

## Список литературы

- 1 Хендриксен, Э. С. Теория бухгалтерского учета : пер. с англ. / Э. С. Хендриксен, М. Ф. Ван Бреда. – М. : Финансы и статистика, 2000. – 576 с.
- 2 Кинг, А. Оценка справедливой стоимости для финансовой отчетности: Новые требования FASB / А. Кинг. – М. : Альпина Паблишер, 2011. – 383 с.
- 3 Сорокина, Е. М. Оценка активов организации по справедливой стоимости / Е. М. Сорокина, С. А. Макаренко // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2004. – № 4. – С. 17–21.
- 4 Малькова, Т. Н. Теория и практика международного бухгалтерского учета / Т. Н. Малькова. – СПб. : Бизнес-пресса, 2003. – 348 с.
- 5 Туякова, З. С. Справедливая стоимость в системе рыночной оценки объектов бухгалтерского учета / З. С. Туякова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 9 (59). – С. 199–205.
- 6 Международный стандарт финансовой отчетности (IFRS) 13 «Оценка справедливой стоимости». – Режим доступа : [http://minfin.ru/common/upload/library/no\\_date/2021/prilozhenie\\_No\\_7\\_-\\_RU\\_GVT\\_IFRS\\_13\\_May\\_2011.pdf](http://minfin.ru/common/upload/library/no_date/2021/prilozhenie_No_7_-_RU_GVT_IFRS_13_May_2011.pdf). – Дата доступа : 10.09.2021.
- 7 Шатров, С. Л. Оценочные резервы в системе управления активами железнодорожного транспорта : [монография] / С. Л. Шатров, О. В. Липатова, А. В. Кравченко. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 175 с.
- 8 Федива, Н. С. Справедливая стоимость: международные подходы к оценке активов транспортных организаций / Н. С. Федива, С. Л. Шатров, А. В. Кравченко // Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – 2018. – С. 262–263.

УДК 656.2

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ, ЦИФРОВИЗАЦИИ И ЛОГИСТИЗАЦИИ СТАНЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

*П. В. КУРЕНКОВ, С. А. ФИЛИПЧЕНКО, А. В. АСТАФЬЕВА*  
*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

*Д. Ю. ЛЕВИН*  
*Российская академия естественных наук, г. Москва*

Повышение уровня безопасности функционирования железнодорожного транспорта является важнейшим государственным приоритетом развития и модернизации отрасли, научных исследований и текущей эксплуатационной работы.

Непосредственное решение задач по обеспечению безопасности движения приходится решать дежурно-диспетчерскому аппарату. Особое место принадлежит дежурному по станции, который принимает решения в стандартных, нестандартных и аварийных условиях при острой нехватке времени, непредсказуемости ситуаций, повышенного риска.

И без того ответственная и напряженная работа дежурного по станции в современных условиях еще усугубляется дефицитом путей на станциях и пропускной способности на участках. Установлено, что 80–85 % всех случаев нарушений безопасности движения по хозяйству перевозок так или иначе связано с виной дежурного по станции. В силу повышения надежности и функциональности технических средств, доля ошибок человека стала значительно превышать технические сбои.

Все ошибки дежурного по станции можно объединить в несколько групп:

- ошибки подмены, когда вместо требуемого, выполняется другое действие;
- ошибки последовательности – это неправильные, слишком быстрые или медленные действия;
- ошибки памяти – в нужный момент не выполняются требуемые действия;
- ошибки регламента – нарушается очередность действий;
- ошибки потери концентрации (внимания) при восприятии и выполнении управляющих действий;
- ошибки оцепенения при растерянности, испуге.

Из всего многообразия функций дежурного по станции выделим: 1) планирование поездных и маневровых маршрутов следования поездов; 2) непосредственное управление устройствами СЦБ в штатном режиме; 3) приготовление маршрутов следования поездов в нештатном режиме. Если на небольших станциях для выполнения этих функций от дежурного по станции требуются высокая

бдительность, внимательность, соблюдение регламента переговоров, безупречное знание технических средств станции, технологического процесса, инструкций и правил. То на крупных станциях этого оказывается недостаточно для обеспечения безопасности и выполнения графика движения.

Для решения этой проблемы и создания комфортных условий работы дежурного по станции на крупных пассажирских станциях предлагается автоматизировать его работу. В дальнейшем предлагаемые решения целесообразно использовать на рабочих местах не только дежурных по станции, но и поездных диспетчеров. Для автоматизации основных функций дежурного по станции использованы дискретно-событийное моделирование функционирования станции и методы супервизорного (диспетчерского) управления.

Поставлена цель разрешить основную коллизию традиционной схемы управления поездной и маневровой работой, заключающуюся в том, что дежурный персонал инициирует выполнение функций управления и контролирует результаты их исполнения, на основе чего и возникают возможные ошибки. В традиционной схеме дежурный по станции находится над всеми задачами, являясь инициирующим и контролирующим звеном цепочки управления. При этом основными регламентирующими инструментами являются график движения и инструкции. Формализация регламента и включение его модели в качестве главного контролирующего и управляющего звена в схеме управления, с одной стороны, автоматизирует ряд функций, которые в традиционной схеме выполняет дежурный по станции; с другой – ограничивает его роль, например, при приготовлении маршрутов приема, отправления и пропуска поездов. Регламентами и определяется роль человека в цепочке управления поездной и маневровой работой. Новый механизм управления основан на событийном моделировании путем введения модели активных сценариев, которые моделируют регламенты и другие нормативные документы, особенно в нештатных ситуациях.

