

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Волкова Елена Михайловна, г. Санкт-Петербург, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», доцент кафедры «Экономика транспорта», д-р экон. наук, доцент, Moonlight34@ya.ru.

УДК 656.222

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВАГОНОПОТОКАМИ

Р. В. ШИНДЕРОВ

АО «Институт экономики и развития транспорта», г. Москва

В. В. ПРОЗОРОВ

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва

Организация и оперативное управление вагонопотоками выполняется при помощи программного обеспечения Автоматизированной системы организации вагонопотоков (АСОВ) [1], для развития алгоритмов которого необходимо понимание складывающихся условий эксплуатационной работы. В последние годы в организации вагонопотоков на сети ОАО «РЖД» наблюдаются следующие тенденции.

В течение нескольких лет повышается транзитность вагонопотоков – за истекшие девять месяцев 2024 года значение коэффициента транзитности составило почти 80 % против 73 % за 2010 г., устойчиво растет уровень маршрутизации. Достижение исторического максимума показателя среднего пробега грузового вагона, приходящегося на одну переработку – 1028 км в 2024 г. против 696 км в 2010 г. – обусловлено как ростом дальности перевозок и полного рейса вагона (3257 км в 2024 г., +22 % к 2010 г.), так и сокращением числа переработок за время его оборота (3,17 в 2024 г., –17 % к 2010 г.).

Вместе с тем, несмотря на удлинение гарантийных участков безотказного проследования грузовых вагонов и удлинение участков работы локомотивных бригад (а значит, сокращения времени простоя поездов под техническим обслуживанием и другими операциями на попутных технических станциях), вагонное плечо, т. е. среднее расстояние пробега вагона между такими станциями, в течение последнего десятилетия сохраняется на уровне 200 км, что объясняется большим количеством операций отставления поездов от продвижения. Средний простой транзитных вагонов без переработки (в т. ч. в составах «брошенных» поездов вследствие возникновения различных эксплуатационных затруднений) в последние годы показывает резкий рост и в нынешнем году составил 7,01 ч (+108 % к 2010 г.), подобная динамика наблюдается у простоя транзитных вагонов с переработкой и простоев под

накоплением. Повышение последних согласуется с наблюдающимся сокращением средней мощности поездных назначений (46,8 ваг. в 2024 г. – 28 % к 2010 г.), что естественным образом приводит к увеличению продолжительности их накопления.

Таким образом, эксплуатационная обстановка требует совершенствования адаптивного процесса управления вагонопотоками с целью минимизации рисков нарушения сроков доставки грузов (одного уменьшения числа переработок в пути для этого недостаточно), высвобождения ресурсов инфраструктуры и повышения эффективности использования подвижного состава. К возможным предложениям по оптимизации хода перевозочного процесса относятся групповая организация вагонопотоков с отменой длительно накапливающихся маломощных назначений поездов, сокращение количества сборных поездов с заменой их вывозными поездами, если вагонопотоки достаточно мощные, или диспетчерскими локомотивами для освоения нерегулярных вагонопотоков и др. Кроме того, в текущих условиях возрастает роль предметного оперативного управления вагонопотоками.

АСОВ представляет собой комплекс специализированных программных компонентов и баз данных, разработанных для автоматизации процессов планирования, управления и контроля вагонопотоков на железнодорожной сети с целью улучшить организацию движения грузовых поездов, повысить рациональность и эффективность использования инфраструктуры и сократить задержки в перевозочном процессе. Концепция взаимодействия подсистем АСОВ: АСОВ – ПФП – КАПФ, АСОУВ и СПФ-2 – основана на интеграции стратегического планирования и оперативного управления вагонопотоками на железнодорожной сети. Это позволяет обеспечить эффективное взаимодействие на всех уровнях, начиная от долгосрочного планирования и заканчивая оперативным регулированием в режиме реального времени.

АСОВ – ПФП – КАПФ является ядром системы и играет решающую роль в разработке и ведении плана формирования грузовых поездов. Эта подсистема предназначена для автоматизации процесса ведения и корректировки плана формирования в зависимости от текущих условий эксплуатации, таких как изменения в графике движения, загруженность станций и другие факторы, влияющие на процесс перевозки грузов.

