяет установить, с одной стороны, потребность и граничные интервалы корректировки графика движения местных поездов, с другой стороны, обеспечить возможность оценить потери поездо-часов, вызываемые отклонением от принятой технологии и выделенных для ее реализации ресурсов (пропускной способности).

Предложенные направления развития аналитического инструментария оценки вариантов местной работы позволят установить граничные интервалы параметров бизнес-процессов, выход за которые определяет необходимость изменения условий предоставления ресурсов инфраструктуры и тяги (ГДП местных поездов) при неизменных других условиях (погрузка, выгрузка, парк локомотивов и т. д.), а также их объемов (изменение числа ниток) при их недостаточности либо неэффективности использования.

УДК 656

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

*Н. К. ЧАН*

*Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь*

С развитием транспорта в Республике Беларусь более актуальной стала проблема обеспечения безопасности всех участников дорожного движения. В сфере автомобильных перевозок одной из

важных областей является предупреждение возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП), а также уменьшение уровня ущерба от них. Несмотря на то, что с 2010 года количество дорожно-транспортных происшествий в стране ежегодно уменьшается [1], продолжается работа по разработке большего числа мероприятий, способных свести вероятность к минимуму.

В процессе анализа проблемы автором предложено выделить несколько групп факторов, оказывающих влияние на вероятность прямой угрозы безопасности – ДТП.

К первой группе относят всевозможные риски, исходящие от участников дорожного движения и транспортных средств. Данная группа представлена всеми видами технических неисправностей и поломок автомобилей, состоянием (эмоциональным, физическим) и профессиональной подготовкой людей, задействованных в перевозочном процессе. Стоит отметить, что влияние человеческого фактора исходит не только со стороны водителей, но и от работников других служб и подразделений (ремонтные рабочие, работники, выполняющие погрузочно-разгрузочные работы). Воздействуя хотя бы на один из вышеназванных факторов, возможно пропорционально сократить количество столкновений и катастроф.

Ко второй группе относят факторы, представляющие собой внешние риски, условия, в которых происходит перевозочный процесс: состояние дорог, освещенность улиц, исправность светофоров, расположение дорожных знаков в соответствии с ГОСТом.

Отличительной чертой данных групп является способность действительного влияния на них со стороны. Факторы могут в той или иной мере контролироваться как государством, так и отдельно взятой транспортной организацией.

Третья группа представляет собой совокупность рисков, которые контролироваться не могут. В таком случае используют методы, способные оказать влияние не на сам фактор, но на риск его действия и предполагаемые последствия. С помощью методов косвенного воздействия возможно либо определить вероятность появления определенного вида аварийной ситуации на дороге заранее и предотвратить ДТП, либо скорректировать свои действия водителю, находясь в конкретных условиях фактора. Выделяют две подгруппы таких факторов: природного и неприродного происхождения. Первую подгруппу представляют погодные условия, состояние окружающей среды, угроза столкновения с дикими животными. Состав второй подгруппы представлен политикой, экономикой, демографическим положением в стране, что является отражением фактических действий государства.

Зачастую, дорожно-транспортные происшествия – результат действия нескольких факторов одной или более групп. Анализируя распространенные причины аварий можно выявить, как те или иные факторы влияют на степень вероятности происхождения ДТП.

Первая ситуация – несоблюдение скоростного режима. Само по себе превышение допустимой скорости на дороге является фактором риска, но не приводит неизбежно к аварии, однако при действии еще одного фактора, например, невнимательности водителя, вероятность эта существенно повышается. Данные факторы относятся к первой группе и являются прямой и косвенной причинами ДТП.

Вторая ситуация – риск столкновения с животным. При определенных обстоятельствах, например, в темное время суток или если автомобилем управляет недостаточно опытный водитель, совместно данные факторы приводят к ДТП. Они относятся, соответственно, к третьей, второй и первой группам факторов, являясь при этом прямой и косвенными причинами ДТП.

Необходимо отметить, что, по мнению автора, законодательством Республики Беларусь не предусмотрен достаточный уровень конкретики в исследовании соответствия определенных видов аварий статьям действующего закона, недостаточно учтена роль других факторов, кроме действий водителя, в создании опасной ситуации на дороге.

Далее были рассмотрены методы предотвращения ДТП или минимизации ущерба от них.

В рамках изучения первой группы, выделяются следующие мероприятия:

1) контроль за технической исправностью подвижного состава и его оснащением, проведение своевременных ремонтных работ;

2) набор в штат водителей и других работников соответствующей квалификации, при необходимости проведение инструктажей и профилактических бесед;

3) обеспечение условий труда и отдыха водителей и других работников на надлежащем уровне, контроль за их физическим и психическим состоянием;

4) обучение правилам дорожного движения в образовательных учреждениях (для уменьшения риска столкновения со стороны пешеходов);

5) уменьшение влияния человеческого фактора на перевозочный процесс посредством автоматизации некоторых процессов.

В рамках изучения второй группы, выделяются следующие мероприятия:

- 1) поддержание высокого уровня качества дорожного покрытия, в соответствии с нормами;
- 2) своевременная проверка оснащения маршрутов необходимыми знаками дорожного движения, осветительными системами;
- 3) контроль правильной работы светофоров и их видимости;

В рамках изучения третьей группы, выделяются следующие мероприятия:

- 1) предупреждение ДТП на определенных участках дорог, где аварии уже случались неоднократно, выявление их причин и, при необходимости, размещение предупредительных знаков;
- 2) инвестирование проектов в сфере технического оснащения автомобилей для использования их во время неблагоприятных погодных условий (или других ситуаций, способствующих возникновению риска ДТП) либо создание соответствующего дорожного покрытия;
- 3) предупреждение ситуаций повышенного риска на дорогах, путем мониторинга политических (проведение демонстраций, создание платных дорог, из-за которых многие водители используют возможность преодоления расстояния в объезд, где качество дорог не соответствует стандартам), экономических (рост доходов населения, повышение их покупательской способности), социальных (проведение запланированных мероприятий в черте города) и демографических (рост численности населения) факторов, которые могут оказать влияние на интенсивность транспортного потока.

Возвращаясь к приведенным ранее примерам, можно проанализировать, какие меры являются наиболее эффективными.

Для первой ситуации во избежание ДТП такого рода транспортная компания должна максимально ответственно подойти к вопросу подбора кадров и контролировать состояние своих работников. Для второй ситуации, кроме вышеперечисленных мероприятий, необходимо обеспечить зону въезда на дорогу предупреждающим знаком «дикие животные», создать достаточный уровень освещения, также транспортная компания и вовсе может более осмысленно подойти к вопросу выбора маршрута и проанализировать возможность объездного пути.

Кроме влияния на группы факторов путем произведения соответствующих мероприятий, немаловажным условием обеспечения безопасности участников дорожного движения является своевременная помощь при уже сложившейся ситуации ДТП. В идеальных условиях каждый, будь то водитель или случайный свидетель аварии, должен уметь оказывать первую медицинскую помощь и иметь представление, какие службы следует немедленно вызвать на место происшествия. Однако на практике, не всем удается оперативно разобраться в обстановке и принять соответствующие решения. Поэтому меры по обеспечению безопасности на дорогах должны включать ликвидацию безграмотности среди населения по данному вопросу.

Таким образом, в процессе анализа автором была представлена классификация основных факторов, влияющих на вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Были предложены соответствующие мероприятия, направленные на уменьшение уровня риска. Подчеркнута важность обеспечения всех участников дорожного движения необходимой информацией для минимизации полученного впоследствии аварий ущерба.

#### Список литературы

1 Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа : 14.09.2020.

УДК 656.2

## СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Д. А. ШАУЛОВ, Л. Ю. КАТАЕВА*

*Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Не один век доставка нефти и продуктов из неё осуществлялась одним из наиболее простых способов, и речь в данном случае идет о караванном методе транспортировки. Этот принцип доставки подразумевает ряд основных аспектов: изначально необходимо было наполнить бочки и

бурдюки, выполненные из деревянного материала, нефтью или керосином, после чего производилась их погрузка и размещение на повозках, а в дальнейшем их непосредственная перевозка в точку доставки. Этот метод был достаточно дорогостоящим и по этой причине доставка «черного золота» требовала несения колоссальных затрат, в результате чего стоимость самого продукта приближалась по своей стоимости к настоящему золоту.

Необходимо отметить, что и в настоящее время обозначенный выше способ транспортировки нефти и нефтепродуктов пользуется наибольшей популярностью. Таким образом, если рассмотреть географию перевозки нефти и нефтепродуктов по железнодорожным магистралям от непосредственных мест добычи полезного ископаемого до заводов, занимающихся переработкой нефти, и в дальнейшем до хранилищ или к конечным точкам их непосредственного использования, можно отметить, что здесь прослеживается тесная взаимосвязь с нефтегазовыми бассейнами [1].

Ряд железнодорожных направлений и прежде всего Уральское, Нефте-Камское, Восточно-Сибирское, Бакинское в настоящее время по большей части эксплуатируется в целях доставки грузов в виде нефти и горюче-смазочных материалов.

Максимально высокий уровень своей популярности с точки зрения всего мира в области перевозок нефти и нефтепродуктов демонстрирует способ доставки по железнодорожным магистралям, так как совокупный объем такого рода перевозок достигает 45 %. Общий удельный вес доставки морским транспортом в структуре совокупного объема транспортируемых нефтепродуктов составляет всего лишь 35 %. Ещё меньшую долю занимает автомобильный транспорт, он достигает объемов 25 %.

При организации перевозок нефти и нефтепродуктов по автомагистралям, необходимо принять целый комплекс строгих мер. И вместе с тем невзирая на то, что в данном случае принимаются беспрецедентные меры безопасности, статистика свидетельствует о значительном количестве аварий и автокатастроф, участниками которых являются автоцистерны. В целях локализации пожара, который нередко возникает в случае развития такого рода аварий, на сегодняшний день применяется широкий спектр эффективных методик и средств тушения пожара. Наибольшую эффективность среди перечня такого рода мер демонстрируют сегодня мобильные и стационарные роботизированные системы [2].

Накопленный в нашей стране к настоящему моменту практический опыт по ликвидации техногенных катастроф позволил России занять лидирующую позицию среди других мировых государств в области создания инновационных пожарных робототехнических комплексов, по большей части представленных тяжёлыми технолого-разведывательными роботами (ТР). Статистика также свидетельствует о том, что другие мировые государства чаще всего в рамках практической деятельности активно разрабатывают и применяют лёгкие классы разведывательно-технологических роботов (РТ).

Основная цель эксплуатации тяжелых комплексов заключается в их применении для тушения лесных пожаров, пожаров, возникших на складах боеприпасов, а также при развитии ЧС на опасных производствах, нефтегазовых предприятиях и прочее. Необходимо отметить, что пожарные роботы, относящиеся к роботам более легкого класса в большинстве случаев, функционируют на гусеничном шасси и по этой причине они проявляют достаточно высокий уровень маневренности, имеют компактные размеры, в силу чего они могут беспрепятственно преодолевать дверные проемы, а также продвигаться в зданиях по наклонным лестничным маршам. Борт такого робота оснащен лафетным стволом, к которому при помощи рукавов подведены внешние источники воды, кроме того, робот оснащен устройствами орошения водой («капельное облако» позволяет обеспечить эффективную защиту самого робота от воздействия высоких температур). Такие роботы также в силу их технических характеристик могут направлять струю воды или воздушно-механической пены непосредственно в очаг возгорания, при этом средний показатель дальности может достигать нескольких десятков метров. Высокая эффективность применения такого класса роботов достигается также в тех зонах катастроф, где прослеживается необычайно высокий уровень риска для самих пожарных расчётов. Обратившись к накопленному в настоящий момент практическому опыту, можно отметить, что за истекшие несколько лет пожарные роботы продемонстрировали свою высокую продуктивность в процессе тушения ряда серьезных пожаров, в том числе и возникшего в соборе Нотр-Дам де Пари, для тушения которого применялись пожарные роботы Colossus производства Франции [3].

В целях активной эксплуатации технологий пожаротушения на базе ПР (пожарного робота) требуется получить исчерпывающие знания о их технических характеристиках и возможностях, об их специфике, для того чтобы в дальнейшем использовать полученные знания при разработке наиболее целесообразных решений в области обеспечения адекватной защиты объектов. В процессе разработки проекта необходимо принимать во внимание ключевую специфику ПР и РУП (роботизированными установками пожаротушения):

- показатели защищенности ПР инструментами для выявления очагов загорания, а также оснащенность устройствами подачи вещества для тушения пожара (ОТВ), что позволяет образовывать точечные центры пожаротушения, так как таким образом будет получена возможность разрабатывать проекты с защитных систем исключительно с использованием магистральных коммуникаций, проявляющих высокий уровень своей надежности и требующих меньшего объема затрат;

- организация водоснабжения на условиях эксплуатации исключительно магистральной сети – без применения сети распределения, демонстрирующей высокий показатель своей разветвленной сети, зачастую применяемой при разработке спринклерных и дренчерных систем;

- наличие эксплуатационных возможностей для обеспечения защиты значительных площадей (организация защиты при этом осуществляется с одной точки на условиях принятия во внимание необходимости обеспечения адресной доставки ОТВ – от 5 до 15 тыс. м<sup>2</sup> при среднем показателе расхода огнетушащего вещества от 20 до 60 л/с соответственно);

- возможность организации адресной доставки огнетушащего вещества по воздуху на условиях распределения воды и пены на всю зону защиты в точку очага загорания, принимая во внимание при этом общий показатель площади загорания, а не на некоторый фиксированный показатель площади, единожды установленный в рамках создания проекта;

- возможность определения загорания на начальном этапе и на условиях достижения высокого показателя точности (в среднем уровень чувствительности агрегата при обнаружении очага возгорания – 0,1 м<sup>2</sup>);

- эксплуатационные возможности, позволяющие организовать управление формой струи, в том числе при необходимости внесения различных изменений в угол факела распыления согласно ситуации в соответствии с показателем дальности подачи ОТВ, так как таким образом будет получена возможность накрыть очаг распыленной струей, не допуская при этом чрезмерно высокого гидромеханического воздействия;

- наличие эксплуатационных возможностей, позволяющих проявлять гибкую реакцию на разнообразные варианты развития пожара (корректировка программы тушения пожара в соответствии с определенным показателем времени пожаротушения, основываясь при этом на показателе электропитания переданных датчиками пламени и возможность подключения резервного ПР в ситуации, когда выходит из строя рабочий);

- внесение корректив в программу тушения (в частности, в случае внесения изменений в технологию, появляется соответствующая возможность корректировать параметры нормативной интенсивности мероприятий по тушению пожара);

- организация контроля в видеоформате при использовании ТВ-камер для отслеживания всех аспектов мероприятий в области тушения пожара, на условиях одновременной регистрации и ведения электронного протокола в целях детальной фиксации порядка всех совершаемых действий;

- наличие эксплуатационных возможностей, позволяющих самостоятельно организовать тестирование системы в дежурном формате, когда при производстве данных действий будут сформированы сообщения о наличии необходимости внесения корректив по данному адресу, так как таким образом создаются условия для поддержания системы в режиме постоянной готовности;

- наличие эксплуатационных возможностей, позволяющих наращивать системы, что подразумевает увеличение численности ПР, не производя при этом прямую замену базового оборудования управленческой системы;

- наличие возможности, позволяющей формировать полидисперсные распыленные струи, в структуре которых будут присутствовать одновременно большие капли с высоким уровнем энергии, а также ТРВ, так как таким образом появляется возможность достичь максимально высокого уровня продуктивности в процессе тушения незначительных очагов пожара, а также пожаров, совокупная площадь которых составляет свыше 5 м<sup>2</sup>;

– наличие эксплуатационных возможностей, позволяющих применять ПР на условиях использования дистанционного и ручного режима управления пожарными, прибывающими в целях тушения возгорания, по причине того, что ПР в своей комплектации имеет ствольную технику, активно эксплуатируемую в настоящее время пожарными;

Если рассмотреть специфику эксплуатации стационарных установок, можно отметить, что принятый в нашей стране ГОСТ Р 53326–2009 содержит в себе указание, согласно которому надлежит использовать в рамках тушения пожаров роботизированную триаду стационарных средств пожаротушения «ствол – робот – установка». Обозначенный момент, выделенный в положениях российского стандарта в некоторой мере не соответствует порядку практической деятельности, используемому в настоящее время западными государствами. Так, в настоящий момент страны Запада, рассматривая стационарные средства для тушения пожара, в большинстве случаев не применяют в понятийном аппарате такие категории, как «робот» или «роботизированный». Западные государства понимают под роботом определенный вид устройства, принцип движения которого автономный или же речь идет о принципе управления движением агрегата человеком на определенном расстоянии, таким образом, в данном случае параметр мобильности рассматривается в качестве ключевого.

В качестве фундаментального преимущества, которым обладают пожарные роботы, выступает их способность к обеспечению эффективной защиты значительной площади в интервале 5–15 тыс. м<sup>2</sup> на условиях расхода 20–60 л/с. В целях организации водоснабжения используется исключительно магистральная сеть. Также здесь ключевое значение имеет тот факт, что при необходимости организации адресной доставки вещества для тушения пожара процесс организуется по воздуху на условиях распределения воды и пены по всей защищаемой зоне непосредственно на очаг возгорания, но не на определенную расчетную площадь, которая была запланирована при разработке проекта единой. Таким образом, создаются условия для поддержания необходимого уровня интенсивности орошения, что создается за счет использования принципа дозированной подачи вещества в соответствии с уровнем тепловой мощности, зафиксированном в очаге возгорания.

В настоящее время при разработке пожарных роботов, их комплектация может включать в себя ИК-сканеры, используемые для того, чтобы в автоматическом режиме обнаруживать очаги загорания и ТВ-камеры, что предназначены для осуществления контроля в видеоформате. Так как обозначенные устройства демонстрируют высокий уровень чувствительности, появляется возможность своевременно выявить очаг возгорания, общая площадь которого будет колебаться в интервале до 0,1 м<sup>2</sup> в границах защищаемой зоны, при этом скорость действия таких агрегатов составляет несколько секунд, и в рамках этого сравнительно небольшого периода времени агрегат может выявить размеры возгорания в трехмерной системе координат. В настоящее время пожарные роботы, объединенные магистралью RS-485 с сетевыми контроллерами и агрегатами управления, используются в качестве базы для создания автоматических установок для тушения пожаров – роботизированных пожарных комплексов (АУП РПК) [4].

Все имеющиеся данные о порядке тушения пожара регистрируются в видеоформате при помощи камер, кроме того, в данном случае ведется электронный протокол, когда осуществляется последовательная регистрация всех действий, совершаемых для тушения пожара. В дежурные периоды времени система функционирует таким образом, когда непрерывно производится самостоятельное тестирование и при выявлении отклонений, система подает сигнал о необходимости внесения корректив. Таким образом, создаются условия для поддержания системы в режиме постоянной готовности на непрерывной основе.

Для того чтобы облегчить процесс эксплуатации такого рода установок в области строительства, в настоящее время создан ряд типовых проектов: использование АУП РПК при организации защиты высокопролетных сооружений от пожара, в частности речь идет о спортивных комплексах, а также самолетных ангарах.

Планируя порядок распределения роботов на объектах, при создании которых используются воздухопорные конструкции, необходимо принимать во внимание тот факт, что в данном случае высок уровень риска, связанного с провисанием оболочки. В силу этого необходимо предпринять адекватные меры, которые позволят не допустить возможности повреждения оболочки в процессе передвижения ствола в условиях функционирования агрегатов в рабочем режиме. Совокупный расход энергии в процессе одновременного функционирования двух роботов колеблется на уровне 50 л/с.

При принятии решения о том, какие будут применяться устройства для обнаружения пожара, дающие сигнал для запуска АУП РПК, проектировщики пришли к выводу о том, что наибольшую

эффективность могут продемонстрировать адресные извещатели пламени «Ладога ПП-А» с приемной станцией «Ладога-А». Сигнал о сработке извещателей в дальнейшем передается в устройство сопряжения с объектом (УСО), путем его подачи через блок сопряжения интерфейсов. До непосредственного наступления момента начала производства работ по тушению загорания, пожарные роботы будут определять точные координаты очага загорания, устанавливать данные о площади загорания в трехмерной системе координат по адресу зоны, которые в свою очередь были определены пожарными извещателями пламени.

Схожая по своим характеристикам установка, также подразумевающая использование АУП РПК используется в целях оборудования следующих объектов: Дворец легкой атлетики – г. Гомель в Беларуси (пожарные роботы ПР-ЛСД-С50У-ИК – 8 шт., год производства монтажных работ – 2005), спорткомплекс в г. Нерюнгри (ПР-ЛСД-С40У-ИК – 6 шт., выпущенные в 2007 г.), универсальный спорткомплекс в г. Ярославле (ПР-ЛСД-С20У-ИК-ТВ – 8 шт., год производства монтажных работ по установке – 2008), спорткомплекс «Оренбуржье» в г. Оренбурге (ПР-ЛСД-С20У-ИК – 4 шт., год производства монтажных работ по установке – 2007), Дворец спорта профсоюзов «Нагорный» в г. Нижний Новгород (ПР-ЛСД-С20У – 4 шт., год производства монтажных работ по установке – 2007).

По итогам производства деталей аналитической оценки были получены результаты, свидетельствующие о том, что в соответствии со своим технологическим уровнем разработки отечественных предприятий-изготовителей находятся на одной ступени по уровню своего развития с аналогичными видами оборудования, выпущенными иностранными производителями. Основные различия, которые демонстрируют российский и рынок западных государств в области производства стационарной пожарной техники сводятся к особенностям рыночной структуры. Так, в настоящее время наблюдается ситуация, когда рынок западных стран по большей части предлагает потребителю продукцию высокотехнологичных предприятий, занимающихся выпуском такого рода техники и агрегатов, тогда как на рынке России на сегодняшний день наблюдается ситуация гораздо более высокого уровня монополизации. В настоящий момент на российском рынке на лидирующей позиции находится только один производитель, принимающий максимально активное участие в том числе и в процессе разработки нормативных документов, а также в процессе создания унифицированных стандартов, используемых при создании оборудования в своей рыночной нише.

#### Список литературы

1 **Корольченко, Д. А.** Шторм против пожара / Д. А. Корольченко // Пожарная безопасность в строительстве. 2010. – № 6. – С. 34–38.

2 **Битуев, Б. Ж.** Противопожарная защита железнодорожных сливо-наливных эстакад / Б. Ж. Битуев // Современные технологии пожаротушения : материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Методические основы повышения качества образовательной и инновационной деятельности по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность» и 280705 «Пожарная безопасность», Москва, 22 мая 2013 г. / сост. А. А. Федосеев [и др.] ; под ред. И. М. Тетерина. – М. : Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2013. – С. 190–195.

3 Современные технологии пожаротушения на базе пожарных роботов [Электронный ресурс] / Ю. Гортань, С. Цариченко // Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЕР». – 2014. – Режим доступа : [http://www.firerobots.ru/ru/press-center/info/item\\_9479.html](http://www.firerobots.ru/ru/press-center/info/item_9479.html). – Дата доступа : 14.09.2020.

4 Пожарная робототехника. Перспективы в России и мире [Электронный ресурс] / J SON.TV. – 2020. – Режим доступа : [https://json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/pojarnaya-robototehnika-perspektivy-v-rossii-i-mire-20200521073933](https://json.tv/ict_telecom_analytics_view/pojarnaya-robototehnika-perspektivy-v-rossii-i-mire-20200521073933). – Дата доступа : 14.09.2020.

УДК 625.8

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУЗОВОГО ДВИЖЕНИЯ НА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ

*Д. Н. ШКАНДЫБИН, И. А. ИВАНОВ-ТОЛМАЧЕВ, Е. А. АЛЕКСЕВНИН*  
*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Для перевозки грузов на новых высокоскоростных линиях должен быть создан специальный подвижной состав, разработана новая технология по формированию и обработке этих вагонов в пунктах погрузки и выгрузки для обеспечения соответствующей безопасности.

На наш взгляд, при создании нового подвижного состава особое внимание необходимо будет уделять вагонам для перевозки мелких отправок и для перевозки грузов в контейнерах как в обычных, так и в рефрижераторных. Также нужно обратить внимание на вышедшие из эксплуатации

среднетоннажные контейнеры, которые будут неотъемлемой частью грузовых перевозок на высокоскоростных магистралях. Известные нам контейнеры имеют большую массу тары, что непозволительно в применении на ВСМ. Нужно рассмотреть формат изготовления контейнеров из композитных материалов и алюминиевых сплавов (легкие, прочные, долговечные), что позволит существенно уменьшить массу тары.

Для перевозки среднетоннажных контейнеров есть несколько концептов подвижного состава:

1 Необходимо будет предусмотреть такого типа съемные «насадки» на контейнеры, которые обеспечивают большую обтекаемость и меньшее воздушное сопротивление.

2 Открытая платформа, на которой размещены контейнеры, а в конце платформы будут располагаться конусовидные лепестки-гасители.

3 Открытая платформа, оборудованная стойками на жестком креплении, на которые будет крепиться обтекаемая съемная крыша.

4 Вагон-жалюзи. На платформе будут размещены стойки-каналы для перемещения жалюзи, с обоих концов вагона стойки с механизмом перемещения жалюзи, в боковой подпольной части будет располагаться отсек для жалюзи.

5 Вагон с раздвижной крышей. Крыша будет разъезжаться в сторону от оси, для выполнения перемещения по длине вагона будут расположены гидравлические механизмы.

В случае перевозки мелких отправок вагоны должны иметь очертание, как и вагоны для пассажирских перевозок, предварительно нужно извлечь: тамбурные зоны и торцевые межвагонные двери, кондиционирование, элементы интерьера, водоснабжения. Для погрузки и выгрузки грузов в вагонах необходимо будет иметь несколько дверей, открывающихся вверх с каждой стороны, а не по одной, как в существующих крытых вагонах, также надо предусмотреть крепежные элементы для груза. Подвижной состав такого типа позволит использовать среднетоннажные контейнеры, а для погрузочно-разгрузочных работ использовать вилочные погрузчики. Грузовой фронт для данного поезда должен быть обеспечен оборудованной для грузовых операций платформой.

Для рассмотрения данных проектов возьмем существующий подвижной состав ЭВС2 «Сапсан» (Siemens Velaro RUS), наш 20-вагонный грузовой электропоезд с максимальной скоростью движения 250 км/ч, способный перевозить 750 т. В связи с ограничением по максимальной нагрузке на ось 18 т полная масса поезда не должна превышать 1440 т, а это 34,5 т на вагон (с учетом полезной нагрузки). Масса кузова составляет примерно 12 т, масса тележки – около 11, то есть  $12 + 11 \cdot 2 = 34$  т, что не превышает полную массу поезда. А в случае использования подвижного состава платформенного типа позволяет повесить грузоподъемность за счет съема кузова.

Кузов вагона Siemens Velaro RUS представляет собой сварной кузов из экстрадированных алюминиевых профилей. Этот подход преобладает в железнодорожной отрасли и предлагает следующие преимущества:

- использование больших профилей позволяет оптимальное распределение нагрузок;
- улучшенная защита от коррозии;
- более современный сварочный процесс для снижения деформаций профилей;
- улучшенные характеристики поглощения энергии при столкновении.

По данным габаритных размеров вагонов грузовой объем головного вагона составит  $97 \text{ м}^3$  и грузовой вес 23 т, а промежуточного вагона  $153 \text{ м}^3$  и 38 т на вагон. Композицию данного поезда можно варьировать в соответствии с графиком движения и установленными скоростями.

Есть также предложение для создания своего рода жестких чехлов, скрывающих колесные пары с механизмом, позволяющим откидывать (поднимать) эти чехлы по надобности. В связи с тем, что поезда ЭВС2 «Сапсан» (Siemens Velaro RUS) это поезда нового поколения и с высоким уровнем надежности, то убирать чехлы придется только в пунктах технического осмотра подвижного состава. Данные чехлы предадут поезду более обтекаемые формы и улучшат аэродинамические свойства, а также позволят снизить уровень шума при движении. Эти критерии являются очень важными в развитии высокоскоростного движения, в настоящее время во всех странах ведутся исследования в этой сфере.

На станциях погрузки и выгрузки, на первое время, достаточно иметь по два погрузочно-выгрузочных пути для перевозимых грузов в крытом подвижном составе и для перевозимых грузов в контейнерах.

Во время выполнения грузовых операций параллельно должны выполняться операции по техническому обслуживанию подвижного состава. Поэтому погрузочно-выгрузочные и приёмо-

отправочные пути должны быть оборудованы устройствами для технического обслуживания подвижного состава, а выходы на главные пути, предохранительными тупиками.

На подходах к крупным городам и железнодорожным узлам пассажирские устройства не устраиваются.

В перевозках на ВСМ безусловно будет задействован подвижной состав нового поколения с высоким уровнем надежности, но для гарантий через определенные расстояния на высокоскоростных линиях необходимо предусмотреть путевое развитие и устройства для эвакуации, вышедших из строя из-за каких-либо неполадок поездов. Если произойдет остановка поезда по техническим причинам на линии с обычным движением, то это не повлечет серьезных финансовых потерь, а в случае задержки высокоскоростных поездов – пассажиры будут требовать компенсаций. На перспективу заложен пакетный график следования таких поездов с интервалами по 5–6 минут. Поэтому дополнительные задержки такого количества поездов повлекут большие финансовые потери.

#### Список литературы

1 Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс : учеб. пособие : в 2 т. / И. П. Киселёв [и др.] ; под ред. И. П. Киселёва. – М. : ФГБОУ «Учеб.-метод. центр по образованию на ж.-д. трансп.», 2014. – Т. 1 – 308 с.; Т. 2 – 371 с.

2 Устройство и эксплуатация высокоскоростного наземного транспорта : учеб. пособие / Д. В. Пегов [и др.]. – М. : ФГБОУ «Учеб.-метод. центр по образованию на ж.-д. трансп.», 2014. – 267 с.

УДК 656.064

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

*М. И. ШМУЛЕВИЧ*

*Проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт промышленного транспорта  
Промтрансшиппроект, г. Москва, Российская Федерация*

Предприятия нефтегазового комплекса являются едва ли не единственной отраслью промышленности, развивающейся даже в период экономического спада.

Транспортно-логистические системы этих предприятий обладают определенной спецификой: все межцеховые перевозки выполняются по трубопроводам, подавляющая часть сырья (сырой нефти) также поступает на нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) трубопроводным транспортом, и лишь 5–6 % – по железной дороге. Что же касается готовой продукции (автомобильного бензина разных марок, дизельного топлива, авиационного, судового и ракетного топлива, битума и др.), то здесь ситуация обратная: более 80 % продукции НПЗ перевозится железнодорожным транспортом, составляя 19–20 % общего грузооборота РЖД и уступая по этому показателю лишь углю (29–30 %).

В последние годы постоянно растет мощность предприятий и совершенствуется их технология, что предъявляет новые требования к развитию обслуживающей их транспортной системы.

1 Увеличение *глубины переработки нефти* приводит к значительному сокращению (а в некоторых случаях – к полному прекращению) маршрутной отгрузки темных нефтепродуктов (мазута) и переходу к отгрузке дополнительных объемов светлых и появлению новых продуктов – нефтяного кокса и др., отгружаемых немаршрутными группами вагонов. Это, в свою очередь, приводит к увеличению доли продукции, отправляемой сборными поездами и, следовательно, к увеличению объема сортировки прибывающих и отправляемых вагонов.

В большинстве случаев развитие железнодорожного транспорта действующих предприятий ограничено плотной застройкой и переработка возросшего не маршрутизированного вагонотока чаще всего выполняется на станциях РЖД. В любом случае рассматривается вопрос о рациональном распределении сортировочной работы между промышленной станцией и станцией примыкания.

2 Вопрос об *организации сортировки вагонов* особенно остро стоит при отгрузке сжиженных углеводородных газов (СУГ), относящихся к грузам 2-го класса опасности. Обилие видов отгружаемой продукции, необходимость ее налива в вагоны, прибывшие из-под аналогичного груза, наличие вагонов разной конструкции и необходимость их подборки по этому признаку перед подачей под налив, подборка по пригодности под погрузку экспорта и по другим признакам приводят к

большому объему сортировки. Так, на одной из станций налива сжиженных газов ежедневно перерабатываются более 650 порожних и около 500 груженых вагонов-цистерн, входящий порожний вагонопоток сортируется по 28 назначениям, а величина каждого отцепы при сортировке составляет от 1 до 5 вагонов (в среднем – 2 вагона). В то же время, пропуск вагонов с СУГ через сортировочную горку, как и их сортировка толчками, запрещены нормативными документами. В этих условиях на упомянутой станции вагоны сортируются на трех вытяжных путях, причем на двух из них последовательно сортируются прибывшие вагоны, и на одном – отправляемые. МИИТом разработаны решения, позволяющие организовать безопасный пропуск вагонов с грузами 2-го класса опасности через горку; компания Siemens разработала систему автоматики, также обеспечивающую безопасный роспуск таких вагонов и внедрила ее на нескольких станциях европейских стран.

3 В последние годы меняется технология *отгрузки светлых нефтепродуктов* на НПЗ. На смену традиционным наливным эстакадам приходят автоматизированные установки тактового налива (АУТН). На каждом такте загружаются 2–4 вагона поставленного под налив состава. Полностью автоматизированная система синхронизирует все процессы налива: опускание в люки цистерн телескопических наливных устройств и их постепенный подъем в соответствии с подъемом уровня продукта в цистерне (этим ликвидируется опасное прохождение струи горючего через воздух), автоматическое смешивание требуемых компонентов продукта (например, бензина определенного класса) в соответствии с заданной рецептурой, взвешивание вагонов в процессе налива с автоматической отсечкой налива при достижении заданной массы, проталкивание двух очередных вагонов на место налитых с помощью маневрового устройства (МУ). Всем этим комплексом, включая весы и МУ, управляет одна автоматизированная система. АУТН предъявляет повышенные требования к путевому развитию участка налива и к организации работы маневровых локомотивов, которые при подаче порожних и уборке груженых составов должны обеспечить работу системы налива с максимальной производительностью.

4 В связи с увеличением объемов производства и отгрузки нефтепродуктов с высокой прибавочной стоимостью повысились требования к *точности их взвешивания*. Предприятия оснащаются современными вагонными весами, работающими в комплексе с системами считывания номеров вагонов (внедряемые в настоящее время системы основаны на оптическом считывании номера с четырех точек – с борта и рамы с двух сторон вагона). Информация о весе вагона в привязке к его номеру используется и для автоматизации формирования перевозочных документов и их передачи в систему ЭТРАН. Считанную таким способом информацию о номерах прибывающих на предприятие вагонов можно использовать и шире, организовав на ее основе мониторинг дислокации вагонов на железнодорожной сети предприятия. Для съема требуемой информации используются бесконтактные счетчики осей, устанавливаемые у каждого стрелочного перевода (они же могут использоваться и в системе МПЦ), и специальное программное обеспечение. Такая система разработана и должна быть в ближайшее время опробована на одном из НПЗ.

5 Все большее распространение приобретает перевозка нефтепродуктов в *танк-контейнерах*. В зависимости от объема и сортамента отгружаемой в танк-контейнерах продукции на предприятии меняется технология работы транспорта – без снятия контейнеров с фитинговой платформы, либо с использованием контейнерной площадки, а это влияет на организацию маневровой работы и оборот вагонов и контейнеров и отражается на едином технологическом процессе работы станции примыкания и пути необщего пользования.

6 Отдельный вопрос – *подготовка вагонов-цистерн под налив* нефтепродуктов. Режим и длительность подготовки зависят от сочетания продуктов, перевозившихся в цистерне до очистки и планируемых к перевозке после очистки. На российских НПЗ получили распространение системы трех поставщиков: «Кёрхер» (Германия), «V.L. International Projects» (Италия) и «Чистые технологии» (Россия), технологии которых различаются: в первых двух используется горячий пар, в третьей – добавляются химические реагенты.

Пункты подготовки вагонов, как правило, принадлежат операторским кампаниям – собственникам вагонов и обычно располагаются у *сортировочных станций*, обслуживающих крупные НПЗ. Подлежащие подготовке вагоны сортируются по режиму очистки (сочетанию нефтепродуктов), по потребности в ремонте, по пункту очистки (вагоны-цистерны из-под светлых и темных нефтепродуктов – основной поток, цистерны из-под высоковязких продуктов, цистерны с избыточным остатком продукта, платформы с танк-контейнерами), поэтому общий объем сортировочной работы может вдвое превышать суточное прибытие вагонов под очистку.

7 Наиболее динамично развивающееся в последние годы направление в нефтегазовой отрасли – отгрузка *сжиженного природного газа* (СПГ). При этой технологии природный газ под высоким давлением при пошаговом снижении температуры до – 160 °С сжижается и в таком виде перевозится при температуре от –60 до –50 °С в изотермических емкостях до пункта назначения, где выполняется его «регазификация», т. е. возвращение в газообразное состояние. Такой вид транспортировки во многих случаях выгоднее трубопроводного и развивается во многих странах.

В России сейчас действуют два таких завода – на Сахалине и недавно запущенный на Ямале, в Обской губе «Ямал-СПГ», построенный на базе богатейшего Южно-Тамбейского месторождения. В перспективе – строительство еще нескольких заводов. Оба действующих завода ориентированы на экспорт, они отгружают СПГ в танкерах-газовозах. Для «Ямал-СПГ» строятся 15 танкеров ледового класса, обеспечивающих перевозки СПГ по Северному морскому пути (СМП) из специально построенного в составе этого проекта порта Сабетта. Есть и автомобильные цистерны – газовозы, поскольку СПГ может использоваться и как моторное топливо. Согласно проекту постановления Правительства РФ «О Транспортной стратегии РФ до 2035 года» должно быть завершено строительство Северного широтного хода, соединение которого с портом Сабетта не только обеспечит выход грузов Северного Урала и Сибири на СМП, но и откроет возможность отгрузки части СПГ железнодорожным транспортом, что составит реальную конкуренцию газопроводам.

УДК 625.8

## **СОКРАЩЕНИЕ ПОРОЖНЕГО ПРОБЕГА СОБСТВЕННЫХ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ С УЧЕТОМ ПОПУТНОЙ ПОГРУЗКИ**

*Л. С. ШОРОХОВА*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Реформирование железнодорожной отрасли привело к появлению и стремительному развитию собственников грузовых вагонов. С появлением компаний-операторов подвижного состава произошел переход от управления по принципу «единым парком» к самостоятельному построению логистических цепочек этими компаниями [1]. Под погрузку стал подаваться вагон собственника, с которым заключен договор, а не ближайший порожний вагон. Все это привело к ухудшению эффективности использования грузовых вагонов и потребовало увеличения парка вагонов, что привело к дополнительной нагрузке на инфраструктуру железных дорог, снижению скорости движения поездов и замедлению продвижения товаров.

Одним из важнейших вопросов для ОАО «РЖД» и операторов-собственников подвижного состава является сокращение порожнего пробега, наилучшее обеспечение станции вагонами, их своевременная и бесперебойная подача к местам погрузки [2].

Одним их эффективных вариантов сокращения порожнего пробега является следование вагонов на сети с учетом попутной погрузки.

Рассмотрим пример для железнодорожной станции Стойленская, которая обслуживает два крупнейших предприятия по добыче руды: ОАО «Стойленский ГОК» и ОАО «Лебединский ГОК». Разработаны три варианта следования составов с учетом попутной погрузки. На станции Стойленская осуществляется погрузка руды назначением на станцию Новокузнецк-Северный, после выгрузки маршрут следует в порожнем состоянии до станции Томск – вариант 1. Но вот далее появляются изменения, так как грузополучателями являются станции Череповец 2, Курбакинская и Чугун II, следовательно местами попутной выгрузки в каждом варианте являются именно они – вариант 2. А далее маршрут следует в порожнем состоянии на станцию Стойленская, где цикл замыкается, – вариант 3. Основные критерии для выбора наилучшего варианта – установленный срок доставки грузов, минимальное потребное число поездных локомотивов, суммарные эксплуатационные затраты и наибольшая рентабельность перевозки.

В ходе определения установленного срока доставки грузов наименьшее время нахождения вагонов в порожнем состоянии получилось во втором варианте (29,1 суток), по сравнению с его оппонентами (у первого – 29,9 суток, у третьего – 29,7 суток). Это дает возможность увеличить прибыль как для собственников вагонов, за счет увеличения объема грузов, так и для перевозчика, за счет уменьшения затрат на порожний пробег на инфраструктуре ОАО «РЖД».

По критерию минимальное число поездных локомотивов для обслуживания перевозки: эффективным оказался вариант 2 с числом локомотивов 39 для груженого и 19 для порожнего рейса, что обеспечивает для ОАО «РЖД» минимальные затраты на обслуживание локомотивов и содержание локомотивных бригад. По критерию минимальные зависящие эксплуатационные расходы лучшим оказался вариант 1 с затратами 157921 руб/ваг или 10106844 руб/поезд. На его выбор повлиял тот факт, что расстояние следования груженого маршрута от станции Томск до станции Череповец 2 и число стоянок на технических станциях оказались минимальными, что и привело к уменьшению затрат.

Следующим важным критерием для нахождения оптимального варианта явился такой показатель, как рентабельность перевозки. Каждый из участников перевозочной деятельности стремится к получению наибольшей прибыли в условиях минимизации расходов. Здесь лучшим вариантом оказался вариант 2, при котором рентабельность оказалась наибольшей для ОАО «РЖД» (29,18 %) и собственника вагонного парка (47,34 %). Следовательно, на 1 потраченный рубль ОАО «РЖД» получит 29 копеек, а «Новая перевозочная компания», обслуживающая ОАО «Лебединский ГОК», – 47 копеек. Это является чистой наибольшей прибылью по сравнению с другими вариантами.

Анализ результатов по всем критериям рассматриваемых вариантов показал, что наилучшим вариантом среди представленных является второй, так как его превосходство очевидно: порожний пробег вагонов ниже, чем в других вариантах, перевозка осуществляется минимальным количеством поездных локомотивов, обеспечивается наибольшая рентабельность перевозки.

При рассмотрении новых маршрутов для следования грузопотока по представленному варианту необходимо особое внимание уделить проблемам обеспечения безопасности на транспорте, а именно, недопущению риска производственного травматизма. При обслуживании устройств станций для поездов персонал подвергается следующим опасностям: возможность наезда поезда в случае перехода через пути, наезд поезда в случае выполнения маневровых передвижений на станции, наезд поезда в случае падения на железнодорожный путь и другим. Данным несчастным случаям подвергаются работники, непосредственно работающие на путях станций. К этому персоналу относятся: составители поездов, сигналисты, дежурные по парку, электромеханики СЦБ, а также бригады для выполнения ремонтных работ. Поэтому для обеспечения безопасности персонала на станциях при вводе нового числа поездов для выполнения технического обслуживания и коммерческого осмотра поездов необходимо строгое соблюдение техники безопасности. На станциях основой по обеспечению безопасности работников является ряд инструктажей. Они подразделяются на пять основных видов. В них входят такие инструктажи, как вводный, первичный, целевой, повторный и внеплановый. Все виды проведенных инструктажей обязательно помечают в журнале по охране труда. Необходимо проводить с персоналом инструктажи, знакомить со схемами служебных проходов на станциях.

Основной фактор, ухудшающий работу, является человеческий фактор. Игнорирование или несоблюдение требований по охране труда способствует производственному травматизму. Поэтому основная задача руководства станций в этом вопросе – это контроль выполнения требований безопасности жизнедеятельности всех работников и четкого соблюдения должностных инструкций.

Сокращение порожнего пробега собственных вагонов с учетом попутной погрузки по новым вариантам следования грузопотока базируется на расчете по представленным критериям, который дает возможность получить наибольший экономический эффект как для ОАО «РЖД», так и для компаний-операторов подвижного состава. Сокращение порожнего пробега за счет попутной погрузки приведет к уменьшению оборота вагона и сокращению срока доставки грузов, что повлечет за собой увеличение экономического эффекта и прибыли.

#### Список литературы

1 **Лихацкая, Д. Р.** Анализ мероприятий, направленных на повышение эффективности использования грузового вагона / Д. Р. Лихацкая, О. М. Рассказова. – СПб. : ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», 2016. – 7 с.

2 Как сократить порожний пробег на сети // Гудок. Грузовые перевозки. Вып. 17.10.2019 [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – 2019. – Режим доступа : <https://gudok.ru/content/freighttrans/1480904>. – Дата доступа : 12.09.2020.

## БЕЗОПАСНОСТЬ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

УДК 656.211.5.071/0.72

### ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАМЕРЫ 4К ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОКЗАЛАХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

А. Н. БЕЛОУС

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время видеонаблюдение на железнодорожных вокзалах является неотъемлемой частью работы по обеспечению безопасности не только пассажиров, но и городской инфраструктуры, где на привокзальных территориях сосредоточены торговые и гостиничные комплексы, автостоянки и другие городские объекты. В связи с этим целесообразно территорию вокзала условно разделить на зоны, характеристика которых представлена в таблице 1.

