

5 Вакуленко, С. П. Транспортные коммуникации на Ладожском озере в 1941–1944 гг. / С. П. Вакуленко, П. В. Куренков, А. В. Астафьев // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : Междунар. сб. науч. тр. / редкол. А. К. Головнич (гл. ред.) [и др.]. – Гомель: БелГУТ, 2021. – Вып. 3. – С. 37–41.

6 Дорога Победы // Телеканал «Звезда». – Режим доступа : <https://tvzvezda.ru/schedule/programs/202110694-IQrIW.html/20231121943-WDJbD.html?ysclid=lcwua4y2d6867672073>. – Дата доступа : 29.09.2023.

7 Куренков, П. В. Исторические аспекты транспортировки нефтеналивных грузов в период Великой Отечественной войны / П. В. Куренков, Е. А. Чеботарева, И. А. Солоп // Техник транспорта: образование и практика. – 2021. – Т. 2, № 4. – С. 447–453.

8 Куренков, П. В. Логистика перевозки нефтеналивных грузов: исторические аспекты полимодальных транспортных систем / П. В. Куренков, И. А. Солоп, Е. А. Чеботарева // Логистика. – 2021. – № 3. – С. 42–45.

9 Куренков, П. В. Полимодальная логистика перевозок нефтегрузов в цистернах по рельсам и по морю / П. В. Куренков, И. А. Солоп, Е. А. Чеботарева // Логистика – евразийский мост : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск : КрасГАУ, 2021. – С. 85–90.

10 Куренков, П. В. Полимодальная логистика перевозок нефтегрузов: исторический аспект / П. В. Куренков, И. А. Солоп, Е. А. Чеботарева // Транспорт в интеграционных процессах мировой экономики : материалы II Междунар. науч.-практ. онлайн-конф. Гомель, 29 апреля 2021 г. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 42–44.

S. P. VAKULENO, A. V. ASTAFIEV, P. V. KURENKOV, V. V. LAVRUS, A. A. ZACHAROV
ROLE OF THE SHLISSELBURG RAILWAY IN REMOVAL OF BLOCKADE LENINGRAD

It is told about a role of the railway Shlisselburg in maintenance by resources of Leningrad. Is submitted facts a material about the heroes – railwaymen ready to offer by self for the sake of life Leningraders and a victory USSR.

Получено 11.10.2023

ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. Вып. 5. Гомель, 2023

С. П. ВАКУЛЕНКО

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва,

А. К. ГОЛОВНИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

post-iuit@b.ru, golovnich_alex@mail.ru

ОБЪЕКТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

Определяется перечень объектов трехмерной железнодорожной станции, классифицированных по степени воспроизводимой детализации внешней формы и внутренней структуры. Все модельные формы исследуются на

предмет возможности реконструкции корректных с точки зрения физики процессов.

Полноценная и полноразмерная модель станции должна включать большое количество объектов, располагаемых на станционной территории. В общий перечень моделируемых форм входят объекты инфраструктуры (путевое развитие, здания, сооружения), подвижной состав, различные фоновые объекты (ограждения, зеленые насаждения, малые архитектурные формы), люди (пассажиры, работники станции, водители автомобилей и других транспортных средств, прохожие).

Для модели важна скорость изменения состояний моделируемых объектов – от статичных фоновых до высокодинамичных вагонов и локомотивов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Степени подвижности моделируемых объектов станции

Модельный железнодорожный путь представляет собой сложную систему конструкционно связанных устройств, которые постоянно испытывают ударные воздействия от подвижного состава, приводящие к деформациям и даже сдвигам отдельных участков (угон пути, изменения радиусов горизонтальных и вертикальных кривых). Рельсошпальная решётка как конструкция, воспринимающая нагрузку от движущегося подвижного состава, частично поглощает, частично передаёт её на балластную призму благодаря упругой контактной реакции рельса, шпалы, прокладки, подкладки и рельсового скрепления.

Несамоходный подвижной состав охватывает многочисленные типы грузовых, пассажирских и специальных вагонов. В конструкционном исполнении вагон представляет собой сложную систему элементов механического оборудования (грузовой вагон), теплотехнического комплекса автоматики, энергоснабжения, отопления, вентиляции, устройств обеспечения жизнедеятельности (пассажирский вагон). С учетом большого числа комплектующих, болтовых и заклёпочных соединений в вагоне насчитывается несколько тысяч элементов, которые при движении достаточно сложным образом взаимодействуют между собой, образуя многочисленные пары трения, жесткие и упругие связи, существенным образом влияющие на динамику движения вагона и состава поезда в целом.

