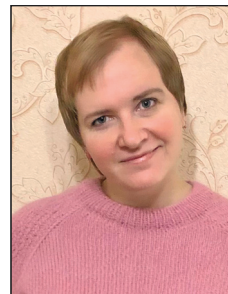


# СЦЕНАРНЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА ГОРОДСКИХ РЕЛЬСОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Основу перехода к сценарному подходу составляет концепция управления движением с применением ситуационного управления. Приведена классификация параметров ситуационного подхода применительно к линии метрополитена. Рассмотрен сценарный подход в обучении оперативного персонала городских рельсовых транспортных систем на примере метрополитена. Представлена и описана на примере методология разработки сценариев обучения оперативного персонала.



Е.П. Балакина



Л.А. Баранов

**Ключевые слова:** обучающие тренажеры, обучение оперативного персонала, ситуационное управление, сценарии обучения

DOI: 10.53883/20749325\_2021\_03\_87

В настоящее время особое внимание уделяется совершенствованию профессиональных навыков во всех областях деятельности человека [1], в том числе в области оперативного управления движением городских рельсовых транспортных систем. Применение тренажерно-обучающих систем в обучении оперативного персонала позволяют визуализировать процесс проведения тренировочных занятий, максимально приближая его к реальным процессам управления движением [2–6]. В основе тренажерно-обучающих систем лежат подробные многофункциональные модели, реализующие моделирование работы всех объектов и процессов транспортной системы [7]. При применении электронного обучения широко

распространен сценарный подход, направленный на закрепление теоретических и практических навыков. Данная статья посвящена использованию сценарного подхода в обучении оперативного персонала городских рельсовых транспортных систем.

## Ситуационный подход в управлении линией метрополитена при возникновении сбоев движения

Управление линией метрополитена является ответственной задачей, решение которой напрямую зависит от правильности и своевременности команд поездного диспетчера и слаженности работы всех служб метрополитена и работников линии. Одним из наи-

**Балакина Екатерина Петровна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление и защита информации» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: теория автоматического управления, управление и планирование движения поездов, оценка качества управления движением поездов, обучение оперативных работников транспортных систем. Автор более 50 научных работ.

**Баранов Леонид Аврамович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Управление и защита информации» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)), Заслуженный деятель науки Российской Федерации. Область научных интересов: автоматизированное и автоматическое управление. Автор более 400 научных и учебно-методических работ, в том числе восьми монографий, трех учебников и трех учебных пособий. Имеет 35 авторских свидетельств на изобретения.

**Сидоренко Валентина Геннадьевна**, доктор технических наук, профессор кафедры «Управление и защита информации» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: теория автоматического управления, управление и планирование движения транспортных средств, оценка качества управления движением транспортных средств, планирование работы и обучение оперативных работников транспортных систем. Автор более 180 научных работ.

более сложных технологических процессов при этом является управление движением при возникновении отклонений от планового графика, при этом организация движения и методы управления линией метрополитена напрямую зависят от ситуации, которая в данный момент характеризует линию. Таким образом, работа диспетчера реализуется с использованием системного и ситуационного мышления. Действия диспетчера при этом напрямую зависят от нештатной ситуации или их совокупности и определяются «Инструкцией по движению поездов и маневровой работе на метрополитенах».

Концепция управления с применением ситуационного подхода является наиболее эффективной при организации управления линией, т.к. позволяет применять конкретные принципы работы к определенным ситуациям с учетом конкретного набора обстоятельств, влияющих на организацию движения.

Ситуационный подход в управлении движением поездов предполагает:

1. Выполнение анализа ситуации с целью выявления требований, предъявляемых к организации движения.
2. Принятие решения с учетом требований по организации движения и ситуацией.
3. Прогнозирование вероятностных последствий от применяемых действий.

В ситуационном подходе ситуации идентифицируются различными значениями переменных, характеризующих определенную ситуацию. Переменные делятся на внутренние и внешние.

Внутренние переменные представляют собой ситуационные факторы, полученные как результат управленческих решений. Сюда относятся, например, команды, выдаваемые поездным диспетчером по управлению линией метрополитена, связанные с изменением схемы организации движения.

Внешние переменные можно разделить на переменные прямого воздействия — те, которые непосредственно влияют на организацию движения и переменные косвенного воздействия — те, которые опосредованно влияют на операцию организации движения и не испытывают на себе влияние операций по организации движения.