*Таблица 1 – Краткая характеристика территорий вокзала для обеспечения видеонаблюдения*

Территория вокзала	Краткая характеристика
<p>Периметр</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Распознавание лиц.</li> <li>2 Пресечение несанкционированного доступа на территорию, а также обеспечение безопасности пассажиров.</li> </ol>
<p>Привокзальная зона: стоянки (парковка) привокзальная площадь</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Реагирование на чрезвычайные ситуации.</li> <li>2 Сбор первичной информации об общем количестве пассажиров.</li> <li>3 Обеспечение беспрепятственного подъезда автотранспортных средств и соблюдение ими правил ПДД.</li> <li>4 Отслеживание неправильно припаркованных автомобилей, а также высадки пассажиров в местах, где это запрещено.</li> </ol>
<p>Здание вокзала (кассы, залы ожидания)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Контроль кассовых операций.</li> <li>2 Предотвращение террористических актов и краж.</li> </ol>
<p>Перрон</p> 	<p>Контроль пассажиров в зоне повышенной опасности и движения поездов с фиксацией технических неполадок подвижного состава.</p>

Как видно из таблицы 1, защита периметра вокзала обеспечивает общую безопасность всего комплекса с оптимизацией движения транспорта и минимизацией количества аварийных ситуаций. Очень важен контроль в привокзальной зоне, где наблюдается большая концентрация пассажиров и автотранспорта, поэтому в случае пожара или иной ЧС аварийно-спасательные службы должны получить быстрый, беспрепятственный подъезд к зданию вокзала.

Таким образом, основные направления работы системы видеонаблюдения на железнодорожном вокзале связаны с пассажиропотоком и безопасностью, что определяет следующие его функции:

- определение направления движения потока;
- подсчет посетителей;
- определение лиц и обнаружение оставленных предметов в общих зонах.

В связи с вышеизложенным для систем видеонаблюдения на железнодорожных вокзалах целесообразно применение камеры 4К, обеспечивающей высокую четкость изображения. Помимо этого камеры 4К видеонаблюдения существенно превосходят аналоги в таких показателях как: возможность обнаружения, наблюдения, распознавания и идентификации (таблица 2).

Таблица 2 – Краткая характеристика камеры 4К видеонаблюдения

Количество мегапикселей, Мр	Стандарт 4К	Разрешение видеокамеры наблюдения, рсх	Соотношение сторон	Сфера применения видеокамер, Мр
12,3	Полнокадровый	4000×3072	1,3:1	Уличные и купольные 12
12	–	4000×3000	1,33:1	
8,8	DCI 4К	4096×2160	1,89:1	Уличные и купольные 8
7,4	Широкоэкранный (Scope)	4096×1800 (4096×1716)	2,27:1 (2,39:1)	Уличные и купольные 7
8,3	Ultra HD	3840×2160	1,78:1 (16:9)	Уличные и купольные 8
6,8	–	3096×2202	1,4:1	Панорамные
9,2	–	2400×3840	0,6:1	

Согласно представленного анализа основным преимуществом применения камеры 4К видеонаблюдения является сверхвысокое разрешение и отличная детализация видеоизображения, что позволяет использовать цифровой зум для более детального опознавания объектов, а среди недостатков следует отметить повышенные требования к пропускной способности локальной сети и повышенный объем записи архива.

Следует отметить, что система видеонаблюдения, с применением камеры 4К сама по себе не всегда способна предотвратить происшествие или преступление, однако ее видимое наличие на железнодорожном вокзале или транспорте позволит обеспечить снижение правонарушений. Поэтому такая система полностью оправдана с точки зрения постоянного контроля за возникшей ситуацией, так как она делает возможным идентификацию виновных и помогает в раскрытии преступлений.

#### Список литературы

- 1 Организация железнодорожных пассажирских перевозок / А. А. Авдовский [и др.] ; под ред. В. А. Кудрявцева. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 256 с.
- 2 Кузнецов, В. Г. Организация работы железнодорожных вокзалов: учеб. пособие / В. Г. Кузнецов, Л. А. Редько, И. М. Литвинова; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель, 2015. – 248 с.

УДК 656.224.072.44

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ ПОЕЗДОК НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*А. Н. БЕЛОУС, А. Ю. КУЛАЖЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время железнодорожный транспорт, можно сказать, все больше и больше заявляет о себе как транспорт удобный и комфортный для туристических поездок, которые реализуются как специальными туристскими или экскурсионными поездами, так и рейсовыми (графиковыми) экспрессами. Например, в Западной Европе железнодорожный транспорт наиболее популярен при проведении туристских путешествий и на его долю приходится около 30 % общего объема перево-

зок всеми видами транспорта. Это объясняется умеренными тарифами, многочисленными льготами, высоким уровнем сервиса в пути следования, наличием высокоскоростных маршрутов, наличием единых согласованных систем обслуживания, а также разветвленной сетью железных дорог. Следует отметить, что 2017 год был отмечен Организацией Объединенных Наций (ООН) как Международный год устойчивого развития туризма, на долю которого приходится примерно 10 % экономической активности в мире.

При этом одним из важнейших атрибутов современного сервисного обслуживания пассажиров при туристических поездках являются различные мобильные приложения, обеспечивающие справочной информацией, а также отражающие навигационную особенность железнодорожного вокзала станции отправления или прибытия и т. п. (таблица 1).

Таблица 1 – Краткая характеристика мобильных приложений для пассажиров

Приложение	Краткая характеристика
TripIt	Синхронизация различной информации (по приобретению билетов, бронирования мест в отеле и т. п.) с последующим выстраиванием маршрута передвижения
Rome2rio	Составление маршрута передвижения с учетом взаимодействия различных видов транспорта с отражением информации о ценах на билеты, время отправления автобусов, метро и других видов транспорта
CityMapper	Предоставление данных в реальном времени для всех вариантов общественного транспорта исходя из местоположения и составление маршрута следования на различных видах транспорта
Sygyic Travel	Навигация без подключения к Сети и вспомогательная информация
PackPoint	Сбор сумки в поездку на основе маршрута передвижения
uPackinglist	Сервис для создания списков вещей с возможностью интеграции записей с календарём
XE Currency	Информация о конвертировании любых валют мира
WiFi Map	Приложение-локатор для поиска ближайшей сети Wi-Fi
osmino Wi-Fi	Автоматическое подключение к бесплатному Wi-Fi по всему миру

Анализ таблицы 1 показал, что сфера туризма на железнодорожном транспорте многогранна и включает множество компонентов: туристические агентства, страховые компании, гостиницы, рестораны и т. д. И эта сфера в настоящее время становится все более мобильной, что подтверждается следующими данными:

- 65 % туристов предпочитают планировать маршрут поездки с помощью мобильных приложений;
- около 75 % туристов используют как минимум одно мобильное приложение во время своей поездки;
- 35 % туристов скачивают мобильные приложения для путешествий специально для конкретной поездки или приближающегося отдыха;
- 80 % всего времени пользователей в среднем по миру приходится на приложения мобильных устройств (20 % на мобильный браузер), в Италии – 95 %, в США – 92 % времени, в Индонезии – 83 %;
- 80 % путешественников публикуют свои фотографии с отдыха в социальных сетях;
- мобильные приложения для путешествий занимают 7-е место по количеству скачиваний среди всех существующих приложений.

Приведенная статистика показывает, что разработка приложений для туристических целей открывает новые каналы для повышения качества услуг, предоставляемых пассажирам.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что сегодня мобильные приложения являются повседневностью для подавляющего большинства населения и находят широкое применение в туристической сфере. К этому сегменту могут быть применимы соответствующие методы исследования повседневности в глобальном обществе при допущении, что базисные структуры отражают реальную специфику виртуального сообщества, построенного на коммуникации, опосредованной новейшими техническими средствами. При этом современная глобальная информационно-коммуникативная сфера – это особая форма взаимодействия людей, которая может пользоваться традиционными средствами общения, но одновременно может строить альтернативные системы и формы передачи информации.

#### Список литературы

- 1 Бабкин, А. В. Специальные виды туризма / А. В. Бабкин. – Ростов н/Д : Финансы и статистика, 2008. – С. 73–79.
- 2 Осипова, О. Я. Транспортное обслуживание туристов: учеб. / О. Я. Осипова. – М. : Академия, 2007.
- 3 Сенин, В. С. Организация международного туризма / С. В. Сенин. – М. : Финансы и статистика, 2008. – С. 145–153.
- 4 Программирование под Android / З. Медник [и др.]. – СПб. : Питер, 2012. – 496 с.

5 **Коматинени, С.** Android 4 для профессионалов. Создание приложений для планшетных компьютеров и смартфонов / С. Коматинени, Д. Маклин. – М. : Вильямс, 2012. – 880 с.

6 Android для программистов. Создаем приложения / П. Дейтел [и др.]. – СПб. : Питер, 2012. – 560 с.

УДК 656.2.08

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОДЪЕМА ПОСТРАДАВШИХ НА ВЫСОТУ МЕТОДОМ ПРОМЫШЛЕННОГО АЛЬПИНИЗМА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ТРАНСПОРТЕ**

*С. А. БЕЛЫЙ, В. Г. ГАВРИЛОВЕЦ*

*Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

Ежегодно, особенно во время курортно-туристического сезона, в мире происходят различные чрезвычайные ситуации на транспорте. Это дорожно-транспортные происшествия (далее – ДТП), аварии на железнодорожном транспорте, авиакатастрофы и т. д., при которых возможны падения автобусов и других транспортных средств в овраги и ущелья с больших высот. Одним из последних, к сожалению печальных примеров, является падение микроавтобуса с туристами в Грузии с каменистого склона 80-метровой высоты. В результате – 17 погибших, трое были госпитализированы в тяжелом состоянии, а нескольких пассажиров пропали без вести.

Аварийно-спасательные работы при падении автомобильного транспорта с высоты, как правило, затрудняются сложностью, либо невозможностью подъезда к месту чрезвычайной ситуации аварийно-спасательной техники, когда даже авиация (вертолеты) не могут приблизиться к месту чрезвычайной ситуации, в виду особенностей рельефа местности. Количество пострадавших и погибших, в такого рода чрезвычайных ситуациях, может исчисляться десятками, а цена жизни – минуты или секунды. Поэтому для извлечения пострадавших в результате ДТП при высотном рельефе местности могут применяться аварийно-спасательные работы методом промышленного альпинизма (таблица 1).

*Таблица 1 – Сравнительный анализ различных способов подъема пострадавшего на высоту методом промышленного альпинизма*

Метод	Краткая характеристика	Достоинство	Недостаток
Узел «Гарда»	Протравливание веревки в одну сторону и быстрое блокирование с возможностью протравливания ее в другую сторону. Сила торможения в узле регулируется подачей свободного конца в узел или его удерживания	Несложный узел, не требующий большого количества оборудования, хорошо фиксирующий нагруженную веревку	Обязательное применение двух совершенно одинаковых карабинов, вызывающих сильное трение и требующих значительных физических затрат при подъеме грузов, а также постоянного контроля
Система «Полиспасть»	Система блоков в составе подъемного механизма с креплением одной части полиспаста к неподвижной опоре, другой – к грузу	Выигрыш в скорости при увеличении высоты подъема груза	Необходимость в установке между полиспастом и барабаном неподвижных направляющих блоков
Альпинистская веревочная лебедка	Тяговое усилие передается посредством каната, цепи, троса или иного гибкого элемента от приводного барабана ручным или электрическим способом	Автоматическая блокировка под нагрузкой	Отсутствие возможности работать с двойной веревкой

Узел «Гарда» в основном применяют для страховки и торможения веревки при спуске и подъеме пострадавшего, транспортировке грузов, а также можно использовать для верхней страховки.

Основное преимущество простых полиспастов заключается в простоте расчёта и сборки, а также отсутствии необходимости что-то переставлять или менять в системе до окончания подъёма. Однако следует учитывать, что для создания простого полиспаста нужно много веревок и при больших кратностях сильно падает эффективность всей системы. Обычно считают, что не целесообразно применять простые полиспасты при кратности больше, чем 1:5.

Таким образом, рассмотренные способы подъема пострадавшего на высоту методом промышленного альпинизма при чрезвычайных ситуациях на транспорте позволяют быстро и эффективно локализовать проблемы и сохранить жизнь участникам ДТП.

### **Список литературы**

1 Грузоподъемные машины : учеб. для вузов / М. П. Александров [и др.]. – М. : Машиностроение, 1986. – 400 с.

2 **Веденин, С. В.** Спасательные работы на сложном горном рельефе в малой группе : метод. пособие / С. В. Веденин. – М. : ФАР, 2014. – 127 с.

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ДОСТУПНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПАССАЖИРСКИХ УСЛУГ НА ВОКЗАЛАХ, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ И ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТАХ**

*О. И. БИК-МУХАМЕТОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*А. С. СЫРЦОВ*

*Белорусская железная дорога, г. Минск*

Рассматривая вопрос повышения безопасности и доступности инфраструктурных объектов, действующих при железнодорожных пассажирских перевозках, безусловно стоит отметить, что конечной целью проводимой работы в данном направлении является создание комфортных условий пребывания потребителей на вокзалах, станциях, остановочных пунктах с целью их привлечения на железнодорожный транспорт.

На Белорусской железной дороге для пассажирских перевозок задействуется 19 вокзальных комплексов, порядка 330 железнодорожных станций и 580 остановочных пунктов. Доступность этих объектов, ощущение безопасного пребывания на них влияет на формирование мнения пассажира об общем уровне комфорта от поездки. Их территория является местом повышенной опасности и представляет собой комплекс сложных объектов, обеспечение доступности которых для всех категорий потребителей является сложной задачей, требующей комплексного анализа на этапе выполнения проектных работ с использованием единых понятных подходов.

В странах Европейского союза и Российской Федерации огромное внимание уделяется увеличению доступности транспортных услуг для физически ослабленных лиц. Многие нормативные правовые акты, разработанные в последние десятилетия, направлены на регламентацию требований к проектированию зданий, сооружений, транспортных коммуникаций, транспортных средств с учетом потребностей таких граждан, а также на обеспечение безопасного нахождения пассажиров на объектах железнодорожного транспорта.

В Российской Федерации действуют строительные нормы и правила, направленные на улучшение доступности зданий и сооружений маломобильных граждан и обеспечение пожарной и общественной безопасности, например, такие как СП 35-101-2001, СП 59.13330.2016, РДС 35-201-99, СНиП 21-01-97, СП 132.13330.2011 и др.

В Республике Беларусь также ведется целенаправленная работа в данном направлении. Так в 2018–2019 годах вступили в силу несколько новых документов на обеспечение пожарной безопасности и мобильности физических ослабленных лиц, например, такие как СТБ ISO 23599-2019, СТБ ISO 19026-2019, ТКП 45-3.02-318-2018, ТКП 45-2.02-315-2018, ТКП 45-2.02-316-2018, ТКП 45-2.02-317-2018, а также действуют ГОСТ 12.4.026-2015, СТБ ГОСТ Р 52131-2007, СТБ ГОСТ Р 51671-2007 и др.

Государственным объединением «Белорусская железная дорога» разработан проект технического нормативного правового документа (далее – ТНПА), регламентирующего правила и нормы технологического проектирования и содержания пассажирских обустройств на вокзалах, железнодорожных станциях и остановочных пунктах.

В ТНПА вопросы безопасности были рассмотрены, в первую очередь, в части определения требований к оснащению пассажирских платформ, пешеходных переходов. Также значительное внимание было уделено безопасности и доступности транспортных услуг для физически ослабленных лиц.

В ТНПА рассмотрены следующие меры обеспечения личной безопасности пребывания потребителей пассажирских услуг на железнодорожных станциях, вокзалах и остановочных пунктах:

– на участках курсирования пассажирских поездов со скоростью от 141 до 160 км/ч устройство пассажирских платформ островного типа предусматривается только при невозможности устройства пассажирских платформ бокового типа. В этом случае организуются дополнительные меры по обеспечению безопасности находящихся на них потребителей: устройство вдоль продольной оси пассажирской платформы перил секциями по 1–1,5 м по всей длине пассажирской платформы с разрывами между секциями для прохода шириной 3–5 м, оповестительная сигнализация о подходе к путям соответствующих пассажирских поездов;

– устройство защитно-охранного ограждения пассажирских путей станций или парков, препятствующего свободному доступу граждан к ним;

– организация доступа на пассажирские платформы только через специально оборудованные пешеходные переходы, пешеходные мосты или тоннели, через здание вокзала (конкорсы) или пассажирское здание;

– предусмотрено, что для обеспечения общественной безопасности и в качестве меры по борьбе с террористической деятельностью по решению Министерства внутренних дел Республики Беларусь на вокзалах могут оборудоваться пункты личного досмотра пассажиров, ручной клади и багажа;

– определено, что для обеспечения безопасности пребывания потребителей на территории вокзала, станции или остановочного пункта, на пассажирских платформах, пешеходных переходах должны размещаться различные знаки безопасности (запрещающие, предупреждающие, пожарной безопасности, предписывающие, эвакуационные, медицинского и санитарного назначения, указательные);

– установлено, что для обеспечения безопасности пребывания потребителей на ступенях любых лестничных маршей, не зависимо от числа ступеней требуется нанесение контрастных противоскользких полос на краевых (верхней и нижней) ступенях.

Отдельная глава ТКП посвящена безопасности пребывания на станциях, вокзалах и остановочных пунктах физически ослабленных лиц. В ТНПА предусмотрены меры по созданию безбарьерной среды на: автомобильных стоянках и парковках, пешеходных проходах, в зданиях вокзалов, наземных пешеходных переходах; подземных пешеходных переходах, надземных пешеходных переходах; пассажирских платформах; лестницах, на входах в здания и помещения, а также для обеспечения доступности билетных касс, камер хранения, залов ожидания, санитарных узлов. Основные меры направлены:

– на комплексное решение по адаптации железнодорожного объекта с точки зрения его доступности с учетом устройства подводящей уличной сети;

– избежание по возможности перепадов уровней и препятствий на путях движения.

Для этих целей адаптации железнодорожных объектов предусматривается:

– устройство тактильных полос, являющихся продолжением аналогичных полос на подводящей уличной сети, предупреждающих инвалидов с дефектами зрения о возможных опасностях и указывающих основные безопасные пути движения на территории вокзала и железнодорожной станции;

– устройство пандусов, подъемников и лифтов, ступеней лестниц с поручнями;

– устройство ограждений у опасных неустранимых мест на пути движения;

– использование речевых (звуковых) электронных информаторов;

– оборудование специальных площадок для посадки-высадки и стоянок для автомобилей физически ослабленных лиц;

– устройство кассовых окон на удобном для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата уровне.

Кроме того, для целей создания комфортных условий передвижения потребителей (с учетом их ручной клади) в ТНПА определены подходы к установлению минимально необходимой ширины пассажирской платформы, а также обеспечения максимальной доступности услуг железнодорожного транспорта для потребителей разработаны подходы к функциональному зонированию зданий вокзалов.

УДК 656.224.072

## **ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА ТРАНСПОРТЕ**

*Е. В. БОЙКАЧЁВА, М. А. БОЙКАЧЁВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Одной из важных составляющих устойчивого функционирования городов является эффективная система пассажирского транспорта. Оценки социологов предусматривают, что к 2030 году более половины населения развивающихся стран будет проживать в городах. Такая тенденция требует разработку и внедрения методик формирования стратегий функционирования и развития систем пассажирского транспорта, в том числе и на региональном уровне.

Рост автомобилизации населения привел к снижению спроса на услуги пассажирского транспорта и увеличил экологическую и транспортную нагрузку на города. Действующие тарифы на перевозки пассажиров не отражают реальную стоимость работы транспорта, не всегда в полном объеме покрывают затраты транспортных предприятий на осуществление перевозок, для перевозчиков отсутствуют возможности доступного финансирования обновления и восстановления подвижного состава.

Поэтому учитывая специфику транспортной услуги, необходимо:

- исследование внутренней среды предприятия – для оценки возможностей предприятия разрабатывать и реализовывать мероприятия, которые признаны целесообразными в ходе анализа состояния целевого рынка;
- исследование «разрывов (разломов) обслуживания» между ожиданиями потребителей и их восприятием реальных услуг – для выявления причин удовлетворенности / неудовлетворенности пользователей услуг;
- исследование неудовлетворенного спроса – для удержания имеющихся клиентов и недопущения их перехода на другие виды транспорта.

Оценка деятельности пассажирских перевозок предполагает систематический анализ рынка транспортных услуг населению и внешней среды для решения тактических и стратегических задач управления пассажирским комплексом железнодорожного транспорта, особенностью которой является спрос населения на транспортные услуги, что почти всегда является вторичной потребностью [1]. В связи с этим, при анализе потенциала рынка транспортных услуг обязательен учет изменения первичной потребности в зависимости от уровня социально-экономического развития региона и дифференциации образа жизни проживающего в нем населения. Обязательным направлением исследований пассажирских перевозок является составление характеристики рынка транспортных услуг населению.

Конкурентоспособность железнодорожного транспорта может быть оценена на каждом конкретном направлении пассажиропотока соотношением «цена – качество». Для этого требуется информация о полной стоимости поездки, включая затраты, связанные с проездом, питанием, постельными принадлежностями, а также учитывающей систему скидок и льгот, предоставляемых различными транспортными компаниями [3]. Кроме того, на основе экспертных оценок специалистов или социологических исследований потенциальных пассажиров проводится ранжирование конкурентоспособности различных видов транспорта по уровню качества предоставляемых услуг.

Общемировая практика ориентации на клиента предполагает сегментацию всех покупателей и потребителей услуг транспорта по следующим категориям:

- платежеспособность и социальная защищенность;
- отношение к комфорту;
- отношение к скорости и точности перемещения;
- возможность доступа к транспортным услугам;
- степень выгоды клиента и возможности ее роста.

Для формирования интереса к социальному направлению необходимо создавать для перевозчиков преференции в виде государственных гарантий на закупки услуг и участие в тендерах, льготных закупок техники, обучения персонала и его сертификации, налоговых льгот и т. д.

Большой опыт в области стимулирования объемов пассажирских перевозок имеют железные дороги стран Европы. Предоставление скидок за одновременное приобретение билетов «туда» и «обратно»; за покупку не менее определенного количества билетов; при предъявлении определенного количества уже использованных билетов и другие мероприятия по поддержке сбыта приводят к повышению спроса на железнодорожные пассажирские перевозки.

Важным элементом системы управления является формирование системы эффективного информационного обслуживания транспортных предприятий и их клиентов путем создания интегрирующих национальных и межнациональных информационных порталов, обеспечивающих предельно простой доступ к услугам, обратную связь и постоянное совершенствование услуг на их основе [2]. Любые изменения в каждой системе транспортной отрасли должны быть согласованы с изменениями во всех остальных системах, исходя из единых целей отрасли. Локальные улучшения в одной системе, осуществляемые без гармонизации с другими компонентами всей системы, могут привести к уменьшению эффективности всей отрасли и, безусловно, к неуправляемым и неожиданным изменениям остальных систем.

Создание интегрированного информационного пространства по продаже проездных билетов для перевозки пассажиров на все виды транспорта даст возможность существенно повысить качество и культуру обслуживания пассажиров. Это позволит обеспечить экономическую привлекательность и удобство системы для населения, снизить трудоемкость и напряженность работы операторов, сведет практически к нулю возможность подделки проездных документов, позволит обеспечить прозрачность расчетов между всеми участниками перевозок. Кроме того, такая система необходима для регистрации, учета, накопления, хранения данных, предоставления справочной информации, выдачи оперативной статистической отчетности.

Таким образом, принятие эффективных управленческих решений позволит обеспечить привлечение к пользованию железнодорожным транспортом необходимого пассажиропотока за счет конкурентоспособной тарифной политики и предоставления населению творчески продуманных транспортных услуг требуемого объема и уровня качества, соответствующего развитию современной экономики.

#### Список литературы

- 1 Глухов, В. В. Экономика и менеджмент в инфокоммуникациях : учеб. пособие / В. В. Глухов. – СПб. : Питер, 2016. – 160 с.
- 2 Дробышева, Л. А. Экономика, маркетинг, менеджмент : учеб. пособие / Л. А. Дробышева. 4-е изд. – М. : Дашков и К, 2016. – 152 с.
- 3 Орлов, В. Некоторые аспекты функциональной роли транспорта в макроэкономической системе пропорций и показателей / В. Орлов // Экономист. – 2017. – № 4. – С. 66–77.

УДК 629.485.6

## ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РОССИИ

*А. И. БЫКОВ, Т. А. ФРОЛОВА, А. В. ЗЯБЛОВ*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Для обеспечения безусловной безопасности пассажирских перевозок железнодорожным транспортом важную роль играет научнообоснованная организация технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) пассажирских вагонов. В настоящее время в Федеральной пассажирской компании ОАО «РЖД» (АО «ФПК») сложилась следующая конфигурация расположения пассажирских вагонных депо в Московском и Северо-Западных филиалах.

К Московскому филиалу АО «ФПК» относятся:

- ЛВЧД Орехово-Зуево;
- ЛВЧД Николаевка;
- ЛВЧД Москва-3;
- ЛВЧД Москва-Киевская;
- ЛВЧД Орел;
- ЛВЧД Смоленск.

На рисунке 1 показано территориальное расположение пассажирских вагоноремонтных депо Московского филиала.

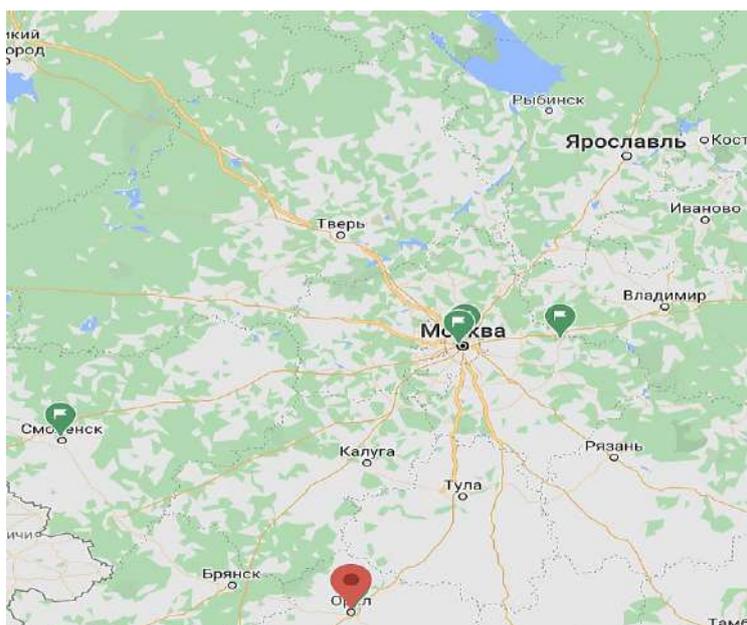


Рисунок 1 – Расположение вагоноремонтных депо Московского филиала

К Северо-Западному филиалу АО «ФПК» относятся:

- ЛВЧД Санкт-Петербург-Московский;
- ЛВЧД Калининград;
- ЛВЧД Москва.

Стоит отметить тот факт, что ЛВЧД Москва, принадлежащий к Северо-Западному филиалу АО «ФПК» территориально, по сути, входит в московский узел.

Пять пассажирских вагонных депо (ЛВЧД Орехово-Зуево, ЛВЧД Николаевка, ЛВЧД Москва-3, ЛВЧД Москва-Киевская (Московского филиала) и ЛВЧД Москва (Северо-Западного филиала), расположены непосредственно в городе Москва и ближнем Подмосковье.

В России принята планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта машин (ППР), которая представляет собой комплекс организационно технических мероприятий, проводимых в плановом порядке для обеспечения работоспособности и исправности машин в течение всего срока их службы, при соблюдении заданных условий и режимов эксплуатации.

Ремонт машин должен восстанавливать их исправность и работоспособность путем проведения комплекса работ, обеспечивающего устранение повреждений и отказов. Для ППР планово-предупредительной системой предусматриваются текущие (Т) и капитальные (К) ремонты.

Для пассажирских вагонов установлены следующие виды технического обслуживания:

ТО-1 – выполняется перед отправлением в рейс в пунктах формирования и оборота, а также в пути следования;

ТО-2 – выполняется перед началом летних и зимних перевозок;

ТО-3 – единая техническая ревизия основных узлов пассажирских вагонов через шесть месяцев после постройки, планового ремонта или предыдущей ревизии с отцепкой от состава поезда в пунктах формирования.

Кроме перечисленных видов ТО может также производиться текущий ремонт (ТР) с отцепкой вагона от состава поезда в пути следования или в пунктах формирования и оборота.

Рассмотрим отказы технических средств, допущенные по вине АО «ФПК», за 12 месяцев 2019 г.

Причинами отказов технических средств явились неисправности тормозного оборудования (7 случаев (сл.)), колесных пар (6 сл.), буксового узла (4 сл.), ударно-тягового устройства (2 сл.), кузова (2 сл.), срабатывание УКСПС (2 сл.), тележки (1 сл.), системы водоснабжения (1 сл.), системы отопления (1 сл.) и прочее (1 сл.). Всего 27 отказов.

Общее количество отказов, произошедших с пассажирскими поездами АО "ФПК" и отнесенных по виновности за вагоноремонтными предприятиями, вагоноремонтными и вагоностроительными заводами в 2018 представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Общее количество отказов пассажирских вагонов

Причина	Тормоза	Колеса	Букса	Автосцепка	Электрооборудование	Тележка	Привод генератора	Прочее
Количество случаев	35	10	5	5	35	14	8	6

Как видно из приведенных выше данных АО «ФПК», чаще всего поломкам в пассажирских вагонах подвержены тормозное оборудование, колеса и электрооборудование. Поэтому необходимо ремонтировать в первую очередь детали этих технических средств для достижения максимальной эффективности, так как чем выше объем ремонта, тем ниже цена.

Для ремонта деталей в каждом депо необходимы большие затраты на закупку и установку необходимого оборудования, поэтому надо проанализировать местоположения депо в пределах одного узла и понять, в какое депо лучше закупить и устанавливать оборудование для ремонта технических средств, а из этого депо уже отправлять отремонтированные детали в другие депо.

Определение рационального размещения современного ремонтного и диагностического оборудования, концентрация его в наиболее приспособленных для обеспечения эффективного ремонтного процесса пассажирских вагонных депо позволит повысить качество ремонтных работ, уменьшить себестоимость и тем самым повысить безопасность пассажирских перевозок.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СЕЗОННОЙ И МАЯТНИКОВОЙ МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПАССАЖИРОПОТОКОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В УСЛОВИЯХ АГЛОМЕРАЦИИ

Т. А. ВЛАСЮК

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время имеется около 40 определений миграции, в которых отражаются миграционные процессы, являющиеся неотъемлемой частью развития городов и расселения населения, и где данный процесс рассматривается на основе его перемещения на некоторое расстояние из места постоянного проживания в другие, часто очень отдаленные населенные пункты с учетом социально-экономических, культурных и др. факторов. Данные определения миграции позволили выделить характерные ее признаки, на которых акцентируют внимание исследователи, а именно:

- 1) пространственные перемещения;
- 2) постоянная или временная смена места жительства;
- 3) территориальное перераспределение населения.

Согласно данным признаков, выделяют четыре основных вида пространственного движения населения, к которым относятся *эпизодическая, маятниковая, сезонная и постоянная миграции*, являющиеся внутренней миграцией и формирующей региональный пассажиропоток на железнодорожном транспорте (рисунок 1).

Как видно из рисунка 1, виды внутренней миграции, состоящей из маятниковых (челночных) трудовых поездок, обусловлены большим расстоянием между местом жительства и работой населения, а сезонные перемещения связаны с сезонной работой, поездками на отдых, а также за город на дачи т. п. При этом количество отправленных и прибывших пассажиров в рамках миграционных процессов в составе регионального пассажиропотока почти всегда одинаково, что подтверждается примерами трудовых поездок маятниковой или сезонной миграций, величина которых зависит от характера размещения производства, его структуры, определяющих в итоге транспортную подвижность населения. Так, концентрация предприятий в городе-центре усиливает маятниковую миграцию населения из города-спутника, являющаяся одним из основных каналов перераспределения трудовых ресурсов в пределах систем взаимосвязанного расселения. Однако при концентрации производства в городе-спутнике его трудовые ресурсы обеспечиваются в большей степени местным населением и из сельской местности, а не города-центра, что подтверждается статистическими данными о контингенте работающих на предприятиях. При этом следует отметить, что трудоспособное население в городах-спутниках Республики Беларусь (Добруш, Скидель, Жабинка, Фаниполь, Логойск и др.) составляет от 55 до 60 % от общей численности проживающих, из которых от 20 до 40 % работают на промышленных градообразующих предприятиях и от 5 до 10 % являются индивидуальными предпринимателями. Население моложе трудоспособного возраста городов-спутников составляет от 17 до 24 %, старше – от 18 до 23 %. Как видно из приведенного анализа, города-спутники Республики Беларусь имеют

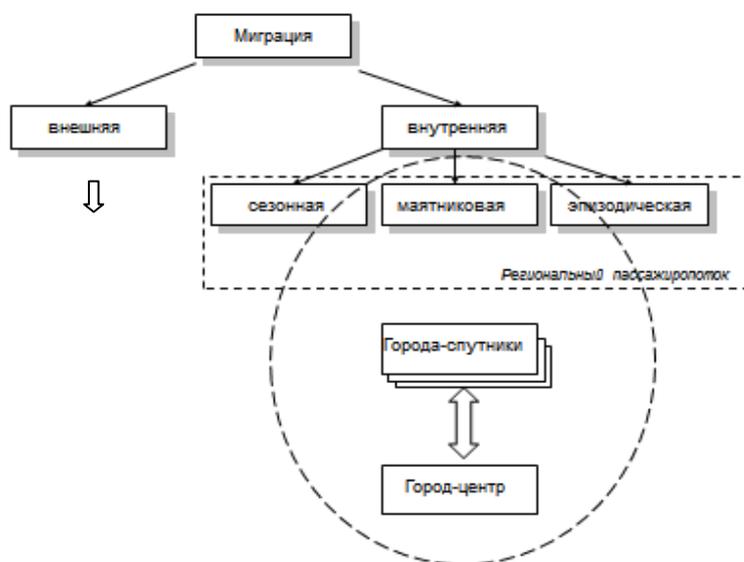


Рисунок 1 – Схема формирования регионального пассажиропотока на железнодорожном транспорте за счет внутренней миграции

одинаковую структуру населения по возрастному составу, не зависящую от общей численности проживающих и являющихся основой внутренней миграции (сезонной и маятниковой).

Таким образом, количество населения, концентрированный или рассредоточенный характер его распределения по территории агломерации, а также демографический состав могут выступать факторами, способствующими развитию или торможению того или иного производства, а также железнодорожного транспорта и его инфраструктуры. Можно предположить, что маятниковой миграции из города-спутника в город центр и обратно подвержено население моложе трудоспособного возраста, отличающегося мобильностью передвижения, а сезонной – старше трудоспособного возраста.

#### Список литературы

- 1 **Моисеенко, В. М.** Внутренняя миграция населения / В. М. Моисеенко. – М. : ТЭИС, 2004. – 285 с.
- 2 **Рыбаковский, Л. Л.** Миграция населения. Три стадии миграционного процесса. (Очерки теории и методов исследования) / Л. Л. Рыбаковский. – М. : Экон-информ, 2019. – 218 с.
- 3 **Рыбаковский, Л. Л.** История и теория миграции населения. Кн. 2 : Миграция населения: явление, понятие, детерминанты / Л. Л. Рыбаковский. – М. : Экон-Информ, 2017. – 234 с.
- 4 **Козловская Л. В.** Социально-экономическая география Беларуси: Курс лекций. В 3 ч. Ч. 3: Экономико-географическое районирование и характеристика регионов Беларуси / Л. В. Козловская. – Минск : БГУ, 2004. – 100 с.

УДК 656.224.072.4:325.1

## ЭПИЗОДИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПАССАЖИРОПОТОКОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Т. А. ВЛАСЮК*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Эпизодические миграции представляют собой деловые, рекреационные и иные поездки, совершающиеся не только нерегулярно по времени, но и необязательно по одним и тем же направлениям. При этом, если в деловых поездках участвует трудоспособное население, то в рекреационных – остальная его часть. Поэтому состав участников эпизодической миграции очень разнообразен и многообразен, что позволяет данному виду миграции по своим масштабам превосходить все остальные. Однако эпизодическая миграция и, как следствие, эпизодические поездки населения на железнодорожном транспорте, изучены не достаточно, особенно это актуально для поездок в рамках паломничества, оздоровления и т. п., благодаря которым величина регионального пассажиропотока может увеличиваться или уменьшаться. При этом региональный пассажиропоток не всегда будет одинаков как в одну, так и в другую сторону, как это чаще всего наблюдается при маятниковых или сезонных миграциях.

Паломничество, как один из видов внутренней эпизодической миграции, исходя из целей поездок вообще не рассматривается на железнодорожном транспорте, и сегодня эту нишу занимает автомобильный транспорт, где в настоящее время сформированы и действуют такие паломнические маршруты как «Светытыни родного края», а также к Чудотворным и святым местам Гомельщины и Туровщины. Например, в Петро-Павловский кафедральный собор Гомеля в 2019 году прибыли паломники со всей Беларуси, чтобы поклониться частице мощей святой Матроны Московской. По данным миссионерского отдела Гомельской епархии в течение 13 марта святыне поклонились свыше 100 тыс. верующих. С 17 по 24 января 2019 года храм праведного Иова Многострадального г. Минска, где находились Дары волхвов, посетило более 520 тыс. паломников согласно данным официального сайта БПЦ. При этом для паломнических туров чаще используется автомобильный транспорт (микроавтобусы и автобусы вместимостью до 40 человек в зависимости от численности группы паломников). Беларусь – многоконфессиональное государство. В стране насчитывается 25 религиозных конфессий, из которых наиболее распространённой является христианство (православие, католицизм, униатство и протестантизм), население также исповедует иудаизм и ислам. При этом с каждым годом количество верующих различных конфессий и число храмов постоянно возрастает. Помимо новых и современных монастырей в Республике Беларусь сохранились и уникальные древние храмы и монастыри, которые также являются зоной тяготения пассажиропотока (рисунок 1).

Рисунок 1 – Экскурсионные маршруты  
«Святыни Беларуси»:

1 – Храм Нерукотворного образа Господня, а. г. Рубель;  
2 – костел Преображения Господня в Германовичах; 3 – храм святого Иосифа (Оршанский район); 4 – Спасо-Евфросиниевский монастырь г. Полоцк; 5 – костел Святого Антония, г. Рогачёв;  
6 – Свято-Покровский храм, г. Хойники; 7 – Домовая церковь Святителя Николая Чудотворца г. Гродно; 8 – костел Вознесения Девы Марии, г. Скидель; 9 – храм Святителя Дмитрия Ростовского (а. г. Михановичи, Минский район); 10 – Ляденский Свято-Благовещенский мужской монастырь (д. Малые Ляды, Минский район); 11 – костел Пресвятой Девы Марии помощницы христиан (п. Лесной, Минский район); 12 – Криница (д. Студенец, Горецкий район); 13 – Свято-Троицкий храм, г. Мстиславль; 14 – Кермилицкий костел города г. Мстиславль; 15 – Минский Свято-Духовный Кафедральный собор, г. Минск; 16 – Архикафедральный собор Святого имени Пресвятой Девы Марии, г. Минск; 17 – храм-памятник в честь Всех Святых и в память о жертвах, спасению Отечества нашего послуживших, г. Минск



В связи с этим целесообразно рассмотреть возможность организации паломнических маршрутов на железнодорожном транспорте в региональном сообщении с учетом их специфики, что определяется следующими причинами:

- небольшие стартовые инвестиции;
- развитие паломничества в Республике Беларусь;
- высокий уровень рентабельности;
- минимальный срок окупаемости затрат.

Следует отметить, что наличие разветвленной сети Белорусской железной дороги по территории страны позволяет организовать такие маршруты в виде кратковременных (часовых) длительностью от 3 до 10 ч, а также однодневных, длительностью от 10 до 14 ч. При этом паломнические маршруты в зависимости от назначения и спроса могут быть регулярными, периодическими и разовыми, и их прокладывать на графике движения поездов целесообразно в пакетах с пассажирскими поездами, максимально используя съемные нитки графика сборных поездов.

#### Список литературы

- 1 Печерица, Е. В. Паломнический туризм: сущностные аспекты / Е. В. Печерица, Е. Е. Шарафанова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.
- 2 Шейбак, В. В. Эволюция традиций паломничества в православные монастыри у белорусов (1950–1980-е гг.) / В. В. Шейбак // Традицыі і сучасны стан культуры і мастацтваў : зб. дакладаў і тэзісаў VII Міжнар. навук.-практ. канф. Мінск, Беларусь, 24–25 лістапада 2016 года : у 2 т. / рэдкал. : А. І. Лакотка (галоўны рэдактар) [і інш.]. – Мінск, 2017. – Т. 2. – С. 655–658.
- 3 Дорогами православной Беларуси. – Минск : Белорусский Экзархат, 2010. – 272 с.

УДК 656.211.5.072.6

## ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НАПОЛЬНЫХ УКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИНФОРМИРОВАНИЯ ПАССАЖИРОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОКЗАЛАХ

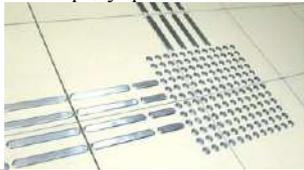
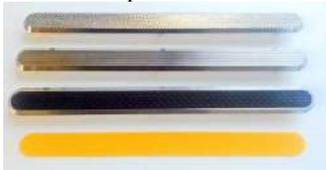
Т. А. ВЛАСЮК, А. Н. БЕЛОУС, Л. А. ГОНЧАРОВА  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время информационная поддержка пассажиров является неотъемлемым атрибутом всех видов транспорта, включая железнодорожный, который является зоной повышенной опасности. Поэтому одной из важнейших функций современного информационного обеспечения является своевременное отображение нужной для пассажиров информации, как на вокзале, так и прилегающих к нему территорий, а также пассажирских платформ. При этом особую актуальность приобретает контент их наполняемости и его «подача» пассажирам. Например, сегодня на железнодорожных вокзалах СНГ и Республики Беларусь чаще всего имеются несколько больших информационных табло, возле которых скапливается *n*-е количество пассажиров, иногда перекрывающих проходы к билетным кассам или создающих заторы для входящих или выходящих пассажиров. Можно сказать, что существующая практика развешивания нескольких больших информационных табло на вокзалах, которая была приемлема в XX веке, сегодня является устаревшей и требует со-

вершенствования. Следует отметить, что информационные табло за истекший период претерпели значительные изменения и усовершенствовались.

Однако представляет интерес зарубежный опыт стран Западной Европы, США, Китая и др., в которых наряду с информационными табло широко применяются напольные указатели, позволяющие сокращать время поиска и быстрее сориентироваться на железнодорожном вокзале. Напольные указатели выполняются в виде стендов, которые размещаются в самых проходных местах, и где они точно будут замечены, а также напольных наклеек со специальной износостойкой ламинацией, изготавливаемой в форме стрелок или следов, ведущих в нужном направлении. Для обеспечения желаемого эффекта метки на полу железнодорожного вокзала или перрона (платформы) должны иметь высокую заметность, высокий уровень износостойкости, а также быть привлекательными и информативными с разборчивым шрифтом и отчетливым изображением (таблица 1).

Таблица 1 – Краткая характеристика напольных указателей

Вид напольных указателей	Краткая характеристика	Назначение
<i>Тактильные</i> (обеспечение самостоятельного безопасного передвижения людей с инвалидностью по зрению)		
<p>Предупреждающие</p> 	Дискретные элементы в форме усеченного конуса, усеченной пирамиды или полусферы	Направление движения
<p>Направляющие</p> 	Прямые ребра с плоскими вершинами	Направляющие дорожки
<i>Указательные обозначения, стрелки для обустройства эвакуационных систем и показа направления пути к выходам в случае чрезвычайных ситуаций</i>		
<p>Фотолюминисцентные</p> 	Подсветка линий безопасности	Обозначение опасных зон и разметка платформы непосредственно у поездов
<p>Навигационные указатели</p> 	Указывающие надписи и стрелки	Указание направления месторасположения объекта
<i>Специальные сигнальные антискользящие полосы</i>		
<p>Антикаблук</p> 	Ячеистый коврик из ПВХ, обеспечивающий противоскользящие свойства	Защита от проникновения грязи в помещение, а также информирование слабовидящих о наличии препятствий или опасных зон благодаря контрастному цвету
<p>«Внимание порог»</p> 	Напольные наклейки	Обозначение опасных зон

Окончание таблицы 1

Вид напольных указателей	Краткая характеристика	Назначение
<p>«Осторожно/Аккуратно ступенька»</p> 		
<i>Напольная графика и аппликация</i>		
<p>Реклама</p> 	<p>Минимизация информации, размещенной на небольшой площади пола</p>	<p>Информационная реклама</p>

Как показал анализ таблицы 1, напольные знаки относятся к числу действенных средств организации пассажиропотоков в пределах вокзальных комплексов и выполняют функции, можно сказать, «немой справки» и, что особенно важно, служат в качестве индикаторов опасных участков, например, края платформы. Помимо этого напольные знаки позволяют пассажирам экономить время на расспросы и получение справок, так как по указателям можно беспрепятственно следовать в любую точку вокзала. При этом, чем бы не был занят пассажир в любой момент времени (покупками, разговором по телефону и т. п.), информация как бы «настигает» его, что делает ее очень удобной, ибо она гораздо крупнее обычных светящихся указателей, расположенных наверху, соответственно, лучше читается и её дальше видно.

