

$$t_{pq}^{np} = \max \left(\frac{n_{pq} \sum_{i=p+1}^{q-1} t_i^{эк} - c_p m_p}{n_{pq}} \right) \quad \text{или} \quad t_{pq}^{np} = \max \left(\sum_{i=p+1}^{q-1} t_i^{эк} - \frac{c_p m_p}{n_{pq}} \right), \quad (1)$$

где n_{pq} – суточный вагонопоток между техническими станциями p и q ; $t_i^{эк}$ – экономия в часах при пропуске вагона через соответствующую i -ю станцию без переработки; c_p – параметр накопления составов поездов на p -й станции; m_p – средний состав формируемого поезда на p -й станции ($c_p m_p$ – затраты вагоно-часов накопления на одно назначение на p -й станции).

Эффективность предложенного условия оценки была подтверждена в результате ряда проведенных экспериментов, в которых методом ситуационного моделирования различных состояний расчетного полигона и транспортного потока формировались исходные параметры для разработки ПФП. Далее на основании полученных исходных данных производился расчет методом совмещенных аналитических сопоставлений с использованием различных условий оценки выделения корреспонденций вагонопотоков в самостоятельное назначение, а также сравнительный анализ и оценка полученных результатов [2]. Результаты сравнения показали, что на расчетном направлении из 15 станций оптимальный вариант ПФП был получен в 2 % случаях с применением традиционного условия оценки корреспонденций и 60 % случаях с применением общего адаптивного условия. Отклонение затрат на организацию вагонопотоков в поезда, полученных в результате расчета от оптимального варианта, составило 13 и 2,5 % соответственно традиционным и предлинным методом расчета ПФП. Таким образом, можно сделать вывод, что предложенный метод совмещенных аналитических сопоставлений с новым условием выделения назначений позволяет получать результаты, более близкие к оптимальному ПФП. При этом предложенный метод является более производительным и при равных условиях его можно использовать в расчетах с большим количеством железнодорожных станций на направлении.

Кроме того, при значительных отклонениях размеров вагонопотоков принятый ПФП не только не обеспечивает экономической эффективности продвижения вагонопотока, но и создает значительные трудности в эксплуатационной работе железнодорожных станций и участков, а иногда и полную невозможность выполнения принятого варианта ПФП в текущей оперативной обстановке на сети железных дорог. Для повышения безопасности и эффективности перевозок грузов предложена технология адаптивного управления вагонопотоками на основе динамической модели прогнозирования и оценки транспортных потоков. Предложенная технология позволяет варьировать совокупностью методов и инструментов применяемых для решения задач организации вагонопотоков, создавать новые комбинации и последовательности действий при разработке ПФП с целью повышения безопасности и эффективности системы организации вагонопотоков.

Список литературы

- 1 Козлов, В. Г. Использование общего условия оценки выделения назначений при расчетах плана формирования методом совмещенных аналитических сопоставлений / В. Г. Козлов // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2014. – № 1. – С. 58–60.
- 2 Козлов, В. Г. Оценка использования аналитических методов при расчете плана формирования одногруппных грузовых поездов / В. Г. Козлов, В. Г. Кузнецов // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2013. – № 1. – С. 49–51.

УДК 656.22.05

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПОЕЗДНОГО ДИСПЕТЧЕРА

В. Г. КУЗНЕЦОВ, Д. В. ЗАХАРОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Управление движением поездов на железнодорожном участке относится к сфере ответственных процессов и базируется на получении своевременной и качественной информации о поездном положении. Информация, получаемая поездным диспетчером (ДНЦ), предназначена для подготовки и

принятия решений при управлении движением поездов, в штатных и в нестандартных ситуациях. Отклонения в движении поездов от нормативного или актуального графика движения (ГДП) требуют от ДНЦ принятия мер для нормализации поездной обстановки.