Отсутствие или наличие груза в вагоне, его вес и распределение по площади пола вагона также являются значимыми условиями изменения скоростных и тормозных характеристик подвижного состава. Поэтому перевозимый в подвижном составе и складываемый на местах общего пользования груз также является объектом моделирования.

Поездная и маневровая работа на станции выполняется электровозами, тепловозами, а также специальными средствами, перемещающими вагоны при выполнении сортировочной работы и грузовых операций (лебедками, кабестанами, подвагонными толкателями, траверсными тележками, трансбордерами). Локомотивы являются основным средством, обеспечивающим движение вагонов по станционным путям посредством создаваемого тягового усилия. Для модели функционирующей станции важно разделять тяговую силу, инициируемую тепловозами от аналогичной, создаваемой электровозами. Дизельный двигатель тепловоза преобразует химическую энергию сгорания жидкого топлива в тепловую и механическую вращения колесных пар. Электродвигатели электровоза питаются через контактную сеть. Тип локомотива определенным образом формирует характер тяговых усилий, передаваемых на вагоны, железнодорожный путь и влияющих на состояние верхнего строения. Поэтому для модели взаимодействия подвижного состава и пути важно учитывать физические связи, образуемые в результате действия внешних (по отношению к подвижному составу и пути) сил, приводящих в движение локомотивы и вагоны. Возможно, в технологической модели станции не возникнет необходимость имитации всего процесса возникновения силы тяги, используя алгоритмическое описание физических явлений электромагнитной индукции или процессов сгорания топлива в двигателе.

Специальный подвижной состав разделяется на самоходный (автоматрисы, мотовозы, дрезины, путевые машины) и несамоходный, в котором отсутствует тяговый привод (вагоны пожарных, восстановительных, путеукладочных поездов). Этот тип подвижного состава выделяется в особую категорию модельных объектов, так как благодаря своим конструкционным особенностям и распределенной массе он приобретает определенные свойства, специфическим образом влияющие на динамику взаимодействия с другими вагонами и железнодорожным путем.

На территории станции проектируются многочисленные здания, имеющие технологическое, бытовое или иное назначение. В числе таких зданий следует указать пассажирское здание, посты дежурного по паркам, горки, электрической централизации, крытые складские помещения. Станционные сооружения включают открытые или крытые пассажирские платформы, эскалаторы, траволаторы, лифты, грузовые рампы и площадки, предельные и пикетные столбики, километровые столбы, информационные панели, напольные предупреждающие и направляющие указатели, мосты, тоннели, опоры контактной и осветительной сетей, устройства электро-, водо- и газо-снабжения, объекты транспортной мобильности для лиц с ограниченными физическими возможностями.

В модели станции здания и сооружения рассматриваются как *статичные объекты второго плана*, обеспечивающие целостность выполняемых технологических операций и общую реалистичность картины. Поэтому здания и сооружения станции не являются строго фиксированными модельными конструктивами, перенесенными в модель из общей базы компьютерных 3D-объектов, а проектируемыми в соответствии с конкретной проектной ситуацией. Эти объекты органично дополняют модельный образ станции несмотря на то, что не обладают внутренней структурой.

Все объекты, не несущие технологической нагрузки и располагаемые на территории железнодорожной станции, относятся к *объектам третьего плана* или антуражным (фоновым). Железнодорожные станции сооружаются в конкретной топографической обстановке, которая может содержать различные географические объекты (реки, озера, каньоны, возвышенности, горные хребты и пр.), относящиеся к природным формам фона. Станционная территория может прилегать или даже быть частью природного ландшафта, не используемого для площадки под путевую инфраструктуру. Для целей снего-, пылезадержания, формирования искусственных преград от песчаных бурь или по иным соображениям на территории станции могут высаживаться декоративные, крупные кусты и деревья. В модельном представлении фоновые объекты железнодорожной станции рассматриваются как строго статичные и неизменные формы, имеющие конкретную координатную привязку.

На территории железнодорожной станции могут располагаться объекты инфраструктуры, не принадлежащие станции (автомобильные дороги, переезды, внешние газо- и водопроводы, не имеющие потребителей на станции), представляющие собой искусственные формы фона. Эти объекты технологически не связаны с функционированием железнодорожной станции.

Реалистичная модель станции не может быть воссоздана без отображения субъектных форм в каком-либо виде. Если для грузовых и сортировочных станций возможна модельная реализация безлюдной технологии, когда все операции выполняются без участия человека, то пассажирская станция, предназначенная для обслуживания пассажиров, не может быть адекватно воспроизведена без представления самих пользователей такой важной транспортной услуги, как перевозка пассажиров.