### **Классификация параметров ситуационного подхода применительно к линии метрополитена**

Все команды, выдаваемые поездным диспетчером в ходе организации движения при нештатной ситуации, относятся к внутренним параметрам сценария и могут быть разделены на два основных класса:

- индивидуальные команды, определяющие конкретные действия по движению конкретного поезда на конкретной станции;

- групповые меры, определяющие последовательность действий машинистов, маневровых бригад, электродепо, диспетчеров по управлению стрелками и сигналами (ДЦХЗ), диспетчеров по станционному посту централизации (ДСЦП или ДСП), управлению составами на нескольких станциях или несколькими поездами на станции.

Индивидуальные меры диспетчерского регулирования включают:

- сверхрежимную выдержку на станции на заданное время;
- сверхрежимную выдержку на станции до отмены;
- изменение маршрута следования;
- изменение расписания следования;
- назначение состава в качестве вспомогательного;
- назначение состава на двустороннее движение;
- назначение состава на следование в неправильном направлении;
- команда на высадку пассажиров и следование резервом на перегон;
- команда на посадку пассажиров в высадивший их ранее поезд.

Групповые команды диспетчерского регулирования включают:

- команды по организации или отмене оборота всех поездов на определенной станции;
- команды по организации зонного движения на определенной станции;
- команды по задержке всех поездов участка линии до указания диспетчера;
- приказы на закрытие участка линии.

Внешние параметры сценария определяются следующим образом.

К прямым внешним воздействиям можно отнести:

- время возникновения нештатной ситуации;
- место возникновения нештатной ситуации;
- прогнозируемая продолжительность нештатной ситуации;
- период возникновения нештатной ситуации;
- поездное положение.

К косвенным внешним воздействиям относятся:

- инфраструктура линии;
- работа технических устройств.

На ситуационном подходе базируется разработка алгоритмов интеллектуального управления транспортной системой [8].

### Сценарный подход в обучении оперативного персонала

Обучению оперативного персонала, связанного с процессом организации движения поездов, уделяется существенное внимание. В связи с тем, что сам технологический процесс управления линией является ситуационным, то обучение предлагается проводить с использованием сценариев обучения.

Проведем классификацию нештатных ситуаций. Первым классификационным признаком нештатной ситуации является степень аварийности — *grade*. Здесь можно выделить две основные составляющие:

- *accident* — аварийные нештатные ситуации;
- *non\_accident* — нештатные ситуации, не являющиеся аварийными, связанные с нарушениями движения по плановому графику.

Второй классификационный признак — *type* — вид нештатной ситуации. Здесь можно выделить следующие составляющие:

- *type\_1* — прекращение движения по пути;
- *type\_2* — ограничение скорости движения по пути;
- *type\_3* — неисправность подвижного состава, приводящая к невозможности движения с установленной скоростью;
- *type\_4* — неисправность подвижного состава, не снижающая скорость движения, но запрещающая его использование для пассажирских перевозок;
- *type\_5* — неисправность подвижного состава, не снижающая скорость движения и не мешающая перевозке пассажиров, но требующая скорейшего снятия его с линии в электродепо.

Третий классификационный признак нештатной ситуации — *period* — период ее возникновения:

- *period\_1* — час пик;
- *period\_2* — начало движения;
- *period\_3* — окончание движения;
- *period\_4* — остальные периоды времени

Основными атрибутами исходных данных сценария являются:

- класс нештатной ситуации, его составляет кортеж *class=(grade, type, period)*;
- *time\_start* — время возникновения нештатной ситуации;
- *place* — место возникновения нештатной ситуации с привязкой к инфраструктуре линии:
  - *line* — перегон/перегоны;
  - *station* — станция/станции;
  - *line* — путь;
  - *rail\_chain* — рельсовая цепь/цепи;
  - *train* — поезд.

- *failure\_type* — причина возникновения нештатной ситуации;

- *failure\_time* — прогнозируемая продолжительность действия нештатной ситуации.

Таким образом, сценарий можно описать следующим кортежем:

*Scenario=(grade, type, period, class, time\_start, place, failure\_type, failure\_time)*.

Задав исходными данными сценария, необходимо выполнить последовательность действий по разработке сценария (см. рис.1).