Следовательно, через структурно-функциональную организацию напольных знаков, обеспечивающих определенную систему практических действий, создается система визуальной коммуникации, на которую приходится до 80 % информации, получаемой через органы зрения, что особенно важно для предупреждения об опасности пассажиров. Более того, сегодня напольная информация переходит в разряд интермодальной, так как касается не только железной дороги, но и городского транспорта и т. п., как бы пропитывает весь вокзальный комплекс, а не концентрируется в нескольких его точках.

Таким образом, напольные указатели на железнодорожных вокзалах являются важнейшей составляющей частью пассажирских перевозок, которые объединяют различные виды информации – практическую, коммерческую, МЧС, рекламную и т. п., что позволяет представить ее в управляемом виде на средства визуализации. Широкое применение напольной информации на вокзалах позволит повысить имидж железнодорожного транспорта страны и выйти на мировой уровень по обслуживанию пассажиров.

#### Список литературы

1 ИСО 23599:2012. Технические средства помощи слепым и слабовидящим людям. Тактильные указатели на пешеходной поверхности (ISO 23599:2012) (Assistive products for blind and vision-impaired persons – Tactile walking surface indicators).

2 Белов, К. А. Организация железнодорожных пассажирских перевозок / К. А. Белов, А. А. Авдовский, А. С. Бадаев. – М. : Академия, 2008. – 256 с.

**ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ РКИ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ  
С УЧЕТОМ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК**

*И. И. ВОЛЬСКАЯ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*Е. А. ВОЛЬСКАЯ*

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Республика Беларусь*

Преподавание русского языка как иностранного (РКИ) в техническом вузе является неотъемлемой и очень важной составляющей учебного процесса, поскольку овладение языком специальности невозможно без хорошего владения русским языком. Для большинства иностранных студентов русский язык не является родным, а зачастую изучать его они начинают только в университете. Конечно, обучение в университете на очной форме и пребывание в стране изучаемого языка дают возможность изучить русский язык достаточно быстро и эффективно. Но работа со студентами заочной формы обучения (особенно туркменский контингент) вызывает большое количество трудностей.

Начнем с того, что многие из этих студентов владеют русским языком на достаточно низком уровне, так как это не родной язык и даже не один из государственных языков. К тому же эти студенты не находятся постоянно в стране обучения и практически не используют коммуникативные навыки русского языка. Таким образом, они попадают в языковую среду только на несколько недель в году с очень сжатой по срокам сессией.

Именно по этой причине основная работа студентов заочной формы обучения должна проходить дома вне языковой среды, что осложняет весь процесс обучения.

В Белорусском государственном университете транспорта изучение русского языка как иностранного сопровождает студентов заочной формы в течение пяти лет, что дает возможность преподавателю поддерживать постоянно уровень языковой подготовки. Во время сессии обучение русскому языку проходит на практических занятиях и полностью «привязано» к терминологии специальности студента. И, как показывает опыт, данная работа приносит свои положительные результаты.

Но в условиях современного общества в связи с развитием информационных технологий процесс обучения в заочной форме можно облегчить и сделать практически непрерывным.

Рассмотрим основные информационные ресурсы, применение которых представляется возможным в образовательном процессе:

1 Чат – это текстовый диалог в сети Интернет, который можно вести в реальном времени. Текстовый вариант чата позволяет видеть набранный материал как преподавателю, так и студенту. Особенно популярными в данном случае становятся мессенджеры WhatsApp и Viber. И если речь заходит о преподавании иностранных языков, то чат – это возможность вовлечь студентов в коммуникацию на иностранном языке, используя привычную для них систему. Тем более, что практически в каждом телефоне сейчас есть переводчики, типа Google, Yandex, Промт и др..

2 Форум – это пространство для массового тематического общения, где специальным программным обеспечением является веб-форум. Форум имеет набор тем для обсуждения и набор участников форума. В обучении в настоящее время форум – самая распространенная форма общения преподавателя и студентов. Сейчас на смену веб-конференциям пришли социальные сети (В контакте, Instagram, Facebook и др.).

3 Электронная почта – это совокупность программно-аппаратных средств, обеспечивающих передачу сообщений между компьютерами. Сообщения могут быть представлены как в форме обычных текстов, так и в нетекстовой форме (программы, графика, видео, звук). Получение электронных сообщений, а также подготовка и отправка ответов на них могут производиться в удобное для любого участника переписки время. Электронная почта является одной из наиболее дешевых и сравнительно несложных телекоммуникационных технологий. Электронная почта может применяться для обмена необходимыми учебными и учебно-методическими материалами, домашними заданиями, справочными материалами.

Все виды интернет-коммуникаций подходят для работы со студентами из разных стран, так как можно интегрировать данную работу в зависимости от языковой подготовки, специальности и даже занятости студентов.

Последнее время все большую популярность приобретают онлайн-курсы по отдельным специальностям, поэтому авторами статьи и был создан такой курс по русскому языку как иностранному. Конечно, подобная работа предполагает адаптацию, но ее применение на практике позволит расширить возможности для преподавателя и студента. Онлайн-курс имеет ряд преимуществ:

- он не привязан к режиму реального времени, что позволяет студентам пользоваться ресурсами по своему графику;
- данный вид работы может носить практически индивидуальный характер, если преподаватель закладывает это в своем курсе (отличные типы заданий для студентов разных специальностей);
- курс включает в себя намного больше материала, чем тот, который преподаватель может дать во время сессии;
- при наличии контактов со студентом (e-mail, Viber, WhatsApp, VK, Instagram и другие) выполненные работы и задания могут быть сделаны и проверены преподавателем до сессии.

Из всего изложенного можно сделать вывод, что в преподавании РКИ информационные технологии уже давно доказали свою значимость не только при работе в аудитории, но и при дистанционном обучении. Мировая практика обучения иностранных студентов русскому языку показывает, что применение online-обучения выводит преподавание РКИ на новый уровень. Изучение русского языка всегда предполагало личное присутствие студента на занятиях и работу с классическими учебниками. А использование интернет-ресурсов позволяет изучать русский язык под руководством преподавателя практически в любой точке мира.

Таким образом, следует сделать вывод, что даже при наличии постоянно расширяющихся ИТ-технологий в обучении иностранному языку, педагогически оправдан поиск пути интеграции их в учебный процесс таким образом, чтобы технологии органично вписывались в систему обучения со всем программным языковым и речевым материалом.

УДК 656.224:657.471

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК**

*В. Г. ГИЗАТУЛЛИНА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Затраты, их величина и структура являются важной составляющей такого комплексного понятия, как конкурентоспособность предприятия, продукции, услуги. От их уровня зависят финансовые результаты деятельности, темпы его расширенного воспроизводства, а также финансовое состояние в целом. Кроме того, показатели себестоимости служат основой для соизмерения расходов и доходов, т. е. прибыльности хозяйствующего субъекта. Теория и практика показывает, что ни одно управленческое решение нельзя осуществить без затрат.

Понятие «конкурентоспособность» является одним из базовых в современной экономике, под которым, как правило, понимается совокупность потребительских свойств конкретного товара (услуги), отличающих его от аналогичного товара (услуги) конкурента по степени соответствия конкретным общественным потребностям.

Рассматривая железнодорожную отрасль экономики, выделим одно из важных направлений ее деятельности – пассажирские перевозки. Пассажирские перевозки занимают особое место в работе железнодорожного транспорта, что обусловлено их значительным социально-экономическим назначением. Потребность населения в перевозках связана как с производственной деятельностью, так и с культурно-бытовой необходимостью. Поэтому железная дорога осуществляет важную работу по перемещению населения: к местам работы и учебы; дачным участкам; культурным центрам; местам отдыха и восстановления здоровья.

И хотя в объеме перевозок Белорусской железной дороги на долю пассажирских перевозок приходится более 10 %, данному виду перевозок придается важное значение, учитывая социальную ориентацию экономики Республики Беларусь. Основная цель, которая ставится руководством же-

лезной дороги по выполнению пассажирских перевозок, – полностью обеспечить все потребности населения в перевозках, предоставляя скорость и комфорт.

Себестоимость пассажирских перевозок в течение шести лет превышает себестоимость грузовых перевозок более чем в три раза. Можно предположить, что данное соотношение не будет изменяться и в дальнейшем, а даже возможно предположить его рост, так как изменения себестоимости грузовых перевозок будут не столь значительным, чем себестоимости пассажирских перевозок. Превышение себестоимости пассажирских перевозок над грузовыми, как показал исторический обзор, является экономической реальностью для всех железных дорог бывшего СНГ. Говоря об уровне затрат, нельзя однозначно утверждать, что высокие затраты являются признаком неэффективного и неконкурентоспособного предприятия, а увеличение определенного вида затрат не является признаком бесхозяйственности. Затраты в той степени повышают конкурентоспособность предприятия, в которой они ведут к улучшению финансовых показателей его деятельности и дают возможность улучшить его рыночную репутацию.

Несомненно, конкурентоспособность предоставляемых услуг находится в прямой зависимости от размеров и структуры затрат, хотя затраты не единственный фактор, определяющий конкурентоспособность услуги. Оценивая показатели себестоимости пассажирских перевозок на железной дороге, следует отметить, что их точность и достоверность на определенных этапах развития экономики железной дороги может вызывать сомнения. Необходимым условием для получения достоверных показателей себестоимости является наличие информации о затратах, связанных с пассажирскими перевозками, полученных не в результате распределительных расчетных действий, а на основании первичного учета.

В современной системе организации бухгалтерского учета эксплуатационных расходов использованы все возможности, чтобы учесть большую часть затрат, непосредственно связанных с пассажирскими перевозками. Однако оставшаяся часть затрат может быть получена только на основании их распределения между видами перевозок, а любое распределение всегда снижает точность получаемых показателей. Поэтому исходная информация, полученная не из первоисточников, а в результате расчетных действий, не позволяет получить реального представления о величине себестоимости пассажирских перевозок. Единственно верный путь – это основываться только на прямых расходах, т. е. тех, что получены из первичного учета затрат.

Детальный анализ Номенклатуры расходов позволил выявить отдельные технологические операции отраслевых хозяйств, где на уровне первичного учета возможно получение информации, отдельно связанной с пассажирскими перевозками (увеличение количества статей Номенклатуры или развитие аналитики). Сегодняшний этап развития экономики железной дороги создает благоприятные условия для такого подхода при расчетах показателей себестоимости пассажирских перевозок.

Для выявления резервов снижения издержек и повышения эффективности пассажирских перевозок важное значение имеет тщательный экономический анализ затрат не только в целом по пассажирским перевозкам, но и по отдельным составляющим этого процесса. В разрезе предприятий пассажирского хозяйства наиболее затратными статьями являются деповской и капитальные ремонты пассажирских вагонов (35,4 %), обслуживание пассажирских вагонов поездными бригадами (22,9 %), амортизация пассажирских вагонов (9,9 %). Перечисленные расходы, непосредственно влияющие на себестоимость пассажирских перевозок, формируются в первую очередь в вагонных участках отделений дороги. При этом необходимо учитывать, что себестоимость пассажирских перевозок в разных видах сообщений и категориях поездов неодинакова, что объясняется разными условиями эксплуатации, определяющими величину затрат измерителей на единицу пассажирских перевозок.

Изменение уровня себестоимости пассажирских перевозок по видам сообщений связано с различием числа вагонов в поездах, их вместимостью и населенностью, неодинаковыми затратами энергетических ресурсов и маневровой работы на единицу перевозок, разной дальностью следования поездов и поездки пассажиров, различными нормами обслуживания вагонов проводниками, неодинаковым уровнем комфортабельности перевозок, разными показателями использования подвижного состава и другими причинами.

Одним из основных способов сокращения эксплуатационных расходов при существующей системе технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов является оборудование вагонов при плановых видах ремонта деталями и узлами повышенного ресурса, что позволяет сокращать периодичность плановых видов ремонта и технического обслуживания.

Другим направлением оптимизации расходов на пассажирские перевозки является повышение производительности труда путем уменьшения потребного контингента и, как следствие, сокращение фонда оплаты труда. Наибольший сегмент сокращения расходов в данном случае – совершенствование перевозочной деятельности и условий реализации транспортных услуг. Необходимо дальнейшее активное внедрение систем продажи проездных документов без участия непосредственно билетных кассиров Белорусской железной дороги. В этой связи видится необходимым расширение сети реализации проездных документов за счет привлечения сторонних организаций, а также развитие продаж на базе современных информационных технологий, включающих в себя как покупку проездного документа через интернет с последующим его получением в транзакционном терминале, установленном в местах массового скопления людей, непосредственного оформления проездного документа через транзакционный терминал самообслуживания, а также главное направление работы – развитие электронной регистрации.

Повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта и качества обслуживания пассажиров предполагается за счет перехода на более комфортабельный современный моторвагонный подвижной.

Следует отметить, что конкурентоспособность является производной от множества факторов, однако можно с уверенностью утверждать, что затраты, их величина и структура оказывают значительное влияние на конкурентоспособность предоставляемых услуг.

УДК 656.211:656.26

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТРЕХМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПАССАЖИРСКИХ ОБУСТРОЙСТВ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ**

*А. К. ГОЛОВНИЧ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель,*

*С. П. ВАКУЛЕНКО*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

Пассажиропотоки на вокзальном комплексе пассажирской станции зарождаются и погашаются за пределами её непосредственных границ. Поэтому модельная реконструкция технологических операций по обслуживанию пассажиров должна охватывать комплекс пассажирских устройств и сооружений не только пассажирской станции, но и всего пересадочного узла. Модельное пространство пассажирских устройств пассажирской станции не ограничивается путевым развитием её приемоотправочных парков и техническим оснащением посадочных пассажирских платформ, а включает в целом вокзальный комплекс с привокзальной площадью, а также остановочные пункты наземного городского пассажирского транспорта (НГПТ) различных видов транспорта в пределах пешей доступности от пассажирской станции. Так как основные технологические операции на вокзальном комплексе пассажирской станции связываются с обслуживанием пассажиров, то важно определить модельный способ наглядной визуализации перемещения пассажиров. В зависимости от величины плотности пассажиропотока в трехмерной модели его можно представить:

- условными графическими образами;
- групповыми или индивидуальными аватарами.

Условные графические образы не имеют реальных объектов-прототипов на вокзальном комплексе пассажирской станции и представляют собой несвойственные для трехмерного информационного образа плоские конструктивы в виде некоторой *поточковой зоны*, в границах которой перемещаются пассажиры. Двумерная структура потоковой зоны резко снижает наглядность данного изображения, формируя достаточно абстрактный вид, резко контрастирующий с другими полноценными трехмерными объектами путевого развития и технического оснащения пассажирской станции и его вокзального комплекса.

Групповые и индивидуальные *аватары* соответствуют представлению группы пассажиров или персонифицирующих каждого пассажира в отдельности в зависимости от высокой или низкой

плотности пассажиропотоков. При плотности пассажиропотока выше некоторой предельно низкой, аватарное представление группы пассажиров можно рассматривать как движущиеся информационные волны от областей зарождения до погашения пассажиропотоков без идентификации каждого пассажира. Визуально перемещение пассажиров в области потоковой зоны отражается как множественное движение облака текстурных точек, напоминающих перемещение людского потока. Приближение к информационному объекту группового аватара не детализирует картину, и облако остается пространственно контурным без визуализации каждого пассажира в отдельности. Если плотность пассажиропотока переходит в зону предельно низкой, то движение пассажиров моделируется с использованием индивидуальных аватаров. Путь каждого пассажира от пункта зарождения потока до точки назначения (в пределах пересадочного узла) может быть показан с помощью соответствующего спрайтового изображения.

Для формирования полной картины распределения и движения пассажиропотоков в пересадочном узле требуется иметь все данные по подходу транспортных средств НГПТ к остановочным пунктам пересадочного узла, числу пассажиров во всех транспортных средствах, целям поездок. Чем полнее и точнее такая информация, тем достовернее можно будет смоделировать пассажиропоток.

В общем случае все пассажиропотоки в узле взаимодействия следует рассматривать как единую потоковую зону, в которой пассажиры могут перемещаться между любыми областями зарождения и погашения потоков. Установленные цели движения пассажиров позволят сформировать *полную матрицу потоков* и трансформировать ее в соответствующую визуализированную графическую конструкцию, накладываемую на динамическую 3D-станцию. В различных областях взаимодействия пассажиропотоков в пределах общей потоковой зоны возникают области их слияния, разделения и пересечения, которые называются конфликтными точками соответственно 1, 2 и 3-го родов. Конфликтные точки первого рода характеризуются слиянием двух потоков пассажиров в один общий. Визуально в этой области наблюдается смешение исходных двух потоков с формированием нового, не наблюдавшегося в первоначальных потоках, который необходимо каким-либо образом выделять цветом. Конфликтные точки второго рода определяются при расслоении общего потока пассажиров и формировании обособленных цветов визуального отражения каждого из возникающих потоков. Конфликтные точки третьего рода являются наиболее сложными в модельной реализации, в которой следует отражать возможное взаимопроникновение их друг через друга. Такие области взаимодействия потоков пассажиров с их пересечением могут быть выделены мигающей структурой с переходом от цвета одного потока к цвету другого.

Динамический расчет всех потоков пассажиров, перемещающихся по маршрутам вокзального комплекса пассажирской станции в частности и пересадочного узла в целом, позволит моделировать состояния конфликтных точек первого, второго и третьего родов с оценкой загрузки соответствующих областей и формирования целостного модельного образа функционирующей пассажирской станции.

УДК 656.2.08:004

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОКУМЕНЦИИ КАК ФАКТОР БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК**

*Н. А. ГРИШАНКОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Для повышения эффективности чтения и аудирования документации по безопасности пассажирских перевозок необходимо рассмотреть вопрос об оптимальном соотношении в них избыточности и информативности, так как в низкоинформативных или наоборот чрезмерно информативных документах смысловой уровень восприятия текста предусматривает и ряд последовательных переходов от фазы установления смысловых связей, в том числе между словами и смысловыми звеньями. При этом полное понимание текста достигается, когда «грамматика слов» превращается в «грамматику мысли» [1].

Таким образом, учитывая указанные уровни смыслового восприятия, представляется возможным выявить речезыковые и когнитивные механизмы, благодаря которым респондентам становится ясен смысл текста документа [2–5]. В связи с этим для исследования были подобраны четыре текста документов по безопасности пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте, ко-

торые одинаковы по объему, но имеющих разную сложность содержания, что позволило их рассматривать как А1 и А2 («легкие» тексты) и В1 и В2 («трудные» тексты).

Процедура анализа текстов документов по данному направлению с целью устранения смысловой избыточности состоит в формировании информационной структуры текста документа и определении дублирующей информации с последующим устранении имеющейся в ней избыточности. Понимание смысловой информации текстов документов при чтении и аудировании контролировалось с помощью письменных пересказов и ответов на вопросы, касающиеся главной мысли и подтекста сообщения в количественном значении для правильно переданных фактов полного и сокращенного вариантов текстов документов, а также искаженных и пропущенных фактов (таблица 1).

Таблица 1 – Групповые сопоставления понимания главной мысли текста и подтекста полного и сокращенного вариантов документа

Вид деятельности	Вариант текста	Количество респондентов, правильно понявших главную мысль и подтекст текста, %	
		полный текст	сокращенный
Аудирование	А1	100	94
Аудирование	В1	100	90
Чтение	А2	95	100
Чтение	В2	100	91

Анализ таблицы 1 показал, что на вопросы о главной мысли текста и подтекста правильно понимаются большинством респондентов в том случае, если оба текста предъявляются в полном варианте. Разница в понимании полного и сокращенного вариантов «легкого» текста (А1) составляет 6 %, а «трудного» (В1) – от 1 до 10 %. Следовательно, повышение информативности текста оказывает отрицательное влияние на понимание главной мысли, как текста, так и подтекста «трудного» сообщения, чем на понимание главной мысли текста и подтекста «легкого» текста – 4 %. Разница в понимании главной мысли текста и подтекста полного и сокращенного вариантов одного и того же документа составляет: для «легкого» варианта – 6 %, что менее значимо, а для «трудного» – 10 %.

При чтении главная мысль текста и подтекста «легкого» текста А2 поняты лучше, когда текст предъявлен в компрессионном варианте – разница составляет – 5 %. Главная мысль текста и «трудного» подтекста лучше поняты в полном варианте и разница составляет – 9 %.

Таким образом, выполненный анализ показал, что повышение информативности текста документа оказывает положительное влияние на глубину понимания «легкого» текста и отрицательное – «трудного».

Сопоставление результатов понимания главной мысли текста и подтекста при чтении и аудировании свидетельствует о том, что глубина одинакова (при аудировании – от 100 до 90 %, при чтении от – от 100 до 91 %). Полученные результаты дают основание предположить, что вид речевой деятельности человека не оказывает существенного влияния на глубину понимания.

#### Список литературы

- 1 **Выготский, Л. С.** Собрание сочинений: в 6 т. Т. 2. / Л. С. Выготский. – М. : Педагогика, 1982. – 306 с.
- 2 **Бельтюков, В. И.** Взаимодействие анализаторов в процессе восприятия и усвоения устной речи / В. И. Бельтюков. – М. : Педагогика, 1977. – 176 с.
- 3 **Жинкин, Н. И.** Речь как проводник информации / Н. И. Жинкин. – М. : Наука, 1982. – 157 с.
- 4 **Зимняя, И. А.** Лингвopsихология речевой деятельности / И. А. Зимняя. – М. : Москва; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2001. – 320 с.
- 5 **Зорькина, О. С.** О психолингвистическом подходе к изучению текста / О. С. Зорькина // Язык и культура. – Новосибирск, 2003. – С. 205–210.

УДК 656.08

## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*А. В. ДУБОВИК*

*Институт пограничной службы Республики Беларусь, г. Минск*

Географическая особенность расположения Республики Беларусь, уровень развития транспортных коммуникаций, широкая сеть логистических центров и стабильная социально-политическая

обстановка в стране привлекают международных перевозчиков к использованию транспортных путей нашей страны в качестве основных маршрутов для осуществления своей деятельности.

Как показывает опыт последних лет, служебная деятельность частей и подразделений пограничного контроля осуществляется в обстановке стабильного роста движения через Государственную границу Республики Беларусь физических лиц и транспортных средств, что в условиях неудовлетворительной работы контрольных служб сопредельных государств приводит к образованию очередей перед пунктами пропуска. Очереди из автобусов в некоторых пунктах пропуска достигали в летнее пиковое время до 50 единиц в каждом направлении. Естественные нужды пассажиров, а также температура воздуха в период нахождения в очередях подразумевают выход пассажиров из транспортных средств, что не всегда безопасно и влечет за собой дорожно-транспортные происшествия, нарушение режима в пункте пропуска, «потерю» пассажира (убытие автобуса из места оформления без пассажира, посадка пассажира в другой автобус и т. п.).

Подразделения пограничного контроля принимают все необходимые меры для обеспечения безопасности пассажиров как в период прохождения всех видов контроля, так и при ожидании очереди для их прохождения. Основным направлением сосредоточения усилий при этом является проблема минимизации очередей в целях обеспечения безопасности пассажирских перевозок при пересечении государственной границы.

К главной причине скопления очередей из автобусов можно отнести высокую плотность прибытия автобусов, а также их одновременное прибытие. К сожалению, на сегодняшний день каждый пункт пропуска имеет ту пропускную способность, которая складывается исходя из территории пункта пропуска, численности сотрудников, наличия залов оформления и их особенностей (реверсивное оформление), а не из интенсивности пассажиропотока.

Необходимо отметить, что автобусные парки и частные компании при составлении расписания движения преследуют получение максимальной прибыли от конкретной перевозки пассажиров, что достигается максимально допустимым количеством пассажиров по всему маршруту следования. При этом они исходят из графика движения поездов и расписания авиаперелетов в населенных пунктах по маршруту их следования, а также из удобства времени прибытия и убытия. Данные факты прослеживаются при уточнении расписания движения автобусов с руководством автопарков. При выборе маршрута следования перевозчики выбирают кратчайший маршрут, что приводит к высокой плотности прибытия автобусов в одни пункты пропуска и отсутствием пассажиропотока в других пунктах пропуска.

Согласно Инструкции о порядке взаимодействия государственных контрольных органов при пропуске через Государственную границу Республики Беларусь физических лиц, транспортных средств и товаров в пунктах пропуска через Государственную границу Республики Беларусь, время оформления автобусов в пунктах пропуска составляет: без высадки пассажиров – 40 минут, с высадкой пассажиров – 50 минут. Данный фактор при составлении расписания движения учитывается в последнюю очередь и только в процессе согласования расписания движения с должными лицами Госпогранкомитета в соответствии с Правилами автомобильных перевозок пассажиров.

Образование очередей из автобусов несет в себе следующие угрозы безопасности пассажиров:

- массовый выход пассажиров на проезжую часть дороги или территорию пункта пропуска, не предназначенную для нахождения пешеходов;
- перекрытие отдельной части дороги, что создаст трудности при встречном разъезде, особенно при наличии очередей из других категорий транспортных средств, или другие препятствия для дорожного движения;
- ухудшение состояния здоровья пассажиров, их моральный ущерб.

Все вышеизложенное указывает на необходимость совершенствования и упорядочения пассажирских перевозок автомобильным транспортом в части касающейся пересечения границы.

Для этих целей целесообразно использовать практику распределения нагрузки транспорта, используемую в железнодорожных и воздушных пунктах пропуска. В настоящее время одновременное прибытие поездов в железнодорожные пункты пропуска, а также одновременная посадка самолетов в воздушных пунктах пропуска исключены. Это достигается посредством функционирования Центра управления полетами и Центра управления перевозками Белорусской железной дороги. Для этого необходимо создать единый государственный центр управления пассажирских автоперевозок, который аккумулирует в себя всю сеть пассажирских автоперевозок государственных организаций, частных и иностранных компаний.

В первую очередь, необходимо создать единое расписание движения автобусов, где пересмотреть места и время пересечения государственной границы рейсовыми (в т. ч. иностранными) автобусами по согласованию с Госпогранкомитетом в целях оптимизации нагрузки на пункты пропуска. Приоритетным направлением в данных расчетах целесообразно рассматривать сочетание с графиком движения поездов и расписанием авиаперелетов в населенных пунктах по маршруту следования.

С учетом пересмотренного расписания движения рейсовых автобусов необходимо определить места и время пересечения границы автобусов, осуществляющих перевозку организованных групп детей, во взаимодействии с заинтересованными государственными организациями по согласованию с Госпогранкомитетом. Приоритетным направлением в данных расчетах целесообразно рассматривать удобство прибытия и убытия, а также кратчайший маршрут следования, что регламентировано Правилами автомобильных перевозок пассажиров.

Частные (в т. ч. иностранные) перевозчики обращаются на сайт единого государственного центра управления пассажирских автоперевозок, бронируя время и место пересечения границы. Данный сайт представит собой своеобразную электронную очередь для пассажирских автоперевозчиков. Конечную информацию в виде сформированного расписания автомобильных перевозок пассажиров получают Госпогранкомитет (пункты пропуска) и операторы зон ожидания электронной очереди.

Госпогранкомитет и Государственный таможенный комитет принимают все необходимые меры для соблюдения установленного графика пересечения границы, при этом превышение времени оформления одного транспортного средства не должно сказываться на последующих транспортных средствах.

Прибывшие к пункту пропуска незарегистрированные в системе (в т. ч. пропустившие свое время) перевозчики могут быть пропущены через границу в исключительных случаях при появлении свободного времени между автобусами вследствие небольшого количества пассажиров по решению компетентных должностных лиц Госпогранкомитета и Государственного таможенного комитета.

Данная система после детальной проработки позволит исключить образование очередей перед пунктами пропуска, и, как следствие, время ожидания для пересечения границы, разгрузит основные транспортные артерии, что в совокупности внесет огромный вклад в обеспечение безопасности автомобильных перевозок.

#### Список литературы

1 Правила автомобильных перевозок пассажиров : Пост. Совета Министров Респ. Беларусь от 30.06.2008 г. № 972 (в ред. пост. Совета Министров Респ. Беларусь от 31.08.2018 г. № 636). – Национальный правовой интернет-портал, 11.09.2018, 5/45556.

2 Инструкция о порядке взаимодействия государственных контрольных органов при пропуске через Государственную границу Республики Беларусь физических лиц, транспортных средств и товаров в пунктах пропуска через Государственную границу Республики Беларусь : Пост. Гос. пограничного комитета Респ. Беларусь и Гос. таможенного комитета Респ. Беларусь 31.10.2011 г. № 25/47 (в ред. пост. Гос. пограничного комитета Респ. Беларусь и Гос. таможенного комитета Респ. Беларусь от 29.08.2014 г. № 15/49). – Минск, 2014.

УДК 656.08:316.62

## **РОЛЬ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ В РАЗВИТИИ У ПАССАЖИРА СПОСОБНОСТИ ПРИНИМАТЬ РЕШЕНИЕ ПРИ ОПАСНОМ ПРОИСШЕСТВИИ НА ТРАНСПОРТЕ**

*Т. П. ДЮБКОВА-ЖЕРНОСЕК*

*Белорусский государственный университет, г. Минск*

Совершенствование системы обеспечения безопасности транспортной деятельности на основе модернизации инфраструктуры транспортного комплекса и организации ситуационного мониторинга является одной из основных задач Стратегии инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 г. [1, с. 631]. Любое транспортное средство может быть источником повышенной опасности. Сокращение количества опасных происшествий на транспорте и их неблагоприятных последствий требует не только строгого соблюдения требований по эксплуатации транспортных средств, но и правил безопасного поведения пассажиров и их умений адекватно дей-

ствовать в случае возникновения опасной ситуации. Развитие способности принимать решения в обстановке, сопряженной с высоким риском для жизни при опасном происшествии на транспорте, осуществляется в процессе эвристического обучения. Основным содержательным элементом эвристического обучения – открытое задание, направленное на творческую самореализацию обучающихся и не имеющее однозначных и «правильных» ответов [2, с. 63].

Цель работы – обобщить роль эвристического обучения в развитии у пассажира способности принимать самостоятельные ответственные решения по спасению собственной жизни при опасном происшествии на транспорте (эскалатор поэтажный).

Настоящая статья является результатом участия автора в дистанционной программе повышения квалификации «Методика обучения через открытие: как обучать всех по-разному, но одинаково», организованной в Белорусском государственном университете в рамках реализации проекта «Педагогическая мастерская online-обучения: опыт БГУ» (май-июнь 2020 г.).

Эвристическое интернет-занятие проводилось в рамках изучения темы «Обеспечение безопасности услуг по пассажирским перевозкам на транспорте общего пользования и порядок действий пассажиров при опасных происшествиях» интегрированной учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека» [3, с. 17]. В роли потенциальных пассажиров транспорта выступили студенты первого курса факультета международных отношений БГУ. Цель занятия – организовать образовательную среду для порождения обучающимися креативных идей и развития способности принимать нестандартные решения в условиях высокого риска для жизни путем создания материализованного образовательного продукта в исследуемой области реальности. Основные задачи, реализуемые в процессе занятия: 1) развитие у обучающихся умений анализировать обстановку при опасном происшествии на транспорте, выявлять различные виды опасности и источники их возникновения; 2) формирование отношения к человеческой жизни как наивысшей ценности; 3) развитие умений прогнозировать возможные последствия принимаемых решений и выбирать оптимальную модель поведения, обеспечивающую сохранение жизни и минимизацию ущерба здоровью при опасном происшествии на транспорте.

Практическое интернет-занятие проводилось в несколько этапов. На подготовительном этапе на Образовательном портале БГУ (LMS Moodle) размещались открытое (эвристическое) задание, критерии оценивания субъективного образовательного продукта, структура отметки. Для эффективной самостоятельной работы на портале были размещены также теоретический учебный материал в виде электронной презентации лекции в PowerPoint и список рекомендуемой литературы. Обязательным условием содержания предоставленных материалов явилось отсутствие готового решения открытого задания. Подготовительный этап включал также конструирование обучающимися собственных целей занятия с помощью базисной триады вопросов по заданному алгоритму. Для каждого этапа работы устанавливался дедлайн, о котором обучающиеся были проинформированы заблаговременно. Вопросы, возникающие к преподавателю в процессе выполнения задания, студенты публиковали в чате (вертикальная коммуникация).

На первом этапе обучающимся предлагалось выполнить открытое задание «Неудержимый экспресс» для изучения реального объекта действительности. Результатом выполнения задания явился созданный каждым студентом субъективный образовательный продукт, содержание которого зависело от его уровня знаний, опыта, эрудиции, личностных качеств, мотивации к деятельности и отличалось от образовательных продуктов других обучающихся.

#### **«Неудержимый экспресс»**

*Эскалатор поэтажный в крупных торгово-развлекательных центрах современного города – незаменимый транспортный подъемный механизм. Его основная функция – быстрое и комфортное перемещение пассажиров с одного уровня на другой. Но иногда поездка на перегруженном пассажирскими эскалаторе имеет непредсказуемые последствия.*

*Представьте, что вы находитесь в толпе покупателей торгового центра, в котором начался сезон распродаж и скидок. Стоя на лестничном полотне эскалатора, свободно нависающего над бетонным основанием торгового центра, вместе с другими пассажирами вы поднимаетесь на верхний этаж. Внезапно в работе подъемника происходит сбой. Вначале эскалатор замедляет ход, затем меняет направление движения и, быстро увеличивая скорость, устремляется вниз. Стоящие на ступенях пассажиры теряют равновесие, падают и, скатываясь вниз на бетонное основание, образуют «гору» из людских тел.*

*Предложите свой алгоритм действий, обеспечивающий сохранение жизни в сложившейся ситуации. Обоснуйте ответ и оформите его в виде текста (до 2 страниц).*

Второй этап предусматривал демонстрацию и сравнение субъективного образовательного продукта, созданного каждым обучающимся, с его культурно-историческим аналогом [4, с. 88]. Внимание студентов было сосредоточено на выявлении совпадений и различий между результатами собственного и «чужого» труда. На третьем этапе с помощью инструмента «Форум» осуществлялось обобщение субъективного (предметного) образовательного продукта и создание коммуникативного продукта. Этап предусматривал сначала индивидуальную, затем командную работу (по подгруппам). Предлагаемая последовательность действий пассажира в условиях высокого риска для жизни из-за опасного происшествия на эскалаторе отличалась у разных студентов. Каждая команда представляла на форуме оптимальный, с ее точки зрения, алгоритм действий, обеспечивающий сохранение жизни пассажира при опасном происшествии на эскалаторе. Участники горизонтальной коммуникации должны были дать аргументированные ответы на поступившие в ходе обсуждения вопросы, развить умения не только отстаивать свою точку зрения, но и принимать во внимание альтернативное мнение. Кроме содержательного образовательного приращения (знаний, опыта, системы ценностей), эвристическое обучение способствовало эволюции личностных качеств обучающихся (познавательных, креативных, коммуникативных, мировоззренческих и др.), что подтвердили результаты завершающего этапа эвристического обучения. Он включал рефлексию, т. е. осознание и анализ обучающимися основных элементов своей учебной деятельности, ее эмоционально-ценностных результатов, выявление основных трудностей и путей их преодоления, а также достигнутых успехов.

#### Список литературы

1 Комплексный прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. : в 3 т. / под ред. А. Г. Шумилина. – Минск : ГУ «БелИСА», 2020. – Т. 2. – 752 с.

2 **Король, А. Д.** Основы эвристического обучения : учеб. пособие / А. Д. Король, И. Ф. Китурко. – Минск : БГУ, 2018. – 207 с.

3 Безопасность жизнедеятельности человека : типовая учеб. программа для учреждений высшего образования по специальностям профилей А «Педагогика», С «Искусство и дизайн», Д «Гуманитарные науки», Е «Коммуникации. Право. Экономика. Управление. Экономика и организация производства» (за исключением направления образования 27 «Экономика и организация производства»), М «Социальная защита», рег. № ТД-ОН.006/тип. : утв. М-вом образования Респ. Беларусь 08 июля 2013 г. / Белорус. гос. ун-т ; авт.-сост. В. Е. Гурский, В. И. Дунай, Т. П. Дюбкова; под ред. В. Е. Гурского. – Минск : РИВШ, 2013. – 34 с.

4 Руководство по эксплуатации эскалаторов поэтажных и конвейеров пассажирских ЭП7040Б.00.00.000 РЭ [Электронный ресурс] // М-во промышленности Респ. Беларусь. – Могилев : [б. и. ], 2018. – 121 с. – Режим доступа : [https://liftmach.by/upload/iblock/ЭП7040Б.00.00.000РЭ\\_12868511.pdf](https://liftmach.by/upload/iblock/ЭП7040Б.00.00.000РЭ_12868511.pdf). – Дата доступа : 19.09.2020.

УДК 656.2.022.846

## АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

*А. А. ЕРОФЕЕВ, ВАН ЮЙБЯНЬ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

За последние более 50 лет в мире накоплен значительный опыт организации высокоскоростных железнодорожных перевозок. В этот период в Японии, Китае, европейских странах сформировались свои модели организации высокоскоростных железнодорожных перевозок со своими собственными характеристиками. Основные различия моделей заключаются в концепции разделения поездопотоков между высокоскоростной и традиционными (организация движения с установленными для грузовых и пассажирских поездов скоростями) железнодорожными линиями. По данному признаку организацию высокоскоростных перевозок можно разделить на три вида:

1 Выделенное высокоскоростное движение – высокоскоростное движение организовано на специально построенных высокоскоростных линиях без выхода на существующие линии, при этом остальные категории поездов движутся по существующим линиям с установленными скоростями.

2 Комбинированное высокоскоростное движение – высокоскоростное движения организовано на специально построенных высокоскоростных линиях, однако на отдельных участках высокоско-

ростные поезда могут выходить на существующие линии. Остальные категории поездов движутся по существующим линиям с установленными скоростями.

3 Смешанное движение – по железнодорожной линии организовано движение как высокоскоростных поездов, так и обычных пассажирских и грузовых.

Каждая из моделей имеет свои достоинства и недостатки и используется в зависимости от топологии железнодорожной сети, плотности населения в зоне тяготения линии и имеющихся эксплуатационных особенностей.

Выделенное высокоскоростное движение традиционно развивается в Японии на высокоскоростных линиях Синкансэн. Преимущество такой модели состоит в том, что поезд движется с высокой маршрутной скоростью (до 200–300 км/ч), межпоездной интервал за счет применения параллельного графика и использования подвижного состава с одинаковыми техническими характеристикам может достигать 2–3 минуты. Модель выделенной ВСМ обеспечивает простоту организации перевозок, относительную легкость диспетчерского управления и высокую пропускную способность. Основными недостатками являются дополнительные затраты пассажиро-часов из-за необходимости перемещения пассажиропотока со станций ВСМ на обычные железнодорожные станции. В большинстве случаев пассажиропоток перенаправляется на другие виды транспорта, что увеличивает нагрузку на городской транспорт и доставляет неудобства пассажирам. Кроме того, при небольшой плотности населения в зоне тяготения возникает существенный разрыв между потребной (относительно низкой) и наличной (относительно высокой) пропускными способностями. Значительные трудности возникают и при строительстве ВСМ и пересадочных станций, так как требуются значительные дополнительные площади на размещение инфраструктуры и инвестиций на ее сооружения.

Модель комбинированного высокоскоростного движения традиционно используется на железных дорогах Франции. Ее преимущество состоит в том, что, поскольку скорость высокоскоростных поездов, движущихся по высокоскоростной линии одинаковая, на основном протяжении маршрута следования движение организовывается по параллельному графику. При этом высокоскоростные поезда имеют возможность выхода на обычные железнодорожные линии, что увеличивает полигон их обслуживания, делает доступным ВСМ для большего количества пассажиров, что может увеличить сеть высокоскоростных поездов и расширить диапазон обслуживания высокоскоростных линий. Такая организация движения сокращает затраты на строительство инфраструктуры ВСМ, особенно в крупных городах, где имеется дефицит пространства для ее размещения. Параллельно снижается нагрузка на городской транспорт и упрощается пассажирская логистика. Ключевым недостатком является необходимость обеспечения технической и технологической совместимости ВСМ с существующими линиями из-за чего область применения инновационных технических решений существенно снижается. Кроме того, актуальным остается вопрос эффективной реализации наличной пропускной способности ВСМ, так как при низком коэффициенте загрузки данные проекты становятся экономически не целесообразными.

Модель «Комбинированные пассажирские и грузовые перевозки» в основном подходит для преобразования существующих линий в высокоскоростные. Такие модели относятся скорее к категории «скоростных» и традиционно применяются на железных дорогах Великобритании, Германии, России и в других странах. Преимущество заключается в том, что инвестиции в линию невелики. Недостатком является то, что из-за большой разницы в скорости между пассажирскими и грузовыми поездами на линии (скорость пассажирских вагонов обычно составляет 200 км/ч, скорость грузовых вагонов обычно составляет 100 км/ч), пропускная способность мала, а организация движения поездов затруднена. Максимальная скорость пассажирских поездов также ограничена и обычно достигает 160–200 км/ч, что увеличивает время в пути пассажиров.

В отдельных источниках выделяются разновидности представленных выше моделей организации взаимодействия ВСМ с обычными линиями. Например, Campos и de Rus (2009) 0 предлагают четыре различные модели эксплуатации инфраструктуры:

- эксклюзивная эксплуатационная модель с полным разделением между традиционными и высокоскоростными услугами (японская модель «Синкансэн»);
- смешанная высокоскоростная модель с высокоскоростными поездами, курсирующими как по ВСМ, так и по традиционной инфраструктуре (французская модель TGV);
- смешанная традиционная модель, с некоторыми обычными поездами, курсирующими по высокоскоростной инфраструктуре (испанская модель AVE);

– полностью смешанная модель, в которой как обычные, так и высокоскоростные поезда могут курсировать как по обычной, так и по высокоскоростной инфраструктуре (немецкая модель ICE).

Perl и Goetz (2015) 0 вместо этого предлагают три более географически ориентированные модели:

– эксклюзивные коридоры, между мегаполисами с населением более 10 миллионов человек (японская модель);

– гибридные радиальные сети, созданные преимущественно из новых участков ВСМ и на начальных и конечных участках соединенные с обычными железнодорожными линиями, что увеличивает полигон обслуживания высокоскоростными поездами и транспортную доступность инновационной инфраструктуры для населения (французская модель);

– гибридная децентрализованная сеть, когда движение высокоскоростных поездов организовано по высокоскоростным и обычным линиям в различных сочетаниях исходя из локальных особенностей (немецкая модель).

Несмотря на исторические и национальные особенности использования различных моделей организации высокоскоростного движения в разных странах мира, можно сформулировать ряд общих целевых параметров и принципов формирования сети ВСМ, универсальных для всех проанализированных моделей.

В качестве целевых параметров выделяются:

– во-первых, максимальное удовлетворение потребности в перевозках пассажиров;

– во-вторых, обеспечение технической и технологической взаимосвязи в функционирование сети железных дорог разных стран в рамках единых транспортных коридоров.

К основным принципам выбора рациональной модели организации высокоскоростного движения можно отнести:

1) выбор организационной модели высокоскоростных железнодорожных перевозок заключается в том, чтобы максимально удовлетворить потребности пассажиров в высококачественной транспортной услуге и на этой основе организовать перевозки в соответствии с национальными условиями страны и текущим состоянием существующей железнодорожной сети;

2) высокоскоростная железная дорога должна быть связана с существующими линиями, чтобы минимизировать логистические затраты пассажиров и создать условия для беспересадочного сообщения. Например, некоторые японские компании уже приняли меры для запуска поездов Синкансэн непосредственно до существующих линий;

3) по специально сооружаемым выделенным ВСМ курсируют только высокоскоростные поезда без организации допуска на данные линии грузовых и пассажирских поездов установленных скоростей. Такой подход позволяет более эффективно использовать пропускную способность и обеспечить безопасность пассажирских перевозок на высоких скоростях;

4) организация комбинированных перевозок при реконструкции существующих железнодорожных участков позволяет организовать скоростное (а не высокоскоростное) движение пассажирских поездов, обеспечивает существенно более низкую относительно ВСМ маршрутную скорость, но требует значительно меньших инвестиционных затрат;

5) оптимизация высокоскоростного движения и повышение транспортной доступности для пассажиров возможны не только за счет варьирования параметров сети ВСМ, но и путем оптимизации графика движения и остановок высокоскоростных поездов, выбора рациональной периодичности курирования.