Динамическая модель железнодорожной станции предполагает не только изображение условных графических подобий человека, но и визуальное конкретизированных сущностей, перемещающихся по станции (от вокзала на посадочную платформу, с поезда по некоторому маршруту на привокзальную площадь к остановочному пункту). Следовательно, необходимо отражать множество таких пассажиров, формируемых в пассажиропотоки, которые могут изменяться по интенсивности, разделяться и пересекаться между собой.

Однако для пассажирских станций, особенно в часы пик, невозможно и нецелесообразно воспроизводить всех модельных пассажиров, резко усложняющих модель. Поэтому должна быть принята стратегия разумного ком-

промисса между сложностью модели и достигаемыми целями технологического моделирования с высоким уровнем адекватности прототипирования всех станционных объектов. Кроме пассажиров следует рассматривать возможность отображения субъектных форм, представляющих собой работников станции, случайных прохожих, переходящих через мост, соединяющий два района города и др.

Внешнее подобие человеку всех субъектных форм в модели станции определяется как антропоморфная аналогия, когда с той или иной степенью погрешности воспроизводится внешний вид, а также поведение человека в образах соответствующих *антропоморфных объектов*. В зависимости от конкретной ситуации возможна различная степень детализации антропоморфов – от некоторого условного графического клише, внешне напоминающего форму человеческого тела, до индивидуализированного, аутентичного образа, фотографического качества черт лица и одежды, гендерных различий, воспроизведения образов взрослого и ребенка, пассажиров с ручной кладью, багажом и без них и пр. (рисунок 2).



Рисунок 2 – Антропоморфные образы пассажиров в модели станции:
a – условные; *б* – рекогнативные; *в* – ситуативные

Ситуативные антропоморфы наделяются поведенческими свойствами, обеспечивающими их целеориентированное перемещение по маршруту следования. При этом движение бихевиористических объектов в пространственно фиксированном потоке локализовано, т. е. сопровождается отслеживанием положения других антропоморфов, движущихся в зоне близких маршрутов, что при визуализации динамических процессов передвижения позволит не допускать столкновения идущих по пересекающимся путям и своевременно корректировать их собственные движения.

Компонентно-ориентированное моделирование позволит выполнить такие операции компьютерного репродуцирования, когда конструктивные элементы после сборки (локомотив, вагоны, груз, путь, пассажиры) начинают функционировать в определенных симбиотических ритмах, погашающих или, наоборот, приводящих к усилению процессных колебаний вплоть до резонансных частот, ослабляющих или увеличивающих взаимодействие отдельных модельных объектов, поддерживающих или нарушающих равновесные состояния общей системы. Синтез физических и технологических модельных операций на цифровой железнодорожной станции позволит вос-

произвести реалистичную по форме и корректную по содержанию общую динамическую картину процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Вакуленко, С. П. Основы проектирования трехмерных динамических моделей железнодорожных станций : учеб. / С. П. Вакуленко, А. К. Головнич. М. : УМЦ по образованию на ж. д. трансп., 2022. – 384 с.

2 Головнич, А. К. Антропоморфные объекты в 3D-моделях технологических процессов железнодорожных станций / А. К. Головнич // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. тр. – Гомель, БелГУТ, 2021. – Вып. 3. – С. 78–90.

3 Головнич, А. К. Детерминация понятия «цифровой двойник» в 3D-моделях железнодорожных станций / А. К. Головнич // Техник транспорта: образование и практика. – М. : УМЦ по образованию на ж. д. трансп., 2023. – С. 184–192.

S. P. VAKULENKO, A. K. GOLOVNICH

THE OBJECT CONTENT THE FUNCTIONAL A 3D-MODEL OF A RAILWAY STATION

The article defines a set of objects a three-dimensional railway station, classified according to the degree of reproducible detail the external shape and internal structure. All model forms are being investigated for the possibility of reconstructing processes that are correct from the point of view physics.

Получено: 15.10.2023

ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. Вып. 5. Гомель, 2023

УДК 654.6.4

С. П. ВАКУЛЕНКО, Ю. В. ПЕРЕСВЕТОВ

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

post-iuit@bk.ru

ЛОГИЧЕСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА ПОСТАВЩИКОВ ПРОДУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Рассматривается возможность использования нейронной сети для решения задачи выбора поставщиков продукции железнодорожного транспорта, которые характеризуются определенными качественными параметрами, принимающими значения из шкалы недетерминированных значений.