

Прогнозирование информационной нагрузки диспетчера в нестандартных ситуациях может быть осуществлено с применением метода имитационного моделирования, который позволит прогнозировать все моменты нахождения, прибытия и отправления поездов на диспетчерском участке.

Имитационная модель позволяет формально описать логику функционирования системы и взаимодействие ее отдельных элементов, учитывает наиболее существенные причинно-следственные связи. Имитационное моделирование поездной работы на участке позволяет автоматически определять значения параметров движения поездов на станциях и перегонах, менять при этом условия протекания процесса и учитывать случайные события.

Нестандартные ситуации могут вызвать в отдельные периоды времени значительное сгущение размеров движения поездов и привести к незапланированному в ГДП увеличению сбоев движения поездов. Возникшая непредвиденная ситуация приводит к изменению количества и качества информационных потоков. Дополнительная информационная нагрузка на диспетчера может быть оценена по заранее определенным критериям.

Предлагается имитационная модель прогнозирования информационной нагрузки на диспетчера при возникновении нестандартных ситуаций, которая позволит рассмотреть различные варианты, учитывающие поездное положение на диспетчерском участке и сделать соответствующие выводы.

На основе варьирования размеров движения поездов, скорости движения поездов, а также темпов поступления поездов на участок можно получить модель с высокой степенью достоверности.

Технология работы диспетчерского участка может быть представлена как взаимосвязь элементарных операций. При моделировании следует учитывать:

- размеры движения поездов всех категорий, предусмотренные в ГДП;
- неравномерность движения поездов по участку;
- скорости движения грузовых и пассажирских поездов различных категорий;
- поступление поездов с других участков инфраструктуры и технических станций;
- время стоянок поездов на станциях;
- прием и отправление поездов на станциях;
- ограничения по устройствам инфраструктуры и подвижному составу и т.п.

Модель позволит анализировать текущую поездную обстановку, выявить возможные затруднения в работе диспетчера, определить различные варианты пропуска поездов, прогнозировать пропуск поездов на участке с учетом прогнозируемых ограничений.

Расчет количества и определение качества информации, поступающей и перерабатываемой ДНЦ в зависимости от характера выполняемых операций за рабочий период времени с помощью имитационного моделирования может быть определен в штатных и в нестандартных ситуациях.

Определение информационной загрузки диспетчера, в зависимости от реального поездного положения на участке с учетом риска возникновения нестандартных ситуаций в рассматриваемый период времени, а также от наиболее влияющих факторов и ограничений позволит разработать мероприятия для повышения качества диспетчерского управления, определить дальнейшие пути автоматизации процессов оперативного управления поездной работой.

УДК 656.224.072.4

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЕЗДОПОТОКА НА ОРГАНИЗАЦИЮ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ ПО ПОСТОЯННОМУ РАСПИСАНИЮ

В. Г. КУЗНЕЦОВ, Ф. П. ПИЩИК, Е. А. ФЁДОРОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

С. А. ГЕРАСИМОВ, Е. Н. ЗАВОДЦОВ

Белорусская железная дорога, г. Минск

Развитие информационных технологий в сфере организации перевозок способствует применению технологий движения грузовых поездов, увязанных на значительных по протяженности полигонах железнодорожной сети, переходу к процессно-объектному методу моделирования движения поездов, расширению движения поездов по постоянному расписанию.

Применение на участках инфраструктуры железной дороги технологии движения грузовых поездов по постоянному расписанию является сложной сетевой задачей и ее решение зависит от множества факторов, которые влияют на выбор способа организации движения поездов по участкам инфраструктуры. К основным факторам можно отнести: соответствие плана формирования (ПФ) и графика движения поездов (ГДП); неравномерность грузовых перевозок; технические возможности инфраструктуры; оперативность взаимодействия участников перевозочного процесса при изменении образования поездопотока и ряд других.

