

– применение цифровых технологий в перевозке железнодорожным транспортом на территории ЕАЭС и в сообщении с третьими странами;

– реализация мероприятий по развитию международного транспортного пассажирского сообщения, а также по повышению доступности и качества транспортных услуг, в том числе расширению сервиса пассажирских перевозок, ускорению времени их хода, развитию железнодорожного туризма.

Таким образом, в существующих условиях Белорусская железная дорога успешно находит новые стратегические направления для системного развития. Путем выстраивания партнерских отношений с ключевыми государствами и международными организациями, модернизации инфраструктуры и подвижного состава, цифровизации эксплуатационной работы Белорусская железная дорога продолжает серьезную работу по повышению своей эффективности и конкурентоспособности.

УДК 656.2

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕЕЗДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКОЙ МАРШРУТОВ

Д. Ю. ЛЕВИН

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Для обеспечения безопасности движения и в первую очередь обеспечения безопасности движения пассажирских поездов разрабатывается автоматизированная система работы дежурного по станции на крупных пассажирских станциях. В дальнейшем целесообразно использовать автоматизированные системы 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 коллизия традиционной схемы управления поездной и маневровой работой, заключающуюся в том, что дежурный персонал как инициирует выполнение функций управления, так и контролирует результаты их исполнение, 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.

Основными задачами 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.

Схема станции представлена в виде графа (Y). Вершинами графа (Q) являются элементарные участки между стрелками; входными, выходными и маршрутными светофорами; тупиковыми и перронными путями на которых нет отклонений для поездов. Ребра (R) – связи между элементами, границами которых являются стрелки, изолированные стыки и тупики. Свойствами ребер являются:

- свобода или занятость элементов подвижным составом;
- «реверсивность» – движение в оба направления, задаваемое маршрутом следования;

На графе поездные и маневровые маршруты следования поездов обозначаются $Y_n = \langle Q_i, R_j \rangle$; Q_i является подмножеством Q ; R_j – подмножество R .

Пример структуры путей следования поездов в горловине пассажирской станции с использованием графа приведен на рисунке 1.

Поезда, пребывающие на станцию, следуют от входного светофора к перронным путям. Отправляемые поезда следуют от перронных путей на перегоны примыкающих участков. На рисунке 1: 1, 2 – элементы, соответствующие входным светофорам станции, 14–18 – элементы, соответствующие перронным путям станции, 19 – путь отстоя поездов. Жирными стрелками обозначены маршруты приема и отправления поездов.

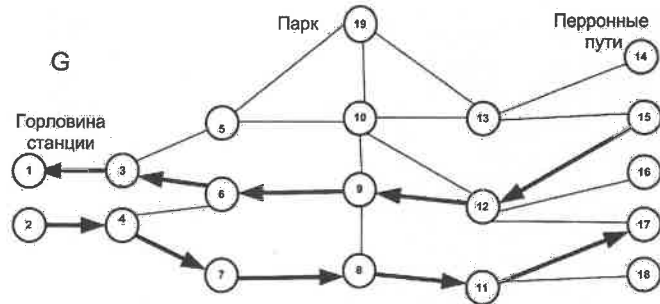


Рисунок 1 – Структура путей следования подвижного состава на станции

Дискретно-событийное моделирование движения поездов на станции позволяет имитировать реальные события по приему, отправлению и пропуску поездов, как это представлено на пульте-табло дежурного по станции, но позволяет рассматривать события не только в реальном времени, но и, при необходимости, прошлые, будущие и возможные события в любом масштабе времени.

Важным требованием в работе дежурного по станции является соблюдение графика движения поездов. На пассажирских станциях расписание прибытия и отправления поездов по графику движения (рисунок 2) определяет действия дежурного по станции и является генератором событий. Тогда дискретно-событийную модель станции можно представить, как $G = \langle Y, \mu, t_c \rangle$, где Y – структура путей следования, а μ – разметка текущего расположения подвижного состава в системе, t_c – таймер, определяющий физическое время модели.