В заключении следует отметить, что высокоскоростная железная дорога сама по себе не является самостоятельной транспортной системой, а представляет собой особый вид железнодорожного транспорта, обеспечивающий предоставление перевозочных услуг с более высокими стандартами качества. При этом, эти стандарты определяются не только параметрами инфраструктуры и подвижного состава ВСМ, но и технологиями взаимодействия между ВСМ и обычной железнодорожной транспортной системой.

#### Список литературы

1 Campos, J. Some Stylized Facts about High-Speed Rail A Review of HSR Experiences around the World / J. Campos, G. de Rus // *Transport Policy*. – 2009. – № 16. – P. 19–28.

2 AD Perl. Three global development strategies for high speed rail / AD Perl, AR Goetz // *Journal of Transport Geography*. – 2015. – № 42. – P. 134–144.

## ТРАНСПОРТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ВОКЗАЛАХ

*С. В. ЗАВЬЯЛОВА*

*Нижегородский филиал Самарского государственного университета путей сообщения,  
Российская Федерация*

Транспортная безопасность для пассажиров начинается с вокзала.

В настоящее время вокзалы России с целью транспортной безопасности оснащены оборудованием: стационарными рентгеновскими установками конвейерного типа, стационарными рентгеновскими установками для обследования пассажиров, стационарными многозонными металлодетекторами, аппаратурой радиационного контроля, аппаратурой обнаружения паров и следов ВВ, ручными металлообнаружителями, взрывозащитными контейнерами, системами подавления радиолиний управления взрывными устройствами. С 2011 г. на объектах Дирекции железнодорожных вокзалов установлено:

- порядка 600 рентгеновских установок конвейерного типа;
- 1500 многозонных металлодетекторов;
- 280 комплектов аппаратуры обнаружения паров ВВ;
- более 200 комплектов аппаратуры радиационного контроля;
- порядка 19 тыс. видеокамер.

Стационарными рентгеновскими установками конвейерного типа оборудованы 122 вокзала страны [1].

Перечисленное оборудование, несомненно, может обезопасить пассажиров, но и приносит много неудобств. В первую очередь, это связано с проверкой багажа, который необходимо каждый раз укладывать на рентгеновскую установку конвейерного типа, что может создавать очередь в условиях, когда пассажир спешит на объявленный по расписанию поезд. Размер багажа пассажира бывает различным по весу, поэтому приходится его поднимать на транспортер при входе в вокзал и выходе из него. В условиях распространения эпидемий, новых вирусных инфекций, когда вирус может находиться на поверхности продолжительное время, нет гарантии, что установка для проверки багажа чистая, так как большой поток людей проходит через вокзальные установки конвейерного типа. При входе на вокзал пассажиров проверяет стационарная рентгеновская установка, которая тоже создает определенные неудобства. Пассажирам приходится выкладывать из карманов ключи, телефоны, что тоже может приводить к возникновению очередей и где гарантия, что для организма человека эта установка небезопасна.

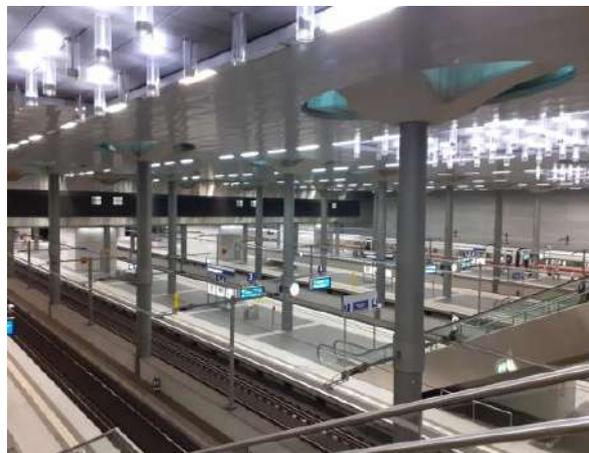
В настоящее время осуществляется реконструкция вокзалов, но определенные неудобства сохраняются. Во первых, нет лифтов на всех платформах, если они и есть, то предназначены только для инвалидов и пассажиров с ограниченными возможностями. Прибывает поезд, необходимо выйти в город, огромный поток людей устремляется к подземным переходам, которые не так широки, возникает столпотворение. Перед посадкой на поезд пассажирам приходится стоять и смотреть на общее табло, думая: «С какой платформы пойдет электропоезд?». После появления на табло нужной информации о своей поездке все пассажиры устремляются к указанной платформе, чтобы занять место, так как пускают электропоезд с минимумом вагонов, к примеру, четыре, а не шесть. Значительно лучше бы было, если пассажир заранее знал, с какой платформы будет отправляться электропоезд.

Для примера можно привести Главный вокзал Берлина, построенный по проекту известного современного немецкого архитектора Мейнхарда фон Геркана в непосредственной близости от нового квартала правительственных офисов рядом со зданием Рейхстага (рисунок 1). На Главном вокзале Берлина отводится важная роль организации высокоскоростного движения из немецкой столицы в разные концы страны и за рубеж. Вокзал был открыт в мае 2006 г. и выдержал первое испытание массовыми перевозками во время проведения в Германии чемпионата мира по футболу. Все пространство вокзала, организованное на трех уровнях, перекрыто несколькими застекленными крышами. На нижнем (подземном) уровне находятся платформы и приемно-отправочные пути поездов

высокоскоростных, региональных и городской железной дороги направления Север-Юг. На подходе к вокзалу пути этого направления проложены в тоннелях под центральной частью города. На среднем уровне вокзала (дневная поверхность) находятся распределительные залы, входы в вокзал с привокзальной площади и остановок общественного транспорта. Верхний уровень – поднятые на эстакаду пассажирские платформы и пути поездов высокоскоростных, региональных и городской железной дороги направления Восток-Запад [2].



Верхний уровень



Нижний подземный уровень

Рисунок 1 – Главный вокзал Берлина

На Главном вокзале Берлина отсутствуют скопления пассажиров во время ожидания скорых и электропоездов. Пассажиры во время пересадки для поездки по своему маршруту далее быстро перемещаются с одной стороны платформы на другую сторону этой же платформы, где их ожидает поезд для дальнейшего следования. Расписание движения поездов сконструировано так, что пассажирам не приходится терять время на ожидание. Площадка поезда и платформа находятся на одном уровне, что облегчает поездку пассажирам, им не нужно прыгать, поднимать и переносить багаж. Движение поездов следует четко по расписанию. При опоздании поезда в табло на перроне появляется видеoinформация для пассажира, нет необходимости в звуковом оповещении и прислушивании к нему. Контролеры приветливы, одеты в форму, с собой носят небольшой багажный чемоданчик на колесах для питания и всего необходимого. Лифты, эскалаторы предусмотрены на каждой платформе для любого желающего ими воспользоваться. Расписание в витринах выставлено на перроне, везде имеются указатели и часы, интеллектуальная система проверки багажа не напрягает пассажиров, не создает суеты и толпу, что позволяет свободно передвигаться по территории вокзала без очередей и контроля багажа на транспортерах. Иностранец может свободно ориентироваться в расписании и указателях. Повсюду наблюдается чистота и порядок: шпалы и перроны моются специальными средствами. Старые вокзалы сохраняются, не сносятся, а лишь дополняются комфортабельностью. Пассажир заранее знает время, путь, платформу своего поезда: вся информация об этом указывается в билете. Вокзалы Германии обустроены для пассажира, его блага, комфорта и безопасности.

Возможно, для безопасности пассажира следует начинать использовать интеллектуальную систему и на вокзалах России, которая позволит повысить комфортность пребывания и надежность для населения, так как вокзалы – достаточно огромное скопление людей практически каждый день. Использовать интеллектуальную систему, которая будет сразу опознавать человека при входе на территорию вокзала.

#### Список литературы

- 1 **Артемов, А.** Обеспечение транспортной безопасности вокзальных комплексов [Электронный ресурс] / А. Артемов. – Режим доступа : <http://secuteck.ru/articles/obespechenie...bezopas>. – Дата доступа : 07.09.2020.
- 2 **Киселёв, В. П.** Вокзалы высоко скоростных железнодорожных магистралей: традиции и новаторство / В. П. Киселёв // Железнодорожный транспорт. – 2014. – № 8. – С. 62–63.

## ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

М. Л. ЗИНКИНА, Е. О. КОЩЕЕВА

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

В настоящее время транспортная система России выдвинулась и заняла одно из приоритетных мест среди основных факторов, определяющих эффективное функционирование экономики страны, стала важнейшим условием ее дальнейшего развития и вхождения регионов в мировое хозяйство. Транспортная система в рамках любого региона должна гарантировать все необходимые условия для функционирования и развития основных отраслей производства, обеспечивать беспрепятственное и равное для всех категорий населения транспортное обслуживание и обеспечивать максимально эффективное использование социально-экономического и производственного потенциала. При этом каждый регион должен иметь такую транспортную систему, которая полностью удовлетворяла бы спрос территории в транспортных услугах.

Пассажирский транспорт является составной частью транспортной инфраструктуры как города, так и региона. Его слаженное, устойчивое и эффективное функционирование является необходимым условием повышения качества жизни населения и дальнейшего социально-экономического развития города, региона и страны в целом. Данные Статистического сборника отчетливо подтверждают спрос на пассажирский транспорт среди основных секторов отрасли (железнодорожный, водный, городской, воздушный транспорт) (рисунок 1). Потребители данных секторов делают акцент на соответствие условий реализации согласно следующим трендам: общедоступность, комфорт, удобство, надежность и безопасность.

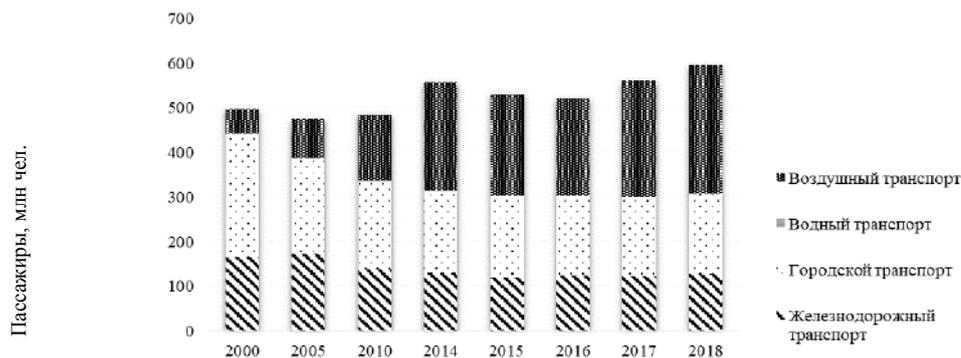


Рисунок 1 – Пассажиропоток по видам транспорта РФ за 2000–2018 гг.

В современном мире информационная безопасность имеет огромное значение для каждой сферы. Множество данных передается через интернет или по локальным сетям, и перехват информации посторонними людьми может привести к серьезным последствиям. Любая ошибка в протоколе безопасности, любой просчет или уязвимость в системе чреват как мелкими неприятностями, так и большими потерями, вплоть до гибели человека. Например, Президент корпорации Boeing Деннис Мюленбург официально признал, что причиной катастрофы самолетов Boeing 737 MAX в Индонезии и Эфиопии в последние месяцы стала некорректная работа программного обеспечения. В связи с этим практически все отрасли стараются обеспечить максимальную информационную безопасность посредством внедрения новых технологий.

Эта проблема не обошла стороной и транспортную сферу. Благодаря новейшим технологиям, таким как программа контроля пользователей в локальной сети, что отслеживает активность всех пользователей, не позволяя посторонним вмешиваться в рабочий процесс системы, все транспортные структуры обеспечивают высокий уровень информационной безопасности, тем самым уменьшая риск любого происшествия практически до минимума. Созданы новые протоколы безопасности, обеспечивающие полную защиту от внешней интернет-среды. Информационная безопасность в транспортной сфере играет огромную роль, так как напрямую связана с сохранением человеческой жизни, а обеспечение комфортной и самое главное – безопасной перевозки людей – главная задача работников транспортной отрасли.

Анализ показателей (рисунок 2) доказывает, что железнодорожный транспорт является одним из самых безопасных способов передвижения. Количество происшествий в процентном соотношении значительно ниже остальных транспортных отраслей. Такой уровень безопасности на железной дороге обеспечивают новейшие технологии, одна из которых «Единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте» станет основной автоматизированной системой управления на базе использования новейших научных разработок, ориентированной на повышение качества транспортного обслуживания и оптимизацию взаимодействия всех производственных подразделений ОАО «РЖД». Данная система позволяет контролировать ситуацию и прогнозировать последствия всех процессов [3]. В связи с этим, авторы считают, что развитие как информационных, так и цифровых технологий является одной из приоритетных задач будущего отрасли.

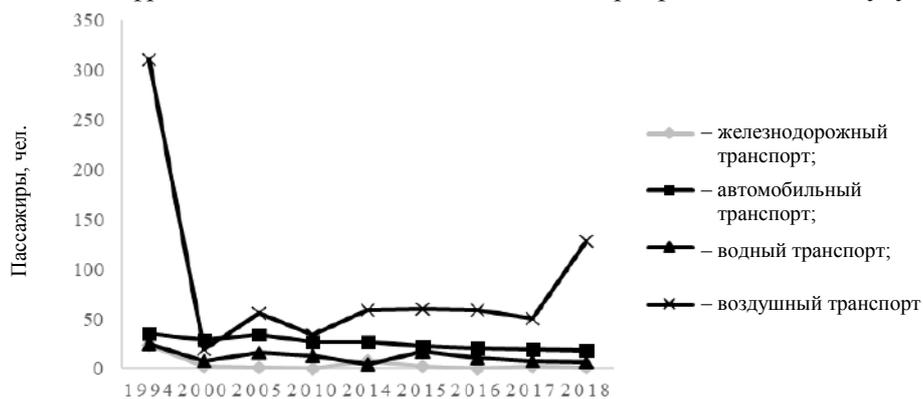


Рисунок 2 – Число погибших в происшествиях за 1994–2018 гг.

Транспортная отрасль успешно внедряет высокие технологии практически в каждый процесс, пытаясь упростить взаимодействие и повысить безопасность проводимых операций. Многие транспортные компании разработали приложения, что позволяет клиенту быстро и безопасно воспользоваться услугами организации. Такие информационные технологии проводят автоматизацию процесса. Например, чтобы просчитать, какое количество времени нужно затратить на перевозку груза от точки А до точки Б, человеку нужно было обработать большое количество данных, а сейчас достаточно ввести все данные в программу и сразу получить безошибочный желаемый результат. Таких примеров может быть множество, так как новейшие технологии охватили весь мир, и транспортная сфера не является исключением.

#### Список литературы

- 1 Россия в цифрах. 2019 : Крат. стат. сб. / Росстат. – М., 2019. – С. 374.
- 2 В Boeing признали, что 2 самолета разбились из-за ошибки программы [Электронный ресурс] // Радио свобода. – Режим доступа : <https://www.svoboda.org/a/29863429.html>. – Дата доступа : 10.09.2020.
- 3 Единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс] // РЖД НИИАС. – Режим доступа : <http://www.vniias.ru/isuzht>. – Дата доступа : 10.09.2020.

УДК 656.11.08

### ПРЕИМУЩЕСТВА АВТОРСКОЙ МЕТОДИКИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОНФЛИКТНЫХ ЗОН ПРИ ПОДЪЕЗДЕ К РПК И ЕЕ РОЛЬ В СНИЖЕНИИ ОШИБКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДТП

*Д. В. КАПСКИЙ*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

*Д. П. ХОДОСКИН*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) с материальным ущербом составляют более 90 % от их общего количества, причем суммарные потери от них превышают потери от ДТП с пострадавшими, по экспертным оценкам, практически в 3 раза и продолжают возрастать [1]. В Республике Беларусь среди общего количества ДТП, произошедших на РПК, абсолютное большинство принад-

лежит ДТП в попутном потоке, а именно – столкновениям с ударом сзади и попутным столкновениям (60–70 % в Республике Беларусь [2], по данным зарубежной статистики аварийности – 35–60 % ежегодно [3]). Чаще всего такие ДТП происходят в попутном потоке на подходах к регулируемым перекресткам (РПК) и преимущественно, как показывает статистика, при экстренном торможении лидирующего автомобиля. Наиболее распространено экстренное торможение водителей в ситуациях, когда они попадают в так называемую «зону дилеммы» («зону выбора»), которая возникает при смене сигналов светофора, а именно – выключении зеленого сигнала светофора.

Анализ публикаций белорусских (Ю. А. Врубеля, Д. В. Капского), а также ученых стран СНГ (Б. Е. Боровского, В. И. Васильева, А. В. Ноздричева и др.) показывает, что данному направлению внимание уделено недостаточно, по большей мере в контексте решения других задач организации дорожного движения. Зарубежные ученые (Д. Гейзиса, Р. Хермана и др.) хотя и рассматривали исследуемую проблему как самостоятельную, однако в их работах также отсутствует детальная ее проработка, которая может быть применена к современным условиям Республики Беларусь.

Как показывает теоретический анализ положений и применение отечественной методики [1, 4], на существующих объектах имеет место недостаток, связанный с непринятием в расчет расстояния  $S_{max}$  (максимальное расстояние до стоп-линии, при котором автомобиль может проехать перекресток в течение действия переходного интервала), что приводит к завершению проезда части перекрестка автомобилями на красный сигнал (КС) (или даже к выезду на перекресток на КС), что провоцирует межфазные столкновения (по статистике США на данный вид приходится 10–20 % ДТП от общего их числа на перекрестке [3, 5]; согласно анализу аварийности в г. Гомеле таких ДТП ежегодно регистрируется порядка 8–12 % [2]) и наезды на пешеходов на отдаленном пешеходном переходе. А согласно, опять же, теории, изложенной в отечественных работах, она заставляет водителей, попавших в зоны  $A$  и  $B$  (рисунок 1), проезжать перекресток. Рассмотрение данного вопроса показывает, что автомобиль, попавший в зону  $A$ , проехать перекресток за время переходного интервала успеет, а вот попавший в зону  $B$  – безопасно этого сделать уже не сможет [2; 6].

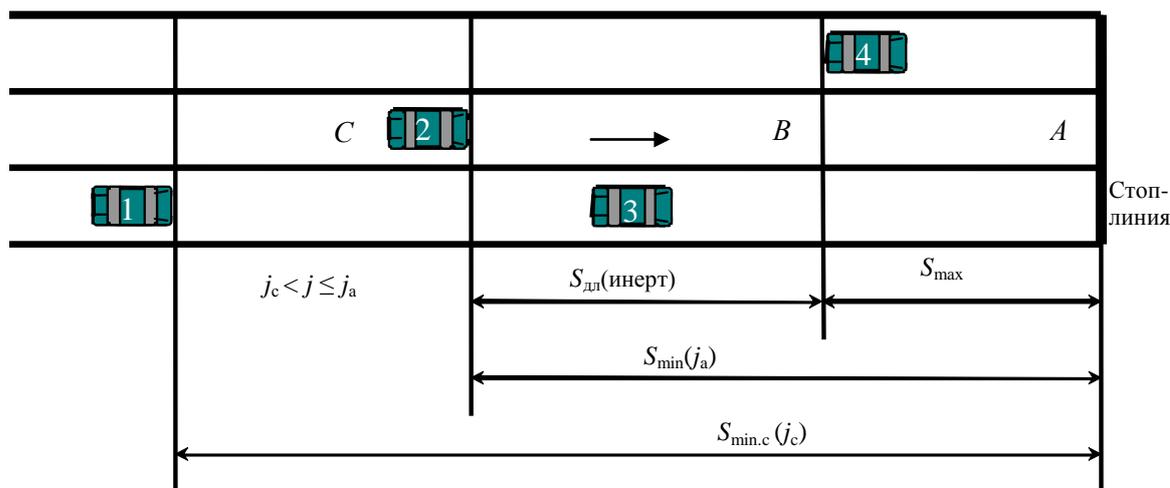


Рисунок 1 – Расположение инертной зоны дилеммы в случае  $S_{max} < S_{min} < S_{min.c}$  [6]

На рисунке 1 изображен один из наиболее опасных случаев, когда  $S_{max} < S_{min} < S_{min.c}$  (один из пяти возможных случаев; при этом:  $S_{min}$  – расстояние, необходимое автомобилю для остановки у стоп-линии при использовании аварийного замедления,  $S_{min.c}$  – расстояние – при служебном замедлении). Водитель автомобиля 4, находящегося в зоне  $A$ , имеет в своем распоряжении только одно единственно верное решение, т. е. – проезд перекрестка (т. к. до стоп-линии он уже безопасно остановиться не сможет). Водитель автомобиля 3, находящегося на расстоянии до стоп-линии меньшем, чем  $S_{min}$ , т. е. в зоне  $B$  (не говоря уже о зоне  $A$ ), также до стоп-линии безопасно остановиться не успеет. Если автомобиль 2 находится на расстоянии ( $S_{min.c} - S_{min}$ ) от стоп-линии – в зоне  $C$ , то водитель сможет остановиться при замедлении  $j_c < j \leq j_a$  (т. е. меньше либо равном аварийному, но больше служебного). При нахождении на расстоянии  $S_{min.c}$  и более (автомобиль 1), водитель сможет остановиться с замедлением  $j_c$  и  $j < j_c$  соответственно, что аварийной ситуации не вызовет. В зоне  $B$  возникает инертная зона дилеммы, т. е. водитель не сможет проехать безопасно перекресток, т. к. находится на расстоянии до стоп-линии большем, чем  $S_{max}$ , и не сможет безопасно остано-

виться у стоп-линии потому, что находится на расстоянии меньшем, чем  $S_{\min}$ . Следовательно, в данном случае зона дилеммы ограничена расстояниями  $S_{\min}$  и  $S_{\max}$  (см. рисунок 1). При некоторых иных соотношениях указанных расстояний возможно появления другой зоны – активной зоны дилеммы, которая основывается на следующем принципе: если водитель попадает в нее, то он может выбрать из двух вариантов – продолжить движение через перекресток либо остановиться перед стоп-линией, с разделением данной зоны согласно применяемой величине замедления на два подтипа:

- 1 – с замедлением более служебного или менее аварийного, либо равного ему, что с высокой вероятностью может привести к созданию очагов столкновений с ударом сзади и попутных столкновений;
- 2 – с замедлением менее служебного или равного ему, что не создаст очагов аварийности по причине плановости выполнения маневра.

Разработанная методика отличается от зарубежной, суть которой строится на использовании только «критических» расстояний  $S_{\max}$  и  $S_{\min}$ , тем что в ней присутствует расстояние  $S_{\min c}$ , характеризующее нормальное, или «плановое» состояние транспортного потока.

Внедрение в существующую методику [1] прогнозирования ДТП в попутном потоке результатов разработанной методики по определению конфликтных зон при подъезде к РПК привело к существенному снижению ошибки прогноза более чем в 3 раза (причем ошибка прогноза не превышает 15–20 %).

#### Список литературы

- 1 Капский, Д. В. Методология повышения качества дорожного движения / Д. В. Капский. – Минск : БНТУ, 2018. – 372 с.
- 2 Ходоскин, Д. П. Применение количественного анализа ДТП для прогнозирования аварийности в попутном транспортном потоке / Д. П. Ходоскин, О. А. Ходоскина // Вестник БелГУТа : Наука и транспорт. – Гомель, 2020. – Вып. 1 (40). – С. 20–24.
- 3 Traffic engineering handbook. – 7th Edition. – Washington : Institute of transportation engineers, 2016. – 1104 p.
- 4 Врубель, Ю. А. Организация дорожного движения / Ю. А. Врубель. В 2 ч. Ч. 1. – Минск : Белорус. фонд безопасности дорожного движения, 1996. – 328 с.
- 5 Traffic signal timing manual. P. N. : FHWA-HOP-08-024. JUNE 2008. – Washington : U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2008. – 273 p.
- 6 Ходоскин, Д. П. Совершенствование метода исследования столкновений с ударом сзади при подъезде к регулируемому перекрестку / Д. П. Ходоскин, Р. Ю. Лагеров // Молодеж. вестн. Иркутск. гос. технич. ун-та (интерн. верс.). – Иркутск, 2011. – Вып. 2. – С. 45–52.

УДК 656.064:004

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

*О. П. КИЗЛЯК, Г. И. НИКИФОРОВА, Т. Г. СЕРГЕЕВА*

*Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I,  
Российская Федерация*

Несмотря на развивающийся в мире экономический кризис, до 2030 г. ожидается значительный рост рынка аутсорсинговой логистики. Приобретение логистических услуг у специализированных компаний, передача им транспортно-логистической составляющей производственного процесса позволит сегменту аутсорсинговой логистики расти темпами, превышающими рост ВВП при оптимизации общего уровня транспортных издержек [1].

В отечественной транспортной отрасли аутсорсинг стали применять около 10 лет назад. Логистический аутсорсинг в нашей стране имеет высокий рейтинг популярности.

В настоящее время логистические провайдеры специализируются на выполнении следующих видов услуг: оказание складских и транспортных услуг; организация логистического процесса доставки.

Для осуществления складской и транспортной деятельности им необходимы складские комплексы, терминалы и подвижной состав. В основном этим видом бизнеса занимаются логистические компании, владеющие реальными активами [2]. Провайдеры, которые организуют логистический процесс доставки, берут на себя роль организатора интегрированной логистической цепи доставки, и часто это компании, не владеющие реальными активами. Данные статистики говорят, что именно такой вид бизнеса является наиболее успешным.

Однако высокое качество логистики способны обеспечить только специализированные логистические предприятия. Причем спектр предоставляемых ими услуг находится в прямой зависимо-

сти от требований клиентов и постоянно расширяется. Логистические компании стремятся выйти на аутсорсинг уровня 4PL. В этом случае компания передает оператору свои товары или продукцию, а он полностью контролирует перевозку и формирует логистические цепочки [3].

Стратегическим приоритетом развития логистических компаний следует считать отказ от выполнения традиционных функций по перевозке и хранению, к организации интегрированной логистической цепи, с предоставлением грузовладельцам комплексных логистических услуг «от двери до двери» уровня 4 PL.

По оценкам участников рынка, логистический аутсорсинг может охватывать более 28 видов услуг [4]. К ним можно отнести: согласование графиков производства, графиков поставок продукции, управление персоналом транспортного подразделения компании, управление внутренней логистикой, материальными запасами и др. [5, 6]. Такие услуги наиболее актуальны для новых и модернизированных предприятий с высокой долей транспортных расходов в конечной стоимости продукции.

По данным маркетинговых исследований 67 % респондентов положительно относятся к аутсорсинговой логистике. Однако имеет место и отрицательный опыт работы с провайдерами услуг. Самая распространенная причина негативных явлений – непрозрачность расходов логистических провайдеров [4]. Ее устранение возможно путем автоматизации процессов внутри бизнеса оператора и интеграции автоматизированных систем логистического провайдера и клиента.

Современный грузовладелец обладает большими возможностями в получении разнообразной информации, и это повышает его требования к услугам, предоставляемым логистическим провайдером. Для повышения уровня сервиса необходимо ориентироваться на потребности клиента, учитывая автоматизацию всех сфер деятельности логистического провайдера, начиная от планирования бизнес-процесса до контроля и его реализации. По результатам аналитических исследований экспертов ОАО «РЖД» от логистических компаний требуются гибкость и скорость реакции на конкурентный рынок. Успешность компаний в этом случае, будет определяться принципами цифрового бизнеса, основу которых составляют: полная согласованность; бизнес в режиме онлайн; управление сервисами; применение современных механизмов обеспечения информационной безопасности.

Можно выделить основные принципы цифрового логистического бизнеса:

- полная согласованность – наличие необходимой, достоверной и своевременной информации о событиях и намерениях одновременно у всех субъектов, участвующих в предоставлении услуг, включая сотрудников, клиентов и партнёров;
- бизнес в режиме онлайн – принятие решений, направленных на минимизацию дополнительных рисков, снижающих конкурентоспособность предоставляемых логистическим провайдером услуг;
- управление сервисами – планирование и контроль деятельности компании в области повышения показателей качества услуг. [7].

Реализация указанных принципов будет осуществляться за счёт развития и внедрения модели цифровой железной дороги. Цифровая платформа ОАО «РЖД» – это несколько ключевых блоков, включая цифровые клиентские сервисы для грузоперевозчиков, блок управления производством, перевозочным процессом, объектами железнодорожной инфраструктуры.

В модели цифровой железной дороги следует выделить информационные блоки, которые имеют большое бизнес-значение для логистического провайдера. К ним относятся:

- 1) управление терминально-складскими комплексами путем автоматизации деятельности терминалов, грузовых дворов, складов, специализированной техники;
- 2) применение имитационного моделирования:
  - для поиска оптимальных вариантов размещения грузов, использования оборудования и внутренней логистики;
  - поиска оптимального варианта использования оборудования и транспорта для выгрузки и вывоза грузов;
  - поиска оптимальных вариантов погрузки и резервирования вагономест;
  - поиска наиболее привлекательного варианта перевозки (время доставки, стоимость);
- 3) планирование перевозок грузов: динамическое моделирование перевозок на краткосрочную и среднесрочную перспективу с учётом изменения таких факторов, как спрос на перевозки, состояние инфраструктуры, доступность подвижного и тягового состава;
- 4) электронная площадка вагонов, позволяющая повышать коэффициент полезного использования подвижного состава за счет оптимизации его работы с учётом местонахождения, планов использования и технического состояния;

5) онлайн контроль технического состояния подвижного состава с отображением его текущего местоположения, осуществляемый путем сбора информации с навигационно-связных модулей с функцией технической диагностики критичных узлов и деталей, а также параметров работы подвижного состава.

В основу создания проекта «Цифровая железная дорога» должна войти действующая нормативно-правовая база. Структура функционирования железнодорожного транспорта охватывает все уровни работы, начиная с работы станции, заканчивая работой дороги и всей отрасли в целом. При этом необходимо учитывать сложность взаимодействия ОАО «РЖД» с партнерами: грузообразующими предприятиями, операторами подвижного состава, крупнейшими экспедиторами, смежными видами транспорта и т. д. Учитывая вышесказанное, целесообразно рассмотреть подробнее Единый сетевой технологический процессе железнодорожных грузовых перевозок (ЕСТП). Он регулирует нормативно-технологическое обеспечение управления процессом железнодорожных грузовых перевозок. Сетевой процесс организует системное взаимодействие участников перевозочного процесса, обеспечивая эффективное управление ресурсами на всех этапах перевозочного процесса. Участниками ЕСТП являются: грузовладельцы, владельцы железнодорожных путей общего пользования, операторы железнодорожного подвижного состава, ОАО «РЖД», как владелец инфраструктуры общего пользования и перевозчик грузов [8; 9].

Согласно ЕСТП (рисунок 1) оператор железнодорожного подвижного состава по сформированной заявке на перевозку согласовывает с грузоотправителем условия предоставления вагонов на планируемый месяц. При заключении долгосрочного договора на организацию перевозки период планирования может быть шире. Планирование порожних вагонопотоков по объемам и корреспонденциям осуществляется на календарный месяц, после этого в ОАО «РЖД» подаются уведомления на перевозки порожних вагонов в рамках системы месячного планирования «шахматок» порожних вагонопотоков в установленные сроки до начала планируемого месяца. Также в соответствии с заявками грузоотправителей определяются станции назначения порожних вагонов. На основании договора с перевозчиком (ОАО «РЖД») вагоны передаются на пути общего пользования. С ОАО «РЖД» согласуются возможности временного отстоя порожних грузовых вагонов, не связанных с договором перевозки грузов. На рисунке 1 выделена область, где показаны этапы технологического цикла вагона в грузе состоянии.

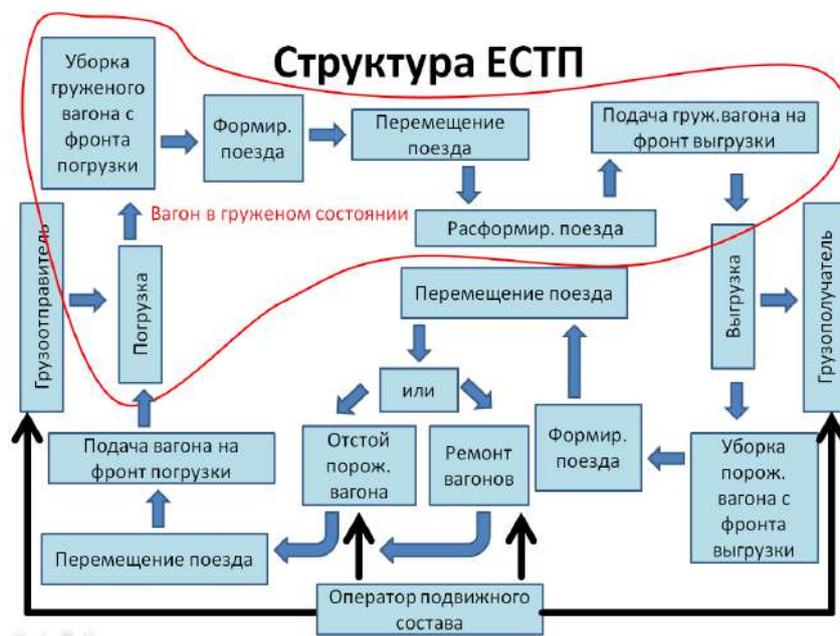


Рисунок 1 – Структура ЕСТП

Эффективное развитие цифровой железной дороги потребует развития информационных технологий логистических (операторских) компаний.

Работа логистической компании, с рассмотренными блоками информации, может осуществляться с учетом внедрения новых автоматизированных решений. Автоматизированная система планирования ресурсов предприятия должна иметь возможность сопряжения с сервисными блоками

цифровой платформы ОАО «РЖД» и соответствовать организационным и техническим стандартам взаимодействия между ними.

В этом случае логистическим провайдерам придется обрабатывать колоссальный массив данных. Тем не менее, это возможно, если применять цифровые технологии. Применение ERP-системы позволит повысить качество транспортных услуг. ERP-система (Enterprise Resource Planning), или система планирования ресурсов предприятия, предоставит возможность управлять единой информационной средой логистического провайдера. Для автоматизации сфер его деятельности от планирования бизнес-процессов до контроля их выполнения и дальнейшего анализа выполненных работ.

ERP-система позволит:

- осуществлять управление проектами и программами;
- выполнять прогнозирование;
- получать информацию о продукции;
- управлять затратами, финансами, кадрами и т. д.

ERP-система состоит из функциональных модулей, которые дают возможность реализовать потребности предприятий в автоматизации бизнес-процессов, приводящее к оптимальному решению в рассматриваемой области деятельности или бизнес-процессе.

Рассматриваемая ERP-система строится по модульному принципу и может охватывать все ключевые процессы деятельности логистической компании. Структура этой системы представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Блок-схема модулей ERP системы

Крупнейшие компании-операторы подвижного состава определяют развитие железнодорожной отрасли наравне с ОАО «РЖД». Очень часто операторские компании не только и не столько владельцы подвижного состава, но и логистические операторы. Интересным представляется исследование наиболее успешных представителей операторских компаний и анализ характеристик их работы.

В настоящее время к основным крупным операторам можно отнести АО «Федеральная грузовая компания», АО «Первая грузовая компания», ГК РТК, АО «НефтеТрансСервис», PLC «Globaltrans Investment». На долю этих компаний приходится около 40,5 % вагонного парка [8]. Совершенно закономерно развитие конкурентной среды между ними, уровень развития которой определяется с помощью индекса Герфиндаля:

$$G = \sum_{i=0}^n q_i^2,$$

где  $G$  – значение индекса Герфиндаля;  $q_i$  – доля компании на рынке, %.

По данным за 2018/2019 год индекс Герфиндаля

$$G = \sum_{i=0}^n q_i^2 = 466,05 \approx 466.$$

Значение индекса Герфиндаля на этом уровне показывает, что в РФ присутствует монополистическая конкуренция, т. е. действует 10–20 крупных игроков. Анализ сферы деятельности крупнейших железнодорожных операторских компаний позволяет выделить наиболее успешных предста-

вителей. Классификация операторских компаний может быть проведена по следующим параметрам: характер работы (общесетевые или технологические перевозки), вид сообщения, форма собственности компании, виды основного дохода, вид эксплуатируемого подвижного состава и род перевозимого груза (рисунок 3).

Разнообразие операторских компаний, действующих на рынке транспортных услуг можно представить в виде классификационной схемы (см. рисунок 3), где выделены те сегменты, в которых работают компании, лидирующие в сфере грузовых железнодорожных перевозок. Анализ текущей ситуации на рынке транспортных услуг показывает, что именно логистическая составляющая в работе операторской компании позволяет вывести последнюю на лидирующую позицию. Таким образом, операторская компания должна не только эффективно управлять вагонным парком, но и развивать логистический аспект в своей деятельности, что в свою очередь способствует реализации проекта «Цифровая железная дорога».

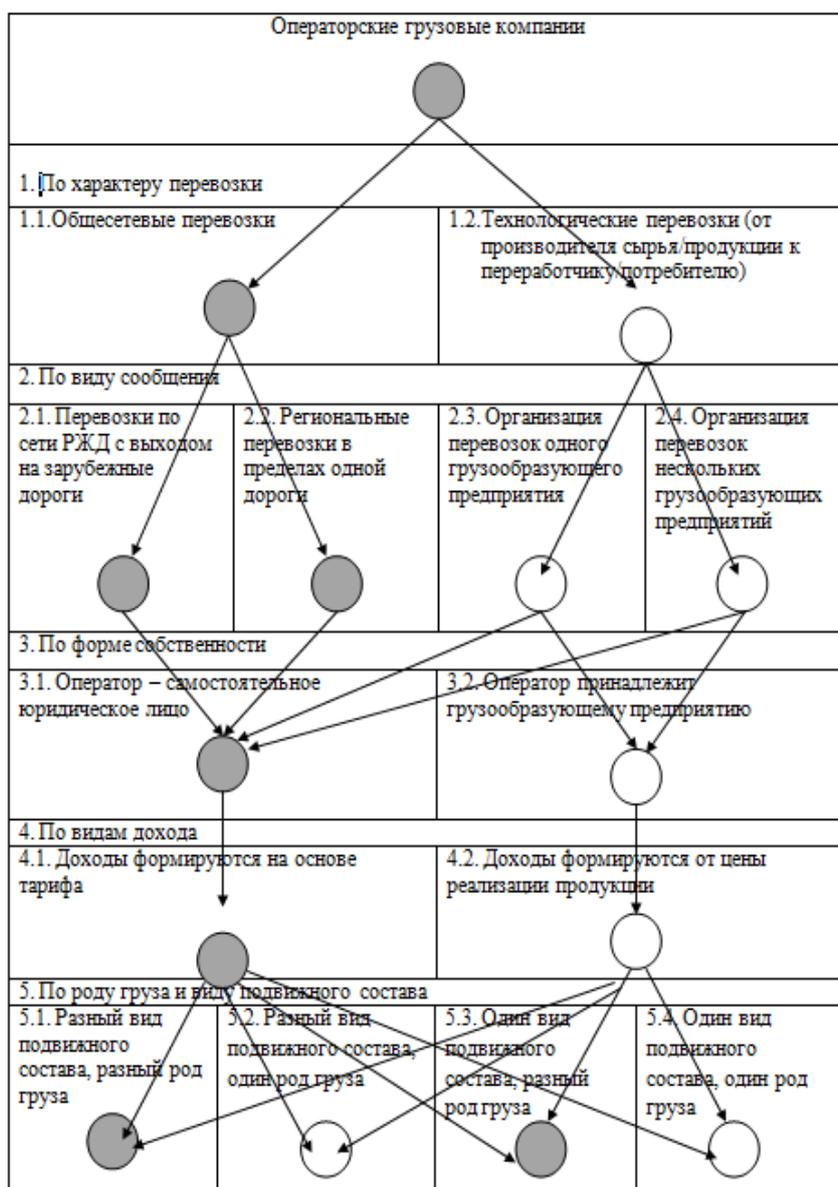


Рисунок 3 – Классификация операторских компаний с выделением сегментов, соответствующих работе лидирующих игроков:

- – компании-операторы, лидирующие на рынке грузовых железнодорожных транспортных услуг;
- – компании-операторы, занимающие незначительный сегмент рынка грузовых железнодорожных транспортных услуг.

Информационная и материальная подсистемы логистического процесса неразрывно связаны между собой и оказывают взаимное влияние. При совершенствовании одной из подсистем изменения затронут другую. Соответственно введение ERP-системы в логистический процесс будет влиять и на материальную подсистему. Однако планирование ресурсов предприятия не может в полной мере удовлетворить потребности грузовладельцев к качеству транспортных услуг. Совершенствование материальной подсистемы логистического процесса позволит приблизиться к этой цели.

#### Список литературы

- 1 Стратегия развития холдинга «РЖД» на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://doc.rzd.ru/>. – Дата доступа : 18.06.2019.
- 2 **Сергеева, Т. Г.** Проблемы функционирования железнодорожного транспорта в логистических системах доставки грузов / Т. Г. Сергеева, Г. И. Никифорова // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2018 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. 13–14 ноября 2018 г. – СПб. : ИПТ РАН, 2018. – Т. 1. – С. 245–249.
- 3 РЖД-партнер. Документы 2019. – Вып. № 5–6 (393–394). – С. 33–36.
- 4 РЖД-партнер. Документы 2019. – Вып. № 5–6 (393–394). – С. 14–15.
- 5 **Маликов, О. Б.** Деловая логистика / О. Б. Маликов. – СПб. : Политехника, 2003. – 223 с.
- 6 **Смехов, А. А.** Основы транспортной логистики : учеб. для вузов / А. А. Смехов. – М. : Транспорт, 1995. – 197 с.
- 7 Концепция реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» [Электронный ресурс]. – М., 2017. – Режим доступа : [<https://zinref.ru/>]. – Дата доступа : 12.10.2020.
- 8 **Никифорова, Г. И.** Исследование проблем деятельности операторских компаний в управлении вагонным парком / Г. И. Никифорова // Профессиональное образование, наука и инновации в XXI веке : сб. трудов XII Санкт-Петербургского конгресса. – 2018. – С. 172–173.
- 9 **Никифорова, Г. И.** Проблемы оперирования железнодорожным подвижным составом в современных условиях / Г. И. Никифорова, Т. Г. Сергеева // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2014 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб. : ИПТ РАН, 2014. – С. 185–189.

УДК 656.2.003

## ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОПЕРАТОРСКИХ КОМПАНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*О. П. КИЗЛЯК, Т. Г. СЕРГЕЕВА*

*Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I,  
Российская Федерация*

В настоящее время огромное влияние на работу компаний-операторов подвижного состава оказала глобальная пандемия и мировой экономический кризис. Так, в текущем году существенно сократились доходы компаний, работающих в сфере производства и оперирования железнодорожным подвижным составом. По оценкам Института проблем естественных монополий, с марта по август выручка компаний-операторов железнодорожного подвижного состава по сравнению с аналогичным периодом 2019 года сократилась на 93,8 млрд руб. [1]. Это обстоятельство привело к падению спроса на новые грузовые вагоны, в связи с чем прогнозируется значительное сокращение доходов вагоностроителей.

Вместе с тем, современные тенденции развития российской и мировой экономики ставят перед компаниями-операторами новые задачи, решение которых позволит обеспечить их устойчивое развитие на транспортном рынке, повысить доступность и качество транспортно-логистических услуг в области грузовых перевозок. Современный клиент обладает высокими возможностями получения и распространения информации, что делает его более избирательным и требовательным. Для удержания конкурентного преимущества операторским компаниям, необходимо ориентироваться на клиента и повышать качество транспортной услуги. Ведущую роль в данной стратегии играет автоматизация сфер деятельности предприятия от планирования бизнес-процессов до контроля их реализации.

По результатам аналитических исследований, от операторских компаний требуется гибкость и скорость реакции на развитие конкурентного рынка, а успешность компаний в этом случае будет определяться принципами полной согласованности, цифрового бизнеса, в основе которых лежит бизнес в режиме онлайн и управление сервисами при неременном условии применения современных механизмов обеспечения информационной безопасности.

Принципы цифрового бизнеса имеют следующее значения:

«Полная согласованность» означает наличие необходимой, достоверной и своевременной информации о событиях и намерениях у одновременно всех субъектов, участвующих в предоставлении услуг, включая сотрудников, клиентов и партнёров.

«Бизнес в режиме онлайн» означает принятие правильных решений и осуществление действий без критичных (повышающих риски или дополнительные затраты, снижающих конкурентоспособность услуг) задержек.

«Управление сервисами» означает планирование и контроль деятельности в контексте показателей услуг для клиентов, которые, в свою очередь, складываются из показателей внутренних сервисов [2]. Реализация указанных принципов может осуществляться за счёт развития и внедрения модели цифровой железной дороги. Цифровая платформа ОАО «РЖД» – это несколько ключевых блоков: цифровые клиентские сервисы для грузоперевозчиков, блок управления производством, перевозочным процессом, объектами железнодорожной инфраструктуры.

В модели цифровой железной дороги следует выделить информационные блоки, которые имеют большое бизнес-значение для операторских компаний.