Использование событийного моделирования основано на том, что автоматизация технологических процессов достигается на основе строго выполнения предписаний регламентов, инструкций и технологии, путем формализации структуры производственных и технологических процессов, мониторинга их выполнения и оперативной коррекции отклонений. Формализация регламента и включение его модели в качестве главного контролирующего и управляющего звена в схеме управления, с одной стороны, автоматизирует необходимые функции, которые в существующей схеме выполняются «вручную», с другой – ограничивает роль дежурного по станции контролем. Событийное моделирование основано на введении модели активных сценариев, которые моделируют регламенты и нормативно-технологические документы; описании алгоритмов управления и воздействия на объект управления.

Основной задачей событийного моделирования, отвечающего сформулированным целям, является представление структуры станции, всех выполняемых работ и операций в виде моделей процессов, программ достижения технологических целей в виде активных сценариев и интерпретации их выполнения сменой состояния структуры и генерации соответствующего потока событий.

Дискретно-событийное моделирование позволяет создать схему логического управления последовательностью событий. Основными событиями являются приготовление маршрутов следования поездов и их движение по ним.

События наступают в указанные моменты времени (по графику движения поездов), в которые автоматически готовятся маршруты прибытия и отправления поездов. Примеры событий: изменения состояния отдельных компонентов модели; следование поездов по подготовленным маршрутам и т. д. График движения поездов определяет время, в которое реагирует модель и меняет свое состояние (местоположение поездов на станции, положение стрелок, показания светофоров и др.). Последовательная обработка событий в модели ведется автоматическим дежурным по станции по принципу «обратной связи».

Дискретно-событийная система с таймером – это набор  $\langle E, G, K, S, t_c \rangle$ , где  $E$  – конечное множество событий;  $G$  – размеченный граф путевого развития станции;  $K$  – выбранные маршруты следования поездов,  $S$  – супервизор (управляющий компонент ДСС), обеспечивающий реализацию событий в соответствии с выбранными маршрутами следования поездов.

Работа модели связана с генерацией событий в соответствии с расписанием прибытия и отправления поездов. Таймер сигнализирует время наступления очередного события. Из возможных вариантов маршрутов следования поездов выбирается необходимый по определенным критериям (крат-

чайший путь и минимум враждебности с пропуском других поездов). При этом модель имитирует движение поезда и при возникновении враждебности или препятствия прекращается рассмотрение этого варианта и рассматривается другой вариант маршрута следования поезда.

По результатам расчета модель выдает таблицу с выбранными маршрутами следования поездов. Полученные результаты на модели автоматизированного дежурного по станции после одобрения реального дежурного по станции реализуются устройствами электрической централизации стрелок и сигналов путем автоматического перевода стрелок и включением разрешающего показания светофоров. Модель по результатам расчетов формирует электрические сигналы для воздействия на устройства СЦБ через программируемые логические контроллеры.

Разработанная дискретно-событийная модель, лежащая в основе системы автоматизированного дежурного по станции, позволяет:

- при введении нового графика движения поездов автоматизировать разработку суточного плана-графика работы пассажирской станции;
- при изменении графика движения поездов (при возрастании и уменьшении пассажиропотока, предоставлении «окон» и т. д.) автоматизировано корректировать суточный план-график работы пассажирской станции;
- при значительных отклонениях движения поездов от нормативного графика оперативно менять маршруты следования поездов на станции и оптимизировать распределение приема поездов на перронные пути;
- при отказах подвижного состава, устройств пути, СЦБ и контактной сети автоматизировано готовить маршруты приема и отправления поездов, не допуская их непроизводительного простоя;
- для обеспечения графика движения рассчитывать оборот пригородных поездов на участках и необходимое число составов;
- для обеспечения графика движения оптимизировать оборот локомотивных бригад, определять их потребное число и составлять график работы локомотивных бригад.

Разработано программное обеспечение для автоматизации формирования суточного плана-графика работы крупной пассажирской станции на основе алгоритма дискретно-событийного моделирования работы станции.

Программное обеспечение позволяет задать расписание движения поездов, схему путевого развития станции, начальное расположение поездов на станции, возможность использования различных участков для прохождения поездов, маршруты следования поездов по станции, а также моделировать возникновение нештатных ситуаций. Для разработки суточного плана-графика и моделирования работы станции созданы настройки (рисунки 7–10), которые позволяют менять параметры отображения, скорость вычислений, собирать статистику.

Для работы в нештатных и аварийных ситуациях в системе автоматизированного дежурного по станции кроме решения задачи по выбору маршрутов следования поездов содержится блок безопасности. В меню блока безопасности перечислены все возможные ситуации. Реальный дежурный по станции вместо поиска в инструкциях регламента действий в меню находит возникшую на станции ситуацию. После нажатия на соответствующую кнопку предоставляется алгоритм его действий. Строгое выполнение алгоритма гарантирует обеспечение безопасности движения.

Использование дискретно-событийного моделирования позволило создать систему автоматизированного дежурного по крупной пассажирской станции. Управление поездной работой основано на интерпретации технологических сценариев в штатном, нештатном и аварийном режимах. Событийные модели позволили реализовать принцип управления с обратной связью по отклонениям от графика движения поездов и отказам подвижного состава, устройств пути, СЦБ и контактной сети. Активные технологические сценарии использованы как программы:

- автоматизированной разработки нормативно-технологических документов;
- автоматизации работы дежурного по станции;
- ликвидации или сокращения отклонений от графика движения поездов;
- оптимальной работы в аварийных ситуациях;
- обеспечения безопасности движения.

Полученные решения позволили переложить ряд функций управления с человека на автоматизированную систему и показали новые возможности автоматизации управления поездной и маневровой работой не только на станциях, но и на участках.