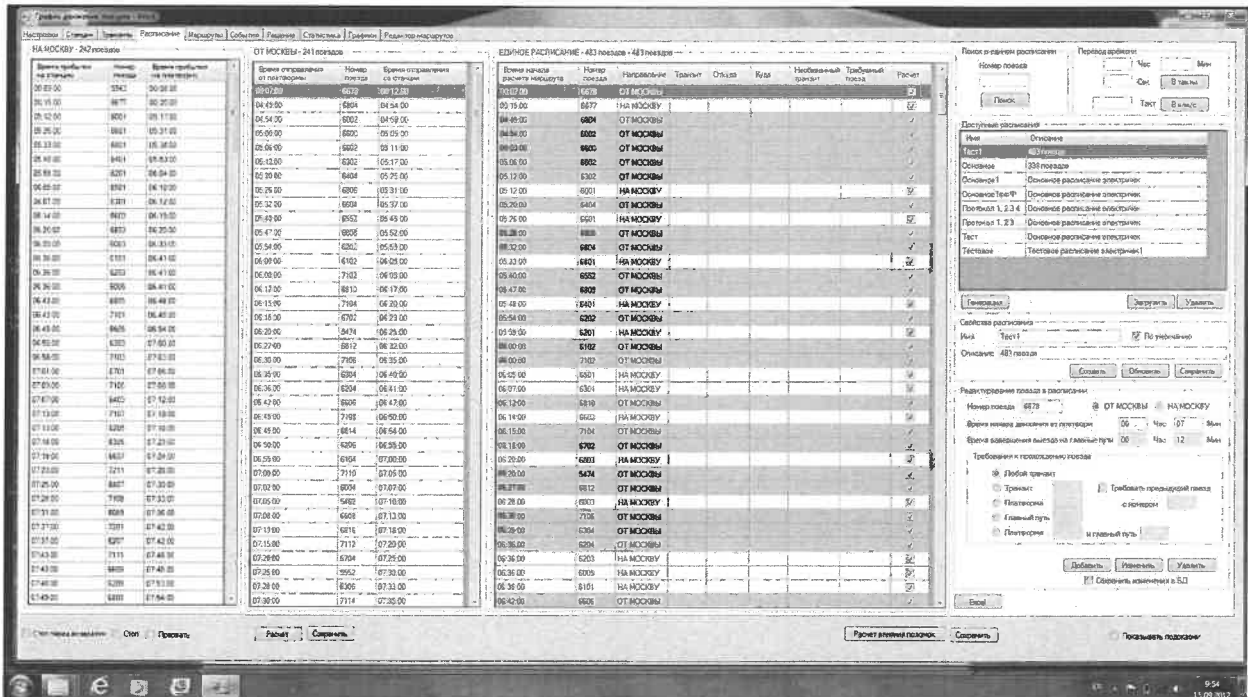


Рисунок 2 – Расписание прибытия и отправления пригородных поездов

События в модели возникают при приготовлении маршрутов приема и отправления и следования по ним поездов. Отличительным свойством событий в транспортной сети при дискретно-событийном моделировании является то, что каждое событие «привязывается» к физическому времени t_c , определяемому «таймером».

События характеризуются набором атрибутов, среди которых обязателен временной атрибут $Atm(e_i)$, его значение определяет время актуализации события e_i . Событие e_i актуализируется, если $Atm(e_i) \geq t_c$, где t_c – текущее время модели.

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 (рисунок 3).

Дискретно-событийная система с таймером – это набор $\langle E, G, K, S, t_c \rangle$, где E – конечное множества 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.