1 Управление терминально-складскими комплексами, путем автоматизации деятельности терминалов, грузовых дворов, складов, специализированной техники.

2 Применение имитационного моделирования:

- определения оптимального парка подвижного состава;
- рационального управления парком частных вагонов;
- поиска наиболее привлекательного варианта перевозки (маршрут перевозки, время доставки, стоимость);
- поиска оптимальных вариантов размещения грузов, использования оборудования и внутренней логистики;
- поиска оптимального варианта использования оборудования и транспорта для выгрузки и вывоза грузов;
- поиска оптимальных вариантов погрузки и резервирования вагономест.

3 Планирование перевозок грузов. Динамическое формирование модели перевозок на краткосрочную и среднесрочную перспективу с учётом изменяющихся факторов (спрос на перевозки, состояние инфраструктуры, доступность подвижного и тягового состава).

4 Электронная площадка вагонов, позволяющая повышать коэффициент полезного использования подвижного состава за счёт оптимизации его работы с учётом местонахождения, планов использования и технического состояния.

5 Онлайн контроль технического состояния подвижного состава с отображением его текущего местоположения, осуществляемый путем сбора информации с навигационно-связных модулей с функцией технической диагностики критичных узлов и деталей, а также параметров работы подвижного состава.

Работа операторской компании, с рассмотренными выше блоками информации, должна осуществляться за счёт внедрения и развития автоматизированных решений, которые имеют возможность сопряжения с сервисными блоками цифровой платформы ОАО «РЖД» и соответствуют организационным и техническим стандартам взаимодействия между сервисными блоками.

В этом случае операторским компаниям будет необходимо обрабатывать значительный массив данных. Тем не менее, это возможно, если применять цифровые технологии. Применение ERP-системы позволит повысить качество транспортных услуг. ERP-система (Enterprise Resource Planning), или система планирования ресурсов предприятия, предоставляет возможность посредством целого комплекса интегрированных приложений создать единую информационную среду с целью автоматизации всех сфер деятельности логистического предприятия от планирования бизнес-процессов до контроля над их реализацией и последующего анализа достигнутых результатов [3].

Система планирования ресурсов предприятия, будет реализовывать:

- управление проектами и программами;
- прогнозирование;
- ведение информации о продукции и технологии;
- управление затратами, финансами, кадрами и т. д.

ERP-системы состоят из различных функциональных модулей, которые реализуют потребности предприятий в автоматизации бизнес-процессов. Каждый модуль ориентирован на специфическую область деятельности или бизнес-процесс.

Рассматриваемая система строится по модульному принципу и может охватывать все ключевые процессы деятельности логистической компании. Структура ERP системы представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Блок-схема модулей ERP системы

Информационная и материальная подсистемы логистического процесса неразрывно связаны между собой и оказывают взаимное влияние. При совершенствовании одной из подсистем изменения затронут другую. Соответственно введение ERP-системы в логистический процесс окажет влияние и на материальную подсистему. Цифровизация работы операторских компаний на платформе внедрения модели цифровой железной дороги обладает существенным потенциалом и представляет интерес как дополнительный источник доходов, в первую очередь, именно для бизнеса.

#### Список литературы

- 1 Институт проблем естественных монополий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ipem.ru/news/publications/2023.html>. – Дата доступа : 05.09.2020.
- 2 Концепция реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» [Электронный ресурс]. – М., 2017. – Режим доступа : <https://zinref.ru>. – Дата доступа : 05.02.2020.
- 3 Сергеева, Т. Г. Повышение конкурентоспособности транспортно-логистических компаний в условиях цифровизации / Т. Г. Сергеева, Г. И. Никифорова ; Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I. – Т. 17. – № 3. – СПб., 2020. – С. 428–436.

УДК 656.222.3

## ВЫБОР ВАРИАНТА ПРОПУСКА ПОЕЗДОПОТОКОВ В ОБХОД ОСНОВНОГО МАРШРУТА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ

*К. Е. КОВАЛЕВ, О. П. КИЗЛЯК*

*Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I,  
Российская Федерация*

Железная дорога связывает между собой порты регионов страны с сырьевыми и промышленными районами. Одним из грузонапряженных участков сети является участок стыков двух дорог Октябрьской и Северной, где в сутки запланирован большой объем приема и сдачи поездов. В соответствии с нормативным графиком движения поездов каждые 10 минут со станции проложены нитки отправления с чередованием между пассажирскими и грузовым сообщениями, тем самым интенсивно используя пропускную способность данного направления. Анализ эксплуатационной работы участков за месяц максимальных перевозок показал, что по техническим причинам имеются задержки поездов.

В результате исследования и анализа теоретического и практического опыта диспетчерского регулирования движения поездов было найдено решение отклонения поездопотоков в обход основного

маршрута, применяя параллельные или кружные ходы. Двенадцать вариантов обходных маршрутов (рисунок 1), имеют следующие критерии (таблица 1).

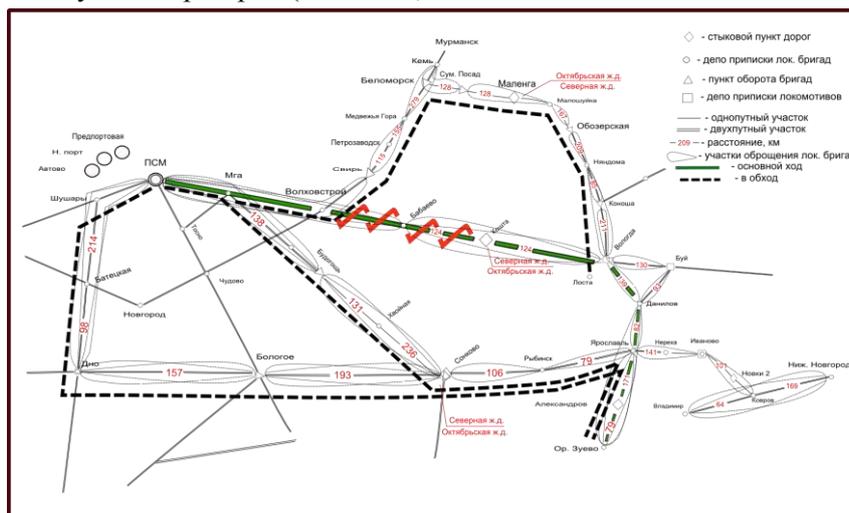


Рисунок 1 – Возможные обходные маршруты

Таблица 1 – Показатели обходных маршрутов

Критерий	Направление критерия	Варианты обходных маршрутов											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Затраты на вагоно-километры пробега, тыс. руб.	max	1,1	1,3	1,9	1,0	1,2	1,2	1,4	1,1	1,0	1,2	1,2	1,4
Затраты на вагоно-час, тыс. руб.	min	1,4	1,6	2,3	1,2	1,4	1,4	1,6	1,4	1,2	1,4	1,4	1,6
Локомотиво-час	min	0,7	0,9	1,3	0,4	0,6	0,4	0,6	0,7	0,4	0,6	0,4	0,6
Бригадо-час	min	1,9	2,2	3,2	1,3	1,8	1,7	2,0	1,9	1,3	1,8	1,7	2,0
Тонно-километр брутто вагонов и локомотивов, тыс. руб.	max	42,8	49,2	71,1	38,0	44,8	43,5	51,4	42,8	38,0	44,8	43,5	51,4
Затраты на топливо и электроэнергию, тыс. руб.	min	388,9	398,8	393,9	762,3	781,5	1004,2	1045,8	388,9	762,3	781,5	1004,2	1045,8

Для реализации рассматриваемых вариантов необходимо взаимодействие диспетчерской смены двух дорог и районов управления. Решение об использовании рассматриваемых маршрутов регулирования принимается на этапе согласования приема поездов по междорожным стыкам и возможности пропуска поездопотока по участкам в обход основного маршрута. Существует возможность заблаговременного планирования путем согласования ниток вариантного графика на основании оперативных приказов, телеграмм и распоряжений с возможностью отклонений поездов от основного хода, где утверждается количество ниток, условная длина и время отправления поезда [1–3].

Значения  $i, j$ -х критериев сравнения вариантов (таблица 2) определяются величинами, которые для максимизируемых критериев принимаются  $\alpha_{maxij}$ , а для минимизируемых критериев –  $\alpha_{minij}$ :

$$\pm \alpha_{mxi j} = \frac{\alpha_{i j}}{\sum_{i=1}^m \alpha_{i j}}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, k,$$

где  $\alpha_{ij}$  – величина  $j$ -го критерия для  $i$ -го варианта обходного маршрута;  $m$  – количество вариантов;  $n$  – количество критериев;  $k, n-k$  – количество максимизируемых и минимизируемых критериев.

Веса критериев оценки вариантов (таблица 3) определяются влиянием на комплексную оценку по формулам:

$$\Delta_{minij} = |\alpha_{maxij}| - |\alpha_{minij}|, \forall i, \forall j,$$

где  $\Delta_{minij}$  – разности абсолютных значений  $\alpha_{maxij}$  и  $\alpha_{minij}$  значений критерия для сравниваемых вариантов  $i$ .

Таблица 2 – Величины относительных критериев

Критерий	Направление критерия	Варианты обходных маршрутов											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Затраты на вагоно-киллометры пробега, тыс. руб	max	0,08	0,09	0,13	0,07	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07	0,08	0,08	0,09
Затраты на вагоно-час, тыс. руб.	min	0,08	0,09	0,13	0,07	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07	0,08	0,08	0,09
Локомотиво-часы	min	0,09	0,11	0,17	0,05	0,08	0,06	0,08	0,09	0,05	0,08	0,06	0,08
Бригадо-час	min	0,08	0,10	0,14	0,06	0,08	0,07	0,09	0,08	0,06	0,08	0,07	0,09
Тонно-километр брутто вагонов и локомотивов, тыс. руб.	max	0,08	0,09	0,13	0,07	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07	0,08	0,08	0,09
Затраты на топливо и электроэнергию, тыс. руб.	min	0,04	0,05	0,04	0,09	0,09	0,11	0,12	0,04	0,09	0,09	0,11	0,12

Относительная величина веса критерия:

$$w_j = \frac{\Delta_{mmij}}{\sum_{j=1}^n \Delta_{mmij}}$$

Таблица 3 – Оценки весов относительных критериев

Критерий	Варианты обходных маршрутов			
	Максимум критерия $\alpha_{maxij}$	Минимум критерия $\alpha_{minij}$	Разность максимума и минимума критерия $\Delta_{mmij}$	Вес критерия $w_j$
Затраты на вагоно-киллометры пробега, тыс. руб.	0,13	0,07	0,06	0,13
Затраты на вагоно-час, тыс. руб.	0,13	0,07	0,06	0,13
Локомотиво-часы	0,17	0,05	0,12	0,26
Бригадо-час	0,14	0,06	0,08	0,18
Тонно-километр брутто вагонов и локомотивов, тыс. руб.	0,13	0,07	0,06	0,13
Затраты на топливо и электроэнергию, тыс. руб.	0,12	0,04	0,08	0,16
Сумма величин			0,459	1,0

Комплексные взвешенные оценки вариантов по всем критериям  $C_{wij}$  (таблица 4) определяются выражением:

$$C_{wij} = \sum_{j=1}^k w_j \alpha_{mxij} - \sum_{j=1}^{n-k} w_j \alpha_{mnij} \quad |, \forall i,$$

где  $k$  – количество максимизируемых критериев.

Таблица 4 – Значения критериев с учетом веса и комплексные оценки вариантов

Критерий	Варианты обходных маршрутов											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Затраты на вагоно-киллометры пробега, тыс. руб	0,15	0,17	0,25	0,13	0,16	0,16	0,18	0,15	0,13	0,16	0,16	0,18
Затраты на вагоно-час, тыс. руб.	0,18	0,20	0,30	0,16	0,18	0,18	0,21	0,18	0,16	0,18	0,18	0,21
Локомотиво-часы	0,18	0,22	0,35	0,11	0,16	0,11	0,15	0,18	0,11	0,16	0,11	0,15
Бригадо-час	0,34	0,40	0,59	0,24	0,33	0,31	0,36	0,34	0,24	0,33	0,31	0,36
Тонно-километр брутто вагонов и локомотивов, тыс. руб.	5,50	6,33	9,13	4,88	5,76	5,60	6,60	5,50	4,88	5,76	5,60	6,60
Затраты на топливо и электроэнергию, тыс. руб.	63,59	65,21	64,40	124,64	127,78	164,19	171,00	63,59	124,64	127,78	164,19	171,00
Комплексный критерий $C_{wij}$	-58,6	-59,5	-56,2	-120,1	-122,5	-159	-164,9	-58,6	-120,1	-122,5	-159,0	-164,9

В результате комплексной оценки по критериям максимальное значение комплексного критерия достигается в третьем варианте, по экономической оценке наименьшие затраты приходятся на первый и восьмой варианты, при этом третий вариант имеет третье место по уровню наименьших суммарных эксплуатационных расходов, но имеет не лучшие эксплуатационные показатели. В результате выбора варианта пропуска поездопотока в обход основного маршрута по набору критериев на рассматриваемом полигоне рекомендуется выполнять пропуск поездов в обход основного маршрута, в рассматриваемых условиях, по третьему варианту.

Использование обходных маршрутов позволяет снизить затруднения на напряженных линиях и повысить использование малодейственных направлений. Возможные затруднения при выборе обходного маршрута могут быть связаны с предоставлением поездных локомотивов и локомотивных бригад, а также техническим и коммерческим осмотрами на попутных станциях.

#### Список литературы

- 1 **Кокурин, И. М.** Метод расчета загруженности оперативно-диспетчерского персонала технических станций, основанный на алгоритмическом описании содержания труда / И. М. Кокурин, К. Е. Ковалев // Известия ПГУПС. – 2013. – № 3. – С. 18–23.
- 2 **Кокурин, И. М.** Распределение зон и функций управления на технических станциях методом алгоритмического описания функций оперативного персонала / И. М. Кокурин, К. Е. Ковалев // Вестник транспорта Поволжья. – 2014. – № 4 (46). – С. 97–104.
- 3 **Катцын, Д. В.** Распределение зон управления и функций оперативного персонала / Д. В. Катцын, И. М. Кокурин, К. Е. Ковалев // Мир транспорта. – 2014. – 3 (52). – С. 210–219.

УДК 656.11.08

## БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕВОЗКИ ПассаЖИРОВ МАРШРУТНЫМИ ТАКСИ

*Д. М. КОВШАР*

*Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

Достаточно острой проблемой современного общества является недостаточно эффективное обеспечение безопасности пассажирских перевозок маршрутными такси, что приводит к увеличению дорожно-транспортных происшествий и травматизму и гибели на дорогах.

Большинство дорожно-транспортных происшествий происходят из-за неудовлетворительного состояния улично-дорожных сетей, несоблюдения правил дорожного движения, правил пассажирских перевозок, нарушения графика работы водителей на маршрутах.

Автомобильный перевозчик для обеспечения безопасного выполнения автомобильных перевозок пассажиров обязан:

- организовать работу по выполнению требований нормативных правовых актов в области обеспечения безопасности дорожного движения и автомобильных перевозок пассажиров;
- организовывать и контролировать работу водителей, проводить их стажировку;
- организовать и оснастить учебно-наглядными материалами, плакатами, тренажерами помещение или место для проведения учебной и профилактической работы по предупреждению дорожно-транспортных происшествий;
- иметь нормативные правовые акты, методические и информационные материалы для проведения профилактической работы по организации безопасных автомобильных перевозок пассажиров;
- обеспечить постоянный контроль соблюдения действующих нормативов по срокам управления, работы, перерывов в работе и отдыха водителей, анализировать работу водителей по карточкам маршрута и (или) регистрационным листкам (тахограммам) в отношении режима их работы и соблюдения скоростных режимов движения;
- обеспечить соответствие технического состояния транспортных средств требованиям безопасности дорожного движения, не допуская к эксплуатации транспортные средства с неисправностями;
- организовать проведение служебного расследования, учета и анализа дорожно-транспортных происшествий с участием транспортных средств автомобильного перевозчика, а также обеспечить выявление причин, способствующих их возникновению;
- проверять знание водителями Правил дорожного движения, Правил и других актов законодательства по вопросам безопасности дорожного движения и автомобильных перевозок;

– пропагандировать необходимость соблюдения Правил дорожного движения и требований безопасности автомобильных перевозок пассажиров, поощрять работников, обеспечивающих безаварийную работу;

– проводить мероприятия, направленные на повышение профессионального мастерства водителей, в том числе по безопасной автомобильной перевозке пассажиров.

Согласно Правилам автомобильных перевозок пассажиров (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.06.2008 № 972), безопасное выполнение перевозок пассажиров должно обеспечиваться автомобильными перевозчиками, заказчиками и операторами автомобильных перевозок пассажиров, дорожными организациями и другими юридическими лицами, осуществляющими транспортную деятельность по перевозке пассажиров. Ответственность за организацию работы по обеспечению автомобильных перевозок пассажиров возлагается на руководителей организаций и индивидуальных предпринимателей, являющихся автомобильными перевозчиками.

При неблагоприятных изменениях дорожных или метеорологических условий, создающих угрозу безопасности перевозок пассажиров (разрушение дорожного покрытия, гололедица, сильный туман, заносы и т. д.), организация обязана провести оперативную корректировку графиков (расписаний) движения в сторону снижения скорости или отменить график движения, а при необходимости не допустить к выезду на линию или обеспечить другим образом прекращение движения транспортных средств.

Графики работы водителей должны обеспечивать соблюдение норм законодательства Республики Беларусь и международных договоров в части режима труда и отдыха водителей. Но часто эти графики нарушаются самими водителями, пытающимися больше заработать, что ведет к усталости и, как следствие, к невнимательности и засыпанию за рулем, что приводит к дорожно-транспортным происшествиям. Для контроля за соблюдением водителями режимов труда и отдыха перевозчикам необходимо оборудовать каждое транспортное средство системой тахографического контроля, что значительно сократит выход на маршрут уставшего водителя и соответственно приведет к уменьшению количества дорожно-транспортных происшествий. Хоть для перевозчика это понесет дополнительные затраты. При приобретении тахографов можно выбрать модель не ту, что дешевле, а ту что дешевле в эксплуатации. При этом можно сократить расходы, связанные с простоем автомобиля по причине ремонта тахографа или карты тахографа, если выбрать надежную модель, зарекомендовавшую себя при эксплуатации в странах Европы. Многие перевозчики уже убедились в правильности такого подхода, когда подсчитали свои убытки на простое водителей и автомобилей по причине неработающего тахографа или тахографа, который выводит карты из строя. Также требуется обучение водителей работе с тахографом. Но, к сожалению, многие перевозчики пытаются на этом «сэкономить», хотя с экономической точки зрения это спорный вопрос. При ДТП затраты на ремонт транспортного средства и выплат «страховок» пострадавшим будет значительно выше.

Автомобильный перевозчик должен соблюдать правила технической эксплуатации транспортных средств в соответствии с инструкциями их организаций-изготовителей. Но водители часто пренебрегают этими правилами. Во время самого интенсивного движения (в утреннее и вечернее время) в салон автомобиля допускают пассажиров свыше посадочных мест, чем подвергают опасности как себя и своих пассажиров, так и других участников дорожного движения. При дорожно-транспортном происшествии пассажиры, перевозимые стоя, получают более тяжелые травмы. Организационными-изготовителями предусмотрена максимальная грузоподъемность для каждой марки автомобиля, но каждый человек весит по-разному и чем больше пассажиров допускается в салон, тем больше вероятность превысить допустимую грузоподъемность, что часто становится причиной опрокидывания маршрутного такси при столкновении.

Для того чтобы избежать превышения грузоподъемности заводам-изготовителям необходимо разработать оборудование, фиксирующее максимально допустимую загрузку автомобиля при посадке пассажиров. Оно может выглядеть в виде определенной платформы при входе в салон и при превышении грузоподъемности издавать звуковой сигнал и блокировать движение автомобиля. В этом случае водитель будет знать о перегруженности. В лифтах многоэтажных домов же предусмотрено такое оборудование, которое при перевесе издает звуковой сигнал. Может такое оборудование будет дорогостоящее, но человеческие жизни дороже. Конечно, установка такого оборудования будет не выгодна перевозчикам, так как количество пассажиров при одной поездке сократится, но уменьшится количество дорожно-транспортных происшествий по причине превышения грузоподъемности транспортных средств.

В последнее время в Республике Беларусь увеличилось дорожно-транспортные происшествия с опрокидыванием маршрутных такси. Для примера можно взять столкновение маршрутного такси и легкового автомобиля 07.09.2020 г. под Логойском, в котором один пассажир погиб и шестеро получили травмы.

### Список литературы

- 1 Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 972 от 30 июня 2008 г.
- 2 Правила автомобильных перевозок пассажиров постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.06.2008 № 972.

УДК 614.84:625.7

## ВАРИАНТЫ ЗАЩИТЫ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ПО ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

*В. В. КОПЫТКОВ*

*Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь*

На пожарах невозможно обойтись без пожарных рукавов, соединением которых образуются магистральные рукавные линии. Такие линии предназначены для подачи воды от насоса до разветвления; для соединения насосов (емкостей), работающих в перекачку; для подачи воды в лафетный ствол. При прокладке рукавных линий выбираются наиболее удобные и кратчайшие пути к позициям ствольщиков. В то же время необходимо следить, чтобы напорные рукава не имели резких перегибов, избегать прокладки их по острым или горящим (тлеющим) предметам, а также по поверхностям, залитым горюче-смазочными материалами или химически активными веществами.

Защита рукавных линий от повреждений – комплекс мероприятий и технических средств, необходимых для предохранения пожарных рукавов от повреждений в процессе эксплуатации. Наиболее опасными участками прокладки рукавной линии к позициям ствольщиков являются дороги общего пользования, так как в результате наезда транспортного средства на рукав возможен разрыв магистральной линии либо срыв соединительной головки с рукава вследствие гидроудара преимущественно в месте соединения с соединительной головкой, что приведет к перебоям в подаче воды к очагу пожара.

В настоящее время согласно п. 99.2 [1] в подразделениях МЧС Беларуси для защиты рукавов, проложенных по проезжей части дороги (улицы), используются рукавные мостики (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид рукавных мостиков

Конструктивно мостик рукавный представляет собой металлические или деревянные пластины, либо композиционные собранные определенным образом, чтобы они могли защитить один или несколько пожарных рукавов.

Однако при практическом их использовании имеется ряд недостатков: недостаточная ширина мостика (при ограниченной видимости или недостаточного опыта водителя возможен проезд мимо мостика, а значит прямой наезд на рукавную линию); конструкция многих рукавных мостиков не обеспечивает жесткого сцепления с дорожным покрытием (при попытке наезда колесами автомобиля рукавный мостик начинает двигаться вместе с рукавной линией, к этому можно отнести и достаточно крутой угол подъема стенки мостика); высота некоторых конструкций мостиков не позволяет свободно проезжать автомобилям с низкой посадкой (клиренсом). Наряду с этими недостатками можем отметить, что у рукавных мостиков заводского исполнения достаточно высокая цена  $\approx$  5000–7000 российских рублей и масса одного мостика может достигать до 20 кг.

В связи с тем, что на практике при выполнении боевой задачи спасатели-пожарные подразделения МЧС не всегда успевают установить в месте прокладки магистральной рукавной линии рукавные мостики, либо происходит их сдвиг из-за наезда автотранспорта, что в результате приводит к

порыву рукавов вследствие гидроудара либо срыв соединительной головки с рукава, то **целью работы** являлось определение изменения давлений в магистральной линии при наезде на нее автомобилем с целью возможного установления клапана для сброса избыточного давления.

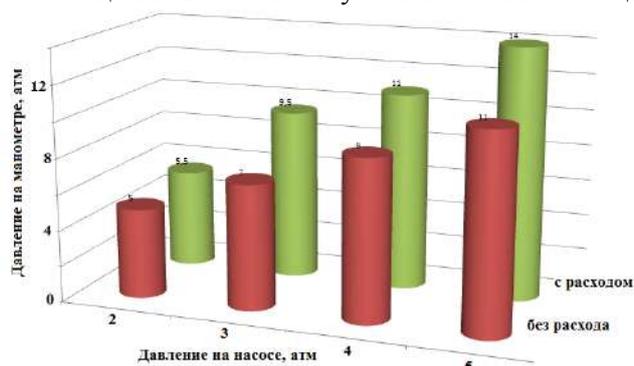


Рисунок 2 – Зависимость увеличения давления в рукавной линии при наезде на нее автомобиля, движущегося со скоростью 10 км/ч, на расстоянии в 1 м от места наезда

привести к разрыву рукавной линии. Следует обратить внимание на то, что при истечении воды на тушение пожара в момент наезда на рукавную линию изменение давления более заметно, чем при перекрытом стволе.

Сравнительный анализ рисунков 2 и 3 свидетельствует, что увеличение скорости движения автомобиля от 10 до 30 км/ч при наезде на рукавную линию при перекрытом стволе приводит к увеличению скачка давления при одинаковом напоре на насосе более чем в 1,5 раза.

Таким образом, при наезде автомобиля на рукавную линию даже на скорости 10 км/ч значение давления увеличивается свыше нормативного. Это может привести к порыву рукавов либо срыву соединительной головки с рукава. Установление клапана избыточного давления в рукавных линиях на расстоянии в несколько метров от предполагаемого места наезда (у края проезжей части) позволит снизить давление в рукавной линии до приемлемых значений.

Нами было установлено, что при наезде на магистральную рукавную линию Ø77 мм перепад давлений в них не равномерен. Наибольшее давление в рукавной линии наблюдается между автоцистерной, установленной на водоисточник, и местом наезда с постепенным уменьшением к стволу. Около ствола давление возрастает на 1 атм при скорости движения автомобиля 10 км/ч при любом значении напора насоса (рисунок 2).

Из рисунка 2 видно, что при наезде на рукавные линии даже на скорости 10 км/ч давление возрастает свыше испытываемого значения (1-я категория – 9 атм; 2-я категория – 8 атм; 3-я категория – 7 атм) [2], что может

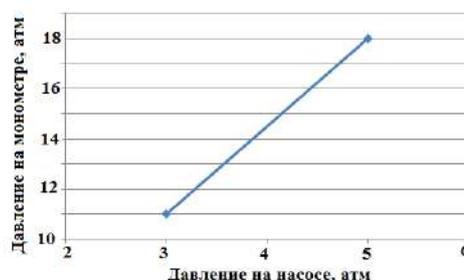


Рисунок 3 – Зависимость увеличения давления в рукавной линии при наезде на нее автомобиля, движущегося со скоростью 30 км/ч, на расстоянии в 1 м от места наезда

#### Список литературы

- 1 Приказ МЧС Республики Беларусь № 185 от 30.06.2017 «Об утверждении боевого устава органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь по организации тушения пожаров».
- 2 Приказ МЧС Республики Беларусь № 300 от 07.10.2019 «Об утверждении инструкции о порядке эксплуатации пожарных рукавов в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь».

УДК 656.211:004

## ОСНОВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СТАНЦИИ

*А. Г. КОТЕНКО*

*Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I,  
Российская Федерация*

Появление микроэлектронных устройств серийного производства, способных взаимодействовать с средствами автоматизации, выполнять вычисления и обмениваться информацией по стандартным интернет-протоколам, постепенно меняет системы управления за счет тесной интеграции вычислительных и физических процессов, формируя информационно-технологическую концепцию киберфизических систем (КФС) [1–3].

Одной из реализаций КФС является промышленный интернет вещей – территориально-распределенная вычислительная сеть объектов, оснащенных измерительными, телекоммуникационными

ми и управляющими модулями для взаимодействия между собой и внешней средой с последующим предоставлением заданных сервисов [2].

Применительно к железнодорожным станциям такие системы позволяют обеспечить реализацию технологий управляемой самоорганизации функционирования технологических процессов и могут рассматриваться как варианты интеллектуальных самоуправляемых станционных систем [4; 5].

Основные направления перехода к таким КФС состоят в замене отраслевых протоколов взаимодействия устройств на интернет-протоколы и оснащении вычислительными устройствами не только ключевых элементов технологического процесса, но и практически всех ресурсов станции.

Внедрение таких КФС связано с активным ростом количества элементов автоматики, возрастанием степени междисциплинарности, применением быстро меняющихся схем взаимодействия технических средств. В то же время оно сталкивается с неопределенностью поведения подсистем работы станции, избыточностью их взаимосвязей, разнообразием функций управления и территориальной распределенностью объектов. Это существенно ужесточает требования к четкости выражения и упорядоченности физических и вычислительных процессов, формальному определению целей, пространственно-временных, технических, технологических и финансовых ограничений [6; 7].

Для преодоления этих трудностей используется единое полимодельное логико-динамическое описание предметной области, направленное на реализацию возможности одновременного решения задачи синтеза технологии управления КФС и задачи планирования операций, потоков и ресурсов [6]. На алгоритмическом уровне такой подход предусматривает применение моделей управления операциями, параметрами операций и структурами, а также вспомогательными динамическими моделями для учета требований, связанных с прерываниями операций [8]. Технически это приводит к тому [4; 9–12], что в пределах станции количество измерительных каналов интернета вещей может составлять сотни единиц, содержащих территориально разнесенные датчики, как скалярных, так и тензорных величин; измерительная информация должна передаваться на большие расстояния по проводным и беспроводным каналам и, следовательно, ее обработка может осуществляться с использованием различных вычислительных технологий, в том числе облачных, при этом процесс обработки должен быть близок к реальному масштабу времени. Экономическая целесообразность создания такой КФС может быть обеспечена только тогда, когда информация и знания, на которые она опирается, отличаются высокой достоверностью, а эксплуатационные затраты достаточно малы [9; 13]. В концептуальном плане это означает, что в рамках решения задачи планирования работы КФС понятия управления технологическим процессом и управления соответствующей этому процессу киберфизической системой используются как тождественные [7; 14].

Таким образом, при переходе к промышленным КФС происходит актуализация проблем рациональной организации технологических процессов, среди которых традиционно выделяются проблемы оптимизации эксплуатационных затрат и, в частности, управления потерями при осуществлении технологических операций.

#### Список литературы

- 1 Industrial Internet of Things and Cyber Manufacturing Systems / S. Jeschke [et al.] // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 3–19.
- 2 **Черняк, Л.** Платформа Интернета вещей / Л. Черняк // Открытые системы. СУБД. – 2012. – № 7.
- 3 **Цветков, В. Я.** Киберфизические системы / В. Я. Цветков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 6–1. – С. 64–65.
- 4 **Куприяновский, В. П.** Киберфизические системы как основа цифровой экономики / В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, С. А. Сиягов // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Vol. 4. – No. 2. – P. 18–24.
- 5 **Oks, S.** An Application Map for Industrial Cyber-Physical Systems / S. Oks, A. Fritzsche, K. Möslein. // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 21–46.
- 6 **Потрясаев, С. А.** Математическое и программное обеспечение синтеза технологий и планов работы киберфизических систем / С. А. Потрясаев // Изв. вузов. Приборостроение. – 2018. – Т. 61. – № 11. – С. 939–946.
- 7 **Gilchrist, A.** Industry 4.0: The Industrial Internet of Things / A. Gilchrist. – NY : Springer International Publishing, 2016. – 250 p.
- 8 **Охтилев, М. Ю.** Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов / М. Ю. Охтилев, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов. – М. : Наука, 2006. – 410 с.
- 9 **Wolf, W.** Cyber-physical systems / W. Wolf // Computer. – 2009. – No. 3. – P. 88–89.
- 10 Cyber Physical Production Control / A. Schuh [et al.] // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 519–539.
- 11 **Reniers, M.** Model-Based Engineering of Supervisory Controllers for Cyber-Physical Systems / M. Reniers, J. van de Mortel-Fronczak, K. Roelofs // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 111–136.

12 **Elattar, M.** Communications for Cyber-Physical Systems / M. Elattar, V. Wendt, J. Jasperneite. // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 347–372.

13 **Назаров, Д. И.** Модели и программный комплекс решения задач планирования измерительно-вычислительных операций в киберфизических системах / Д. И. Назаров // Изв. вузов. Приборостроение. – 2018. – Т. 61. – № 11. – С. 947–955.

14 **Feeney, A.** Cyber-Physical Systems Engineering for Manufacturing / A. Feeney, S. Freechette, V. Srinivasan // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 81–110.

УДК 629.42

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКА НА ПОЛИГОНЕ

*О. Г. КОТЕНКО*

*Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I  
Российская Федерация*

Внедрение полигонных схем организации перевозок, направленных на развитие принципов использования локомотивных парков, принадлежащих различным дорогам, дало толчок реализации программ по увеличению межремонтных пробегов локомотивов и движению грузовых поездов по расписанию, созданию новой системы управления тягой на базе центров управления тяговыми ресурсами, изменению структуры управления диспетчерским аппаратом, вводу в эксплуатацию грузовых тепловозов и электровозов повышенной мощности, переводу на аутсорсинг технического обслуживания и ремонта подвижного состава, расширению штата диспетчерского аппарата за счет персонала сервисных компаний и формированию сквозной технологии организации перевозочного процесса на укрупнённых полигонах сети [1–3].

Сегодня на базе сквозной технологии организации перевозочного процесса на полигонах решаются вопросы технологической регламентации перевозок, управления поездной работой (на основе построения энергооптимальных графиков движения и выявления предотказного технического состояния подвижного состава), объединения учета показателей работы (на базе автоматизированного анализа причин и определения ответственности нарушений технологии перевозок) [4–7].

Важными задачами технологической регламентации в границах полигонов являются оптимизация схем участков обращения локомотивов и работы локомотивных бригад, норм массы и длины грузовых поездов, выработка и обоснование мер по повышению провозной способности линий и эффективности перевозок на основе процессного подхода и принципов «бережливой транспортной системы». В качестве критерия решения таких задач используется значение производительности локомотива как одного из важнейших показателей качества эксплуатационной работы [8–10].

Вместе с тем, в условиях стремления к росту производительности труда и рассмотрения ее в виде основного источника экономического роста и повышения эффективности работы железных дорог [11], значимым аспектом в решении проблемы технологической регламентации может стать производительность труда локомотивных бригад. Известно, что работники бригад составляют наиболее дорогостоящий и квалифицированный трудовой ресурс железнодорожного транспорта, а рациональная организация труда поездных бригад является необходимым условием повышения качества эксплуатационной работы, формирования уровня себестоимости перевозок, показателей использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов [12; 13].

В основе полигонной модели управления перевозочным процессом [14] решение задачи выбора способа тягового обслуживания грузовых поездов (ТОГП) в границах отдельного участка обращения локомотивов (УОЛ).

В общем виде такая задача может быть сформулирована следующим образом:

- имеется полигон, включающий в себя несколько УОЛ для локомотивов различных по мощности;
- заданы размеры движения на участках работы локомотивных бригад (ЛБ) и технология пуска поездопотока;
- требуется выбрать такие способы ТОГП в границах отдельных УОЛ, чтобы управление эксплуатацией локомотивов на полигоне обеспечивало выполнение планового объёма перевозок с наименьшими затратами тягово-энергетических ресурсов и минимальным числом ЛБ.

Формализация постановки проблемы технологической регламентации перевозок в границах полигона может быть проведена путем описания процесса эксплуатации локомотивов, среды его функционирования и целей управления в рамках выбора способа ТОГП, характеризуемых кортежем множеств

$$\langle Z, D, P, K, C, B \rangle,$$

где  $Z$  – множество альтернативных способов ТОГП в границах некоторого УОЛ;  $D$  – среда задачи, в которую включены эталонная модель ( $D_0$ ) процесса эксплуатации локомотивов и множество условий ( $D_y$ ), в которых предполагается функционирование этого процесса;  $P$  – система предпочтений при выборе способа ТОГП;  $K$  – критерии качества, которые соответствуют цели управления эксплуатацией локомотивов;  $C$ ;  $B$  – методы и способы действий (алгоритмы), которые требуется выполнить над множеством альтернатив  $Z$ , чтобы найти из них наиболее предпочтительную, удовлетворяющую системе предпочтений  $P$  по критериям качества  $K$ .

Альтернативным способом ТОГП ( $z_i \in Z$ ) считается такой способ, который удовлетворяет ограничениям задачи и обеспечивает получение требуемых параметров и характеристик управления эксплуатацией локомотивов.

В качестве основы для формирования эталонной модели ( $D_0 \in D$ ) процесса эксплуатации локомотивов на полигоне используем положения [14].

Определим значимые для решения задачи условия осуществления эксплуатации локомотивов

$$D_y = L_{yч}, T_{ТО}, \Delta M_p, R, V, O,$$

означающие, что во-первых, УОЛ, организованный в границах полигона, может включать в себя несколько тяговых плеч и его протяжённость в общем случае:

$$L_{yч} = \sum_{i=1}^n L_i^{тяг},$$

где  $L_i^{тяг}$  – длина  $i$ -го тягового плеча, входящего в УОЛ;  $n$  – число тяговых плеч; во-вторых, время проследования локомотивов во главе поездов между станциями их формирования и расформирования по возможности не должно превышать норматив времени между ТО-2 для используемой серии локомотива:

$$\frac{L_{p-ф}}{v_m^{p-ф}} \leq T_{ТО},$$

где  $L_{p-ф}$  – расстояние между станциями формирования и расформирования поездов;  $v_m^{p-ф}$  – маршрутная скорость грузовых поездов между станциями формирования и расформирования;  $T_{ТО}$  – норматив времени между ТО-2; в-третьих, эксплуатационный резерв локомотивов ( $\Delta M_p = \{M_{ij}^p\}$ ) полигона концентрируется на специально выделенных станциях пунктов оборота, а его значение определяется выражением

$$\Delta M_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij}^p,$$

где – количество локомотивов  $j$ -й серии в резерве в  $i$ -м депо;  $m$  – число используемых серий локомотивов;  $n$  – количество основных депо приписки локомотивов на полигоне; в-четвертых, в границах УОЛ локомотивы обслуживают грузовые поезда разных категорий, отличающихся по весу и длине состава, в том числе поезда повышенного веса (более 6000 т) и повышенной длины (100 усл. ваг. и более) – поезда ТДП; базовыми категориями будем считать [15]:

- а) маршруты с мест погрузки из гружёных вагонов и маршруты из порожних вагонов с мест выгрузки, курсирующие между станциями отправления и назначения маршрутов;
- б) технические маршруты из гружёных и/или порожних вагонов, следующие между станциями формирования и расформирования поездов;
- в) групповые поезда, следующие между техническими станциями перецепки групп вагонов;
- г) поезда соединённые, двоянные, строенные для прохождения участков со сниженной пропускной способностью, следующие как ТДП;

в-пятых, в границах УОЛ возможна реализация восьми принципиальных вариантов тягового обслуживания  $V = \{v_l\}, l = [1 \dots 8]$  [15]:

1) все составы поездов формируются по унифицированным и параллельным нормам веса и длины, позволяющим их обслуживать одиночной тягой, в общей увязке по единому графику оборота ( $v_1$ );

2) сформированные составы поездов унифицированной или параллельной весовой нормы обслуживаются одиночной тягой, а составы поездов ТДП – двумя и более локомотивами, каждый из которых управляется отдельной бригадой в общей увязке ( $v_2$ );

3) все составы поездов формируются повышенного веса и длины (ТДП), для ведения которых выделяется одна тяговая единица, состоящая из нескольких локомотивов (двух, трёх и более), соединённых на заводе или в депо для работ по системе многих единиц и управляемых одной локомотивной бригадой в общей увязке ( $v_3$ );

4) в границах УОЛ эксплуатируются локомотивы разной мощности, при этом локомотивы меньшей мощности обслуживают «лёгкую» категорию составов поездов, а большей – обеспечивают вождение составов поездов ТДП ( $v_4$ );

5) составы поездов унифицированной или параллельной весовой нормы обслуживаются одиночной тягой, а составы поездов ТДП – сплотками локомотивов заводского соединения; каждая группа локомотивов работает в отдельной увязке по 2-групповому графику оборота ( $v_5$ );

6) для поездов ТДП применяется оперативное секционирование локомотивов, оборудованных СМЕТ, путём их формирования в сцепы для постановки в голову поезда, а также за счёт расстановки их по длине составов поездов, где локомотивы работают в общей увязке ( $v_6$ );

7) в установленных местах участка применяется подталкивание отдельных групп поездов в сочетании с каждым из шести вариантов ( $v_7$ );

8) используется сочетание всех вариантов обслуживания ( $v_8$ ); в-шестых, в ходе планирования эксплуатации локомотивов на полигоне используются ограничения  $O = \{o_p\}, p = [1; 2]$ :

– максимальная потребность локомотивов эксплуатируемого парка не должна превышать количество локомотивов инвентарного парка депо полигона:

$$M_{\max} = \sum_{k=1}^r (N_k^{\text{план}} k_{nk}) \leq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij}^{\text{инв}},$$

где  $N_k^{\text{план}}$  – плановое количество пар поездов на  $k$ -м УОЛ полигона;  $k_{nk}$  – коэффициент потребности локомотивов на пару поездов на УОЛ;  $r$  – количество УОЛ в границах полигона;  $M_{ij}^{\text{инв}}$  – количество локомотивов инвентарного парка  $j$ -й серии в  $i$ -м депо приписки;

$o_2$  – плановое количество поездов, следующее по участкам полигона не должно превышать количество поездов, предусмотренных графиком движения

$$\sum_{k=1}^r N_k^{\text{план}} \leq \sum_{k=1}^r N_k^{\text{ТДП}}.$$

Систему предпочтений  $P$  при выборе оптимального способа ТОГП в границах УОЛ сформируем исходя из цели управления эксплуатацией локомотивов  $C$  (обеспечить выполнение заданной тонно-километровой работы при возможно меньшей затрате локомотиво-километров и обслужить заданные размеры движения как можно меньшим числом локомотивов):

$$\begin{cases} S_{\text{л}} = \frac{\sum MS}{M_3^{\text{УОЛ}}} \rightarrow \max \\ k_{gj}^{\text{TC}} = \frac{Q_{ig}^{\text{бп}}}{Q_j^{\text{max}}} \rightarrow \max, \\ \sum MS_{\text{пез}} \rightarrow \min \end{cases}$$

где  $S_{\text{л}}$  – среднесуточный пробег локомотива;  $\sum MS$  – пробег локомотивов в границах УОЛ;  $M_3^{\text{УОЛ}}$  – эксплуатируемый парк локомотивов в пределах УОЛ;  $k_{gj}^{\text{TC}}$  – коэффициент использования тяговой силы локомотива  $j$ -й серии, прикрепленного к  $g$ -му поезду;  $Q_{ig}^{\text{бп}}$  – вес  $g$ -го поезда брутто, т;

$Q_j^{\max}$  – максимальный вес поезда для локомотива  $j$ -й серии, т;  $\sum MS_{\text{рез}}$  – резервный пробег локомотивов на данном УОЛ.

Такая система предпочтений  $P$  предопределяет выбор критерия качества, которым в границах УОЛ удобно считать максимум удельной производительности локомотива, отнесённой к 1 кВт суммарной мощности [16]:

$$W_{\text{уд}} = \frac{\sum ql_{\text{УОЛ}}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (M_{ij} N_{kj})} \rightarrow \max,$$

где  $\sum ql_{\text{УОЛ}}$  – работа локомотива в т-км брутто в границах УОЛ;  $M_{ij}$  – число локомотивов эксплуатируемого парка  $j$ -й серии, приписанных к  $i$ -му депо в границах УОЛ;  $N_{kj}$  – касательная мощность локомотива  $j$ -й серии.

В целом же на полигоне критерием качества управления ( $k_2 \in K$ ) целесообразно принять максимум среднесуточной производительности локомотива эксплуатируемого парка:

$$W_{\text{л}} = \frac{\sum ql_{\text{л}}}{M_{\text{э}}} = Q_{\text{бр}} S_{\text{л}} \Psi \rightarrow \max, ,$$

где  $\sum ql_{\text{л}}$  – работа локомотивов т-км брутто на полигоне в целом;  $M_{\text{э}}$  – эксплуатируемый парк локомотивов на полигоне;  $Q_{\text{бр}}$  – средний вес поезда брутто;  $S_{\text{л}}$  – среднесуточный пробег локомотива эксплуатируемого парка;  $\Psi$  – коэффициент производительности локомотива.

Таким образом, в классической постановке проблема технологической регламентации перевозок в границах полигона представляет собой задачу оптимизации со многими переменными, решение которой осуществляется путем нахождения способа ТОГП, удовлетворяющего базовым критериям оптимальности среднесуточной производительности локомотивного парка на отдельных участках обращения и полигоне:  $k_1$  и  $k_2$ .

При этом комплексную задачу отыскания оптимальных параметров управления работой локомотивного парка, обслуживающего поездную работу грузового движения на полигоне, поставленную в виде проблемы технологической регламентации перевозочного процесса в границах полигона, целесообразно дополнить критериями качества управления работой поездных локомотивных бригад, сформулированными в терминах производительности труда – одного из ключевых показателей эффективности эксплуатационной работы на железнодорожном транспорте. Это позволяет минимизировать эксплуатационные затраты при выполнении планируемых объёмов грузовых перевозок.