АСОУВ является компонентом комплекса АСОВ, предназначенным для автоматизации оперативного управления вагонопотоками в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения в эксплуатационной обстановке и корректировать движение вагонов и поездов в соответствии с текущими условиями. В отличие от стратегических подсистем комплекса АСОВ, АСОУВ обеспечивает непосредственный мониторинг и оперативное управление движением вагонов и поездов в динамичной эксплуатационной среде.

СПФ-2 является подсистемой комплекса АСОВ, которая занимается расчетами сетевого плана формирования грузовых поездов. Основная функция СПФ-2 – оптимизация распределения сортировочной работы и направления вагонопотоков по всей сети железных дорог с учетом экономических и эксплуатационных параметров, что позволяет автоматизировать процесс расчета вариантов плана формирования. Кроме того, система обеспечивает возможность моделирования различных сценариев движения поездов, тестировать планы на основе разных вводных данных и экономических показателей, создавая гибкие и эффективные решения для всей сети.

Таким образом, три подсистемы: АСОВ – ПФП – КАПФ, АСОУВ и СПФ-2 – образуют тесно взаимодействующую систему, которая обеспечивает комплексное управление вагонопотоками на железнодорожной сети. АСОВ – ПФП – КАПФ занимается корректировкой стратегии формирования и направлений следования поездов, АСОУВ обеспечивает оперативное управление и позволяет корректировать план в реальном времени в случае непредвиденных изменений, а СПФ отвечает за оптимизацию и моделирование различных вариантов, позволяющих создавать более точные и экономически обоснованные планы с учетом всех возможных факторов и ограничений.

АСОВ и ее подсистемы являются современными цифровыми решениями, используемыми для управления вагонопотоками на железнодорожном транспорте. Их применение позволяет снизить количество переработок вагонов, уменьшить риски простоя вагонов и задержек грузов. Автоматизированные системы играют решающую роль в обеспечении стабильности железнодорожного транспорта в условиях все более сложной логистики грузоперевозок, связанной с увеличением их объема [2, 3].

АСОУВ, являясь ключевым компонентом рассматриваемой системы, в реальном времени получает данные о состоянии вагонопотоков, инфраструктуры и движении поездов, что позволяет диспетчерам оперативно отслеживать ситуацию на сети и своевременно принимать решения. На основе собранных данных АСОУВ анализирует текущее состояние транспортных потоков, выявляет узкие места, такие как перегрузка станций или стыков, прогнозирует потенциальные проблемы на участках и предлагает возможные решения для их устранения, снижая риски задержек и простоев.

Одной из ключевых функций АСОУВ является автоматизация процесса принятия решений о внесении изменений в план продвижения вагонов и поездов. Система позволяет диспетчерам вносить оперативные приказы для изменения путей следования или состава поездов, отклонения от планов формирования и регулирования движения. Оперативный приказ – это электронный документ, который используется для внесения изменений в план движения поездов и вагонопотоков в режиме реального времени. Оперативные приказы издаются диспетчерскими службами железнодорожных

дорог для решения ситуаций, требующих немедленного вмешательства. Эти приказы могут касаться пропуска поездов через узлы, включения дополнительных вагонов в составы и других действий, направленных на оптимизацию вагонопотока [4].

АСОУВ упрощает процесс создания и согласования оперативных приказов, который ранее занимал много времени и не позволял вести статистику и анализ изменений. Внедрение системы позволило автоматизировать этот процесс, ускорить принятие решений и улучшить контроль за выполнением приказов. Система генерирует шаблоны документов и отправляет их по электронной почте, а также позволяет осуществлять контроль за выполнением каждого приказа и фиксировать отклонения от утвержденного плана. Это особенно важно в условиях динамической эксплуатации, когда отклонение от заданных параметров процесса может повлиять на работу всей сети [2, 5].