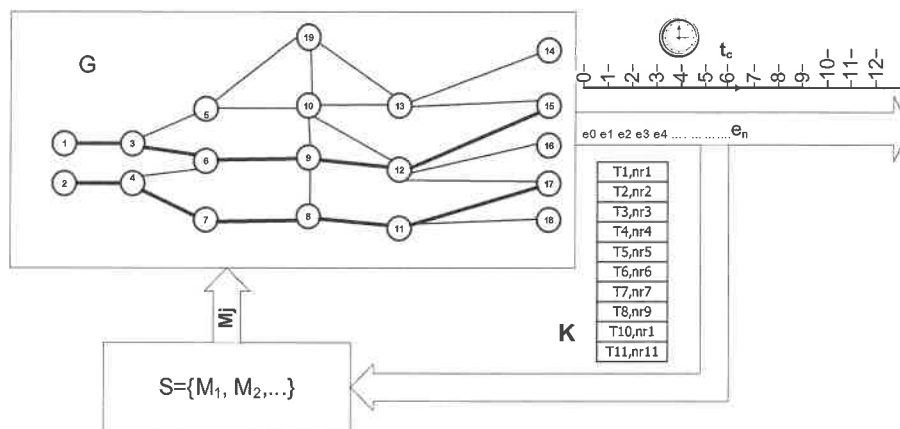


Рисунок 3 – Обработка событий автоматическим дежурным по станции в модели

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 (кратчайший путь и минимум враждебности с пропуском других поездов) (рисунок 4). При этом модель имитирует движение поезда и при возникновении враждебности или препятствия прекращается рассмотрение этого варианта и рассматривается другой вариант маршрута следования поезда.

№	Последовательность элементов в пути	Длина	Запрет
0	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-146-159-164-181-199-206-207-209-211-215	3000	<input type="checkbox"/>
1	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-146-159-164-181-199-206-207-210-214	3100	<input checked="" type="checkbox"/>
2	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-148-155-161-162-168-170-171-172-173-174-175-176-177-178-183-194-197-201-203-204-205-206-207-209-211-215	2955	<input type="checkbox"/>
3	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-148-155-161-162-168-170-171-172-173-174-175-176-177-178-183-194-197-201-203-204-205-206-207-210-214	3055	<input checked="" type="checkbox"/>
4	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-148-155-161-162-168-170-171-172-173-174-175-176-177-178-183-194-197-201-203-204-205-206-207-209-211-215	2955	<input type="checkbox"/>
5	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-148-155-161-162-168-170-171-172-173-174-175-176-177-178-183-194-197-201-203-204-205-206-207-210-214	3055	<input checked="" type="checkbox"/>
6	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-148-155-161-162-168-170-171-172-173-174-175-176-177-178-183-194-197-201-203-204-205-206-207-209-211-215	2955	<input type="checkbox"/>
7	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-148-155-161-162-168-170-171-172-173-174-175-176-177-178-183-194-197-201-203-204-205-206-207-210-214	3055	<input checked="" type="checkbox"/>
8	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-148-155-161-162-168-170-171-172-173-174-175-176-177-178-183-194-197-201-203-204-205-206-207-209-211-215	2955	<input type="checkbox"/>
9	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-148-155-161-162-168-170-171-172-173-174-175-176-177-178-183-194-197-201-203-204-205-206-207-210-214	3055	<input checked="" type="checkbox"/>
10	1-13-16-28-50-64-98-106-115-140-148-155-161-162-168-170-171-172-173-174-175-176-177-178-183-194-197-201-203-204-205-206-207-209-211-215	2955	<input type="checkbox"/>

№	№ элемента	Длина	Описание
1	13	53	От светофора ЧМ5А до стрелки 137 из светофорной 137/138
2	16	3	От стрелки 137 из светофорной 137/138 до светофора НМ5
3	28	216	От светофора НМ5 до светофора ЧМ5
4	50	3	От светофора ЧМ5 до стрелки 53
5	64	148	От стрелки 53 до стрелки 70 из светофорной 70/84

Рисунок 4 – Возможные варианты маршрутов следования поездов

По результатам расчета модель выдает таблицу с выбранными маршрутами следования поездов (рисунок 5). 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.

