

## ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПЕРЕВОЗОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

*А. В. СУПРУНОВСКИЙ, Р. С. БОЛЬШАКОВ, А. К. МОЗАЛЕВСКАЯ*

*Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация*

Обеспечение безопасности железнодорожного транспорта связано с необходимостью минимизации влияния отказов, неисправностей и штатных ситуаций, в том числе связанных с задержкой поездов и несвоевременной доставкой грузов [1–3]. Организация перевозочного процесса железнодорожного транспорта характеризуется совокупностью большого числа технических объектов, взаимно влияющих друг на друга. Их совокупное функционирование связано с необходимостью учёта множества факторов, в том числе обрабатываемых вагонопотоков и наличия тягового подвижного состава, что напрямую влияет на провозную способность железнодорожных линий [4]. Совокупность этих факторов непосредственно влияет на пропускную способность участка сети железных дорог. Для выработки оптимальных решений по использованию ресурсов пропускной способности отдельных пунктов и железнодорожных линий необходимо создание подходов по формированию адекватных имитационных моделей работы выбранного участка железнодорожной линии.

В предлагаемом докладе рассматривается построение имитационных моделей железнодорожно-го участка при помощи пакета прикладных программ Anylogic.

Рассматриваемый железнодорожный участок сети, модель перевозочного процесса которого формируется, состоит из четырех железнодорожных станций различных классов (участковая, промежуточная, сортировочная, грузовая), выполняющих различные комплексы операций. Перегоны между станциями являются двухпутными, оснащенными автоматической блокировкой. Также на участке предполагается наличие дополнительной ветки, необходимой для увеличения пропускной способности (рисунок 1).

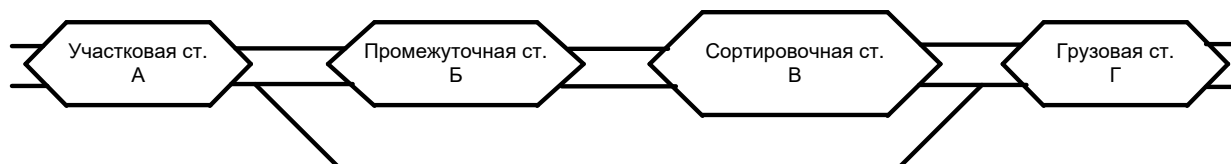


Рисунок 1 – Схема рассматриваемого участка

Имитационная модель железнодорожного участка предназначена для выполнения следующих задач: отражение структурных зависимостей, отображение технологических процессов, возможность поведения экспериментов с различными входными параметрами.

Моделирование структурных зависимостей предполагает детальное отражение свойств составных частей участка сети и функциональные характеристики. В рассматриваемом случае это подробное описание свойств перегонов как частей участка железнодорожной сети. Также необходимо отметить детальное отображение элементов станций: количество путей, стрелочные горловины, наличие путей необщего пользования.

Технологические процессы представляют собой последовательность операций, выполняемых с поездами или вагонами на станциях. Такие операции, как время занятия различных устройств, этапы обработки при имитационном моделировании должны иметь возможность настройки для изменения входных параметров.

Модель представляет собой линейно организованную структуру из элементов системы Anylogic. Исходя из технического описания железнодорожного участка были определены ключевые объекты (перегоны, станции), для них были запрограммированы функции, отражающие реальные технические процессы.

Объект «перегон»: количество путей, деление на блок-участки, логическая зависимость работы блок-участков, время прохождения блок-участка, направления.

Объект «станция»: количество путей, предназначение путей, занятость путей и горловин станции, операции проводимые с поездами, временные нормы операций, логическое взаимодействие выполняемых операций.

