

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 объемов 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