

3 **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.

4 Анализ основных направлений применения цифровых технологий в деятельности железнодорожного транспорта, таможенных и иных контрольных органов, биржевой и дистрибьюторской практики, основных экспортно-ориентированных субъектов предпринимательства (концернов, холдингов) Беларуси. Отчет по теме № 12986 от 22.05.2019. (№ ГР 20191873).

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Ерофеев Александр Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», проректор по научной работе, канд. техн. наук, доцент, [erofeev\\_aa@bsut.by](mailto:erofeev_aa@bsut.by);
- Терещенко Олег Анатольевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры управления эксплуатационной работой и охраны труда, [ueg@bsut.by](mailto:ueg@bsut.by).

УДК 656.224/225:004

## **УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ В РАЙОНЕ МЕСТНОЙ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*А. А. ЕРОФЕЕВ, О. А. ТЕРЕЩЕНКО, В. Г. КОЗЛОВ*

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

В районах местной работы железной дороги перевозочный процесс характеризуется широким влиянием внешних по отношению к системе управления железной дорогой факторов. Это обусловлено непосредственной взаимосвязью технологических процессов перевозчиков, клиентов, операторов инфраструктуры. В результате проведенного анализа установлено, что:

– развитие отрасли характеризуется значительным усложнением практики управления местными вагонопотоками, увеличением требований клиентов к срокам и условиям доставки грузов;

– в условиях функционирования и развития ЦУП возникла необходимость решения задач централизации и комплексной информатизации управления перевозками для уровня отделения дороги и станции с целью общего повышения эффективности транспортного процесса;

– в системе управления перевозками отсутствует детализированная модель инфраструктуры станций, мест общего и необщего пользования на по-

лигоне управления ЦУМР, что не позволяет качественно контролировать перевозочный процесс на всех фазах его реализации;

- в системе управления перевозками отсутствуют сведения о дислокации подвижного состава в режиме реального времени, что затрудняет решение задач оперативного планирования местной работы;

- решение задач организации и управления местной работой на полигоне отделения железной дороги осуществляется со значительной долей экспертных оценок в процессе принятия управленческих решений;

- отсутствуют механизмы фиксации результатов текущего планирования процессов образования местных поездов и маневровой работы, что не дает возможности произвести сравнение плана и факта, выявить причины невыполнения плана;

- в существующей технологии планирования не предусмотрен пономерной подбор вагонов для включения (исключения) в состав местного поезда, как на станции формирования, так и на станциях его работы. В результате не обеспечивается необходимая точность плановых заданий, редуцируются функции контроля.

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.

Расчет прогнозного 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, включаю-

шая 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: 1) объекты инфраструктуры: перегоны, станции и их подсистемы; 2) динамические объекты: вагонный парк, грузы, локомотивный парк, объекты технологического обеспечения.

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 расчетами:

- вероятности нарушения для вагона предельно допустимого времени нахождения в технологической цепи, что в итоге может нарушить, например, срок доставки груза;

- вероятности нарушения установленных ограничений для операций, выполняемых по расписанию. В результате так же могут наблюдаться необоснованные простои вагонов, нерациональное использование ресурсов.

Оперативный анализ перевозочного процесса предлагается выполнять на основе 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 необходимо сопоставлять с моделями АСУС и ИАС ПУР ГП, что позволит:

- однозначно идентифицировать нахождение подвижного состава на одном из параллельно расположенных путей, решив задачу уменьшения погрешности позиционирования;
- обеспечить точное позиционирование вагонов в модели только за счет привязки их к локомотиву в маневровом составе без оборудования датчиками.

Комплексная реализация и внедрение предложенных решений предполагает создание информационно-управляющей системы центра управления местной работой (ИУС ЦУМР), которая должна отвечать следующим требованиям и критериям:

- создаваться по архитектуре «тонкий клиент – сервер». Требования к режимам функционирования, надежности, защите информации от несанкционированного доступа, сохранности информации при авариях, защите от внешних воздействий должны соответствовать требованиям, предъявляемым к ИАС ПУРГП;
- проектироваться как масштабируемая и расширяемая система с возможностью последующего развития имеющегося функционала;
- для функционирования системы должны использоваться существующие каналы связи, действующие протоколы информационного обмена и установленное клиентское оборудование;
- использовать для функционирования общесистемные справочники ИАС ПУРГП;
- предусматривать однократный ввод оперативной информации и последующее ее многократное использование;

– предоставлять возможности пользователям формировать необходимые аналитические выходные решения при помощи стандартных средств SAP Business Objects.