11686	00:57:52	0	Поезд 5563 покидает участок элемента 128 - от стрелки 115 из 115/117 до стрелки 113	Завершилось в 00:57:52	Свободен элемент 128
11687	00:57:55	0	Поезд 5563 покидает участок элемента 117 - от стрелки 112 из 112/114 до стрелки 78 из 76/78	Завершилось в 00:57:55	Свободен элемент 117
11688	00:58:01	0	Поезд 5563 выезжает на участок элемента 67 - от стрелки 49 до стрелки 33 из 31/33	Завершилось в	Свободен элемент 67
11689	00:58:14	0	Поезд 5563 покидает участок элемента 101 - от стрелки 78 из 76/78 до стрелки 75 из 76/77	Завершилось в 00:58:14	Свободен элемент 101
11690	00:58:20	0	Поезд 5563 покидает участок элемента 91 - от стрелки 75 из 75/77 до стрелки 54 из 52/54	Завершилось в 00:58:20	Свободен элемент 91
11691	00:58:28	0	Поезд 5563 выезжает на участок элемента 31 - от стрелки 33 из 31/33 до стрелки 26	Завершилось в	Свободен элемент 31
11692	00:58:31	0	Поезд 5563 покидает участок элемента 81 - от стрелки 54 из 52/54 до стрелки 50	Завершилось в 00:58:31	Свободен элемент 81
11693	00:58:58	0	Поезд 5563 покидает участок элемента 67 - от стрелки 49 до стрелки 33 из 31/33	Завершилось в 00:58:58	Свободен элемент 67
11694	00:59:01	0	Поезд 5563 выезжает на участок элемента 21 - от стрелки 26 до светофора ЧМ10	Завершилось в	Свободен элемент 21
11695		1	Поезд 5563 выезжает на участок элемента 6 - от светофора ЧМ10 до тупика 10	Завершилось в	Занят элемент 6
11696	00:59:31	0	Поезд 5563 покидает участок элемента 31 - от стрелки 33 из 31/33 до стрелки 26	Завершилось в 00:59:31	Свободен элемент 31
11697		1	Поезд 5563 покидает участок элемента 21 - от стрелки 26 до светофора ЧМ10	Завершилось в 00:59:31	Свободен элемент 21
11698	01:00:00	0	Поезд 5563 останавливается на платформе на элементе 6 - от светофора ЧМ10 до тупика 10	Завершилось в 01:00:00	Занят элемент 6
11699		1	Поезд 5563 занимает стойку на участке элемента 6	Возникло	Занят элемент 6

Рисунок 5 – Таблица с результатами расчетов по выбору маршрутов следования поездов

Наибольшие трудности в работе дежурного по станции в штатном режиме (по графику движения) создает возникновение враждебностей при приготовлении маршрутов следования поездов. Модель решает эту задачу полным перебором возможных вариантов маршрутов следования поездов для необходимого периода времени.

В нештатном режиме трудности дежурного по станции связаны с невозможностью соблюдения суточного плана-графика и самостоятельным выбором маршрутов следования поездов в условиях дефицита времени, что часто приводит к выбору не оптимального варианта и усугублению ситуации. Модель позволяет быстро рассмотреть значительно больше вариантов и большую продолжительность времени.

При разработке модели сформулированы правила принятия решений дежурным по станции: при возникновении враждебности во время приготовления маршрутов следования поездов, максимальной параллельности маршрутов следования поездов в горловинах станции; приоритетности пропуска поездов и т. д.

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 автоматизированно 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.

Разработка суточного плана-графика работы пассажирской станции решается в режиме off-line при вводе или изменении графика движения поездов. При внештатных ситуациях и изменении структуры транспортного узла задача решается в оперативном режиме (on-line).

Автоматизированное составление суточного плана-графика – сложная комбинаторная задача. Сложность объясняется большой размерностью задачи: 300–500 элементов путевого развития станции, 200–300 стрелок и светофоров, около 10 тыс. событий в сутки (рисунок 6). Решение задачи включает:

- определение возможных вариантов маршрутов следования поездов от каждого входного светофора до всех перронных путей и обратно;
- определение затрат времени на проследование поездами каждого элемента пути при приеме и отправлении;
- выявление враждебности при рассмотрении возможных вариантов приема и отправления поездов;
- установление маршрута следования для каждого поезда из расписания прибытия и отправления.