Движение поездов без отклонений от ГДП обеспечивается правильной организацией работы и точным выполнением технологических процессов работы станций, локомотивных и вагонных депо, тяговых подстанций, дистанций пути, пунктов технического обслуживания и других подразделений, связанных с движением поездов. Значительное влияние оказывают на безопасность движения надежность работы технических устройств, которые обеспечивают безопасность автоматического управления и регулирования скорости движения поездов, устойчивость работы средств связи, качество передаваемой и получаемой информации о состоянии движения поездов.

Информация о движении поездов, получаемая ДНЦ, передается на автоматизированные рабочие места (АРМ), которые являются частью информационно-управляющих систем. Наличие достоверной и полной информации о ходе перевозочного процесса позволяет ДНЦ осуществлять своевременный контроль и анализ поездной работы.

Работа ДНЦ относится к напряженной психофизиологической деятельности. Особенно напряженной работа по переработке информации бывает у ДНЦ при наличии нестандартных и чрезвычайных ситуаций, которые могут быть вызваны различными причинами: сбой в графике движения поездов; повреждение контактной сети, пути, устройств СЦБ или других устройств; пропуск опаздывающих пассажирских поездов по участку; вынужденной остановки поезда на перегоне; обнаружение в составе поезда неисправностей вагона, локомотива, угрожающим безопасности движения и другими.

При возникновении нестандартных ситуаций значительно увеличивается объем передаваемой информации. Работа ДНЦ основана на передаче потоков информации, данные о которых диспетчер получает с монитора АРМ в виде изображений мнемосхем, графиков, таблиц, информационных сообщений, получает аудиоинформацию и передает переработанную и необходимую для полного выяснения поездной ситуации информацию с использованием ввода данных на клавиатуре, а также передает информацию по средствам селекторной связи и телефону.

В теории управления информация оценивается с помощью статистической теории с позиции меры неопределенности. При получении информации неопределенность о состоянии поездной работы уменьшается. При этом не определяется смысл передаваемой информации, т.е. ее семантическое содержание. В статистической теории основное внимание обращается на распределение отдельных квантов сообщений. На основе некоторых обобщенных характеристик можно оценить количество информации в квантах, которое может значительно увеличиваться. Таким образом, с помощью статистической меры информации можно связать вероятность появления каждого информационного сообщения и количество информации, в том числе при наличии нестандартных ситуаций.

Оценить количество визуальной информации, которую диспетчер получает через устройства отображения состояния объектов управления и в виде письменных информационных сообщений (информационные макеты распоряжения и т. д.) можно при применении методики, позволяющей аналитически определить количество поступающей визуальной информации перерабатываемой диспетчером.

Диспетчер фиксирует визуально любое изменение поездного положения на мнемосхеме участка. Поскольку состояние любого контролируемого или управляемого объекта дискретно (открыто-закрыто, включено-выключено) диспетчерская централизация относится к системе дискретного действия. При этом изменение состояния контролируемых объектов может происходить под воздействием на напольные устройства через каналы телесигнализации (зрительно определяется занятость установленных маршрутов диспетчером, перекрытие сигналов, путей и т.д.), так и за счет посылки управляющих команд через каналы телесигнализации (визуальная фиксация диспетчером установки маршрутов, отмена маршрутов, открытие сигналов и т.д.).

Методика, которая существует для определения количества визуальной информации, не учитывает неравномерность визуальной информационной загрузки ДНЦ в различные периоды времени, риски, возникающие в различных сложных ситуациях и с высокой энтропией процессов. Поэтому важно решить задачу количественной оценки информации, которую перерабатывает диспетчер, и использовать методику, позволяющую детально учесть визуальную и аудиальную нагрузки на диспетчера.

При возникновении нестандартных ситуаций увеличивается объем перерабатываемой ДНЦ информации, имеющей высокий уровень энтропии. ДНЦ приходится выполнять одновременно несколько операций, что требует напряжения зрительного и слухового анализаторов, значительной концентрации внимания, использования оперативной и долговременной памяти.

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.