Критерием оценки эффективности внедрения ИУС ЦУМР может служить снижение:

– потребности в перевозочных ресурсах (уменьшение эксплуатируемого количества локомотивов и парка грузовых вагонов) за счет оптимизации их использования;

– эксплуатационных расходов, связанных с содержанием парка локомотивов и грузовых вагонов, организацией маневровой работы и движения местных поездов.

При создании ИУС ЦУМР также следует учитывать необходимость:

– достижения приемлемого уровня экономической эффективности инвестиционного проекта с учетом финансово-экономического положения Белорусской железной дороги;

– обеспечения приемлемых сроков создания и внедрения программного обеспечения во взаимосвязи с комплексом необходимых технических средств;

– обеспечения соответствия заявленных требований к ИУС ЦУМР результатам ее разработки.

Таким образом, в настоящее время на Белорусской железной дороге имеются предпосылки и создана необходимая техническая и технологическая база для совершенствования системы управления перевозками за счет создания ИУС ЦУМР.

### **Список литературы**

1 **Ерофеев, А. А.** Выбор оптимального варианта поездообразования на полигоне методом динамического программирования / А. А. Ерофеев // Вестник ВНИИЖТа. – 2007. – № 4. – С. 11–15.

2 **Терещенко, О. А.** Динамическая модель перевозочного процесса для решения задачи оперативного планирования местной работы железнодорожных участков и узлов / О. А. Терещенко // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2017. – № 1 (34). – С. 68–71.

3 **Терещенко, О. А.** Оперативное планирование местной работы железнодорожных участков и узлов с использованием динамической модели перевозочного процесса / О. А. Терещенко // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2016. – № 12. – С. 80–89.

4 **Юсипов, Р. А.** Прогнозирование показателей в оперативных планах поездной и грузовой работы : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 / Р. А. Юсипов. – М., 2007. – 195 с.

---

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

■ Ерофеев Александр Александрович, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», проректор по научной работе, канд. техн. наук, доцент, erofeev\_aa@bsut.by;

■ Терещенко Олег Анатольевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», старший преподаватель кафедры управления эксплуатационной работой и охраны труда, ueg@bsut.by;

■ Козлов Владимир Геннадьевич, г. Гомель, УО «Белорусский государственный университет транспорта», заведующей НИЛ «Управление перевозочным процессом», vgkozlov@gmail.com.

УДК 656.224 (476)

## ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

*А. А. ЗАХАРЕВИЧ*

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

Белорусская железная дорога является пассажирским перевозчиком на железнодорожном транспорте общего пользования по территории Республики Беларусь и выполняет весь комплекс услуг по организации перевозки пассажиров и осуществляет важную социально-экономическую роль в коммуникации граждан и удовлетворении их потребностей в передвижении с обеспечением безопасности и качественного обслуживания пассажиров на вокзалах и в поездах [1].

Белорусская железная дорога располагает необходимой инфраструктурой для организации пассажирских перевозок. На дороге функционирует 19 железнодорожных вокзалов, среди которых четыре внеклассных. Все станции, на которых осуществляется регулярная посадка и высадка пассажиров оборудованы пассажирскими платформами и необходимыми устройствами для оказания услуг исходя из их объема и категории пассажирских поездов.

Продажа билетов на Белорусской железной дороге полностью автоматизирована и осуществляется через АСУ «Экспресс-3». В пунктах продажи проездных документов установлено терминальное оборудование, позволяющее в считанные минуты приобрести проездные документы до станций, расположенных на сети железных дорог государств-участников Содружества Независимых Государств, стран Балтии и Западной Европы.

Выполнение пассажирооборота по итогам работы за 2019 год Белорусской железной дороги составило 6274 млн. пас.-км, на долю которого приходится порядка 23 % в общем пассажирообороте в РБ [2]. Структура пассажирооборота (рисунок 1) по видам сообщения:

- межрегиональное – 41,6 %;
- региональное – 39,4 %;
- международное 17,5 %;
- городское – 1,5 %.