#### Список литературы

- 1 **Валинский, О. С.** Повысить эффективность работы локомотивного комплекса / О. С. Валинский // Локомотив. – 2016. – № 9. – С. 2–5.
- 2 **Пустовой, В. Н.** Перспективы оптимизации системы ремонта локомотивов / В. Н. Пустовой // Локомотив. – 2015. – № 11. – С. 6–11.
- 3 **Власенский, А. А.** Перспективы внедрения полигонных моделей локомотивной тяги / А. А. Власенский // Локомотив. – 2015. – № 6. – С. 2–6.
- 4 **Сайбаталов, Р. Ф.** Ключевые задачи перехода к планированию и организации движения на полигонах / Р. Ф. Сайбаталов // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 6. – С. 32–37.
- 5 Интегрированная система управления поездной работой объединенного полигона / Т. А. Никитин [и др.] // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 6. – С. 38–44.
- 6 **Власенский, А. А.** Региональный центр управления перевозками: структура и задачи / А. А. Власенский // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 6. – С. 45–48.
- 7 Типовая технология управления перевозками на объединенных полигонах / В. Л. Зобнин [и др.] // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 11. – С. 7–14.
- 8 **Исаков, М. П.** Централизованный метод управления тяговыми ресурсами / М. П. Исаков // Экономика железных дорог. – 2014. – № 9. – С. 55–62.
- 9 **Чикиркин, О. В.** Информационные технологии в локомотивном хозяйстве / О. В. Чикиркин, Е. А. Поцелуев // Локомотив. – 2016. – № 6. – С. 8–11.
- 10 **Филиппов, С. В.** Систему управления локомотивным комплексом – на новый уровень / С. В. Филиппов // Локомотив. – 2017. – № 11. – С. 5–6.
- 11 Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 г.: утв. распоряжением Правительства РФ от 19 марта 2019 г. № 466-р.

12 **Богач, В. Н.** Ответственность за организацию работы локомотивных бригад / В. Н. Богач // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 8. – С. 11–13.

13 **Никончук, И. Н.** Удлиненные плечи, ускоренные поезда: история, достижения и перспективы / И. Н. Никончук // Локомотив. – 2017. – № 11. – С. 10–11.

14 Типовой технологический процесс работы полигона, утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 26.12.2016 г. № 2700р.

15 **Некрашевич, В. И.** Управление эксплуатацией локомотивов : учеб. пособие / В. И. Некрашевич, В. И. Апатцев. – М. : РГОТУПС, 2000. – 194 с.

16 **Айзинбуд, С. Я.** Эксплуатация локомотивов / С. Я. Айзинбуд, П. И. Кельперис. – М. : Транспорт, 1980. – 248.

УДК 378.1:811

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЯЗЫКОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ ФАКУЛЬТЕТА «УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПЕРЕВОЗОК»**

*Н. В. КУЛАЖЕНКО, Н. А. ЛЮБОЧКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Республика Беларусь, имея высокий статус в области образовательных технологий, привлекает иностранных учащихся из многих стран мира для получения высшего образования. На протяжении многих лет значительное место в экспорте образовательных услуг занимает КНР. В Белорусском государственном университете транспорта продолжает работу проект «Международное сотрудничество БелГУТа и Гуанчжоуского профессионально-технического колледжа железнодорожного транспорта».

Важную роль в этом проекте, наряду с общеобразовательными предметами, играет обучение профессиональной лексике на уроках по русскому языку как иностранному. Накопление профессионального словаря китайскими студентами происходит постепенно. Процесс овладения технической терминологией включает в себя как расширение словаря за счёт активной лексики, так и пассивной. Словарная работа на уроке является обязательной частью комплексного усвоения языка специальности и связана с отработкой материала в коммуникативно направленных заданиях других языковых уровней (фонетика, грамматика, лексика, словообразование). Роль и место каждого аспекта языка, их соотношение и степень значимости при обучении, отбор, организация и формы предъявления учебного материала определяются принятыми методическими принципами, профессиональной ориентацией учащихся и уровнем их подготовки.

Активная работа с терминологией технических дисциплин начинается после изучения математики, физики, химии, необходимых будущим инженерам. Поэтому основное внимание на занятиях по русскому языку уделяется текстам и терминологии этих предметов. На первом курсе целесообразно вводить в словарь студента лексику тематического поля выбранной специальности (например, «транспорт», «транспортная логистика», «информационные технологии» и др.). Тематическое поле охватывает теоретические и практические вопросы, связанные с будущей специальностью. Основным методом по расширению словаря учащихся была выбрана работа со словообразовательным гнездом, которая дополнялась указанием на сочетательные возможности производных и производных слов. Такая работа позволяет познакомить студентов не только со словообразовательным, но и с терминологическим гнездом. Так как усвоение словаря зависит от степени сформированности словообразовательных моделей, то знакомство с гнездами – это рациональный путь к овладению и лексикой, и моделями словообразования. Такой подход учит студентов воспринимать единицы лексики в системе, что позволяет увидеть внутренние механизмы развития словаря. При анализе слова особое внимание уделяется его корню. Эта часть слова подсказывает студенту значение нового слова, особенно если производные в гнезде построены по типовым словообразовательным моделям. Умение находить корень, понимание его значения снижает количество слов, необходимых для запоминания. Указание на сочетательные возможности слов формирует своеобразное тематическое поле этого гнезда, в которое войдут не только единицы разных частей речи, но и устойчивые словосочетания разных типов.

Введение новой лексики можно проводить, опираясь на отдельные синтаксические конструкции, содержащие специальную лексику и научные тексты по специальности. Например: *Вагонетка (вагончик) – небольшой вагон для перевозки грузов на узкоколейных и подвесных дорогах. Вагонетчик – рабочий, ведущий вагонетку или Грузовой вагон – железнодорожный вагон, который используется для пе-*

ревозки каких-либо грузов, товаров. Другое устоявшееся название – товарный вагон. К вагонам грузового парка относятся: крытые вагоны, полувагоны, вагоны-цистерны, думпкары, хопперы, платформы, фитинговые платформы, вагоны бункерного типа, транспортёры, автомобилевозы, вагоны-кенгуру, изотермические вагоны, вагоны-ледники, рефрижераторные, вагоны-термосы...

Первые предложения позволяют поработать над словами *вагон*, *вагонетка*, *вагончик*, *вагонетчик*. Здесь студентам предлагается уточнить значение слов, выделить общую часть, образовать из них другие части речи, изменить формы числа, рода, падежа, составить группу родственных слов.

Вагон → | вагон-чик  
вагон-етк (а) | вагонет-чик → вагонет-чиц-а  
вагонеточ-н-ый (черед. к-ч)  
вагон-н-ый → вагонн-о-паровозный  
под-вагон-н-ый  
вагон-ледник  
вагон-о-ремонт-н-ый

Фрагмент текста содержит ключевые слова к тематическому полю «железнодорожный транспорт» и даёт возможность познакомить студентов с основными понятиями лексем, подсказать их сочетаемость в речи, в отдельных случаях обратить внимание на использование некоторых слов в переносном значении и в устойчивых выражениях. При работе с текстом студентам предлагается выполнить следующие виды заданий:

- записать и перевести активную лексику (вагон, перевозить, платформа, относиться и т. д.);
- проанализировать сложные слова из текста (полувагоны, вагоны-цистерны, автомобилевозы и т. д.);
- выделить общую часть в словах (*-вагон-*);
- образовать отглагольные существительные (грузовой – *груз*, использоваться – *использование*, относиться – *отношение* и т. д.);
- составить предложения с отдельными терминами (На окнах вагонов можно увидеть наклейки с социальной рекламой);
- найти в предложениях причастные и деепричастные обороты (единица, предназначенная для перевозки);
- поставить слова в словосочетаниях в правильную форму;
- дополнить предложения подходящими по смыслу словами в правильной форме;
- составить терминологический словарь и т. д.

Узкоспециальная терминология переплетается с общеупотребительной лексикой, поэтому освоение этой лексики студентами-иностранцами создаёт базу как для профессионального общения и чтения научных текстов, так и в повседневной сфере общения.

#### Список литературы

- 1 **Крючкова, Л. С.** Практическая методика обучения русскому языку как иностранному: учеб. пособие / Л. С. Крючкова. – 2-е изд. – М. : Флинта, Наука, 2011.
- 2 **Тихонов, А. Н.** Гнездовой толковый словарь русского языка / А. Н. Тихонов // Актуальные проблемы русского словообразования. – Ташкент, 1978.
- 3 Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). – М. : ИКАР. – Э. Г. Азимов, А. Н. Шукин, 2009. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://methodological\\_terms/academic.ru/](http://methodological_terms/academic.ru/). – Дата доступа : 10.10.2014.

УДК 656.025.2

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ МАТРИЦ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ ПАССАЖИРОПОТОКОВ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Ю. И. КУЛАЖЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

С математической точки зрения формирование матрицы корреспонденций является наиболее сложной задачей, в которой представлены параметрические изменения транспортных потоков городской сети. Например, различные перемещения пассажиров или транспорта между любыми па-

рами корреспондирующих пунктов транспортной сети с различными целями. В связи с этим для формирования вышеназванных матриц применяются различные методы, характеристика которых приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Краткая характеристика методов формирования матриц корреспонденций пассажиропотоков

Методы	Краткая характеристика	Недостаток
<i>Экстраполяционные</i> (обследование существующего состояния распределения пассажиропотоков и транспорта между корреспондирующими районами с применением для прогнозирующих расчетов пропорциональных коэффициентов роста)		
Единственного коэффициента роста	Использование фактических величин корреспонденций между транспортными районами города и прогноз их роста	Не учитывается динамика развития соотношений между отдельными параметрами города
Средних коэффициентов роста	Использование средних коэффициентов роста для каждого из транспортных районов	Большая погрешность при значительном росте подвижности населения, появлении новых жилых массивов или крупных промышленных зон
Детройтский	Учет коэффициентов роста отдельных районов и города в целом	Результаты расчетов могут значительно отличаться от окончательных корреспонденций
Фратара	Использование итерационного процесса для приближения к окончательному решению	Трудоемкость расчетов
<i>Вероятностные</i> (определение корреспонденций на основании эмпирических или теоретических зависимостей двух районов от численности их населения, количества мест приложения труда и других факторов)		
Гравитационный	Закон движения пассажирского транспорта	Расчетная формула только отражает общие связи между параметрами модели, но не гарантирует полной аналогии корреспонденций между транспортными районами города
Энтропийный	Вероятностное описание поведения пользователей сети на основе принципа достижения равновесия в исследуемой системе	Формирование матрицы пассажирских корреспонденций осуществляется на основе одного транспортного параметра, в то время как задача определения спроса на передвижения является многокритериальной

Среди моделей, рассмотренных в таблице 1, вероятностные модели применяются чаще по сравнению с экстраполяционными, которые не совсем адекватно учитывают динамику развития структуры города, что особенно важно при строительстве новых линий общественного транспорта. Помимо этого отсутствие возможности адекватного моделирования взаимосвязей приводит к проблеме выбора энтропийного критерия эффективности функционирования системы. Экстраполяционные методы, в основном, используются при низких темпах роста городов и небольших сроках их перспективного развития, который не должен превышать 7 лет.

Вероятностные методы формирования матрицы корреспонденций, получили наибольшее распространение в перспективном планировании развития транспорта.

Первым исследователем железнодорожных пассажирских перевозок с учетом математических зависимостей является венский инженер фон Лилль, который сформулировал закон движения пассажирского транспорта. Данная математическая зависимость, которая появилась более 100 лет назад, впоследствии получила широкое распространение при расчетах городских пассажирских потоков и была названа «гравитационной моделью», где величины корреспонденций прямо пропорциональны объемам отправок из одного транспортного района и прибытия в другой, и обратно пропорциональны расстоянию между этими районами.

Энтропийные модели, предложенные в 1968 г. Белисом и Гуйасом, основаны на принципе максимума взвешенной энтропии, где каждый элемент оценивается по критерию его значимости и применительно к транспортному планированию, позволяют моделировать городские системы, в которых поездки формируются под влиянием множества случайных и независимых факторов. Следует отметить, что существующие адекватные энтропийные модели реальных транспортных систем получены с учетом дифференциальной энтропии, предложенной К. Шенноном.

Таким образом, как показал анализ, применение энтропийных моделей является актуальным и перспективным направлением при исследовании сложных стохастических систем различной природы, включая транспортные, что позволит, посредством уточнения данных, связанных с предпо-

чтениями населения города в отношении совершаемых поездок, применяемых типов транспорта и целей поездок, повысить качество городских перевозок общественным транспортом. Помимо этого обращено внимание на существенные недостатки при их использовании для моделирования сложных систем.

#### Список литературы

1 Введение в математическое моделирование транспортных потоков : учеб. пособие / под ред. А. В. Гасникова ; авт. кол.: А. В. Гасников [и др.]. – 2-е изд. испр. и доп. – М. : МЦНМО, 2013. – 428 с.

2 Кубланов, М. С. Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. II: Планирование экспериментов и обработка результатов измерений / М. С. Кубланов. – М. : МГТУ ГА, 2004. – 125 с.

3 Тырсин, А. Н. Энтропийные модели динамики и управления многомерных стохастических систем / А. Н. Тырсин, Г. Г. Геворгян // Информационные технологии и системы : труды шестой Междунар. науч. конф., Банное, Россия, 1–5 марта 2017 г. (ИТиС–2017). – Челябинск, 2017. – С. 306–309.

4 Швецов, В. И. Математическое моделирование транспортных потоков / В. И. Швецов // Автоматика и телемеханика. 2003. – № 11. – С. 3–46.

5 Якимов, М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: [монография] / М. Р. Якимов. – М. : Логос, 2013. – 188 с.

УДК 343.98:656.08

## УСТАНОВЛЕНИЕ ФАКТОВ ЗАМЕНЫ ДАННЫХ ВЛАДЕЛЬЦА В ПАСПОРТАХ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*В. Г. ЛОСЕВА, В. Н. ВЕРЕЩАКО*

*Институт пограничной службы Республики Беларусь, г. Минск*

Безопасность пассажирских перевозок зависит от различных факторов. Это и состояние дорожного покрытия, самого транспортного средства, погодные условия, время суток и многие другие факторы. В то же время одним из важнейших аспектов, необходимых к учету для обеспечения безопасности пассажирских перевозок, является личность водителя и пассажиров. Анализ пассажиропотока в пунктах пропуска Республики Беларусь подразделениями пограничного контроля за последние годы свидетельствует о постоянно увеличивающемся количестве попыток незаконного пересечения Государственной границы Республики Беларусь по поддельным паспортам. Каждый не выявленный поддельный паспорт у граждан, пересекающих государственную границу, – это законопослушный гражданин, который прибыл в Республику Беларусь не по своему, а по поддельному документу. Причины использования поддельных паспортов лицами, пересекающими государственную границу, могут быть различны, однако наиболее распространенными являются:

- попытка скрыться от уголовного преследования за совершенные в своей стране различные преступления, в том числе за такие тяжкие, как убийства, бандитизм, терроризм и т. д.;
- незаконная миграция.

В случае пересечения границы лицами, разыскиваемыми за совершение преступлений, предсказать их поведение в процессе пассажирских перевозок, нахождении и прохождении государственной границы порой невозможно. Все это автоматически влечет повышение уровня небезопасности перевозок для всех остальных граждан в пассажирском транспорте.

В целях выявления данной категории граждан, в первую очередь, необходимо исследовать их паспорта на предмет наличия в них замены установочных данных владельца документа, поскольку именно эти данные чаще всего заменяют в целях незаконного использования документа другим лицом. При этом в паспорте могут заменяться все данные владельца, а может только фотография. На сегодняшний день наиболее распространенными способами подделки установочных данных владельца в паспорте являются:

- отслаивание ламината, замена имеющейся фотокарточки и (или) установочных данных на новую фотокарточку и (или) установочные данные и повторное ламинирование старым или новым ламинатом;
- вырезание фотокарточки вместе с первоначальным ламинатом, наклеивание на ее место новой фотокарточки, покрытие страницы вторым ламинатом;

– наклеивание на первоначальную страницу с установочными данными (поверх ламината, фотографии и установочных данных) листа бумаги с имитированными реквизитами и новой фотографией, ламинирование новым ламинатом;

– удаление ламината, фотокарточки и поверхностного слоя бумаги с установочными данными, нанесение на бумагу имитированных изображений бланка, фотокарточки, установочных данных и ламинирование (или без него) новым ламинатом;

– в случае подделки данных в паспорте, в котором страница с установочными данными является поликарбонатной (например, в паспортах Польши, Латвии, Литвы), расслоение поликарбонатного листа, удаление слоя, содержащего установочные данные владельца документа, внедрение нового слоя пластика или бумаги с данными предъявителя документа, скрепление всех слоев поликарбонатного листа страницы;

– «морфинг». «Морфинг» (morfing – трансформация) представляет собой абсолютно новый способ подделки данных в паспортах, заключающийся в замене фотоизображения владельца документа. При этом новое фотоизображение, добавляемое в паспорт, будет содержать признаки внешности нескольких лиц (чаще всего первоначального владельца документа и того лица, которое будет незаконного по его документу пересекать государственную границу).

Выявление данных подделок возможно исследованием документа (паспорта) на просвет, в сопадающих лучах, при использовании увеличительных приборов (луп, микроскопов), а также исследовании документа в ультрафиолетовых и инфракрасных лучах. При этом целесообразно обращать внимание на следующие обнаруживаемые при этом признаки:

– различия в форме и размере листов;

– дополнительные проколы в области сшивки документа;

– различия в цвете, оттенке бумаги и печатных красок страницы с установочными данными и других страниц документа;

– отсутствие водяного знака на странице с установочными данными (в том случае, если страница изготовлена из бумаги), его люминесценция в ультрафиолетовых лучах;

– имитация линий фоновой сетки, изображений, текстов, чаще всего при помощи принтеров [1, с. 58];

– отсутствие или нечитаемость микротекста на странице [2, с. 30];

– несоответствие способа персонализации различных элементов на странице с установочными данными (например, фотография напечатана капельно-струйным принтером, а остальные данные владельца документа – лазерным принтером);

– две ламинирующие пленки на странице с установочными данными;

– в области фотоизображения – матовость поверхности документа (признак наличия морфинга);

– тактильное ощущение дополнительного слоя красящего вещества в области фотоизображения (признак наличия морфинга);

– отсутствие либо имитация сложных элементов защиты на странице (оттисков конгревных печатей, OVI-красок и т. д.);

– в ультрафиолетовых лучах люминесценция страницы голубым цветом, что свидетельствует об использовании незащищенной бумаги в подделке.

Обнаружение хотя бы одного из этих признаков свидетельствует о подделке документа, хотя на практике чаще всего встречается сочетание нескольких признаков подделки, выявление каждого из которых способствует выявлению поддельного документа.

Таким образом, знание способов замены данных владельца паспорта и их признаков позволит всем должностным лицам, ответственным за безопасность пассажирских перевозок, в том числе при прохождении Государственной границы Республики Беларусь, успешно выявлять лиц, имеющих поддельные паспорта.

#### Список литературы

1 Виды подделок документов и методы их распознавания: учеб. пособие / Р. Б. Канторов [и др.]. – Минск : ГУО «Институт пограничной службы Республики Беларусь». 2018. –119 с.

2 Основы криминалистического исследования документов для пересечения границы: метод. пособие для экспертов и специалистов службы пограничного контроля / О. С. Бочарова [и др.]; НПЦ Государственный комитет судебных экспертиз Республики Беларусь. – Минск : Право и экономика, 2016. – 92 с.

## **ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОВЕДЕНИЯ ПАССАЖИРОВ ПРИ СОВЕРШЕНИИ ПОЛЁТОВ НА АВИАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ**

*З. В. МАШАРСКИЙ, Е. А. СУРИНОВИЧ*

*Белорусская государственная академия авиации, г. Минск*

Авиационная безопасность может быть нарушена поведением пассажиров на борту и их действиями в отношении экипажа, других пассажиров или собственности на борту, а также может поставить под угрозу безопасность воздушного судна.

Воздушное судно в полете представляет собой особую среду и соответствующие риски. Количество и серьезность инцидентов, связанных с нарушением порядка и недисциплинированностью пассажиров на борту, растет с тревожной скоростью и «хулиганство в воздухе» стало таким же обыденным явлением, как и «хулиганство на дороге». Важно проанализировать причины агрессивного поведения на борту, чтобы предотвратить его или смягчить его последствия.

Одной из основных причин буйства на борту является стресс, связанный с тем, что пассажиры попадают на борт самолета, будучи уставшими после дороги в аэропорт, долгого ожидания в терминале, навязчивых проверок служб безопасности, поиска своего места и попыток отвоевать у других пассажиров места для своей ручной клади на багажной полке. Замкнутое пространство на борту, длительные периоды ожидания без объяснения причин задержек, длительный полет в кабине, где сухой воздух и плохая вентиляция, плохое питание или его отсутствие – все эти элементы в сочетании с уровнем стресса могут вылиться в ярость и агрессию.

Члены кабинного экипажа также не являются исключением, и их собственный стресс может спровоцировать негативную реакцию пассажиров. Стресс и тревога лиц, страдающих от «страха перед полетом» может вызвать серьезные последствия – например, пассажир может попытаться открыть дверь, чтобы покинуть самолет. «Завышенное эго» некоторых лиц может превратиться в агрессию, когда ожидания качества пищи или услуг на борту не будут удовлетворены, или когда они чувствуют себя оскорбленными экипажем или другими пассажирами. Неоднократно в ограниченном пространстве воздушного судна и при выключенном свете случались сексуальные домогательства или нападения.

Чрезмерное употребление алкоголя во время полета также является потенциальной причиной антисоциального поведения на борту. Должна быть отрегулирована обязанность экипажа в ограничении распития алкоголя на борту, но при этом следует помнить, что отказ от дальнейшего предоставления алкоголя может вызвать агрессивную реакцию. Употребление наркотических средств или психотропных веществ до или во время полета может также повлиять на поведение пассажира. Отказ от никотина во время длительных перелетов, в связи с общим запретом курения на борту, также может вызвать иррациональное поведение.

Можно справедливо заметить, что все эти действия охватываются Токийской конвенцией 1963 года, как «некоторые другие акты, совершаемые на борту воздушных судов». Тем не менее, Токийская конвенция не может быть достаточным инструментом для подавления или наказания за ненадлежащее или агрессивное поведение на борту. Поскольку ее сфера применения достаточно широка, она не обязывает какие-либо государства фактически распространять свою юрисдикцию, а в некоторых случаях, вводит ограничение только до юрисдикции государству регистрации воздушного судна.

ИКАО подготовила к 1999 году «Модельное законодательство, касающееся некоторых правонарушений, совершенных на борту гражданских воздушных судов», и оно теперь является основой для реализации этой модели в национальном законодательстве. Такое модельное законодательство способствует унификации права в широком смысле без принятия нового договора или внесения поправок в существующую Конвенцию.

Ключевым вопросом Модельного законодательства является то, что как государство, внедряющее его, расширит свою юрисдикцию и будет осуществлять ее в тех случаях, когда правонарушение было совершено на борту гражданского воздушного судна, зарегистрированного в этом государстве, на борту воздушного судна, сданного в аренду без экипажа эксплуатанту, имеющему основное место деятельности в этом государстве, на любое воздушное судно на территории или над территорией этого государства, на любом воздушном судне в полете за пределами своей территории, если планируется посадка в

данном государстве, а также в тех случаях, когда командир воздушного судна передает подозреваемого правонарушителя такому государству с гарантией того, что подобный запрос не будет сделан другим государством. Таким образом, законодательство должно быть унифицировано, и должно значительно расширить рамки применения Токийской конвенции.

Преступления, определенные Модельным законодательством, делятся на три группы:

– *нападение или другие противоправные действия, совершаемые в отношении члена экипажа на борту гражданского воздушного судна;*

– *нападение и другие акты, создающие угрозу безопасности или нарушающие установленный порядок и дисциплину на борту гражданского воздушного судна;*

– *другие преступления, совершаемые на борту гражданского воздушного судна.*

К первой группе относятся нападение, запугивание или угроза, физическая или словесная, в отношении члена экипажа, если такой акт препятствует выполнению обязанностей члена экипажа или ограничивает возможность члена экипажа выполнять эти обязанности. Кроме этого, преступление также определяется как отказ от выполнения законного указания командира воздушного судна или члена экипажа от имени командира воздушного судна, в целях обеспечения безопасности воздушного судна, или любого лица, или имущества на борту или с целью поддержания порядка и дисциплины на борту.

Ко второй группе, без дополнительной квалификации или условий, относятся такие преступления, как физическое насилие в отношении лиц, сексуальное посягательство или растление малолетних.

Акты второй группы считаются преступлениями, если акт может угрожать безопасности воздушного судна или любого лица на борту, или если такой акт угрожает порядку и дисциплине на борту воздушного судна:

– *нападение, запугивание или угрозы физической расправой, в отношении другого лица;*

– *умышленное повреждение или уничтожение имущества;*

– *употребление спиртных напитков или наркотических средств, ведущее к интоксикации.*

К третьей группе относятся такие преступления, как:

– *курение в туалете или курение в других местах, которое может создавать угрозу безопасности воздушного судна;*

– *обнаружение дыма детектором или другим устройством обеспечения безопасности, установленным на борту воздушного судна;*

– *использование портативного электронного устройства, если такое использование запрещено.*

Некоторые государства приняли в национальное законодательство, определяющее в качестве преступлений, акты, совершаемые на борту воздушных судов в полете, которые могут или уже поставили под угрозу безопасность полета. Кроме того, многие государства, в настоящее время, распространяют свою юрисдикцию над такими актами, даже если они были совершены за пределами их территории, и на борту иностранных воздушных судов. Известны судебные процессы по случаям курения на борту и манипуляциями с детекторами дыма, пьянства и агрессии на борту, а также использования сотовых телефонов, гаджетов дистанционного управления или других электронных устройств, которые могут мешать работе авионики на борту, в частности, во время взлета и посадки.

Практика государств лишь подтверждает понимание того, что авиационная безопасность является глобальной проблемой. Несколько авиакомпаний уже создали «черный список» пассажиров, которым должно быть отказано в перевозке в будущем. Правомочность таких мер еще не проверена с точки зрения статуса воздушного перевозчика, поскольку общественные услуги доступны для всех.

Совсем к другой группе относятся, установленные некоторыми правительствами списки лиц, подозреваемых в связях с террористами, которым запрещено пользоваться воздушным транспортом. Законность таких мер также весьма сомнительна, если заинтересованные правительства не желают раскрывать доказательства причастности данных лиц и нет возможности это проверить. СМИ указывают на ненадежность такой системы, поскольку были случаи, когда маленький ребенок находился в «черном списке» только из-за совпадения имени. Также невозможно доказать, что данный лист когда-либо предотвратил какие-либо конкретные запланированные преступления.

Некоторые авиакомпании прибегают к образовательной практике – они раздают пассажирам листовки с изложением прав пассажиров и их обязанностей по надлежащему поведению на борту и информируют о возможных юридических последствиях. Некоторые государства (Сингапур, Малайзия) предупреждают пассажиров на борту, что они могут быть подвергнуты казни, если они попытаются ввезти в страну наркотические средства.

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТРАСЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ХОЗЯЙСТВАМ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

*А. А. МИХАЛЬЧЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*Т. В. ГОРЯИНОВА*

*Украинские железные дороги, г. Киев*

Прогнозирование основных показателей железнодорожной отрасли по функциональным хозяйствам (пассажирскому, пригородному, грузовому, перевозок, локомотивному, вагонному, электрообеспечения, гражданских сооружений, сигнализации и связи) в условиях АО «Укрзализныця» осуществляется в целях:

а) эффективного использования всех ресурсов, необходимых для обеспечения основной деятельности его структурных подразделений;

б) перспективной оценки финансового состояния отрасли, отраслевых хозяйств, региональных филиалов, их производственных структурных подразделений на прогнозируемый период;

в) определения потребности в ресурсах на содержание основных технических средств (транспортных средств и инфраструктуры) при различных условиях их эксплуатации, структуре и объемах перевозок;

г) разработки стратегии обеспечения финансирования основной деятельности акционерного общества и каждого отраслевого хозяйства;

д) определения направлений и объемов инвестиций, направленных на повышение конкурентоспособности всех подразделений отрасли в зависимости от прогнозного ожидания основных финансово-экономических показателей.

Железнодорожный транспорт Украины представляет собой сложное многоотраслевое хозяйство с широко разветвленной инфраструктурой. Управление всеми объектами железнодорожного транспорта не может осуществляться исключительно из одного центра, а обеспечивается на основе сочетания отраслевого и территориального принципов, объясняется большим количеством и разнообразием видов производственной деятельности транспортных предприятий и структурных подразделений, задействованных в перевозочном процессе: филиалы, региональные дирекции железнодорожных перевозок, предприятия по содержанию и эксплуатации подвижного состава и контейнеров, локомотивные и вагонные депо и др. В свою очередь, в составе филиалов процесс перевозок обеспечивают производственные структурные предприятия, выполняющие отдельные функции в едином технологическом процессе перевозочного процесса, продукция которых может быть реализована в качестве составляющего элемента итогового продукта железнодорожного транспорта – транспортной услуги по перевозке грузов и пассажиров.

Каждое отраслевое структурное подразделение выполняет присущие только ему функции в едином технологическом процессе перевозок. Внедрение рыночных отношений в сфере транспортной деятельности и развитие бизнеса транспортных услуг существенно усиливает значение и влияние управленческой деятельности для дальнейшего продвижения в повышении эффективности производства. Прогнозирование в управленческом цикле железнодорожного транспорта заключается в научном предвидении направлений совершенствования производства, а также в поиске решений, которые обеспечат развитие отрасли и ее подразделений в оптимальном режиме.

Прогнозирование эксплуатационных показателей для отраслевых хозяйств – это определение долевого участия в объемах перевозок грузов и пассажиров железнодорожным транспортом, состояния рынка транспортных услуг в Украине (уровень спроса, предложения, ресурсного обеспечения) на предстоящий период на основе имеющихся данных по состоянию на текущий и предыдущий моменты; определение потребности в ресурсах (финансовых, трудовых, технологических), оценка готовности инфраструктуры к освоению ожидаемой нагрузки в области транспортной деятельности.

Прогнозирование показателей эксплуатационной работы АО «Укрзализныця» ранее производилось с учетом распределения по видам перевозок или движения грузооборота или пассажирооборота. Это создавало условия низкого уровня ответственности отраслевых хозяйств за итоговые ре-

зультаты использования подвижного состава и инфраструктуры по основной деятельности компании в целом. С учетом того, что по каждому функциональному отраслевому хозяйству (которое имеет основные фонды) управления фондообразующей составляющей было невозможно, потому что отраслевое хозяйство не участвовало в планировании и выполнении основных показателей. В итоге это привело на многих региональных железнодорожных филиалах в Украине к завышению наличия основных фондов, низкого уровня их использования (при евронормативах – 1,25–1/4 евро на 1 евро стоимости основных фондов отдача составляет в лучшем случае 0,75–0,90 евро). Евронормативы устанавливаются на очередной финансовый год комиссией по транспорту ЕС в Брюсселе.

Использование общеевропейских направлений развития и переход на международные стандарты организации хозяйственной деятельности железнодорожного транспорта вызвали необходимость дифференциации эксплуатационных количественных и качественных показателей укрупненных интегрированных элементов в составе АО «Укрзалізниця» на функциональном уровне по видам экономической деятельности и группам хозяйств:

– «перевозчики» – хозяйства, непосредственно обеспечивают организацию перевозок пассажиров и грузов АО «Укрзалізниця», к ним относятся: пассажирское хозяйство (внутренние и международные перевозки), хозяйство пригородных пассажирских перевозок, хозяйство коммерческой работы;

– «локомотивная тяга» – хозяйство, которое обеспечивает локомотивной тягой грузовые и пассажирские перевозки АО «Укрзалізниця», локомотивное хозяйство;

– «инфраструктура» – интеграция хозяйств, которые гарантируют выполнение технологии перевозочного процесса. К ним относятся хозяйства: перевозок, вагонное, путевое, зданий и сооружений, автоматики и телекоммуникаций, электрификации и электроснабжения.

Такая дифференциация отраслевых хозяйств принята согласно европейской системы государственного регулирования эксплуатационной и коммерческой деятельности на транспорте с целью оптимального управления транспортными тарифами в интересах всей экономики Украины и привлекательности её транспортной системы для потребителей транспортных услуг на Европейском континенте. Особенно это направлено на страны Центральной и Восточной Европы, включаемых в систему Восточного партнерства и евроинтеграции. После объединения западно-германских (*DB*) и восточно-немецких железных дорог (*KB*) со странами ЕС, в условиях неравномерного развития национальных систем железнодорожного транспорта традиционных и новых членов ЕС, вариант группировки отраслевых хозяйств признан наиболее оптимальным, таким как на *Deutsche Bahn AG (DB)*, крупнейшей железнодорожно-транспортной и железнодорожно-инфраструктурной компании Центральной Европы, которая является акционерной компанией с паевым использованием государственной собственности (находится в оперативном управлении *AG (DB)*). Это связано с тем, что инфраструктура находится в государственной собственности и развивается за счет бюджета. На неё допускаются перевозчики различной формы собственности и государственной принадлежности. Для железных дорог Украины наиболее подходит интегральная схема прогнозирования расходов, которая используется на многих железных дорогах ЕС и Великобритании и разделена по видам деятельности: 1) локомотивная тяга (частично индексируется из бюджета инфраструктура локомотивных депо, строительство локомотивов (национальные производители)); 2) пассажирские перевозки (пассажирские перевозки поездами дальнего следования, скоростными поездами и ночными поездами, региональные, пригородные и автобусные пассажирские перевозки, региональные пассажирские перевозки за пределами Германии – индексируются только расходы разной степени доходности населения, расходы перевозчиков не индексируются); 3) транспорт и логистика (грузовые перевозки железнодорожным транспортом, логистика и комбинированные перевозки – железнодорожным, автомобильным, морским, речным и воздушным транспортом. Индексируются расходы на перевозки, имеющие социальное значение для населения и выполняемые по госзакупкам); 4) инфраструктура (обслуживание железнодорожной инфраструктуры – пути, вокзалов, энергообеспечения (электроэнергией и топливом национальных поставщиков)); 5) услуги (организационно-административное обеспечение жизнедеятельности, обслуживания подвижного состава, служебной техники, недвижимости и т. д.). При такой дифференциации наиболее оптимальным является использование трендового метода, который предусматривает следующий порядок расчета прогнозного показателя: значение показателя за базовый период увеличивается на трендовый индекс изменения показателя по отношению к значению, достигаемому за предшествующие периоды с учетом влияющих факторов.

## ОПТИМИЗАЦИЯ СТРАТЕГИЙ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*А. А. МИХАЛЬЧЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*В. С. КОЦУР*

*Белорусская железная дорога, г. Минск*

Инвестиционная деятельность на железнодорожном транспорте рассматривается в качестве одного из приоритетных направлений капитальных вложений, от которых зависит повышение эффективности экономики отрасли, обеспечение стабильности и устойчивости её работы. Особенностью инвестиционной политики на железнодорожном транспорте является то, что основные направления её проведения зависят от целей каждого субъекта транспортной системы. При этом цели инвестиций являются различными для каждого уровня: для отраслевых предприятий цель инвестиций не заключается в максимизации прибыли при уменьшении затрат на выполнение транспортной деятельности. Их необходимость связана с обеспечением стабильного развития транспортной системы, гарантирующей пропуск транспортного потока по II и IX транспортным международным коридорам. Это также связано с созданием и стабильностью инвестиционного климата в стране и инвестиционной привлекательности транспортной системы для транзитных перевозок, тем более в условиях ограничений пропускного потока по маршрутам Восток-Запад, проложенных через Украину.

С учетом того, что собственные инвестиционные ресурсы железнодорожных предприятий ограничены, поэтому их привлечение от частных инвесторов и зарубежных инвестиций является главным направлением инвестиционной политики в отрасли. Мировой опыт показывает, что инвестиционная привлекательность создается системой мер, направленных на комфортность бизнеса в железнодорожной отрасли. В Республике Беларусь для инвестиций используется упрощенное налогообложение, а для отдельных видов транспортной деятельности: производство транспортных средств для пассажирских перевозок, элементов железнодорожной инфраструктуры, упрощение процедуры вложения капитала и вывоза прибыли из страны, расширение рынка производства и продаж транспортных услуг, их разновидности: внедрение бизнес-класса выполнения перевозок.

На железнодорожном транспорте инвестиционная политика отраслевых предприятий (в рамках отраслевых функциональных служб) представляет собой сложную, взаимосвязанную и взаимообусловленную совокупность видов деятельности предприятия, направленную на стабильную и устойчивую деятельность. О получении дополнительной прибыли и других положительных экономических эффектов в результате инвестиционных вложений речь не идет. Стоит решение проблемы сохранения и расширения рабочих мест, высвобождении финансовых ресурсов, направляемых на повышение заработной платы в отраслевых предприятиях.

По продолжительности инвестиционная политика предприятий железнодорожного транспорта предполагает определение долгосрочных стратегических целей, выбор перспективных и выгодных вложений капитала, определение приоритетов в их развитии, оценку альтернативных инвестиционных проектов, разработку технологических, маркетинговых, финансовых прогнозов, оценку последствий реализации инвестиционных проектов. При этом инвестиционная политика не выступает в области реформирования предприятия и нацелена на обеспечение оптимального использования инвестиционных ресурсов, рациональное сочетание различных источников финансирования, на достижение положительных интегральных показателей эффективности проекта и в целом – на экономически целесообразные направления деятельности производства.

На Белорусской железной дороге формирование инвестиционной политики проводится в три этапа: 1) определяется необходимость в инвестиционных проектах для функционального предприятия железной дороги; 2) формируется государственная программа инвестирования отрасли, направленная на гармоничное развитие отрасли и всех видов транспорта; 3) формируется стратегия реализации инвестиционных мероприятий, предусмотренных государственной программой. Рассматриваются риски реализации инвестиционных проектов, которые должны сводиться к минимальным значениям с учетом привлечения кредитных ресурсов иностранных государств.

В условиях ограниченных ресурсов белорусских транспортных ресурсов большое значение имеет направленность инвестиционной политики. Традиционно она направлена на повышение эффективности работы транспортных предприятий при сохранении рабочих мест, модернизацию технологического оборудования, технологических процессов, создание новых видов деятельности или развитие существующих, внедрение принципиально нового оборудования и выход на новые рынки сбыта.

При формировании инвестиционной стратегии на железнодорожном транспорте имеются особенности, которые следует учитывать. К ним отнесены: состояние рынка транспортных услуг в регионе и долевое участие исполнителей перевозок; экономическое положение железнодорожной отрасли и её структурных предприятий; возможности бюджета страны для участия в инвестировании важнейших проектов социального назначения (развитие региональных, городских перевозок, закупка электропоездов и др.); технологический уровень производства и исполнения транспортных услуг; условия финансирования инвестиционных проектов.

Формируемые инвестиционные цели для железнодорожных предприятий определяются следующие цели: стратегии долгосрочного прогнозирования, которые дают возможность транспортному предприятию определиться с возможностями улучшения результатов хозяйственной деятельности путем инвестирования.

На железнодорожном транспорте важное значение имеет эффективное управление инвестиционной деятельностью. При этом учитывается, что инвестиции относятся к процедуре вложения капитала в денежной, материальной и нематериальной формах с учетом возрастания стоимости транспортных объектов в будущем периоде. Управление инвестициями представляет собой систему принципов и методов разработки и реализации управленческих решений, связанных с осуществлением различных аспектов инвестиционной деятельности предприятия. При этом следует учитывать, что одним из основных результатов эффективной инвестиционной деятельности транспортного предприятия является возрастание эффекта его хозяйственной деятельности, выражаемого стабильностью его работы и устойчивого развития. В процессе реального инвестирования этот результат достигается за счет эффективного управления инвестициями и получения результативности от реализации проектов по периодам внедрения. Рассматривается прирост собственного капитала транспортного предприятия. За счет инвестиционных факторов предприятие получает реальную возможность капитализировать большую ее сумму, даже не изменяя своей дивидендной политики (если это акционерное предприятие). Это обеспечивает рост чистых активов предприятия за счет внутренних его резервов, что автоматически повышает его рыночную стоимость. Для транспорта важным также является повышение имиджа предприятия. Активная инвестиционная деятельность формирует представление о транспортном предприятии как успешно развивающемся хозяйствующем субъекте, что позволяет ему расширять круг своих коммерческих связей, обеспечивать формирование финансовой гибкости работы транспорта.

Для управления инвестиционной деятельностью транспортного предприятия реализуются функциональные задачи: 1) формирование эффективной и сбалансированной инвестиционной программы на предстоящий период; 2) обеспечение формирования достаточного объема инвестиционных ресурсов в соответствии с прогнозируемыми объемами инвестиционной деятельности (задача решается путем сбалансирования объема привлекаемых и собственных инвестиционных ресурсов во всех их формах с прогнозируемыми объемами инвестиционной деятельности предприятия в сфере реального и финансового инвестирования; 3) поиск путей ускорения реализации действующей инвестиционной программы предприятия.

Намеченные к реализации инвестированные транспортные проекты, входящие в состав инвестиционной программы предприятия, должны выполняться в короткие сроки с учетом высоких темпов реализации каждого инвестиционного проекта, что способствует ускорению экономического эффекта от мероприятия. Невыполнение данного условия способствует снижению уровня инвестиционных рисков, генерируемых изменением конъюнктуры инвестиционного рынка, ухудшением инвестиционного климата в стране, инфляцией и другими факторами. Ожидаемая эффективность инвестиций предполагает требуемый уровень финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия на всех этапах его развития. Оно является одним из важнейших условий осуществления предприятием эффективной инвестиционной деятельности.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТИПА ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПРИГОРОДНЫХ ПОЕЗДОВ НА РАЗМЕЩЕНИЕ ЗОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

*Ю. О. ПАЗОЙСКИЙ, М. Ю. САВЕЛЬЕВ, Н. В. ПОПОВА*  
*Российский университет транспорта (МИИТ), Москва*

Тип графика движения пригородных поездов, очевидно, оказывает значительное влияние на выбор числа технических зон и размещение зонных станций на пригородном участке. От этого в конечном итоге зависит эффективность организации пригородных пассажирских перевозок.

Существующая математическая модель расчёта размеров движения пригородных поездов при применении классического зонного непараллельного графика движения [1; 2; 5; 6; 7] базируется на требовании освоения густот пассажиропотока для каждой технической зоны.

В этом случае число пассажиров, следующих на  $i$ -ю техническую зону пригородного участка

$$A_i = \int_{l_{i-1}}^{l_i} \rho(l) dl, \quad i = \overline{1, n}. \quad (1)$$

При этом пассажиропоток, осаживающийся на  $i$ -й технической зоне пригородного участка, может осваиваться только поездами своей технической зоны, так как при применении классического зонного непараллельного графика движения на остановочных пунктах  $i$ -й технической зоны могут останавливаться только поезда  $i$ -й зоны (рисунок 1).

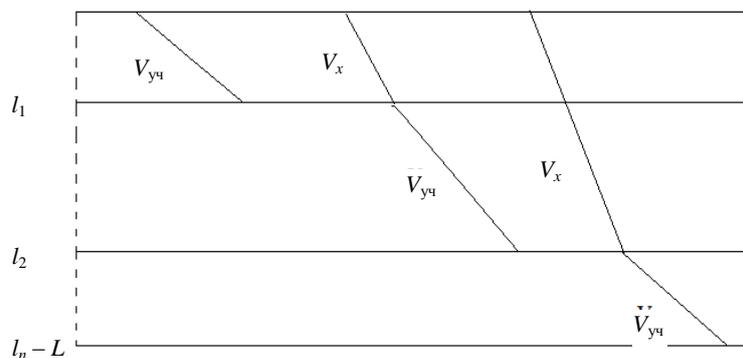


Рисунок 1 – Схема прокладки поездов при зонном непараллельном графике движения

Тогда зонные размеры движения:

$$N_i = \frac{A_i}{a\alpha_{исп}} = \frac{\int_{l_{i-1}}^{l_i} \rho l dl}{a\alpha_{исп}}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где  $a$  – число мест для сидения в поезде;  $\alpha_{исп}$  – коэффициент использования вместимости поезда;  $n$  – число технических зон на пригородном участке;  $l_i$  – расстояние от головной станции пригородного участка до  $i$ -й зонной технической станции;  $l_n = L$  – длина пригородного участка;  $\rho l$  – плотность пассажиропотока на участке;

При применении классического зонного непараллельного графика движения пригородных поездов в качестве критериальной функции оптимизационной задачи размещения зонных технических станций на участке используются суммарные затраты, пропорциональные поездо-километрам пробега  $E_{п-км}$ .