Наиболее существенно организация движения поездов по постоянному расписанию зависит от параметров поездопотоков, заявляемых перевозчиками оператору инфраструктуры для разработки ГДП. Оператор инфраструктуры должен реализовать в соответствии с технико-эксплуатационными возможностями инфраструктуры заявленные параметры следования поездов по участкам и техническим станциям, определенные в результате расчета ПФ j -м перевозчиком, и обеспечить синергетический эффект единой технологии перевозочного процесса (ЕТПП) на полигоне железной дороги.

К параметрам поездопотоков, которые влияют на способ организации при разработке ГДП, относят: категория грузового поезда; маршрут следования; порядок обработки на технических станциях маршрута; нормы массы и длины заявленных поездов; маршрутная скорость; порядок предъявления на полигон инфраструктуры:

$$N_{(p;q)_i}^{\Gamma_{ДП}} = (z_k; (p; \{s_k\}; q); (Q, m)_{(p;q)_i}; T_{(p;q)_i}^P; \{T_{(p;q)_i}^{s_k}\}; T_{(p;q)_i}^D),$$

где z_k – кластер поездных заявок к которому отнесена i -я нитка ГДП; $(p; \{s_k\}; q)$ – маршрут следования на инфраструктуре по техническим станциям $\{s_k\}$; $(Q, m)_{(p;q)_i}$ – нормы массы и длины для установленной категории грузового поезда ПФ j -го перевозчика; $T_{(p;q)_i}^P$ – время (расписание) предъявления поезда на инфраструктуру; $T_{(p;q)_i}^{s_k}$ – нормативное время обслуживания поезда на технической станции маршрута следования; $T_{(p;q)_i}^D$ – нормативное время следования i -го грузового поезда на маршруте в соответствии установленными требованиями НПА и договором перевозки.

При прокладке в ГДП ниток движения поездов по постоянному расписанию на маршрутах следования поездов увеличивается требование к параметрам надежности ЕТПП участниками перевозочного процесса, т.к. необходимо обеспечить эксплуатационную надежность ГДП оператором инфраструктуры. Применимость постоянного расписания при организации движения заявленных перевозчиками грузовых поездов ограничивается уровнем эксплуатационной надежности объектов перевозочного процесса (железнодорожных станций и участков, локомотивов, вагонов и др.) допускающие возможные потери при нарушении расписания по нитке ГДП:

$$\sum N_{(p;q)_j}^j (1 - \prod P_k^j) \bar{c}_j \leq C_{\max}^j,$$

где $N_{(p;q)_j}^j$ – число грузовых поездов, организованных по постоянному расписанию, с участием объектов j -го участника перевозочного процесса; P_k^j – вероятность обеспечения надежного следования поезда k -м объектом j -го участника перевозочного процесса; \bar{c}_j – средняя величина потерь, связанных с восстановлением работоспособности транспортной системы для j -го участника перевозочного процесса при нарушении расписания по нитке ГДП; C_{\max}^j – максимально допустимый размер издержек для j -го участника перевозочного процесса, определяемый исходя из уровня ожидаемых издержек при переходе на движение поездов по постоянному расписанию.

Количество заявленных ниток перевозчиками для организации движения грузовых поездов на участке инфраструктуры включает два вида поездопотока:

$$N_{ГДП}^n = N_{ГДП}^{n.p} + N_{ГДП}^{c.p},$$

где $N_{ГДП}^{n.p}$, $N_{ГДП}^{c.p}$ – соответственно заявленные нитки ГДП для организации движения поездов по постоянному и свободному расписанию.

Заявленные нитки для организации движения по постоянному расписанию образуются за счет **ядра** грузовых поездов: маршрутов с мест погрузки, технологических, контейнерных, контрейлерных, ускоренных, порожних маршрутов операторов подвижного состава и т.п., ядра сквозных грузовых поездов, местных поездов:

$$N_{ГДП}^{п.р} = N_{я.м}^{п.р} + N_{я.скв}^{п.р} + N_{м.л}^{п.р},$$

где $N_{я.м}^{п.р}$, $N_{я.скв}^{п.р}$, $N_{м.л}^{п.р}$ – соответственно число ниток ядра грузовых поездов: маршрутов, сквозных, местных.

