

– условно-постоянная, включающая информационную модель железнодорожной инфраструктуры и взаимосвязанных объектов, нормативно-справочную информацию и формализованное математическое обеспечение функционирования модели;

– переменная, включающая отображение состояния динамических объектов железнодорожного транспорта с целью вычисления (прогнозирования) перспективных состояний перевозочного процесса для использования полученных результатов в качестве исходных данных в системе оперативного планирования местной работы железнодорожных участков и узлов.

Применение динамической модели перевозочного процесса должно обеспечивать:

– прогнозирование с заданной точностью состояния местной работы железнодорожных участков и узлов;

– установление нормативов перевозочного процесса на основе результатов моделирования;

– универсальность используемых подходов для моделирования состояний технологических процессов, связанных с местной работой, для различных железнодорожных участков и узлов;

– возможность автоматизированной реализации разработанных алгоритмов в процессе оперативного планирования;

– возможность адаптации автоматизированных решений в применяемых на железнодорожном транспорте информационных системах при максимальном использовании существующих баз данных, программных и аппаратных средств.

Предлагаемый метод оперативного планирования местной работы железнодорожных участков и узлов на основе динамической модели перевозочного процесса реализован на стыке прогнозной модели прибытия местных вагонов на техническую станцию и прогнозной модели выполнения с вагонами комплекса грузовых операций. Кроме непосредственного установления показателей перевозочного процесса в режиме реального времени, метод предполагает вероятностную оценку реализации различных технологических сценариев для каждого местного вагона с численной оценкой сопутствующих технологических рисков.

Прогнозирование технологических рисков увеличивает надежность и безопасность перевозочного процесса за счет их нейтрализации, сокращения при прочих равных условиях объемов поездной и маневровой работы.

Разработанный метод имеет универсальные научно-практические подходы и может быть использован в качестве основы для решения широкого спектра задач оперативного планирования перевозочного процесса на железнодорожном транспорте на базе существующих информационных систем.

УДК 656.222.4

ПРОЦЕССНО-ОБЪЕКТНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЕЗДОПОТОКОВ НА ПОЛИГОНЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ МНОЖЕСТВА СУБЪЕКТОВ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Е. А. ФЕДОРОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Современный рынок участников железнодорожных перевозок, сложившийся с учетом тенденций ограничения естественных монополий и обеспечения равноправного доступа к услугам инфраструктуры железнодорожного транспорта, отличается расширенным составом возможных участников по сравнению с традиционным подходом: грузоотправитель – перевозчик – грузополучатель. В современной концепции произошло разделение участников рынка железнодорожных перевозок в соответствии с располагаемыми материальными ресурсами и (или) реализуемыми функциями по обеспечению перевозочного процесса. Законодательством в сфере железнодорожного транспорта определены основные участники: грузоотправитель, грузополучатель, перевозчик, владелец инфраструктуры, оператор инфраструктуры, оператор железнодорожного подвижного состава.

Идентификация потоков в сложившихся условиях предполагает переход от объектного принципа освоения неструктурированной эксплуатационной нагрузки на объекты инфраструктуры к про-

цессной идентификации поездопотоков перевозчиков на инфраструктуре, определяющей маршрутные назначения поездов и параметры использования объектов инфраструктуры на маршруте их следования.

Предлагаемый подход обеспечивает условия равноправной конкуренции при использовании инфраструктуры железнодорожного транспорта и создает условия возникновения синергетического экономического эффекта взаимодействия участников перевозочного процесса.

Предоставление равноправного доступа к услугам инфраструктуры осложняет процедуру организации движения поездов. Участники перевозочного процесса формируют требования по организации вагонопотоков в поезда, условиям их следования по участкам инфраструктуры и обработке на технических станциях. Возникает множество планов формирования поездов перевозчиков, предъявляемых для равноправной реализации на полигоне инфраструктуры. Это повышает значимость ГДП как важного регулятора взаимоотношений участников рынка услуг железнодорожного транспорта и усложняет задачу его разработки в связи со значительной дифференциацией поездопотоков на инфраструктуре. Решение задачи разработки ГДП традиционными объектно-ориентированными методами становится недостаточным, так как они не могут гарантировать удовлетворение условий продвижения поездопотоков перевозчиков на всем маршруте следования из-за бессистемного характера согласования расписаний следования поездов по железнодорожным участкам и технологии работы технических станций инфраструктуры.

Моделирование процессно-ориентированного ГДП предполагает переход от формирования базы исходных данных по объектному принципу в виде неструктурированной эксплуатационной нагрузки на объекты инфраструктуры, к процессной идентификации поездопотоков перевозчиков на инфраструктуре, определяющей маршрутные назначения поездов и параметры использования объектов инфраструктуры на маршруте их следования:

$$N_{(p_i; q_i)} [s_1(T) \rightarrow s_2(T) \rightarrow \dots \rightarrow s_n(T)]; s_1 = p_i, s_n = q_i. \quad (1)$$

Расписание движения поезда (нитка графика) на направлении характеризуется последовательностью времен прибытия на каждую техническую станцию и времен отправления с каждой технической станции на маршруте следования. Необходимо разработать ГДП так, чтобы минимизировать суммарное взвешенное отклонение времени прибытия всех поездов на станции назначения.

Задача разработки ГДП представляет собой модифицированную оптимальную задачу с гибким расписанием движения поездов при фиксированных маршрутах.

Полигон инфраструктуры задан пространственно-временным направленным графом (*space-time network*) $\bar{G} = (\bar{V}, \bar{A})$. Множество поездных заявок обозначим через O , вес (важность) поездной заявки – $\omega_{(p; q)_i}$, директивный срок – $d_{(p; q)_i}^{o.m.}$.

При использовании графа \bar{G} для моделирования процессно-объектного ГДП необходимо использовать ограничения на максимальное число обслуживаемых поездов на объектах инфраструктуры, обусловленные их техническими возможностями.

Число поездов, следующих по участкам инфраструктуры, ограничивается наличной пропускной способностью в рассматриваемый период времени, выраженной в поездах соответствующей категории k (*группы приоритета*) N_{jt}^{nk} .

ГДП, удовлетворяющий условию минимума суммарного отклонения времени прибытия поездов на станции назначения $\min \sum \Delta T_{(p; q)_i}^{\Gamma_{\text{ДП}}}$, может быть построен методом динамического моделирования продвижения поездопотоков на инфраструктуре при соблюдении принципа обработки поездов на объектах инфраструктуры по возрастанию моментов их предъявления.

Применение данного подхода обеспечивает условия равноправной конкуренции в вопросах предоставления доступа к услугам инфраструктуры железнодорожного транспорта и создает условия возникновения синергетического экономического эффекта взаимодействия участников перевозочного процесса. На его основе в настоящее время разрабатывается методика практической реализации поставленной задачи для замкнутых полигонов железнодорожной инфраструктуры.