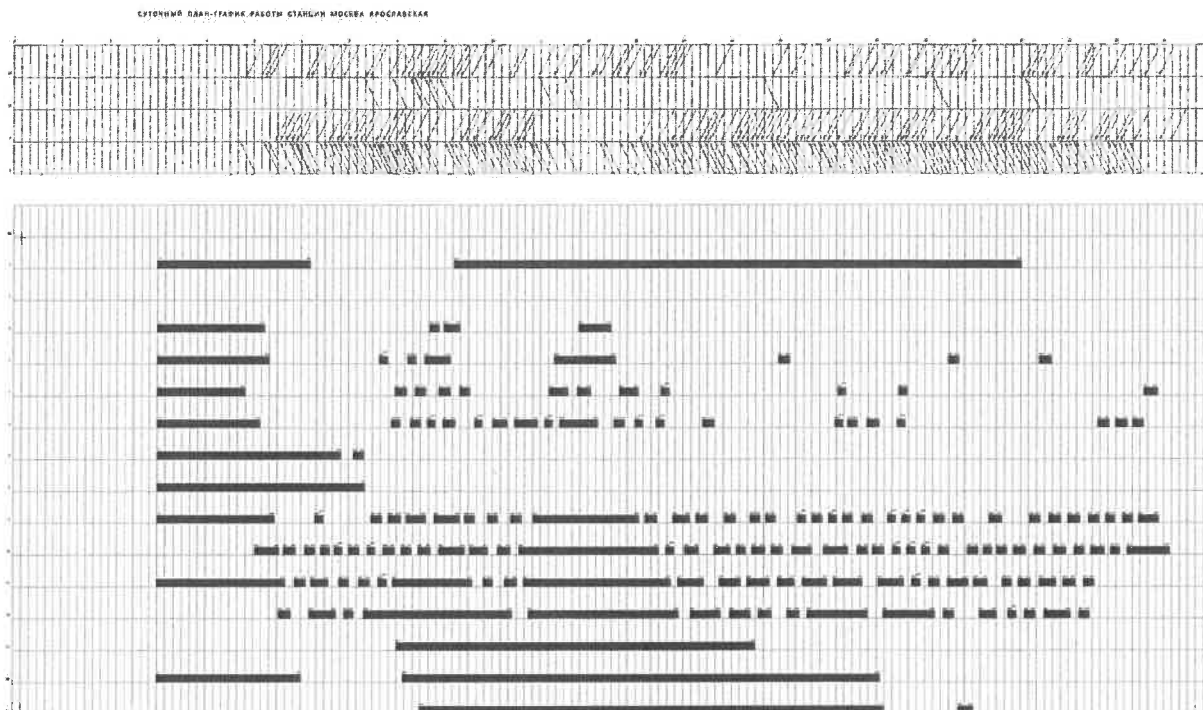


Рисунок 6 – Суточный план-график работы станции Москва-Пассажи́рская-Яросла́вская

Для использования графика движения поездов в программном обеспечении создан редактор, позволяющий вводить расписание прибытия и отправления поездов в электронном виде и сохранять его в базе данных для проведения расчетов.

При составлении суточного плана-графика есть возможность наблюдать происходящие события на моделируемой станции. Поиск маршрутов следования поездов занимает миллисекунды. Успешным результатом считается нахождение маршрута следования поезда по расписанию без враждебности. При возникновении враждебности рассматриваются другие варианты маршрутов следования поезда. После завершения расчета, программа предоставляет таблицу (см. рисунок 5) с полной информацией о возникших в процессе расчета событиях и суточный план-график работы станции (см. рисунок 6).

При разработке суточного плана-графика предусмотрен сбор статистики. Например, сколько раз и какое время были использованы каждый изолированный участок (рисунок 7), стрелки, перронные пути, маршруты следования поездов (рисунок 8) и т. д. Расчеты для станции Москва-Пассажи́рская-Яросла́вская показали наличие большой избыточности возможных вариантов маршрутов следования поездов. Но, учитывая возможные отклонения от графика движения, отказы подвижного состава и стационарных устройств, «окна» для технического обслуживания и ремонта устройств, при высокой интенсивности движения пригородных поездов наличие избыточных вариантов маршрутов следования поездов оправдано. Большая внутрисуточная неравномерность движения пригородных поездов показала большой избыток перронных путей в ночное и дневное время и недостаток в утренние и вечерние часы, из-за чего составы приходится временно отставлять на дополнительные пути.