Затраты поездо-километров  $Z$  для поездов, следующих на  $i$ -ю техническую зону:

$$Z = l_i N_i \frac{l_i}{a\alpha_{исп}} = \int_{l_{i-1}}^{l_i} \rho l dl, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Тогда суммарные затраты

$$E_{\text{п-км}} = \frac{C_{\text{п-км}}}{a\alpha_{\text{исп}}} = \sum_{i=1}^n l_i \int_{l_{i-1}}^{l_i} \rho l dl. \quad (3)$$

Оптимальный вариант размещения зонных технических станций при фиксированном числе технических зон соответствует минимальному значению критериальной функции, которая определяется из условия:

$$\begin{cases} \frac{\partial E_{\text{п-км}}}{\partial l_1} = 0; \\ \frac{\partial E_{\text{п-км}}}{\partial l_{n-1}} = 0. \end{cases}$$

Или в общем виде получим систему линейных алгебраических уравнений для определения неизвестных  $l_1, l_2, \dots, l_{n-1}$ , определяющих размещение зонных технических станций на пригородном участке.

$$\frac{\partial E_{\text{п-км}}}{\partial l_1} = \frac{C_{\text{п-км}}}{a\alpha_{\text{исп}}} \int_{l_{i-1}}^{l_i} \rho(l) dl + (l_1 - l_{i+1})\rho(l_i) = 0; \quad \forall_i = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Рассмотрим частный случай.

При равномерном распределении пассажиропотока по длине пригородного участка.

$$\rho(l) = \rho_0 = \text{const.} \quad \text{Тогда } \rho_0 = \frac{A}{L}, \text{ так как } \int_0^L \rho_0 dl = A,$$

где  $A$  – величина суточного пассажиропотока, следующего на пригородный участок с головной станции.

Система уравнений для определения величины  $l_1, l_2, \dots, l_{n-1}$ , будет иметь следующий вид:

$$\frac{C_{\text{п-км}}}{a\alpha_{\text{исп}}} \rho_0 (2l_1 - l_{i-1} - l_{i+1}) = 0, \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, (n - y).$$

$$\text{Отсюда } 2l_i - l_{i-1} - l_{i+1} = 0, i = 1, 2, \dots, (n - 1).$$

Так как  $l_0 = 0; l_n = L$  имеем:

$$\begin{cases} 2l_1 - l_2 = 0; \\ 2l_2 - l_1 - l_3 = 0; \\ 2l_3 - l_2 - l_4 = 0; \\ \dots \\ 2l_{n-1} - l_{n-2} - L = 0. \end{cases}$$

$$\text{Тогда } l_2 = 2l_1; l_3 = 3l_1; l_4 = 4l_1, \dots, l_{n-2} = (n-2)l_1; l_{n-1} = (n-1)l_1.$$

$$\text{Из последнего уравнения системы имеем } 2(n-1)l_1 - (n-1)l_1 - L = 0.$$

$$\text{Откуда } l_1 \frac{L}{n}, \text{ а следовательно, } l_2 \frac{2L}{n}; l_3 \frac{3L}{n}, \dots, l_{n-1} = \frac{(n-1)L}{n}.$$

Таким образом, при равномерном распределении пассажиропотока по длине пригородного участка с применением классического зонного непараллельного графика движения длины технических зон должны быть равны. При этом длина каждой технической зоны составляет  $\frac{L}{n}$ .

При применении зонного параллельного графика движения (рисунок 2) существующая модель расчета размеров движения пригородных поездов [2] основывается на минимизации пробега поездов на участке, т. е. имеет следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n l_i N_n \rightarrow \min(1).$$

При условии освоения густот пассажиропотока по каждой технической зоне:

$$a\alpha_{\text{исп}} \sum_{j=1}^n N_j \geq \Gamma_i, \forall_i = \overline{1, n}. \quad (7)$$

$$\text{При этом } \Gamma_i = \int_{l_{i-1}}^{l_i} \rho(l) dl. \quad (8)$$

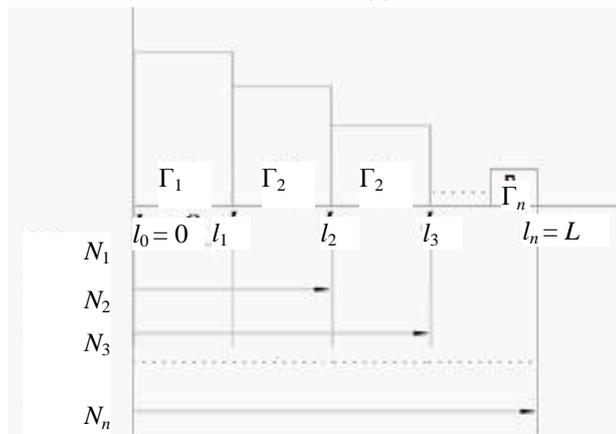


Рисунок 2 – Густоты пассажиропотока и схема прокладки поездов при зонном параллельном графике движения

Задача (1)–(3) является общей задачей линейного программирования. При этом оптимальное решение этой задачи достигается при выполнении точного равенства в системе ограничений (2):

$$\text{Тогда } N_i = \frac{\int_{l_{i-1}}^{l_i} \rho(l) dl}{a\alpha_{\text{исп}}}.$$

Левая часть уравнения системы (2) примет вид:

$$\sum_{j=i}^n l_j \int_{l_{j-1}}^{l_j} \rho(l) dl = \int_{l_{i-1}}^{l_n} \rho(l) dl = \Gamma_i.$$

Таким образом, левая часть уравнений системы (2) будет равна их правой части:

$$\Gamma_i = \Gamma_i, \forall_i = \overline{1, n}.$$

Физический смысл этого результата означает, что при применении зонного параллельного графика движения пригородных поездов и использования математической модели (1)–(3) суммарный пробег поездов достигается тогда, когда поезда каждой технической зоны перевозят пассажиров только своей зоны.

В реальных условиях при зонном параллельном графике движения поезда следуют со всеми остановками, такой тип графика является наиболее предпочтительным для пассажиров. При таком типе графика у пассажиров, следующих на остановочный пункт какой-либо зоны, есть возможность воспользоваться как поездами своей зоны, так и поездами более дальних технических зон. Это требование не учитывалось при разработке анализируемой математической модели. В связи с этим возникает существенная перенаселенность поездов, следующих на дальние технические зоны и недоиспользование вместимости поездов ближних зон.

В связи с этим возникает потребность в создании новой методики расчёта размеров движения и определения оптимального размещения зонных технических станций на пригородном участке [3; 4].

Рассмотрим задачу определения оптимального размещения зонной технической станции на пригородном участке при равномерном распределении пассажиропотока по длине участка для двух технических зон (рисунок 3).

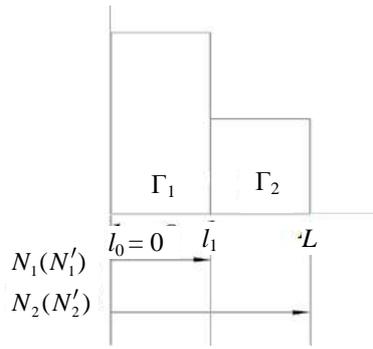


Рисунок 3 – Пример распределения густот при двух технических зонах

Предположим, что плотность распределения пассажиропотока на участке при движении с головной станции  $\rho_0 = (l) = \text{const}$ .

Расчет размеров движения по существующей методике [1; 2].

$$N_1 \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a}; \quad N_2 \frac{\Gamma_2}{a}, \quad (9)$$

где  $N_1, N_2$  – размеры движения соответствующей зоны, поездов;  $\Gamma_1, \Gamma_2$  – густота пассажиропотока на соответствующей технической зоне за рассматриваемый период, пассажиров;  $a$  – вместимость поезда.

Приближенные к оптимальному зонные размеры движения при условии, что пассажиропоток соответствующей зоны равномерно распределяется по поездам, проходящих по ней, в соответствии с работой [3]:

$$\begin{aligned}
 N'_1 &= \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a} \frac{N_1}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} = \frac{1}{a} \int_0^{l_1} \rho(l) dl \cdot \frac{N_1}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}; \\
 N'_2 &= \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a} \frac{N_2}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} + \frac{\Gamma_2 - \Gamma_3}{a} \frac{N_2}{N_2 + \dots + N_n} = \\
 &= \frac{1}{a} \int_0^{l_1} \rho(l) dl \cdot \frac{N_2}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} + \frac{1}{a} \int_0^{l_1} \rho(l) dl \cdot \frac{N_2}{N_2 + \dots + N_n}; \\
 N'_3 &= \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a} \frac{N_3}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} + \frac{\Gamma_2 - \Gamma_3}{a} \frac{N_3}{N_2 + \dots + N_n} + \\
 &+ \frac{\Gamma_3 - \Gamma_4}{a} \frac{N_3}{N_3 + \dots + N_n} + \frac{1}{a} \int_0^{l_1} \rho(l) dl \cdot \frac{N_3}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} + \\
 &+ \frac{1}{a} \int_{l_1}^{l_2} \rho(l) dl \cdot \frac{N_3}{N_2 + \dots + N_n} + \frac{1}{a} \int_{l_2}^{l_3} \rho(l) dl \cdot \frac{N_3}{N_3 + \dots + N_n}; \\
 &\dots \\
 N'_n &= \frac{1}{a} \int_0^{l_1} \rho(l) dl \cdot \frac{N_n}{\sum_{k=1}^n N_k} + \frac{1}{a} \int_{l_1}^{l_2} \rho(l) dl \cdot \frac{N_n}{\sum_{k=2}^n N_k} + \dots + \frac{1}{a} \int_{l_{n-1}}^{l_n} \rho(l) dl \cdot \frac{N_n}{N_n}. \quad (10)
 \end{aligned}$$

Тогда приближенные формулы для расчета размеров движения пригородных поездов при равномерном распределении пассажиропотока по поездам [3]:

$$\left\{ \begin{aligned} N'_1 &= \frac{(\Gamma_1 - \Gamma_2)N_1}{a(N_1 + N_2)}; \\ N'_2 &= \frac{(\Gamma_1 - \Gamma_2)N_2}{a(N_1 + N_2)} + \frac{\Gamma_2}{a}; \end{aligned} \right. \quad (11)$$

$$\text{При этом, } \begin{cases} \Gamma_1 - \Gamma_2 = \rho_0 \int_0^{l_1} dl = \rho_0 l_1; \\ \Gamma_2 = \rho_0 \int_{l_1}^L dl = \rho_0 (L - l_1); \end{cases} \quad (12)$$

Тогда формулы (11) примут вид:

$$\begin{cases} N'_1 = \frac{\rho_0 l_1 \frac{\rho_0 l_1}{a}}{\frac{\rho_0 L}{a}} = \frac{\rho_0 l_1^2}{aL}; \\ N'_2 = \frac{\rho_0 l_1}{a} \frac{\rho_0 (L - l_1)}{a} + \frac{\rho_0 (L - l_1)}{a} = \frac{\rho_0 l_1 (L - l_1)}{L} + \rho_0 (L - l_1) = \frac{\rho_0 l_1 (L - l_1)}{aL} (l_1 + L) = \\ = \frac{\rho_0}{aL} (L^2 - l_1^2). \end{cases} \quad (13)$$

Суммарные поездо-километры пробега поездов по участку:

$$Z = l_1 N'_1 + L N'_2 = \frac{\rho_0 l_1^3}{aL} + \frac{\rho_0}{aL} (L^2 - l_1^2) L. \quad (14)$$

Для определения минимума целевой функции вычислим первую производную и приравняем её нулю:

$$\frac{dz}{dl_1} = \frac{\rho_0}{aL} (3l_1^2 - L2l_1) = 0.$$

Отсюда получим,

$$l_1 = \frac{2L}{3} \quad \text{или} \quad \frac{l_1}{L} = \frac{2}{3}.$$

Таким образом, для двух технических зон длина первой зоны должна быть равна 2/3 всей длины участка.

Рассмотрим пример определения оптимального размещения зонных технических станций на пригородном участке при равномерном распределении пассажиропотока по длине участка для трёх технических зон.

В этом случае размеры движения по существующей методике:

$$N_1 \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{a}; \quad N_2 \frac{\Gamma_2 - \Gamma_3}{a}; \quad N_3 \frac{\Gamma_3}{a}, \quad (15)$$

где  $N_1, N_2, N_3$  – размеры движения соответствующей зоны, поездов;  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$  – густота пассажиропотока на соответствующей технической зоне за рассматриваемый период, пассажиров;  $a$  – вместимость поезда.

Пусть  $\rho_0 = (l)$  – плотность распределения пассажиропотока на участке.

Число пассажиров, следующих на остановочные пункты соответствующей технической зоны:

$$\begin{cases} \Gamma_1 - \Gamma_2 = \rho_0 \int_0^{l_1} dl = \rho_0 l_1; \\ \Gamma_2 - \Gamma_3 = \rho_0 \int_{l_1}^{l_2} dl = \rho_0 l_1 (l_2 - l_1); \\ \Gamma_3 = \rho_0 \int_{l_2}^L dl = \rho_0 l_1 (L - l_2). \end{cases} \quad (16)$$

При постоянной плотности распределения пассажиропотоков на участке и заданной вместимости поезда зонные размеры пригородного движения:

$$N_1 = \frac{\rho_0 l_1}{a}, \quad N_2 = \frac{\rho_0 l_1 (l_2 - l_1)}{a}, \quad N_3 = \frac{\rho_0 l_1 (L - l_2)}{a}. \quad (17)$$

В этом случае откорректированные размеры движения будут иметь вид [3]:

$$\left\{ \begin{array}{l} N'_1 = \frac{\rho_0 l_1^2}{aL}; \\ N'_2 = \frac{\rho_0 l_1}{a} \frac{\rho_0 l_1}{aL} (L_2 - l_1) + \frac{\rho_0 (l_2 - l_1)^2}{a(L - l_1)}; \\ N'_3 = \frac{\rho_0 l_1 (L - l_2)}{aL} + \frac{\rho_0 (l_2 - l_1)(L - l_2)}{a(L - l_1)} + \frac{\rho_0 (L - l_2)}{a}. \end{array} \right. \quad (18)$$

Суммарные поездо-километры пробега пригородных поездов

$$Z = l_1 N'_1 + l_2 N'_2 + l_3 N'_3 = \frac{\rho_0 l_1^3}{aL} + \frac{\rho_0 l_1 l_2 (l_2 - l_1)}{aL} + \frac{\rho_0 l_2 (l_2 - l_1)^2}{a(L - l_1)} + \frac{\rho_0 l_1 (l_1 - l_2) L}{aL} + \frac{\rho_0 (l_2 - l_1)(L - l_2)}{a(L - l_1)} L + \frac{\rho_0 L (L - l_2)}{a}. \quad (19)$$

Пусть

$$r_1 = \frac{l_1}{L}; \quad r_2 = \frac{l_2}{L}; \quad r_3 = \frac{L}{L} = 1. \quad \text{Тогда } l_1 = r_1 L; \quad l_2 = r_2 L; \quad l_3 = r_3 L = L.$$

При этом,

$$Z = \frac{\rho_0 r_1^3 L^3}{aL} + \frac{\rho_0 r_1 L^3 r_2 (r_2 - r_1)}{aL} + \frac{\rho_0 r_2 L^3 (r_2 - r_1)^2}{aL(1 - r_1)} + \frac{\rho_0 r_1 L^3 (1 - r_2)}{aL} + \frac{\rho_0 L^3 (r_2 - r_1)(1 - r_2)}{aL(1 - r_1)} + \frac{\rho_0 L^3 (1 - r_2)}{aL}.$$

После преобразований

$$Z = \frac{\rho_0 L^3}{aL} [r_1^3 + r_1 r_2 (r_2 - r_1) + \frac{r_2 (r_2 - r_1)^2}{1 - r_1} + r_1 (1 - r_2) + \frac{(r_2 - r_1)(1 - r_2)}{1 - r_1} + (1 - r_2)]. \quad (20)$$

Значение целевой функции определим путем численного перебора с шагом 0,05. При условии:

$$r_1 < r_2 < 1. \quad (21)$$

После проведённых расчетов видно, что минимум функции будет достигаться при  $r_1 = 0,55$ ,  $r_2 = 0,80$ .

Таким образом, при равномерном распределении пассажиропотока по длине пригородного участка для трёх технических зон и параллельном графике движения первую зону выгодно устраивать на расстоянии 0,55, а вторую – 0,80 от всей длины участка.

#### Список литературы

- 1 **Пазойский, Ю. О.** Пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте (примеры, задачи, модели, методы и решения): учеб. пособие / Ю. О. Пазойский, В. Г. Шубко, С. П. Вакуленко. – М. : Учебно-методический центр на железнодорожном транспорте, 2016. – 364 с.
- 2 Организация пригородных железнодорожных перевозок: учеб. пособие / Ю. О. Пазойский [и др.]; под ред. Ю. О. Пазойского. – М. : Учебно-методический центр на железнодорожном транспорте, 2015. – 270 с.
- 3 **Пазойский, Ю. О.** Специфика применения зонного параллельного графика движения пригородных поездов / Ю. О. Пазойский, М. Ю. Савельев, А. А. Сидраков // Проблемы перспективного развития международных станций и узлов : междунар. сб. науч. тр. под ред. А. К. Головнича. – М. : БелГУТ, 2019. – С. 86–92.

4 **Пазойский, Ю. О.** Размеры движения пригородных поездов при параллельном типе графика / Ю. О. Пазойский, А. М. Соловьев // Наука и техника транспорта. – 2019. – № 3. – С. 71–76.

5 Организация железнодорожных пассажирских перевозок: учеб. пособие для студ. учреждений среднего профессионального образования / под ред. В. А. Кудрявцева. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2008. – 256 с.

6 **Кочнев, Ф. П.** Пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте: учеб. для вузов / Ф. П. Кочнев. – М. : Транспорт, 1980. – 586 с.

7 Организация пассажирских перевозок: учеб. / под ред. А. Г. Котенко и Е. А. Макаровой. – М. : Учебно-методический центр на железнодорожном транспорте, 2017. – 136 с.

УДК 656.224(476):004.9

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПАССАЖИРСКОГО КОМПЛЕКСА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

*Е. А. ФЁДОРОВ, И. М. ЛИТВИНОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время система управления перевозочным процессом на Белорусской железной дороге функционирует на базе комплекса автоматизированных информационно-управляющих систем, с помощью которых принимаются решения, реализуемые технологическими процессами в сфере пассажирских перевозок на полигоне дороги.

Реализация отдельных управляющих решений выполняется с использованием автоматизированных систем управления перевозочного процесса.

Для принятия управленческих решений по основным бизнес-процессам в сфере пассажирских перевозок на Белорусской железной дороге используется ряд ключевых независимых автоматизированных систем:

- Автоматизированная система управления пассажирскими перевозками АСУ «Экспресс-3»;
- Кассовая компьютерная система;
- Единая корпоративная интегрированная система управления финансами и ресурсами (далее – ЕК ИСУФР);
- Актуальное расписание поездов городских, региональных, межрегиональных и международных линий корпоративного интернет-сайта Белорусской железной дороги;
- Единая автоматизированная система информирования пассажиров о движении поездов;
- Система продажи проездных документов (билетов) через Интернет Белорусской железной дороги;
- Автоматизированная система контроля безопасности движения (АСКБД);
- АС Цифровая модель объектов инфраструктуры Белорусской железной дороги;
- АС «Паспорт объектов железнодорожной инфраструктуры» (АС «Паспорт ОЖИ»);
- Автоматизированная система «Отраслевые атласы Белорусской железной дороги» (АС «Атлас»);
- Система динамического управления тарифами и стимулирования спроса ДУТИСС.

Принятие управленческих решений по основным бизнес-процессам пассажирского комплекса осложняется отсутствием взаимосвязей большого количества автоматизированных информационно-управляющих систем, поддерживающих локальные задачи отдельных элементов бизнес-процессов, что приводит к снижению эффективности управляющих воздействий на организацию пассажирских перевозок, снижению оперативности и гибкости решений, надежности реализации основных бизнес-процессов, а также неэффективности КРІ пассажирской деятельности.

Основными бизнес-процессами в сфере пассажирских перевозок на Белорусской железной дороге являются:

- прогнозирование и планирование пассажирской деятельности;
- ресурсное обеспечение плана пассажирских перевозок;
- организация и оперативное регулирование пассажирской деятельности;
- контроль и анализ организации пассажирской деятельности.

Взаимодействие действующих автоматизированных систем, используемых для планирования, организации оказания услуг, а также анализа и принятия управленческих решений в бизнес-процессах пассажирского комплекса приведена на рисунке 1.

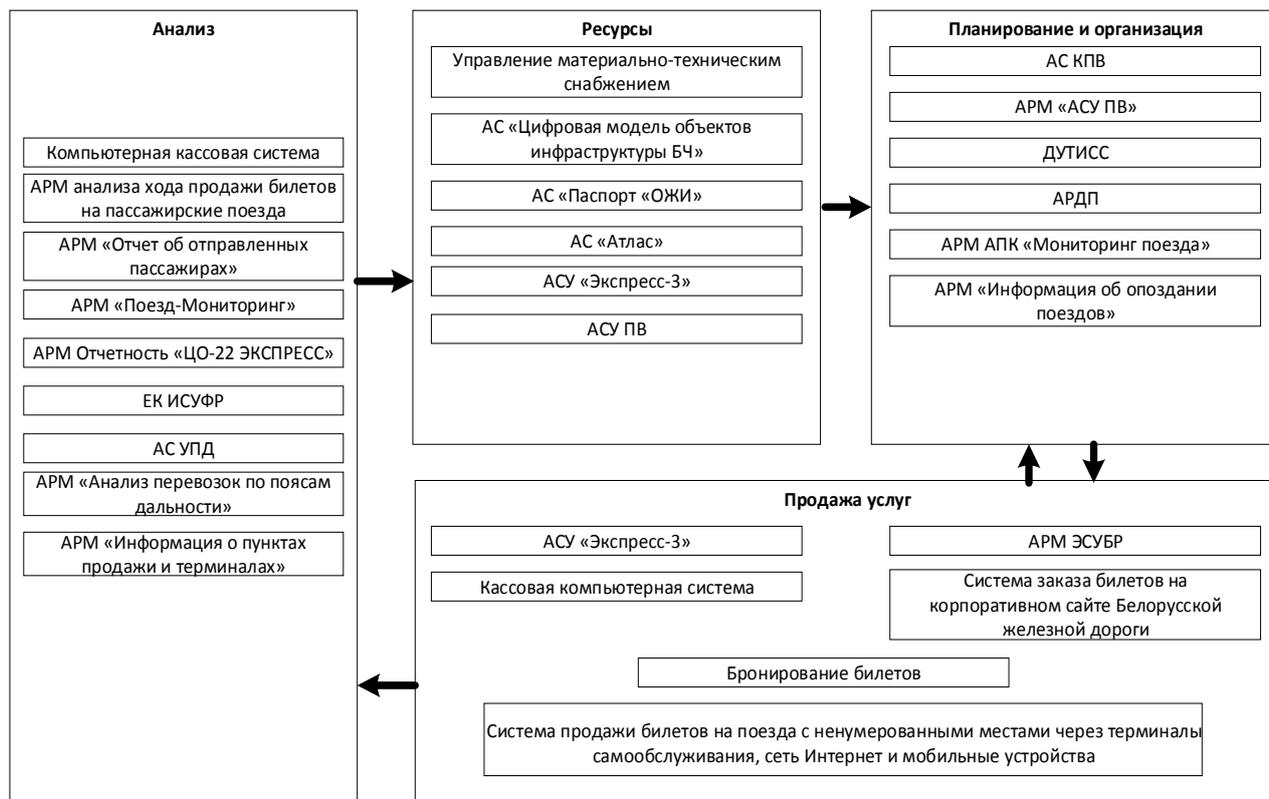


Рисунок 1 – Схема информационного взаимодействия АСУ при реализации бизнес-процессов в пассажирском комплексе на базе действующих автоматизированных систем

Для повышения надежности и качества управления инфраструктурой, перевозочным процессом требуется развитие автоматизированных систем мониторинга и диагностики состояния технических средств, развитие информационно-аналитических систем управления пассажирскими перевозками на базе интеллектуальных технологий и создание интегрированной информационно-аналитической системы управления пассажирским комплексом Белорусской железной дороги – ИИАС-Л, которая позволит получить информацию нового качества для принятия обоснованных управленческих решений по ключевым бизнес-процессам. Создание и функционирование такой системы обеспечит возможность повышения эффективности рационального варианта принятия решений работниками пассажирского комплекса, ответственными за выполнение отдельных процессов организации пассажирских железнодорожных перевозок, повысит информационно-технологическое обеспечение процесса управления перевозками в целях качественного и своевременного удовлетворения потребностей пассажиров, снизит потребность в ресурсах и затраты на реализацию основных бизнес-процессов пассажирского комплекса, а также позволит установить систему KPI для построения эффективной бизнес-модели пассажирских перевозок на Белорусской железной дороге.

#### Список литературы

- 1 **Ерофеев, А. А.** Разработка интеллектуальной системы управления перевозочным процессом на Белорусской железной дороге / А. А. Ерофеев, О. А. Терещенко, В. В. Лавицкий // Железнодорожный транспорт. – 2020. – № 6. – С. 74–77.
- 2 **Федоров, Е. А.** Композиция расчетного полигона инфраструктуры железной дороги для процессно-объектного моделирования графика движения поездов / Е. А. Федоров // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2019. – № 1. – С. 90–95.
- 3 **Рахимжанов, Д. М.** Выстраивая сквозной процесс перевозочной деятельности / Д. М. Рахимжанов // Железнодорожный транспорт. – 2020. – № 5. – С. 16–19.
- 4 **Ерофеев, А. А.** Перспективы внедрения интеллектуальных систем управления на железнодорожном транспорте / А. А. Ерофеев, В. В. Голенков // Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов : Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. / под ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2018. – С. 96–98.

## НАУЧНЫЙ ПОДХОД КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЛОГИСТИКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

*О. А. ХОДОСКИНА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В современном мире понятие логистики используется практически повсеместно – от размещения товаров (грузов, материалов) на складе до полного комплекса логистического обслуживания потребителя. При этом необходимо отметить, что понятие логистики не может существовать только в практической сфере человеческой деятельности – отдельно от области научного познания и научного исследования. Особенный интерес на взгляд автора представляет рассмотрение научной обоснованности отдельных, специфических областей логистики – таких, как банковская, складская, транспортная логистика. Каждое из указанных направлений нуждается в своем уникальном научном подходе, используемой научной методологии. Не является исключением и рассмотрение с позиции логистики пассажирских перевозок, в частности железнодорожных, – здесь также требуется использование специального научного аппарата, научной методологии, которые позволят не только расширить область применения логистики в сфере железнодорожных пассажирских перевозок, но также и вывести их на качественно новый уровень, соответствующий требованиям потребителя (пассажира), уровню экономического развития государства и мировым тенденциям в данной области.

Логистика пассажирских перевозок рассматривает оптимизацию использования имеющихся у организаций железнодорожного транспорта ресурсов, направляемых на их выполнение. При теоретическом определении логистики пассажирских перевозок как области научного исследования используются разделы науки о планировании, организации, управлении и контроле движения материальных и информационных потоков при выполнении перевозок пассажиров на железнодорожном транспорте. При этом рассматривается многогранность транспортной деятельности в области данного раздела логистики, которая включает управление передвижением транспортных средств, использованием инфраструктуры железнодорожного транспорта, управления запасами и использованием топливно-энергетических, трудовых ресурсов, возможностей информационных систем при работе с пассажирами.

Управление передвижением транспортных средств на железнодорожном транспорте, в отличие от других видов транспорта, у которых транспортной единицей является автобус, самолет, судно, используется понятие «поезд» – сформированный состав из железнодорожных вагонов локомотивной тяги или мотор-вагонов, предназначенный для перевозки пассажиров и багажа. При этом, управление передвижением транспортных средств на железной дороге укрупненно делят на непосредственно передвижение поезда (использование железнодорожной инфраструктуры), управление тяговыми ресурсами (локомотивная составляющая расходов), использование плацкарты (расходы перевозчика – владельца вагонов).

Управление использованием инфраструктуры железнодорожного транспорта – вид транспортной деятельности организаций железнодорожного транспорта, направленный на предоставление перевозчику пассажиров в краткосрочную аренду элементов инфраструктуры (на период передвижения транспортных средств), интегрировано связанных между собой в единое целое, и, обеспечивающих безопасное передвижение транспортных средств по запрашиваемым маршрутам в соответствии с коммерческим расписанием движения пассажирских поездов. При необходимости перевозчиком запрашивается необходимый объем маневровых передвижений (прицепка вагонов, перестановка составов пассажирских поездов на пути отстоя, экипировки). Маневровые передвижения входят в состав услуг инфраструктуры железнодорожного транспорта в качестве составного элемента.

Важным элементом логистики пассажирских перевозок является управление качеством пассажирского сервиса в период выполнения начально-конечных операций – комплекса вокзальных услуг. В настоящее время этот элемент входит в состав тарифа на пассажирские перевозки, хотя в большинстве стран мира он из него исключен и выделен в самостоятельную часть логистики пассажирских перевозок.

Принципиальная новизна логистического подхода к выполнению железнодорожных пассажирских перевозок заключается в выделении укрупнённых элементов по видам оказываемых на объектах железной дороги услуг пассажирам – на вокзале, предоставление плацкарты, тяги и инфраструктуры, органичной взаимной связи и интеграции выделенных областей в единую систему при сквозном управлении транспортными и финансовыми потоками.

Опыт стран, имеющих хорошо развитое пассажирское железнодорожное сообщение (ФРГ, Италия, Франция, Япония, Китай), показывает, что логистике пассажирских перевозок принадлежит стратегически важная роль при их организации. Внедрение логистики пассажирских перевозок позволило крупнейшим железнодорожным компаниям мира значительно сократить расходы на выполнение пассажирских перевозок, сделать их высокорентабельным бизнесом, обеспечить более полное удовлетворение потребностей населения в перевозках различного класса обслуживания при доступных тарифах для всего населения страны. Это оказало существенное влияние на значительный рост объемов перевозок при активной автомобилизации населения (в ФРГ при наличии автомобилей на 1000 человек в 6 раз больше, чем в Республике Беларусь, приходится в 9 раз больше поездок граждан по железной дороге). Отсутствие логистического подхода приводит к падению объемов перевозок (в Республике Беларусь пассажирооборот снижен в 2016 году до уровня 34,13 % по отношению в 2000 году, в Российской Федерации соответственно – 39,2 %), высоким тарифам на них (в сопоставимых ценах по уровню платежеспособности населения в Республике Беларусь тарифы на пассажирские перевозки уже завышены на 20–23 %, а на Российских железных дорогах на 35–40 % при сравнении с тарифами в Италии, Греции), и в то же время их убыточности (37–45 %).

Логистика железнодорожных пассажирских перевозок должна рассматриваться в большей степени как часть экономической науки, которая опирается на современные технологии перевозочного процесса (скоростное пассажирское движение, современные транспортные средства, инфраструктура). Этому способствует возникновение более сложных отношений и высоких требований на рынке пассажирских перевозок, создание гибких транспортных систем в области пассажирских перевозок, массовость перевозочного процесса при необходимости дифференциации транспортного потока по условиям качества обслуживания и стоимостным параметрам, интеграция транспортных средств и финансовых потоков. Имеется ряд факторов, которые способствуют выделению логистики железнодорожных пассажирских перевозок как научного направления в общей теории логистики:

- современное развитие теорий логистики, транспортных систем и процессов, необходимости компромиссов при решении экономических задач в области пассажирских перевозок, имеющих социальное и государственное значение;

- ускорение научно-технического прогресса в системе пассажирских перевозок – создание современных транспортных средств наземного транспорта, обеспечивающих высокие скорости движения (более 400 км/ч), информационно-управляющих систем, инфраструктуры;

- поэтапная унификация международных и национальных правил, требований и регламентов в области технологий, технического обеспечения и экономических отношений (переход на единые технические регламенты, тарифные схемы и технологии железнодорожных пассажирских перевозок).

#### Список литературы

1 **Апанасович, В. В.** Современные концепции развития транспорта и логистики в Республике Беларусь : сб. ст. / В. В. Апанасович, А. Д. Молокович. – Минск : Центр «БАМЭ-Экспедитор», 2014. – 320 с.

2 **Аррак, А. О.** Социально-экономическая эффективность пассажирских перевозок : практ. пособие / А. О. Аррак. – Таллинн : Ээсти раамат, 2011. – 200 с.

3 **Ходоскина, О. А.** Организационно-методические подходы к процессу управления расходами на железнодорожные пассажирские перевозки / Р. Б. Ивуть, О. А. Ходоскина // Новости науки и технологий. – Минск, 2017. – № 2(41). – С. 43–50.

4 **Ходоскина, О. А.** Фрагментарное распределение логистики железнодорожных пассажирских перевозок / О. А. Ходоскина // Міжнар. транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика : матеріали Тринадцятої міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 8–10 черв. 2017 р. : тез. доп. / Укр. держ. ун-т заліз. трансп. ; под ред. В. Л. Диканя. – Харків, 2017. – С. 188–189 (Вісн. економіки трансп. і промисловості № 58).

## ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЖДУНАРОДНОГО ЛОГИСТИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ В РАМКАХ НОВОГО ШЕЛКОВОГО ПУТИ

*О. А. ХОДОСКИНА, А. А. ИГРАЕВА, В. Е. НАУМОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Современное сообщество сложно представить без наличия устойчивых взаимосвязей во всех сферах жизни и, в первую очередь, – в экономической. Находясь в географически привлекательном положении, Республика Беларусь играет значительную роль в обеспечении транзитных грузопотоков между странами Западной Европы и странами Востока. Для транспортного сектора республики Беларусь, в том числе и для Белорусской железной дороги важно развивать международное сотрудничество по различным направлениям и привлекать дополнительные объемы перевозок грузов. В частности, Новый шёлковый путь (Евразийский сухопутный мост) является одним из наиболее перспективных направлений совершенствования взаимоотношений Республики Беларусь с Китаем. Данная концепция более широко известна под названием «Один пояс – один путь» и представляет собой транспортно-логистическую систему, продвигаемую Китаем, в сотрудничестве с другими заинтересованными странами, расположенными по направлению следования проекта, для перемещения грузов и пассажиров по суше из Китая в страны Европы.

Государственное предприятие БТЛЦ рассматривает международный проект «Один пояс – один путь» как одно из наиболее перспективных направлений своего развития. В настоящее время предприятие сотрудничает с рядом китайских провинций и обеспечивает доставку белорусской продукции в любую точку Китая. За последние 8 месяцев текущего года БТЛЦ в 3,5 раза увеличило к аналогичному периоду прошлого года объемы перевозок белорусской экспортной продукции по железной дороге в Китай. Перевозки в рамках Нового шёлкового пути осуществляются в основном в 20- и 40-футовых контейнерах. Именно международные контейнерные грузоперевозки являются одним из основных аспектов деятельности государственного предприятия БТЛЦ. Сотрудниками организации разработаны индивидуальные логистические схемы и маршруты доставки грузов контейнерными поездами в сообщении Китай–Европа–Китай, а также Китай–Беларусь–Китай.

Такое сотрудничество приносит выгоду обеим сторонам – это развитие экспорта, наращивание перевозок грузов и усиление связанности внутриконтинентальных государств, а также преодоление существующей несбалансированности в экономическом развитии внутренних регионов страны (что особенно актуально для Китая).

По итогам работы предприятия за январь – апрель 2020 года усилиями Белорусской железной дороги и БТЛЦ организовано отправление трех полносоставных контейнерных поездов в Китай в рамках инициативы «Один пояс – один путь» с предоставлением полного комплекса транспортно-логистических услуг. В Китай отправляются поезда с различной номенклатурой грузов (пищевые продукты, деревопереработка, грузы химической промышленности и др.). Но в целом для товарной структуры экспортного грузопотока из стран ЕАЭС в Китай присуща низкая доля контейнерных грузов: всего около 1,5–2 %. Это обусловлено значительной долей «неконтейнеризируемых» грузов (топливо, минеральное сырье, лесоматериалы и т. д.).

Для развития инфраструктурных проектов в странах вдоль Нового шёлкового пути создан и успешно функционирует инвестиционный Фонд шёлкового пути, благодаря чему с момента запуска проекта Беларусь и Китай существенно нарастили уровень кредитно-инвестиционного сотрудничества. Все это способствует приходу крупных китайских инвесторов в республику. Так, например, китайские компании Xinrongji Holding Group и DRex Food Group планируют в ближайшей перспективе вкладывать средства в строительство в Беларуси заводов по производству упаковки и пищевой продукции, приобретать акции перерабатывающих предприятий, инвестировать в банковскую сферу. Пищевая корпорация Drex Food Group планирует инвестиционные вложения в ряд молокоперерабатывающих заводов на сумму приблизительно 1 млрд долларов США с последующим увеличением производства сырого молока в республике с нынешних 7,1 до 9,2 млн тонн в год. Необходимо отметить, что молочная продукция белорусских производителей сегодня широко востребована в Китае и перспективы увеличения товарооборота в этом направлении приветствуются китайской стороной. С белорусской стороны (в частности БТЛЦ и другими транспортно-логистическими компаниями) уже принят к реализации ряд проектов, направленных на расширение такого сотрудничества.

Благодаря реализации инвестиционных проектов в рамках Нового шёлкового пути уже был построен ряд крупных предприятий, производств и туристических объектов, непосредственно участ-

вующих либо способствующих реализации проекта. Среди таких объектов можно выделить следующие:

- Индустриальный парк «Великий Камень»;
- Витебская гидроэлектростанция;
- Автомобильный завод «БелДжи»;
- Завод по производству сульфатной белёной целлюлозы;
- Гостиница «Пекин»;
- Гостинично-деловой комплекс «Шантер Хилл»;
- Жилой комплекс «Променад» (Минск).

За последние 5 лет рост транзита китайских грузов через территорию Республики Беларусь составил 250 %. Приобретение Республикой Беларусь 30 грузовых электровозов типа БКГ-1 и БКГ-2 существенно повысило возможности Белорусской железной дороги, позволив увеличить массу поездов до 9 тысяч тонн. Также время следования поездов сокращено в среднем до 12 суток.

Однако даже в границах рассматриваемого проекта уровень конкуренции предприятий-участников достаточно высок. Развивающаяся конкуренция требует от государственного предприятия БТЛЦ индивидуального нестандартного подхода к решению задач каждого клиента, поэтому планирование деятельности организации на современном этапе строится не только на развитии уже наработанных экспедиторских услуг, но также и на поиске и предложении клиенту новых дополнительных услуг, индивидуальному подходу к каждому потребителю своих услуг. В особенности это актуально как раз для международного сотрудничества, так на примере Нового шёлкового пути можно наблюдать не только высокий уровень требований к качеству, но и высокий уровень предоставляемых транспортно-логистических услуг.

В будущем для дальнейшего развития эффективного сотрудничества стран-участниц (и, соответственно, предприятий-участников) наиболее перспективным видится дальнейшая работа по пути развития белорусско-китайского взаимодействия в экономике, транспорте и логистике по следующим направлениям в рамках проекта «Один пояс – один путь»:

- создание производств и проектов внутри Республики Беларусь;
- экспорт продукции и услуг в страны – члены ЕАЭС и Европейского союза;
- создание производств, ориентированных на рынок Китая для Китая.

Таким образом, развитие экономических, инвестиционных и транспортно-логистических проектов Нового шёлкового пути и полноценное участие в них Республики Беларусь являются ключевым аспектом в белорусско-китайских двусторонних отношениях, для дальнейшего развития которых Беларусь должна продолжить работу по созданию благоприятного бизнес-климата и привлекательных инвестиционных условий.

#### Список литературы

- 1 Михальченко, А. А. Современные подходы в инвестиционной деятельности для развития железной дороги / А. А. Михальченко, В. С. Коцур // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VII междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. В. И. Сенько. – Гомель : БелГУТ, 2018. – С. 144–145.
- 2 Ходоскина, О. А. Место железнодорожных перевозок в транспортном комплексе страны: маркетинговые инновации / О. А. Ходоскина // Мониторинг и анализ в системе эффективного менеджмента на железнодорожном транспорте: реалии и перспективы : материалы VII науч.-практ. междунар. конф. – Киев : АТ «Укрзалізниця», 2019. – С. 23–24.
- 3 Михальченко, А. А. О формировании системы показателей потребительского качества транспортных услуг и ключевые показатели результативности в транспортной логистике / А. А. Михальченко, Т. В. Пильгун, О. А. Ходоскина // Проблемы безопасности на транспорте: материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 49–51.

УДК 658.8

### ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОНИТОРИНГА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В АО «УКРЗАЛИЗНИЦЯ» КАК ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАКУПОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

*О. В. ХРИСТОФОР, Т. С. МЕЛЬНИК, А. В. МЕЛЬНИК*  
*Украинская железная дорога, г. Киев*

Осуществление структурной реформы в железнодорожной отрасли Украины обуславливает необходимость расширения функциональности системы закупок, пересмотра процессов материально-технического обеспечения, планирования и освоения капитальных инвестиций, а также оценивания

стоимости и мониторинга жизненного цикла товарно-материальных ценностей (ТМЦ), которые закупаются для обеспечения производственных и прочих процессов АО «Укрзалізниця» [1, с. 16].

Результаты предварительно проведенного анализа существующей системы закупок и управления материально-техническим обеспечением свидетельствуют о недостаточном уровне информационной поддержки и контроля за прохождением логистических звеньев на всех этапах жизненного цикла ТМЦ, а также их использованием. В частности, отсутствует возможность простого и быстрого способа идентификации ТМЦ, нет средств мониторинга их местонахождения и использования и прочие недостатки, существенно снижающие эффективность и безопасность системы материально-технического обеспечения. Следствием такого состояния дел становятся значительные затраты времени на учет и верификацию ТМЦ, ошибки и искажения данных в учете, слабый контроль движения ТМЦ в сфере эксплуатации, что в совокупности приводит к значительным неоправданным расходам [2, с. 139–140].

Стратегической целью разработки методики и порядка внедрения программного модуля идентификации и мониторинга ТМЦ «Автоматизированная система управления процессами материально-технического обеспечения» (программный модуль ИМ АСК ТМО) выступает создание инструмента, который позволил бы без значительных капитальных затрат стремительно повысить эффективность процесса материально-технического обеспечения, производительность труда, результативность расходования материальных ресурсов, существенно снизить затраты, обеспечить повышение безопасности движения и охраны труда в АО «Укрзалізниця».

Методологической базой разработки и внедрения программного модуля ИМ АСК ТМО должны выступать, по нашему мнению, такие ключевые процессы:

1) процесс кодирования:

- составление справочника «Партия поставки ТМЦ»;
- разработка порядка формирования кодов с учетом международного стандарта GS1 и справочника «Партия поставки ТМЦ»;
- анализ закупаемых ТМЦ в разрезе категорий, определение способов их маркировки;
- разработка порядка кодирования материально-технических ресурсов для выбранных способов их кодирования;

– анализ и установление технологий нанесения кодов;

2) процесс считывания:

- анализ и выбор технологий считывания информации для каждого способа маркировки ТМЦ («trade item»);
- разработка программного модуля ИМ АСК ТМО структуры баз данных, взаимодействие со справочником «Партия поставки ТМЦ», получение и внесение информации;
- отработка технологий идентификации и мониторинга на этапах жизненного цикла ТМЦ с использованием программного модуля ИМ АСК ТМО (закупка, логистика, эксплуатация);
- внедрение порядка и технологии идентификации и мониторинга ТМЦ на единой методологической основе на всей сети структурных, производственных, складских подразделений, региональных филиалов и филиалов ОА «Укрзалізниця»;
- наполнение информационных баз данных программного модуля ИМ АСК ТМО.

В условиях глобализации закупочных процессов и евроинтеграции разработка системы кодирования ТМЦ АО «Укрзалізниця» должна учитывать требования международных стандартов маркировки GS1 – всемирной межотраслевой системы стандартов, правил, методик идентификации, автоматического кодирования и считывания данных и передачи информации.

Отработку технологий размещения меток на разных видах ТМЦ, считывания и передачи информации целесообразно организовать в форме пилотных проектов. К проведению таких работ рационально привлекать внутренние научно-производственные и сторонние инновационные компании на конкурсной основе.

Важным параллельным направлением работ, по нашему мнению, должны выступать создание и внедрение в АО «Укрзалізниця» программного модуля ИМ АСК ТМО. Его разработку можно осуществлять на основе процессного подхода с использованием метода «Workflow» для описания бизнес-процессов и технологии организации бизнеса. Как нам видится, программный модуль ИМ АСК ТМО будет представлять собой корпоративную базу данных верификации операций времени, состояния и мест дислокации промаркированных (оснащенных идентификаторами) ТМЦ. Использование разрабатываемого аналитического инструментария программного модуля позволит просле-

диль жизненный цикл ТМЦ от момента подачи заявки на поставку до момента вывода этого предмета из эксплуатации. При таком мониторинге появится возможность оперативной идентификации промаркированных ТМЦ и их эксплуатационных параметров (гарантийного периода, нормативного срока службы, времени до технического осмотра, замены и т. п.).