Основой составления сценария является описание процесса управления линией. Здесь описываются все возможные действия диспетчера и возникающие ситуации по управлению линией для каждого конкретного вида неисправности. Для примера на рис. 2 приведена модель процесса управления линией метрополитена при отсутствии срабатывания датчика контроля закрытия дверей.

На следующем шаге (рис.1) для каждого сценария на основании полученного процесса определяется последовательность команд. На рис. 3 представлена схема различных вариантов развития сценария для рассматриваемого примера, полученные на основе анализа процесса управления линией метрополитена при несрабатывании датчика контроля закрытия дверей.

Для того, чтобы оценить правильность команд, необходимо рассматривать каждый вариант течения сценария в отдельности. Например, для рассматриваемого случая это семь различных вариантов течения сценария.

В зависимости от варианта течения сценария команды могут быть классифицированы по следующим признакам:

- своевременно поступившие, оцениваемые положительным числом баллов;
- несвоевременно поступившие или не поступившие, не ведущие к нарушению безопасности управления движением могут быть оценены нулевым или отрицательным количеством баллов;
- несвоевременно поступившие или не поступившие, ведущие к нарушению безопасности управления движением. В этом случае выполнение сценария прекращается.

В таблице приведен фрагмент для трех вариантов реализации сценария из семи возможных, выполнена классификация команд и дан пример оценки правильности действий диспетчера. Представленный пример отражает ошибочные действия диспетчера (вариант 1), правильное течение сценария (вариант 2) и один из пяти вариантов, при котором часть правильных действий не выполнена (вариант 3).

Таблица

Пример составления исходных данных для сценария

| Вариант | Действие                                | Пример команды                              | Классификатор команды                              | Баллы                    |
|---------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|
| 1       | Высадка пассажиров не производится      | Отсутствие команды                          | Опасная, ведущая к нарушению безопасности движения | – 1                      |
|         | Отправление поезда с пассажирами        | Маршрут №1 со Станции №1 отправляйтесь      | Опасная, ведущая к нарушению безопасности движения | Завершение сценария      |
| 2       | Высадка пассажиров на станции           | Маршрут №1 высаживайте пассажиров           | Правильная                                         | 1                        |
|         | Сверхрежимные выдержки другим поездам   | Маршрут №2 на Станции 2 выдержка 2 минуты   | Правильная                                         | 1 балл за каждую команду |
|         | Отправление поезда резервом             | Маршрут №1 со Станции №1 отправляйтесь      | Правильная                                         | 1                        |
|         | Запрос на проверку срабатывания датчика | Маршрут №1 датчик закрытия дверей сработал? | Правильная                                         | 1                        |
|         | Посадка пассажиров на следующей станции | Маршрут №1 на Станции №2 сажайте пассажиров | Правильная<br>Завершение сценария                  | 1                        |
| 3       | Высадка пассажиров на станции           | Маршрут №1 высаживайте пассажиров           | Правильная                                         | 1                        |
|         | Сверхрежимные выдержки другим поездам   | Маршрут №2 на Станции 2 выдержка 2 минуты   | Не поступила                                       | 0                        |
|         | Отправление поезда резервом             | Маршрут №1 со Станции №1 отправляйтесь      | Правильная                                         | 1                        |
|         | Запрос на проверку срабатывания датчика | Маршрут №1 датчик закрытия дверей сработал? | Правильная                                         | 1                        |
|         | Посадка пассажиров на следующей станции | Маршрут №1 на Станции №2 сажайте пассажиров | Правильная<br>Завершение сценария                  | 1                        |

Такая таблица является исходными данными для сценария обучения. На основе содержащихся в ней данных строится база данных сценария обучения.

Предложенная методология построения сценария позволяет получить исходные данные сценариев Интегрированной автоматизированной системы обучения и оценки знаний оперативного персонала городских рельсовых транспортных систем [9].

### Выводы

Применение сценарного подхода в обучении оперативного персонала обусловлено концепцией

ситуационного управления движением поездов. Проведенная классификация параметров ситуационного управления применительно к линии метрополитена позволяет классифицировать команды, выдаваемые поездным диспетчером, по различным параметрам. Рассмотренный ситуационный подход является основой для разработки алгоритмов интеллектуального управления транспортной системой. Предложена методология построения сценария, заключающаяся в реализации определенной последовательности действий для составления сценария обучения.