Использование элементов сети

Номер	Описание	Использование	Отправляющиеся	Прибывающие
91	От стрелки 54 на 52/54 до стрелки 75 на 75/77	216	120	96
81	От стрелки 50 до стрелки 54 из 52/54	215	120	95
128	От стрелки 113 до стрелки 115 из 115/117	175	154	21
213	От светофора I-20 на I главный путь	155	155	0
143	От стрелки 126 из 124/126 до светофора 1НМ	155	155	0
153	От светофора 1НМ до светофора Ч1А	155	155	0
167	От светофора Ч1А до светофора 1Н	155	155	0
136	От стрелки 115 из 115/117 до стрелки 126 из 124/126	154	154	0
117	От стрелки 78 из 76/78 до стрелки 112 из 112/114	151	151	0
67	От стрелки 33 из 31/33 до стрелки 49	148	83	65
101	От стрелки 75 из 75/77 до стрелки 78 из 76/78	120	120	0
40	От стрелки 32 до стрелки 33 из 31/33	109	44	65
157	От стрелки 136 до светофора Ч2А	99	0	99
212	От светофора II-20 на II главный путь	99	0	99
166	От светофора Ч2А до светофора 2Н	99	0	99
141	От стрелки 123 до светофора М19	98	0	98
145	От светофора М19 до стрелки 127 из 127/128	98	0	98
111	От стрелки 77 из 75/77 до стрелки 102 из 102/104	96	0	96
132	От стрелки 104 из 102/104 до стрелки 123	96	0	96
126	От стрелки 102 из 102/104 до стрелки 104 из 102/104	96	0	96
97	От стрелки 75 из 75/77 до стрелки 77 из 75/77	96	0	96
152	От стрелки 127 из 127/128 до стрелки 136	78	0	78
21	От светофора ЧМ10 до стрелки 26	77	39	38
73	От стрелки 45 из 43/45 до стрелки 49	74	38	36
30	От стрелки 4 из 2/4 до стрелки 31 из 31/33	73	44	29
211	От стрелки 201 из 201/202 до светофора 4Н	71	0	71
215	От светофора 4Н до IV главного пути	71	0	71
63	От стрелки 36 до стрелки 43 из двоянной 43/45	71	36	35
65	От стрелки 43 до стрелки 45 и двоянных 43/45	70	36	34

Рисунок 7 – Статистика использования элементов маршрутов следования поездов

Наиболее часто используемый путь: 10 - 78 раз					Наименее часто используемый путь:					Наиболее часто используемый ИВ транзит: 136 - 78 раз					Наиболее часто используемый ОУТ транзит: 624 - 58 раз				
Использование элементов сети					Использование ОУТ транзита: 26; 26					Использование ИВ транзита: 21; 21					Время доставки контрольных точек, с				
Номер	Описание	Использование	Отправляющиеся	Прибывающие	Номер	Описание	Использование	Отправляющиеся	Прибывающие	Номер	Описание	Использование	Отправляющиеся	Прибывающие	Расстояние	Время расчета	Время		
1	От путика 5 до светофора ЧМ5А	40	40	0	2	От 1 до 215	4	138	От 213 до 7	52	06.00.30	0.025	18.04.2012 19:54:57						
2	От путика 6 до светофора ЧМ5А	40	40	0	170	От 2 до 215	38	139	От 213 до 8	36	07.01.00	0.085	18.04.2012 19:54:57						
3	От путика 3 до светофора ЧМ3	6	6	0	172	От 2 до 215	4	140	От 213 до 2	2	08.09.03	0.145	18.04.2012 19:54:57						
4	От путика 4 до светофора ЧМ4	14	14	0	447	От 3 до 215	8	141	От 213 до 5	68	09.00.14	0.458	18.04.2012 19:54:57						
5	От путика 9 до светофора ЧМ9	68	68	0	565	От 4 до 215	14	142	От 213 до 38	2	10.00.28	0.213	18.04.2012 19:54:57						
6	От путика 10 до светофора ЧМ10	78	78	0	607	От 4 до 212	2	143	От 213 до 55	2	11.00.30	0.111	18.04.2012 19:54:58						
7	От путика 11 до светофора ЧМ11	52	52	0	624	От 5 до 212	58	151	От 213 до 37	2	12.04.00	0.214	18.04.2012 19:54:58						
8	От путика 12 до светофора ЧМ12	36	36	0	625	От 5 до 215	8	155	От 213 до 2	40	13.04.00	0.075	18.04.2012 19:54:58						
9	От путика 13 до светофора ЧМ13	2	2	0	656	От 5 до 215	2	156	От 213 до 1	20	14.00.01	0.112	18.04.2012 19:54:58						
10	От путика 14 до светофора ЧМ14	2	2	0	654	От 6 до 212	52	158	От 213 до 9	2	15.00.16	0.082	18.04.2012 19:54:58						
11	От путика 15 до светофора ЧМ15	4	4	0	665	От 6 до 215	16	161	От 213 до 11	2	15.09.28	0.148	18.04.2012 19:54:58						
12	От светофора ЧМ5А до стрелки 138 из двоянной 137/138	82	40	42	678	От 6 до 215	6	179	От 213 до 11	2	17.00.08	0.085	18.04.2012 19:54:58						
13	От светофора ЧМ5А до стрелки 137 из двоянной 137/138	46	22	24	725	От 7 до 212	40	227	От 214 до 4	10	18.00.04	0.184	18.04.2012 19:54:58						
14	От стрелки 138 до стрелки 137 из двоянной 137/138	0	0	0	730	От 7 до 215	10	228	От 214 до 3	4	19.00.29	0.171	18.04.2012 19:54:58						
15	От стрелки 138 из двоянной 137/138 до светофора 1НМ	82	40	42							22.00.02	0.137	18.04.2012 19:54:58						
16	От стрелки 137 из двоянной 137/138 до светофора 1НМ	46	22	24							21.00.30	0.095	18.04.2012 19:54:58						
											22.00.02	0.124	18.04.2012 19:54:58						
											23.00.27	0.171	18.04.2012 19:54:58						
											00.00.25	0.127	18.04.2012 19:54:58						