Для реализации проекта и разработки методики и порядка внедрения программного модуля ИМ АСК ТМО с целью установления контроля за проведением работ, их разделения на отдельные задания и оперативные задачи, назначения сроков их выполнения, контроля за ходом проекта, фиксации событий, подведения промежуточных и поэтапных итогов, установления степени достижения и оценки достигнутых результатов процесс разработки программного модуля ИМ АСК ТМО нами разделен на следующие функционально завершенные этапы:

- анализ и определение порядка и технологии кодирования ТМЦ в соответствии с требованиями международных стандартов и внутренних процессов, описание процесса получения данных и формирования кодов программного модуля ИМ АСК ТМО;

- анализ и установление технологии нанесения идентификационных меток для разных категорий ТМЦ;

- разработка технических требований и выбор оборудования для нанесения / установления меток и считывания информации;

- разработка функциональных требований к программному модулю ИМ АСК ТМО, создание программного продукта и информационных баз данных;

- разработка соответствующих регламентов, которыми будет установлен порядок наполнения и работы с базами данных программного модуля ИМ АСК ТМО;

- разработка и внедрение программного модуля ИМ АСК ТМО.

Предложенное разделение работ на отдельные этапы позволит измерять промежуточные результаты, оценивать степень выполнения генеральной задачи на каждом этапе проведения работ, минимизировать риски неправильного хода проекта, корректировать все его внутренние процессы, правильно распределять и перераспределять ресурсы.

Выводы. Программный модуль ИМ АСК ТМО разрабатывается впервые и не дублирует функции имеющихся информационных систем по планированию и учету ТМЦ. Его внедрение создаст дополнительные условия для соблюдения информационной безопасности, что будет способствовать снижению информационных и сопряженных с ними рисков. Информация программного модуля ИМ АСК ТМО АО «Укрзалізниця» может быть положена в основу оценки эффективности работы структурных (производственных) подразделений, отдельных специалистов, что, в свою очередь, повысит ответственность за выполнение работ и будет благоприятствовать стимулированию менеджмента компании к росту всех показателей результативности и достижению ее стратегических целей.

#### Список литературы

1 Мельник, Т. С. Обоснование необходимости расчета жизненного цикла изделий, используемых на железнодорожном транспорте / Т. С. Мельник, О. В. Христофор, А. В. Мельник // Вагонный парк : Міжнар. професійний журнал. – 2019. – № 3 (147). – С. 16–19.

2 Мельник, Т. С. Діджиталізація послуг залізничного пасажирського транспорту з позиції формування їх споживчої цінності: сучасний стан і перспективи / Т. С. Мельник, О. В. Христофор // Економічні студії : Наук.-практ. економічний журнал. – № 2 (24) червень. – С. 139–146.

УДК 629.7.08

## АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МАСЛА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Е. А. ШАПОРОВА, В. Н. СТЕПАНЕНКО, И. А. БОРЦ*  
*Белорусская государственная академия авиации, г. Минск*

Бесперебойная работа авиапредприятий гражданской авиации способствует росту эффективности функционирования смежных отраслей, таких как машиностроение, топливообеспечение, туризм, сфера обслуживания и др. Очевидно высокое значение воздушного транспорта и с точки зре-

ния обеспечения экономической безопасности государства, его готовности к чрезвычайным ситуациям.

Основные проблемы, требующие решения со стороны авиационных организаций – это обеспечение авиационной безопасности и безопасности полетов, повышение регулярности и технико-экономических показателей воздушных сообщений, улучшение технологии производственных процессов наземного обслуживания пассажирских и грузовых перевозок.

Сегодня традиционное восприятие термина «безопасность полетов» расширилось настолько, что понимается как недопущение потерь в результате авиационных событий не только в виде человеческих жертв, нанесения ущерба имуществу, но и нанесение вреда окружающей среде [1]. В этом плане воздушное судно (ВС), как и любое транспортное средство, представляет собой техногенный объект, использующий углеводородное топливо для получения энергии и представляет собой источник отрицательного влияния на окружающую среду [2–4].

В связи со стремлением прогрессивного человечества к снижению вредного воздействия на окружающую среду и тенденцией все большего ужесточения требований по содержанию в выхлопных газах токсичных и вредных веществ, актуальным представляется рациональное и эффективное использование горюче-смазочных материалов и специальных жидкостей (авиаГСМ).

Настоящая работа посвящена изучению особенностей работы масел в силовых установках вертолетов и связана с изменениями в масле, наблюдаемыми при проведении контрольных испытаний двигателя ТВ3-117 после ремонта.

Заключительной стадией восстановительного ремонта двигателя является проведение его обязательных контрольных испытаний, заключающихся в приработке деталей двигателя, выполнении его «обкатки», проверке качества сборочных мероприятий и функционирования агрегатов двигателя. Контроль работы авиадвигателя осуществляют на всех эксплуатационных режимах, при этом производится отладка узлов топливной системы, оценивается соответствие параметров работы двигателя предъявляемым требованиям согласно РКР [6].

Для рассматриваемого двигателя ТВ3-117 на авиаремонтных предприятиях применяют совмещенные приёмо-сдаточные испытания, которые позволяют сократить временные и финансовые затраты, поскольку проводятся без разборки двигателя в цехе. Такой подход допустим для двигателей, которые длительное время находятся в серийном промышленном производстве.

По статистике ремонтных организаций двигатели успешно проходят испытание только в 74 случаях из 100 в связи с возникновением дефектов, которые могут выражаться в виде несоответствия параметров работы требованиям ТУ или проявлением посторонних шумов, звуков, не характерных для нормальной работы двигателя (около 17 %), а также неработоспособностью агрегатов (около 9 %).

Рассмотрим подробно случай, когда в ходе послеремонтных испытаний двигателя используемое масло при визуальном осмотре оказалось коричнево-черного цвета.

Проанализируем причины возможного потемнения масла.

Современные авиационные газотурбинные двигатели характеризуются жесткими условиями работы, связанными с большими скоростями вращения роторов турбокомпрессора, достигающими 12000–20000 об./мин, высокими контактными напряжениями на зубьях редукторов (до 1600 МПа), высокими температурами элементов конструкции (300 °С и выше). Поэтому масла для турбовальных двигателей (ТВад) должны характеризоваться не только высокой термоокислительной стабильностью, но и хорошими смазывающими свойствами [7].

Для смазки двигателя в силовых установках таких вертолётов, как Ми-2 и Ми-8, широко эксплуатируемых в нашей стране, применяют синтетическое масло Б-3В, созданное на основе сложных эфиров пентаэритрита и синтетических жирных кислот фракции С5–С9 с комплексом присадок. Масло Б-3В содержит в своем составе антиокислительную (параоксидифениламин) и противозадирную (2-меркаптобензотиазол) присадки, за счет чего обладает высокой несущей способностью. В то же время, присутствие так называемого «каптакса» (2-меркаптобензотиазола) в качестве противозадирной присадки обусловило ряд недостатков масла:

– в процессе работы двигателя при повышенных температурах «каптакс» окисляется кислородом воздуха, а образующийся при этом «альтакс» (2,2-дитио-бис-бензотиазол), обладающий низкой растворимостью в масле, при низких температурах выпадает в осадок;

– масла с «каптаксом» имеют высокую коррозионную агрессивность при контакте с цветными металлами и магниевыми сплавами;

– «каптакс» приводит к уменьшению термоокислительной стабильности масел.

Очевидно, что несмотря на то, что масло Б-3В является термостабильным в области температур до 200 °С, высокая коррозионная агрессивность его к используемым конструкционным материалам (сплавы меди, магния и др.) при повышенных температурах и склонность к образованию осадка при окислении противозадирной присадки ограничивают область его применения.

Для точного установления конкретной причины потемнения масла: окисление противозадирной присадки с образованием нерастворимого осадка «альтакса», снижение термоокислительной стабильности масла при испытании на высокотемпературных режимах или повышенная коррозионная агрессивность использованного масла к конструкционным материалам топливной системы двигателя, целесообразно провести анализ показателей качества.

Осуществить это можно с использованием минилабораторного комплекса VALTECH OA-5400, позволяющего контролировать вязкость масла, общее кислотное, общее щелочное число, окисление, нитрование, сульфирование, определять наличие воды, сажи, гликоля, истощение антиоксидантов и противоизносных присадок, класс чистоты масла по ИСО 4406, устанавливать наличие и содержание в масле элементов металлов и неметаллов, которые могут появиться в отработанном масле в результате износа оборудования, загрязнений или введения присадок.

#### Список литературы

- 1 **Николайкин, Н. И.** Оценка экологической опасности авиационных событий на воздушном транспорте / Н. И. Николайкин, Е. Ю. Старков // Научный вестник МГТУ ГА. – 2015. – № 218. – С. 17–23.
- 2 **Исаков, А. Я.** Экологическая безопасность транспортных средств / А. Я. Исаков, А. А. Исаков // Научный журнал КубГАУ. – 2006. – № 23(7). – С. 6–17.
- 3 **Яковлева, А. В.** Влияние качества авиационных топлив на безопасность полета и окружающую среду / А. В. Яковлева, С. В. Бойченко, О. А. Вовк // Наука та іновациі. – 2013. – Т. 9, № 4. – С. 25–30.
- 4 **Телущенко, Е. А.** Тенденции производства и использования биотоплива в авиации / Е. А. Телущенко, Д. И. Михолап, В. Н. Степаненко // Авиация: история, современность, перспективы развития: материалы II Междунар. заочной науч.-практ. конф., Минск, 9–10 ноября 2017 г. / сост. М. А. Бабицкая [и др.]; под науч. ред. Г. Ф. Ловшенко. – Минск : БГАА, 2017. – С. 209–211.
- 5 Некоторые аспекты авиатопливообеспечения / В. А. Котович [и др.] // Авиация: история, современность, перспективы развития : сб. материалов III междунар. заочной науч.-практ. конф., Минск, 8–9 ноября 2018 г. / сост. М. В. Кудин [и др.]; под науч. ред. А. А. Шегидевича. – Минск : БГАА, 2018. – С. 144–147.
- 6 **Багданов, А. Д.** Турбовальный двигатель ТВ3-117ВМ (Конструкция и техническое обслуживание): учеб. пособие / А. Д. Багданов, Н. П. Калинин, А. И. Кривко. – Москва : Воздушный транспорт, 2000. – 392 с.
- 7 **Яновский, Л. С.** Смазочные масла для турбовальных двигателей и редукторов вертолетов / Л. С. Яновский [и др.] // Авиационные материалы и технологии. – 2013. – № 1. – С. 60–63.

УДК 629.7.08

### ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОЛЛЕКТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТЬЮ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЭРОПОРТОВ

*А. А. ШЕГИДЕВИЧ, А. А. ЖУКОВА, З. В. МАШАРСКИЙ, Д. Ю. ЩЕРБУНОВ  
Белорусская государственная академия авиации, г. Минск*

Эксплуатация воздушных судов (далее – ВС) всегда зависела от сезонности и поры года. Одним из периодов эксплуатации, влияющих на безопасность полетов и требующих повышенного внимания со стороны обслуживающего персонала, является зимний период в регионах, где преобладают погодные условия с температурами ниже нуля и снежно-ледяными отложениями (далее – СЛО) [1]. Анализируя авиатранспортные происшествия, можно отметить, что в зимний период эксплуатации ВС одной из причин авиационного события было загрязнение ВС СЛО, которые не были удалены с поверхностей ВС, либо процедура обработки/защиты была произведена некачественно.

В современной авиации используют разные методы по защите ВС от СЛО. К основным можно отнести:

– механический способ, когда СЛО удаляются с поверхностей ВС с помощью щеток либо других приспособлений, которые не повреждают поверхность ВС;

– при помощи горячего воздуха, когда используются источники для подогрева воздуха, поток от которых направляется на поверхности ВС, что позволяет растопить СЛО и очистить от них ВС;

– при помощи инфракрасного излучения по принципу, аналогичному предыдущему, однако данный метод требует дополнительные конструктивные сооружения для размещения оборудования с инфракрасными лампами;

– при помощи противообледенительных жидкостей (далее – ПОЖ), которые позволяют удалить СЛО и защитить на определенное время поверхности ВС от их образования.

Использование метода противообледенительной защиты ВС с помощью ПОЖ является наиболее распространенным из вышеуказанных, хотя механический способ может использоваться как предварительный метод, позволяя снизить затраты на использование ПОЖ (снизить объем ПОЖ при удалении СЛО).

Остальные методы не являются распространенными и имеют достаточное количество ограничений, например, температура горячего воздуха, использование методов для поверхностей из композитных материалов и т. д. Однако частично метод с применением горячего воздуха используется при выполнении противообледенительной обработки входного устройства и первых ступеней вентилятора (компрессора) авиадвигателей.

ПОЖ разделяет их на четыре типа [2]:

Тип 1 – используется в основном для удаления СЛО и защиты ВС на короткий период времени. Всегда используется в смеси с водой. Концентрация смеси определяется производителем ПОЖ.

Тип 2 и Тип 4 – используются для защиты ВС от образования СЛО, имеют более длительный временной период действия. Используются как в двухэтапной обработке ВС (после применения типа 1), так и отдельно (при условии, что поверхности ВС предварительно очищены). Данные типы ПОЖ могут использоваться как в 100%-й концентрации, так и в смеси ПОЖ/вода (75/25 и 50/50 соответственно).

Тип 3 – используется в исключительных случаях для ВС с малыми скоростями отрыва (до 60 узлов).

При обработке ВС на земле при помощи ПОЖ вся жидкость с поверхности ВС стекает на место, где выполняется обработка, тем самым создавая так называемую «лужу» под ВС. Рекомендуемое минимальное количество ПОЖ при полной обработке крыла, фюзеляжа и хвостового оперения, например, для Boeing 737–800, составляет 230–250 литров, а для более крупных ВС, таких как Boeing 747–400 или Airbus A340, это значение возрастает до 700–900 литров.

Во многих международных аэропортах противообледенительная обработка выполняется на рулежных дорожках либо на стоянках ВС, специально определенных под зимний сезон, а не на специализированных площадках. Тем самым остатки ПОЖ после обработки ВС стекают (около 70–80 % от общего количества) на искусственное покрытие аэродрома или вытекают за пределы рулежной дорожки (стоянки ВС) при наличии уклона, попадая в почву и грунтовые воды. Часть ПОЖ стекает при дальнейшем рулении и взлете самолета на взлетно-посадочной полосе и рулежных дорожках.

Основным компонентом ПОЖ является гликоль (моноэтиленгликоль, диэтиленгликоль или пропиленгликоль), благодаря которому она имеет температуру замерзания значительно ниже, чем у воды – порядка  $-60$  °С. Как известно, гликоли являются ядовитой жидкостью, наносящей вред здоровью человека и окружающей природе [3].

При большой частоте осадков и периодов с отрицательными температурами, количество ПОЖ, используемой для обработки ВС, только увеличивается. На примере одной из авиакомпаний за сезон 2018 года было использовано порядка 500 000 литров ПОЖ, что увеличилось в 2019 году до 600 000 литров.

Также одним из немаловажных факторов, связанным с образованием «лужи» ПОЖ под воздушным судном после его обработки, является запуск двигателей после процедуры противообледенительной обработки. Особенно это актуально с низкорасположенным креплением двигателя на пилоне крыла. При запуске двигателя часть жидкости засасывается в тракт двигателя, тем самым ухудшает его температурные характеристики и загрязняет систему кондиционирования ВС, создавая иногда запах гари в салоне самолета.

Перспективным решением для исключения негативных факторов, связанных с данным методом обработки ВС на земле, является выделение специальных зон на аэродроме с последующим строительством площадок для сбора ПОЖ после обработки ВС. Площадка представляет собой несколько ограниченных зон (стоянок ВС), подходящих под разные типы ВС, с системами отвода ПОЖ из-под

самолета во время обработки (через решетки по трубопроводам в единый коллектор), которые соединяются в общем резервуаре.

Сбор ПОЖ после обработки позволяет снизить загрязнение почвы и подземных вод в районе аэродрома, а также повысить надежность авиадвигателей при их запуске и работе в зоне противообледенительной обработки ВС.

Одним из положительных аспектов использования таких площадок является экономическая заинтересованность компаний, которые предоставляют услуги по противообледенительной обработке. Возможность экономии заключается в том, что вся собранная ПОЖ проходит очистку от механических примесей, а затем отправляется на анализ в лабораторию. В большинстве случаев такая ПОЖ может использоваться вторично как ПОЖ Тип 1, позволяя сэкономить при закупке новой. Тем самым компания, предоставляющая услуги для авиакомпаний по обработке ВС, может снижать стоимость за использование ПОЖ. Снижение стоимости противообледенительной обработки повышает рентабельность компании и привлекательность перед авиакомпаниями в современном мире жесткой конкуренции и демпинга цен.

Таким образом, при сборе ПОЖ в коллекторную систему (около 70–80 %) объем собранной жидкости в данном примере может составлять от 350 000 до 400 000 литров в зависимости от сезона. При условии, что половина жидкости, после очистки, сможет применяться повторно, а стоимость одного литра ПОЖ составляет около 1,5 евро, то возможно сохранить порядка 260 000–300 000 евро.

Для получения такого эффекта компания по обработке ВС обязательно должна рассчитать бизнес-план по целесообразности инвестиций в проект по строительству площадок для сбора ПОЖ, учитывая объем обработанных ВС в предыдущих сезонах, конъюнктуру цен на ПОЖ и услуги таких же организаций по противообледенительной обработке ВС (если таковые имеются на данном аэродроме).

Однако первостепенным условием в данном вопросе является обеспечение безопасности окружающей среды и снижение нанесения вреда биосфере в округе аэродрома. Строительство таких сооружений может быть также проинвестировано как со стороны администрации аэропорта, так и на государственном уровне.

#### Список литературы

1 **Марков, М. В.** Проблемы одобрения и применения противообледенительных жидкостей в гражданской авиации России : сб. науч. тр. / М. В. Марков, О. Ю. Страдомский, А. А. Комов ; ГосНИИ ГА. – 2010. – № 311. – С. 145–150.

2 Выбор способа производства технических жидкостей на водно-гликолевой основе для противообледенительной обработке воздушных судов / А. В. Окружнов [и др.] // Вестник технологического университета. – 2015. Т. 18. – № 8. – С. 128–131.

3 **Бондаренко, О. М.** Проблемы регулирования утилизации стоков противообледенительных жидкостей в аэропортах России и за рубежом : сб. науч. тр. / О. М. Бондаренко, А. А. Комов ; ГосНИИ ГА. – 2010. – № 311. – С. 151–154.

UDC 656.211.5.08:656.224

## RESEARCH ON SAFETY MANAGEMENT OF MATERNAL AND INFANT PASSENGERS IN PASSENGER RAILWAY STATION

KE YANG

*Guangzhou Railway Polytechnic, China*

**Abstract:** Passenger railway station is the first window for railway transportation enterprises to face passengers. The safety of passenger railway station is very important. As one of the special groups of passengers, maternal and infant passengers show certain particularity in transportation demands and behavior characteristics. Under the guidance of "people-oriented" thought, passenger railway stations need to carry out targeted safety management. Starting from the current situation of passenger railway stations, this paper systematically analyzes the transportation demands, behavior characteristics and safety influencing factors of maternal and infant passengers in the process of entering-waiting-boarding-alighting-leaving the station. Based on these, the paper puts forward countermeasures to provide reference for operators to improve safety management level.

**Key words:** Passenger railway station; Maternal and infant passengers; Safety management

UDC 656.08

## AN EFFECTIVE PATH OF ON-SITE SAFETY MANAGEMENT FOR A GENERAL ACCIDENT REFLECTION

*LI JIN*

*Guangzhou Railway Polytechnic, China*

**Abstract:** An in-depth and systematic analysis of a common general logistics operation accident based on the behaviors of the relevant personnel and the results of the behavior. Aiming to reflect the dynamic process of how the on-site dangerous operation increase the probability of the accident to the occurrence of the accident, as well as how these behaviors are reflected the problems existing in enterprise operation safety supervision, safety education and training, etc.. It summarizes an effective method of how to transfer the on-site safety operation from a disordered situation to an ordered model by self-discipline, mutual discipline and other discipline.

**Key words:** Common; General accidents; Mapping; Field operations; Out of control and order

UDC 656.342.08

## RESEARCH ON METRO LIFE CYCLE RISK ASSESSMENT AND SAFETY MANAGEMENT BASED ON DISTRIBUTED OPTICAL FIBER SENSING MONITORING SYSTEM

*LINA LUO, CHENG XU*

*Guangzhou Railway Polytechnic, China*

**Abstract:** Subway construction often passes through a large number of existing buildings and various poor geological stratum, which has an adverse impact on the safety of subway construction and operation. With the rapid development of modern monitoring technology and information technology, comprehensive and integrated design should be carried out for the construction monitoring and health monitoring during the life cycle of the subway, so as to realize the intelligent safety management in the whole life cycle of the subway. In this work, according to the feedback data from the distributed optical fiber monitoring system, engineering geology, surrounding environment and other influence factors, a set of analysis method to accurately identify the construction risk and determine the location of structural diseases is put forward by analyzing and predicting the spatiotemporal variation law of subway engineering, and the risk classification standard is formulated according to the principle of "division, classification and grading". Finally, the integrated risk classification management and control procedure of subway engineering is established, so that the technical personnel can take the refined risk control measures timely according to the structure status of the subway. Therefore, it is of great practical significance and application value for the safety management of Metro life cycle to use modern monitoring means to accurately evaluate the structural state of the subway and formulate an efficient safety management system.

**Key Words:** Optical fiber sensing monitoring, Metro life cycle, Risk assessment, Risk classification management and control, Intelligent safety management

UDC 656.224.072

## CURRENT DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF PASSENGER RAIL TRANSPORTATION LOGISTICS

*A. A. MIKHALCHENKA*

*Belarusian State University of Transport, Gomel*

*O. V. KHRISTOFOR*

*Joint Stock Company "Ukrainian Railway", Kiev*

The logistics of passenger transportation by rail began to develop actively in the 19th century. The need for it began to manifest itself with the development of intercontinental passenger traffic. With the advent of rail transport and the needs of various types of passenger services, the implementation of simple

rail transportation of passengers was insufficient to meet the needs of the population in transportation. With the development of other types of transport in the twentieth century, the quality of railway passenger transportation by various types of transport ceased to satisfy the population. This was especially evident in long-distance direct communication. In the presence of vast territories of the USSR, the logistics of passenger transportation was practically absent. This affected many parameters: the route speed of passenger trains, there was no integration with other modes of transport in large interchange hubs, the organization of passenger transportation in interregional and regional traffic was carried out according to the residual principle of using the capacity of railway lines. Active development of population movement in the XXI century required new approaches to organizing the logistics of rail passenger transportation, especially in countries with a small territory and a developed rail network. Problems of cross-border and cross-border movement of the population have arisen, which can only be solved using new conceptual approaches to the logistics of rail transportation.

The existing forms of organizing passenger traffic at the present stage have received a variety and have significantly changed in terms of their functional content. Regular transportation of passengers, taking into account numerous factors of influence, becomes conditionally regular, which are carried out in accordance with the schedule of constant movement of vehicles along established routes. Constant trains are assigned regularly on days of the week (for example, twice a week or on separate days), month (on Mondays or Sundays). Regular passenger transportation received the status of conditionally regular or permanent. In this case, it became necessary to use the logistics of passenger transportation on railway transport and at points of contact transfers of passengers, as well as on the days of irregular passenger trains, attracting other types of transport: on the days of maximum meetings and an increase in travel for business trips by the population, air transport can be used from the regional centers of the country (in Belarus, in all regional centers on the outskirts of agglomerations, airports are located); from the centers of regional or republican subordination (their number in Belarus is 18), accelerated minibuses can go, the duration of the trip to the capital is 2.5–3.0 hours; appointment of express trains for target purposes (departure time from Gomel at 6–00 and arrival in Minsk at 8–20). In Belarus, there are many tourist trains to countries with mandatory visa support, which requires the personal presence of citizens at visa centers of foreign states on certain days and for periods of time: submitting documents for a visa before 12:00, receiving ready documents on other days after 14:00 ... Considering that up to two million Belarusian citizens living outside Minsk participate in this project during the summer period, conditionally regular transportation becomes regular with the specifics of their functional performance based on movement and the timing of departure and arrival of passengers.

The advantage of the logistics of regular transport in the presence of many factors that violate the sign of their classification is assessed in two directions:

a) *for transport organizations:*

1) the stability of the use of vehicles is realized (additional and prolonged downtime while waiting for the flight is excluded);

2) the predictability of the resource provision of passenger transportation and the vital activity of transport organizations remains (the need for drivers, machinists and qualified workers for the technical operation of vehicles, excess fuel reserves, spare parts decreases);

3) predictability of the transportation process, operating costs and income from its implementation is achieved;

4) there is a need for the development of transport infrastructure and vehicles;

b) *for passengers:*

1) high reliability of transport services for the population is realized;

2) the availability of transport modes to communications is ensured;

3) the logistics of regular passenger traffic allows setting tariffs that are relevant to the population, which ensures real competition between modes of transport (for example, the fare for one passenger at the level of business class service between Gomel and Minsk is € 5.2);

4) the priority of choosing the transportation logistics is established for the passenger. This allows to improve the quality of passenger transportation by various factors – delivery time, service along the route.

In the implementation of the logistics of passenger transportation on regular flights in modern conditions, there are disadvantages:

- 1) high costs for their implementation, associated with a large fluctuation in passenger traffic and the need for a mandatory flight assignment, regardless of their size;
- 2) obligatory presence of vehicles of various categories of service class;
- 3) maintenance at a high level of technological railway infrastructure, taking into account the requirements of passenger traffic;
- 4) the implementation of round-the-clock regulations for the work of stations and points of embarkation and disembarkation of passengers, which can be changed with optimal contact between the logistics of the work of stations and the schedule of passenger trains.

Taking into account the high seasonality of passenger transportation in Belarus, an irregular form of organization of transportation began to be used on many types of transport. In the system of organizing passenger transportation, they received the name charter. This form of organization of transportation is characterized by its own logistics. It provides for the carriage of passengers by any type of transport in accordance with contracts between individuals or legal entities for the carriage of passengers. The contracts stipulate the terms, route of transportation, the number of passengers, tariffs, types of transport involved in transportation. Transportation is ordered mainly by travel companies that organize the population for one-time trips. In the Republic of Belarus, charter transportation is carried out by all types of transport. Buses are mostly used (when leaving for Ukraine, Lithuania and Poland), trains of the Belarusian Railway (Varna (Bulgaria), Sochi (Russia), the Baltic countries) are limited.

Unlike regular flights, their charter form has great advantages:

- a) a high level of vehicle use (exclusion of zero and low-traffic runs);
- b) the efficiency of using vehicles in terms of passenger capacity (when performing charter flights) and the need for a small number of them;
- c) full payback of the flight in both directions and obtaining the expected level of profit;
- d) a wider possibility of using outsourcing in transport activities (hiring drivers to perform a specific transportation and using vehicles of private owners on motor vehicles, attracting foreign carriers to perform charter flights).

Charter flights have their drawbacks:

- 1) low vehicle mileage;
- 2) a large interval of inter-trip downtime of vehicles and personnel;
- 3) low labor productivity of the charter flight personnel;
- 4) high specific consumption of fuel and energy resources for transportation.

Taking into account the advantages and disadvantages of irregular (charter) transportations, they are used when transporting tourists. For the conditions of Belarus, the appointment of charter routes for passenger transportation in the summer period becomes more efficient than the appointment of additional trains, buses and aircraft on a regular schedule. To solve this problem, the development of passenger transportation logistics is required, which uses the logistics of regular trips and irregular traffic by means of transport. This option of passenger transportation logistics excludes additional routes of regular traffic. Instead of them, charter flights are envisaged with additional loading of passengers who are not included in the list of tourists.

The considered approach to organizing the logistics of passenger transportation allows us to solve the problem of their implementation in the context of a rapid change in the geopolitics of our own and other states. The efficiency of the logistics of transporting passengers in international traffic is greatly influenced by factors:

- a) the geographical location of the country and the participation of its transport infrastructure in the integration processes in the region;
- b) the existence of restrictions and prohibitions on the use of the transport network in the international market for passenger transport services, on the use of vehicles;
- c) the state and degree of development of the border infrastructure;
- d) geopolitical conditions in the region, which are formed for a long-term planning period (from 1 to 3 years) – restriction or expansion of the exit / entry of citizens to the Republic of Belarus and neighboring states, expansion of migration processes of the population within the country, entry of foreign citizens for tourism and recreation , visa restrictions or permits.

UDC 656.222.1

## **STUDY OF CRITICAL QUESTIONS FACING THE DEVELOPMENT OF HIGH-SPEED-RAIL EXPRESS BASED ON THE ANALYSIS OF SWOT**

*FAN CUNJUN*

*Department of Transportation and Logistics, Guangzhou Railway Polytechnic, Guangzhou 510000, China*

**Abstract:** Since 2013, China Railways Corporation has kept promoting the reform of freight. High-speed-rail express is one of the important measures. On the basis of the analysis of its strengths and weaknesses, as well as the opportunity and threats that high-speed-rail express faces, the position of high-speed-rail products and two-step development strategy are put forward. Finally, the critical questions to develop high-speed-rail express are analyzed that involve the guarantee of the transportation capability, improvement of the receiving and delivering capability, regulation of the operation process and standards, strengthening the construction of hardware and software, and brand-building of high-speed-rail express, etc.

**Key words:** SWOT Analysis; High-speed-rail Express; Strategy; Critical Questions

UDC 656.064

## **RESEARCH ON IMPLEMENTATION STRATEGY OF TRANSPORTATION AND LOGISTICS INTEGRATED DEVELOPMENT**

*ZHITAO LI*

*Department of Transportation and Logistics, Guangzhou Railway Polytechnic, Guangzhou 510000, China*

**Abstract:** The transportation and logistics integrated development is a new development model that is guided by improving quality, reducing costs, and increasing efficiency. It promotes the integration, containerization, networking, socialization, and intelligent development of transportation and logistics. This research focuses on combining the advanced experience of Chengdu, Chongqing, and Zhengzhou in constructing a transportation and logistics integrated development system, including establishing and improving logistics management systems and mechanisms, strengthening logistics hub and channel functions, innovating logistics transportation organization models, logistics standardization and informatization, logistics industry cultivation and other aspects. On this basis, it sorts out seven inspirations to strengthen the integration of logistics innovation elements, including creating interconnected and integrated logistics network, innovative logistics and transportation organization service models, creating an industry cluster of "transportation + logistics + industry", improving the logistics standardization, improving the multi-level logistics policy, etc.

**Key words:** transportation and logistics integrated development, the whole chain, transportation + logistics + industry.

## СОДЕРЖАНИЕ

Приветственное слово ректора университета <i>Ю. И. Кулаженко</i> .....	3
Приветственное слово Начальника Белорусской железной дороги <i>В. М. Морозова</i> .....	4
<b>БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ</b>	
<i>Аксёничков А. А.</i> Увеличение резерва пропускной способности железнодорожных участков – один из элементов повышения безопасности железнодорожного транспорта .....	5
<i>Бородин А. А.</i> Развитие методики определения величины «барьерных групп» вагонов для установки перед роспуском на свободных путях сортировочных парков и расчета норм закрепления «барьерных групп» .....	7
<i>Бородина Е. В., Алексеевнин Е. А., Марчук Р. С.</i> Распределение работы между железнодорожными устройствами, обслуживающими морской порт .....	9
<i>Быков В. С.</i> Выстраивание единых технологических створов для ремонта инфраструктуры, как инструмент повышения безопасности на железнодорожном транспорте .....	12
<i>Валиев М. Ш., Махкамов А. Х.</i> Состояние обеспечения безопасности движения поездов по хозяйствам АО «Узбекистан темир йуллари» .....	14
<i>Головнич А. К., Новиков С. П., Чапский С. Ю.</i> Моделирование процесса роспуска вагонов на адекватной трехмерной компьютерной реконструкции сортировочной горки .....	15
<i>Ерофеев А. А., Бородин А. Ф.</i> Концепция интеллектуального управления перевозочным процессом и этапность ее реализации .....	16
<i>Ефимов Р. А., Куприянова Ю. И., Панюкова Н. А.</i> К вопросу расследования нарушений безопасности движения .....	20
<i>Зенкевич А. Г.</i> Роль человеческого фактора в обеспечении безопасности на железнодорожном транспорте .....	23
<i>Казаков Н. Н.</i> Принципы развития методологии оценки безопасности судоходства по внутренним водным путям .....	25
<i>Кириллова С. Ю.</i> Повышение обоснованности оценки уровней использования пропускной способности железнодорожных участков при пропуске транспортных потоков .....	27
<i>Коваленко Н. А., Бородин А. А.</i> Определение рациональной величины отцепов для обеспечения безопасности процесса расформирования-формирования поездов .....	29
<i>Козлов В. Г.</i> Обеспечение безопасности процесса формирования поездов за счет автоматизации системы контроля выполнения плана формирования поездов .....	31
<i>Кол С. Н.</i> Влияние движения поездов по твердым ниткам графика на работу полигонов .....	33
<i>Кузнецов В. Г., Млявая О. В.</i> Применение риск-ориентированных подходов в планировании поездной работы для повышения безопасности движения поездов .....	34
<i>Кузнецов В. Г., Ерофеев А. А., Дулуб П. М.</i> Моделирование использования суточного бюджета времени при оценке пропускной способности объектов железнодорожного узла .....	36
<i>Кузнецов В. Г., Фёдоров Е. А., Редько Л. А., Гедрис К. И.</i> Применение метода структурно-объектного анализа для оценки устойчивости пропуска поездопотока в железнодорожном узле .....	38
<i>Лисогурский О. Н.</i> Определение прогнозных объемов перевозок грузов для оценки перевозочного потенциала железной дороги .....	40
<i>Мун Г. А., Витулёва Е. С., Сулейменов И. Э.</i> Обеспечение безопасности транспортных перевозок в условиях угрозы возникновения массовых беспорядков .....	42
<i>Невзорова А. Б., Михальченко А. А.</i> Разблокировка доступа к зарядным станциям электромобилей через смарт приложение .....	44
<i>Негрей В. Я., Пожидаев С. А.</i> Развитие методологии оценки безопасности перевозочного процесса в проектах железнодорожных станций и узлов .....	46
<i>Петренко В.</i> Современные тренажеры для локомотивных бригад .....	48
<i>Потылкин Е. Н.</i> Работа мест необщего пользования в условиях множественности операторов подвижного состава .....	49
<i>Придаток В. С.</i> Исследование возможностей организации резервного питания собственных нужд тяговой подстанции изменения тока от возобновляемых источников электроэнергии .....	50
<i>Прокофьева Е. С., Шмаль В. Н.</i> Анализ культуры безопасности диспетчерских центров управления перевозками .....	55
<i>Сафронов Е. С., Понизник-Липская А. В.</i> Влияние музыки в салоне автомобиля на безопасность дорожного движения .....	56
<i>Скирковский С. В., Невзорова А. Б.</i> Факторный анализ последствий ДТП в Гомельской области .....	58

<i>Страдомский М. Ю.</i> Обеспечение безопасности функционирования автоматизированной системы по разработке технологической карты эксплуатационной работы промежуточной железнодорожной станции .....	60
<i>Сухов А. А.</i> Размещение восстановительных поездов на разветвленных полигонах .....	62
<i>Сысоев Н. Ю.</i> Техничко-экономическая оценка вариантов организации местных вагонопотоков в Липецком железнодорожном узле .....	64
<i>Терещенко О. А.</i> Организация перевозочного процесса в районе местной работы с применением информационных технологий и систем геопозиционирования .....	66
<i>Ткаченко В. С.</i> Разработка предложений по размещению зоны успокоения движения в г. Мозыре .....	68
<i>Филатов Е. А.</i> Обоснование параметров стрелочных горловин для обеспечения технической совместимости с подвижным составом .....	70
<i>Фомина Н. Б., Стручалин В. Г., Нарусова Е. Ю.</i> Обеспечение безопасности труда работников сортировочной станции .....	72
<i>Фёдоров Е. А., Терещенко О. А., Страдомская А. А.</i> Развитие аналитического инструментария оценки вариантов местной работы .....	75
<i>Чан Н. К.</i> Влияние различных факторов на безопасность автомобильных перевозок .....	76
<i>Шаулов Д. А., Катаева Л. Ю.</i> Современные средства пожаротушения на железнодорожном транспорте ...	78
<i>Шкандыбин Д. Н., Иванов-Толмачев И. А., Алексевнин Е. А.</i> Обеспечение безопасности грузового движения на высокоскоростных магистралях .....	82
<i>Шмулевич М. И.</i> Современные тенденции в развитии транспортно-логистических систем нефтегазовой отрасли .....	84
<i>Шорохова Л. С.</i> Сокращение порожнего пробега собственных грузовых вагонов с учетом попутной погрузки .....	86

### **БЕЗОПАСНОСТЬ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК**

<i>Белоус А. Н.</i> Особенности применения камеры 4К видеонаблюдения на железнодорожных вокзалах для обеспечения безопасности пассажирских перевозок .....	88
<i>Белоус А. Н., Кулаженко А. Ю.</i> Особенности применения мобильных приложений для туристических поездок на железнодорожном транспорте .....	89
<i>Белый С. А., Гавриловец В. Г.</i> Сравнительный анализ способов подъема пострадавших на высоту методом промышленного альпинизма при чрезвычайных ситуациях на транспорте .....	91
<i>Бик-Мухаметова О. И., Сырцов А. С.</i> Повышение безопасности и доступности железнодорожного транспорта для потребителей пассажирских услуг на вокзалах, железнодорожных станциях и остановочных пунктах .....	92
<i>Бойкачёва Е. В., Бойкачёв М. А.</i> Формирование системы управления в повышении эффективности пассажирских перевозок на транспорте .....	93
<i>Быков А. И., Фролова Т. А., Зяблов А. В.</i> Организация технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов в центральной части России .....	95
<i>Власюк Т. А.</i> Оценка влияния сезонной и маятниковой миграции населения на формирование региональных пассажиропотоков на железнодорожном транспорте в условиях агломерации .....	97
<i>Власюк Т. А.</i> Эпизодическая миграция населения как фактор формирования региональных пассажиропотоков на железнодорожном транспорте .....	98
<i>Власюк Т. А., Белоус А. Н., Гончарова Л. А.</i> Зарубежный опыт применения напольных указателей для информирования пассажиров на железнодорожных вокзалах .....	99
<i>Вольская И. И., Вольская Е. А.</i> Особенности преподавания РКИ для студентов заочной формы обучения с учетом безопасности пассажирских перевозок .....	102
<i>Гизатуллина В. Г.</i> Система управления затратами как фактор повышения конкурентоспособности пассажирских перевозок .....	103
<i>Головнич А. К., Вакуленко С. П.</i> Особенности разработки трехмерных динамических моделей пассажирских обустройств пассажирских станций .....	105
<i>Гришанкова Н. А.</i> Информационное обеспечение документации как фактор безопасности пассажирских перевозок .....	106
<i>Дубовик А. В.</i> Пути совершенствования безопасности пассажирских перевозок при пересечении государственной границы Республики Беларусь .....	107
<i>Дюбкова-Жерносек Т. П.</i> Роль эвристического обучения в развитии у пассажира способности принимать решение при опасном происшествии на транспорте .....	109
<i>Ерофеев А. А., Ван Юйбянь.</i> Анализ моделей организации высокоскоростных железнодорожных перевозок .....	111
<i>Завьялова С. В.</i> Транспортная безопасность на вокзалах .....	114

<i>Зинкина М. Л., Кощеева Е. О.</i> Проблемы обеспечения безопасности пассажирских перевозок в эпоху цифровизации .....	116
<i>Капский Д. В., Ходоскин Д. П.</i> Преимущества авторской методики по определению конфликтных зон при подъезде к РПК и ее роль в снижении ошибки прогнозирования ДТП .....	117
<i>Кизляк О. П., Никифорова Г. И., Сергеева Т. Г.</i> Пути повышения конкурентоспособности логистических компаний в условиях цифровизации .....	119
<i>Кизляк О. П., Сергеева Т. Г.</i> Повышение конкурентоспособности операторских компаний в современных условиях .....	124
<i>Ковалёв К. Е., Кизляк О. П.</i> Выбор варианта пропуска поездопотоков в обход основного маршрута на основе комплексной оценки .....	126
<i>Ковшар Д. М.</i> Безопасность перевозки пассажиров маршрутными такси .....	129
<i>Копытков В. В.</i> Варианты защиты пожарных рукавов при прокладке по проезжей части .....	131
<i>Котенко А. Г.</i> Основы цифровизации управления работой станции .....	132
<i>Котенко О. В.</i> Постановка задачи оптимизации параметров управления работой локомотивного парка на полигоне .....	134
<i>Кулаженко Н. В., Любочко Н. А.</i> Формирование языковой компетенции в процессе профессиональной подготовки специалистов по специальности факультета «Управление процессами перевозок» .....	138
<i>Кулаженко Ю. И.</i> Особенности применения методов формирования матриц корреспонденций пассажиропотоков транспортной сети города .....	139
<i>Лосева В. Г., Верещако В. Н.</i> Установление фактов замены данных владельца в паспортах в целях обеспечения безопасности пассажирских перевозок при прохождении государственной границы Республики Беларусь .....	141
<i>Машарский З. В., Суринович Е. А.</i> Влияние особенностей поведения пассажиров при совершении полётов на авиационную безопасность .....	143
<i>Михальченко А. А., Горяинова Т. В.</i> Развитие системы прогнозирования отраслевых показателей по хозяйствам железной дороги .....	145
<i>Михальченко А. А., Коцур В. С.</i> Оптимизация стратегий инвестиционной деятельности на железнодорожном транспорте .....	147
<i>Пазойский Ю. О., Савельев М. Ю., Попова Н. В.</i> Анализ влияния типа графика движения пригородных поездов на размещение зонных технических станций .....	149
<i>Фёдоров Е. А., Литвинова И. М.</i> Информационная поддержка бизнес-процессов пассажирского комплекса Белорусской железной дороги .....	155
<i>Ходоскина О. А.</i> Научный подход как фактор эффективного применения логистики железнодорожных пассажирских перевозок .....	157
<i>Ходоскина О. А., Играева А. А., Наумова В. Е.</i> Перспективы международного логистического взаимодействия предприятий в рамках Нового шелкового пути .....	159
<i>Христофор О. В., Мельник Т. С., Мельник А. В.</i> Инновационное развитие процессов идентификации мониторинга материально-технических ресурсов в АО «Укрзалізниця» как путь повышения безопасности закупочных процессов .....	160
<i>Шапорова Е. А., Степаненко В. Н., Борщ И. А.</i> Анализ показателей качества масла для обеспечения безопасности полётов на воздушном транспорте .....	162
<i>Шегидевич А. А., Жукова А. А., Машарский З. В., Щербунов Д. Ю.</i> Предложения по использованию коллекторной системы при обработке воздушных судов противообледенительной жидкостью для улучшения экономических и экологических показателей аэропортов .....	164
<i>Ke Yang (Ке Ян).</i> Research on Safety Management of Maternal and Infant Passengers in Passenger Railway Station (Исследование по управлению безопасностью на железнодорожном вокзале при перевозках пассажиров с детьми) .....	166
<i>Li Jin (Ли Джин).</i> An Effective Path of On-site Safety Management for a General Accident Reflection (Эффективный путь управления безопасностью при аварии) .....	167
<i>Lina Luo, Cheng Xu (Лина Луо, Ченг Ху).</i> Research on Metro Life Cycle Risk Assessment and Safety Management Based on Distributed Optical Fiber Sensing Monitoring System (Исследования оценки рисков жизненного цикла метрополитена и управление его безопасностью на основе распределенной волоконно-оптической сенсорной системы мониторинга) .....	167
<i>Mikhailchenka A. A., Khristofor O. V.</i> Current Directions for the Development of passenger rail transportation Logistics (Текущие направления развития пассажирских железнодорожных перевозок и логистика) .....	167
<i>Fan Cunjun (Фан Кунджун).</i> Study of Critical Questions Facing the Development of High-Speed-Rail Express Based on the Analysis of SWOT (Применение SWOT-анализа для изучения развития скоростного железнодорожного транспорта) .....	170
<i>Zhitao Li (Цинтао Ли).</i> Research on Implementation Strategy of Transportation and Logistics Integrated Development (Исследование стратегии реализации комплексного развития транспорта и логистики) .....	170

Научно-практическое издание

**ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ**

Материалы X Международной научно-практической конференции  
(Гомель, 26–27 ноября 2020 г.)

Часть 3

Издается в авторской редакции

Технический редактор *В. Н. Кучерова*  
Корректоры: *Т. М. Маруняк, Т. А. Пугач*  
Компьютерная верстка – *С. В. Ужанкова, Е. И. Кудрявская*

Подписано в печать 24.11.2020 г. Формат 60×84 1/8.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 20,46. Уч.-изд. л. 19,34. Тираж 25 экз.  
Зак. №. 3168. Изд. № 69.

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 14.11.2017.  
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель

ISBN 978-985-554-944-5



9 789855 154944 5