Система помогает перераспределять вагонопотоки, чтобы избежать перегрузки отдельных узлов сети. Например, в случае аварии на одном из участков АСОУВ позволяет оперативно перенаправить поезда по альтернативным маршрутам, минимизируя задержки и снижая нагрузку на инфраструктуру. Система также регулирует передачу поездов через стыковые станции между различными регионами и дорогами, что позволяет поддерживать баланс локомотивных и вагонных парков и обеспечивать ритмичность движения. АСОУВ не только реагирует на текущие ситуации, но и собирает статистику и данные о выполнении приказов. Это позволяет анализировать эффективность управления вагонопотоками, выявлять слабые места и предлагать меры по их устранению. Собранные данные в дальнейшем используются для улучшения планирования перевозочного процесса.

Внедрение АСОУВ дало значительные преимущества, такие как:

- скорость принятия решений – автоматизация процессов сокращает время на согласование и оформление приказов, что особенно важно в ситуациях, требующих быстрого реагирования;
- прозрачность процессов – система фиксирует все изменения и отклонения, что позволяет вести детальный учет и анализировать эффективность работы;
- снижение издержек – благодаря оптимизации вагонопотоков и предотвращению простоев, снижаются затраты на эксплуатацию подвижного состава и инфраструктуры.

Таким образом, АСОУВ играет ключевую роль в обеспечении гибкого и эффективного управления вагонопотоками на сети железных дорог, позволяя диспетчерскому аппарату оперативно реагировать на изменения в эксплуатационной обстановке и обеспечивать максимальную эффективность и оперативность управления вагонопотоками.

Список литературы

1 Автоматизированная система организации вагонопотоков: современные теория и практика / А. Ф. Бородин, Д. М. Вербов, Д. В. Рубцов, П. О. Новиков // Железнодорожный транспорт. – 2021. – № 11. – С. 4–17.

2 Решение задач автоматизированного расчета нормативной технологии организации вагонопотоков, оперативного управления и логического контроля / П. О. Новиков, Р. В. Шиндеров, А. Л. Щепанов [и др.] // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2021) : тр. XIV Междунар. конф., Москва, 27–29 сент. 2021 г. / под общ. ред. С. Н. Васильева, А. Д. Цвиркуна. – М. : ИТУ им. В. А. Трапезникова РАН, 2021. – С. 1020–1027.

3 Шиндеров, Р. В. Искусственный интеллект в оперативном управлении вагонопотоками: эффективное использование ресурсов железнодорожной сети / Р. В. Шиндеров // Цифровые технологии и решения в сфере транспорта и образования : материалы II Нац. науч.-практ. конф., Москва, 7 дек. 2023 г. / под общ. ред. Б. В. Желенкова, С. В. Малинского. – М. : МИИТ, Белый ветер, 2023. – С. 188–194.

4 Рубцов, Д. В. Оперативное управление в рамках технологии организации вагонопотоков / Д. В. Рубцов, Р. В. Шиндеров, А. Л. Щепанов // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2019) : тр. VIII науч.-техн. конф., Москва, 21 нояб. 2019 г. ; под ред. В. Г. Матюхина, В. И. Строгонова. – М. : НИИАС, 2019. – С. 59–62.

5 Шиндеров, Р. В. Цифровые технологии в оперативном управлении вагонопотоками: автоматизация процессов и повышение эффективности работы / Р. В. Шиндеров // Кочневские чтения – 2023: современная теория и практика эксплуатационной работы железных дорог : тр. II Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 19–20 апр. 2023 г. – М. : МИИТ, 2023. – С. 303–307.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

■ Шиндеров Роман Викторович, г. Москва, АО «Институт экономики и развития транспорта», Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), начальник отдела системной архитектуры и математических моделей, iedt@iedt.ru;

■ Прозоров Владимир Вигенович, г. Москва, АО «Институт экономики и развития транспорта», Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), техник отдела организации движения поездов, iedt@iedt.ru.

УДК 656.212.5

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СОРТИРОВОЧНОЙ РАБОТЫ НА ГОРОЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ

Р. А. ЕФИМОВ, Н. А. КОВАЛЕНКО

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва

Совершенствование технологии работы поездообразующих станций с позиции гарантированного обеспечения безопасности маневровой работы