Рисунок 8 – Результаты расчетов

Организация приема, отправления и пропуска поездов, а также производство маневровой работы в нестандартных и аварийных ситуациях при безусловном обеспечении безопасности движения является самой сложной задачей дежурного по станции и определяет необходимость создания автоматизированной системы выполнения его функций (АвтоДСП).

Нестандартные и аварийные ситуации вызваны нарушениями нормальных условий движения поездов и невозможностью руководствоваться графикам движения поездов и суточного плана-графика работы станции. В этих условиях АвтоДСП должен обеспечить безопасное проследование поездов, строгое выполнение нормативной и технической документации по безопасности движения и помочь дежурному по станции принимать оптимальные решения по выбору маршрутов следования поездов.

Нестандартные и аварийные ситуации при движении поездов и производстве маневровой работы могут быть вызваны многими причинами. К их числу относятся: нарушения графиков движения поездов; нарушения работы устройств СЦБ и связи; ликвидация последствий крушений, аварий и схода подвижного состава; осложнения поездной обстановки; самопроизвольный уход подвижного состава; движение поезда, потерявшего управление тормозами; остановка поезда на перегоне, нуждающегося в помощи, в том числе с угрозой ухода подвижного состава в сторону станции отправления; прекращение действия устройств СЦБ для производства ремонтных работ; производство строительных и ремонтных работ на путях и других устройствах станций и перегонов; внезапное повреждение устройств контактной сети, отсутствие электротока в контактной сети; пропуск пассажирского поезда по участку, не предусмотренному расписанием движения; сход вагонов на перегоне с выходом за габарит; обнаружение неисправности («толчка») в пути и др.

Для работы в нестандартных 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 позволяет создать систему автоматизированного дежурного по крупной пассажирской станции. Управление поездной работой основано на интерпретации технологических сценариев в штатном, нестандартном и аварийном режимах. Событийные модели позволяют 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 позволят переложить ряд функций управления с человека на автоматизированную систему и откроют новые возможности автоматизации управления поездной и маневровой работой не только на станциях, но и на участках.

УДК 656.2

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Д. Ю. ЛЕВИН

Российский университет транспорта (МИИТ), Российская Федерация

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

Эту задачу приходится решать в условиях постоянного повышения интенсивности и уровня эксплуатационной работы, увеличения объемов скоростного и высокоскоростного движения, роста скоростей и весовых норм грузовых поездов с одновременным увеличением гарантийных плеч обращения локомотивов и вагонов.

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.

Управление движением поездов на станциях прошло путь от применения механических устройств до релейных и электронных систем. Новые технические средства интенсифицировали перевозочный процесс, а методологическая база управления отстала и привела к высокому напряжению в работе дежурного персонала на крупных станциях.