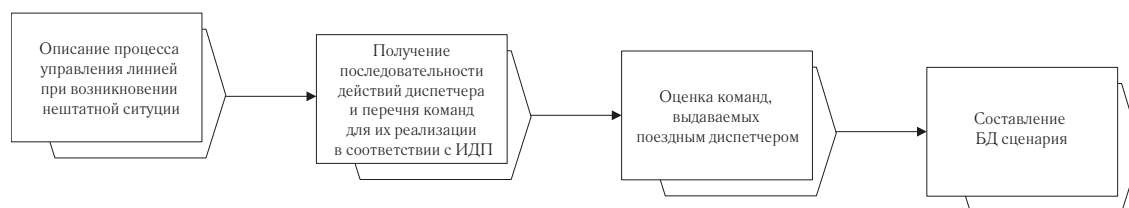


Рис. 1. Последовательность действий по разработке сценария

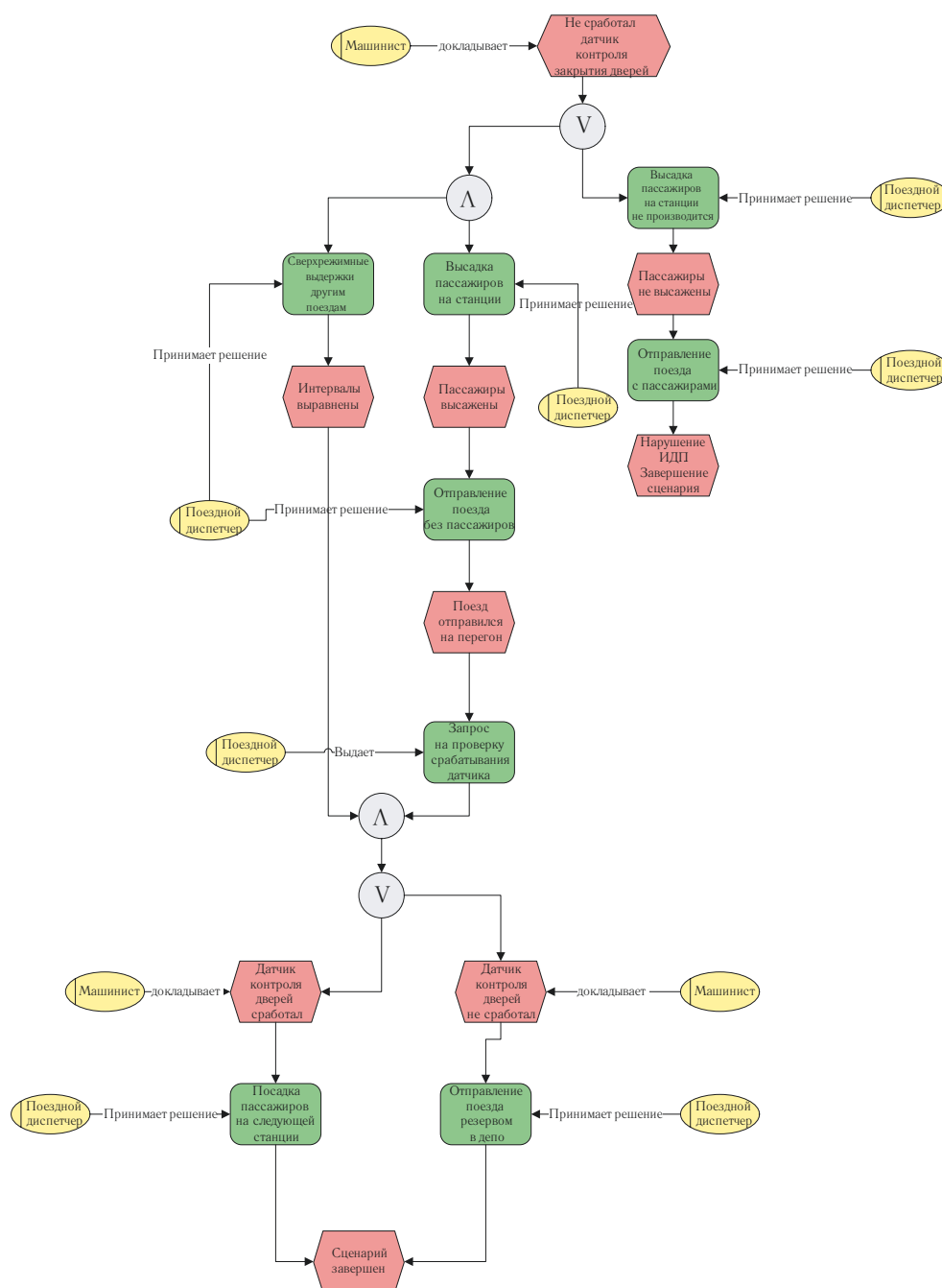


Рис. 2. Пример процесса управления линией метрополитена при отсутствии срабатывания

