

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА К ПРОКЛАДКЕ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ НА ОСНОВЕ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ

Е. А. ФЕДОРОВ

УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Список литературы

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

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

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

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

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

УДК 001.891:656.224/.225

ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРГАНИЗАЦИЮ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

А. Н. СЛАДКЕВИЧ

ГО «Белорусская железная дорога», г. Минск

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