Заявленные нитки для организации движения по свободному расписанию образуются за счет **факультативных и дополнительных** грузовых поездов: маршрутов с мест погрузки, технологических, контейнерных, контрейлерных, ускоренных, порожних маршрутов операторов подвижного состава и т.п., сквозных грузовых поездов, местных поездов:

$$N_{ГДП}^{с.р} = N_{т.рез}^{с.р} = N_{ф}^{с.р} + N_{д}^{с.р} = N_{р.м}^{с.р} + N_{р.скв}^{с.р} + N_{р.м.л}^{с.р},$$

где $N_{т.рез}^{с.р}$ – технологический резерв ниток в ГДП при организации грузового движения; $N_{ф}^{с.р}$, $N_{д}^{с.р}$ – количество заявленных факультативных и дополнительных грузовых поездов в ГДП; $N_{р.м}^{с.р}$, $N_{р.скв}^{с.р}$, $N_{р.м.л}^{с.р}$ – соответственно число факультативных и дополнительных ниток грузовых поездов: маршрутов, сквозных, местных.

Общее количество заявленных ниток $N_{ГДП}^{п}$ в ГДП варьируется в пределах $(N_{ядр}^{п} + \min N_{ф}^{п}) \dots (N_{ядр}^{п} + \max N_{ф}^{п} + \max N_{д}^{п})$. Потребные нитки ГДП должны быть увязаны с наличной пропускной способностью участка инфраструктуры и техническим резервом пропускной способности:

$$N_{ГДП}^{п} \leq N_{н}^{п} - \Delta N_{н}^{рез},$$

где $N_{н}^{п}$ – наличная пропускная способность в грузовом движении участка инфраструктуры; $\Delta N_{н}^{рез}$ – резерв пропускной способности участка инфраструктуры для обеспечения восстановления поездной работы при отказах технических устройств и подвижного состава.

Структура и размеры поездопотока в ГДП оператором инфраструктуры корректируются на основе анализа исполненного поездопотока на участках полигона ЕТПП. При помощи юниверсов Business object, сформированных на основании ИАС ПУР ГП, выделяются назначения поездов ПФ, продвижение которых можно организовать по постоянному расписанию.

Организация движения поездов по постоянному расписанию оценивается по совокупному эффекту всех участников ЕТПП. Критерием оценки эффективности применения постоянного расписания в системе организации движения грузовых поездов является величина достигнутого транспортного эффекта $R_{о.н}^{п.р}$, определяемого выполненным пробегом поездов по постоянному расписанию $\sum N L_{(p,q)}^{п.р}$, при минимуме дополнительных затрат времени нахождения поездов постоянного расписания в пути следования на маршруте (поездо-часы) $\sum \Delta N T_{(p,q)}^{п.р}$. Критерием оценки эффективности применения постоянного расписания в системе организации вагонопотоков является величина транспортного эффекта $R_{ГДП}^{п.р} (nS)$ от перемещения вагонов в поездах, следующих по постоянному расписанию, определяется в вагоно-километрах пробега при минимуме дополнительных затрат (издержек), связанных с ожиданием обслуживания поездов на технических станциях $\sum \Delta N T_{(p,q)}^{т.с}$ и увеличением времени продвижения поездов $\sum \Delta N T_{(p,q)}^{у.п}$ по участкам инфраструктуры. Для клиентов (операторов вагонных парков, грузоотправителей, грузополучателей) железнодорожного транспорта критерий эффективности организации движения грузовых поездов по постоянному расписанию является величина транспортных издержек $\Delta r_{ку}^{п.р}$, связанных с затратами времени на продвижение груженых и порожних вагонопотоков в составах поездов по назначениям плана формирования.