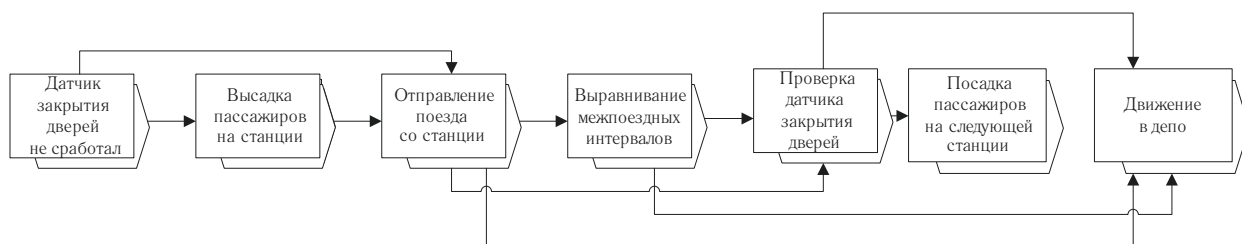


Рис. 3. Различные варианты течения сценария для рассматриваемого примера

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, НТУ «Сириус», ОАО «РЖД» и Образовательного Фонда «Талант и успех» в рамках научного проекта № 20-37-51001.

Acknowledgments. The reported study was funded by RFBR, Sirius University of Science and Technology, JSC Russian Railways and Educational Fund «Talent and success», project number 20-37-51001.

## Литература

1. Семенченко, Р.Д. Сценарии обучения в обучающих тренажерах / Р.Д. Семенченко. — Текст: непосредственный // Наука и современность. — 2016. — № 44. — С. 79–84.
2. L. Baranov, V. Sidorenko, «Simulation Complex for Training and Supporting the Decision Maker in Subway Train Traffic Control Systems», 18th Dresden Conference of Traffic and Transport Sciences. — Germany, Dresden, 17-18.9.2001.
3. Сидоренко, В.Г. Тренажеры поездных диспетчеров рельсового транспорта / В.Г. Сидоренко, Л.А. Баранов, Е.П. Балакина. — Текст: непосредственный // Труды XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». — Москва: РУТ (МИИТ), 2017. С. VIII-4-VIII-4.
4. Логинова, Л.Н. Роль системы автоматизированной проверки знаний поездных диспетчеров линии метрополитена в повышении качества обучения / Л.Н. Логинова. — Текст: непосредственный // Наука и техника транспорта. — 2011. — № 1. — С. 62–65.
5. Логинова, Л.Н. Цифровые модели в обучении оперативного персонала транспортных систем / Л.Н. Логинова. — Текст: непосредственный // Цифровая трансформация в экономике транспортного комплекса: материалы международной научно-практической конференции; под ред. Ю.И. Соколова, Г.В. Бубновой, Л.А. Каргиной, И.А. Епишкина. — Москва: РУТ (МИИТ), 2019. — 321 с.
6. Agent-based evacuation simulation from subway train and platform // URL: <https://doi.org/10.1080/19439962.2019.1634661>
7. Балакина, Е.П. Перспективы использования многофункциональных моделей / Е.П. Балакина, Л.А. Баранов. — Текст: непосредственный // Мир транспорта. — 2012. — № 2. — С. 70–74.
8. Балакина, Е.П. Автоматика выполняет функции диспетчера / Е.П. Балакина. — Текст: непосредственный // Мир транспорта. — 2008. — № 2. — С. 104–119.
9. Интеграционный подход в обучении оперативных работников городских рельсовых транспортных систем / Л.А. Баранов, В.Г. Сидоренко, Е.П. Балакина, Л.Н. Логинова. — Текст: непосредственный // Мир транспорта. — 2021. — № 2. — С. 22–31.