В процессе моделирования была выявлена необходимость, представления отдельных парков как самостоятельных агентов с целью более корректного отображения технологии работы станции (рисунок 2). Для станции характерны следующие параметры: четный и нечетный парк;  $X$  – количество приемо-отправочных путей;  $Y$  – количество бригад осмотрщиков;  $T$  – время обработки состава (зависит от типа). С целью проведения эксперимента на основе статистических данных работы участковых станций принимаются средние значения для первоначальных настроек модели. К ним относятся транзитные поезда со сменой локомотива –  $z_1$ ; транзитные поезда без смены локомотива –  $z_2$ ; транзитные поезда с изменением веса и длины –  $z_3$ ; поезда с переработкой –  $p$ ; поезда своего формирования –  $f$ ; время между поездами –  $t$ ; период времени эксперимента –  $i$ .

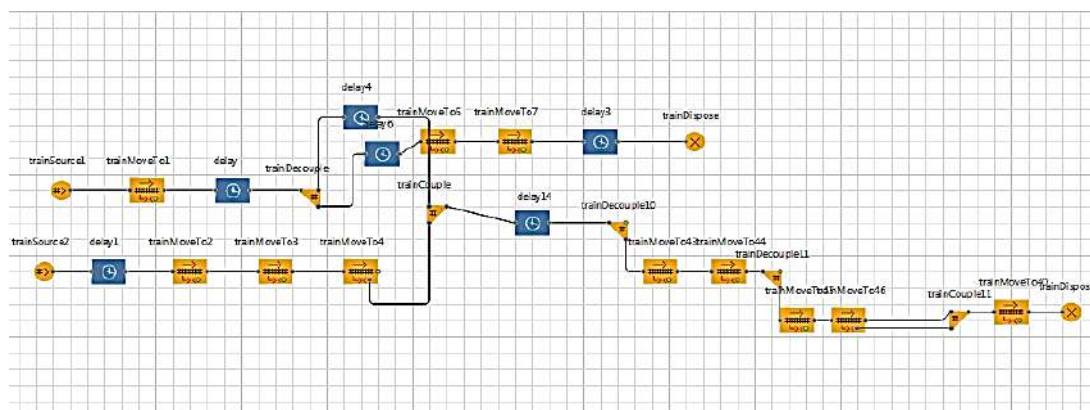


Рисунок 2 – Схема модели станции участка

Элементы схемы отображают действия, выполняемые с составами на станции: прибытие поезда (движение и занятость горловины), проследование на пути (номер пути, проверка на занятость), проведение операция с составом (данные параметры могут быть гибко настроены в зависимости от типа поезда и операций), отправление поезда (проверка свободности перегона).

Выбранный набор параметров наиболее точно отражает особенности технологических процессов как выбранных структурных элементов (станций), так и всего рассматриваемого железнодорожного участка в целом.

Выбранное в качестве основного инструмента для исследования имитационное моделирование позволяет с достаточной степенью детализации учета учесть основные особенности работы протяжённого железнодорожного участка, состоящего из отдельных пунктов различного технологического назначения. Предлагаемый подход к построению имитационной модели позволяет на основании проведённых исследований оценить пропускную способность протяжённого участка железнодорожной линии при использовании специализированного пакета прикладных программ Anylogic.

#### Список литературы

- 1 Изменение работы тягового подвижного состава на участках железных дорог Восточного полигона / А. А. Власенский [и др.] // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2021. – № 2 (70). – С. 154–161. – DOI: 10.26731/1813-9108.2021.2(70).154-161.
- 2 Козловский, А. П. Влияние изменения технологии управления тяговыми ресурсами Восточного полигона на эксплуатационную работу / А. П. Козловский, Г. И. Суханов, А. В. Супруновский // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – № 2 (62). – С. 234–241. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).234-241.
- 3 Моделирование крупнейшей в мире железнодорожной сортировочной станции с использованием теории массового обслуживания / М. Л. Жарков [и др.] // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 3 (51). – С. 4–14. – DOI: 10.20291/2079-0392-2021-3-4-14.
- 4 Супруновский, А. В. К вопросу о построении имитационных моделей перевозочных процессов в программной среде ANYLOGIC / А. В. Супруновский, Р. С. Большаков // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2022. – Т. 16, № 3. – С. 31–35. – DOI: 10.36724/2072-8735-2022-16-3-31-35.