

чика-ричстакера определяется расчетом, приведенным в специальной литературе [1, 2].

Рекомендуется использовать приведенные здесь формулы, методы и математические модели для определения параметров контейнерных приграничных терминалов.

### **Заключение**

Производительность автопогрузчиков-ричстакеров, перегружающих контейнеры на приграничных таможенных терминалов из одного поезда в другой, зависит от расположения штабелей контейнеров на этих терминалах, числа поперечных проездов между штабелями и числа подач, на которые делит маршрутный поезд при подаче его под выгрузку на терминале.

Для увеличения производительности контейнерных погрузчиков на приграничных терминалах и соответственного сокращения времени разгрузки контейнеров из поезда в штабель число поперечных проездов по площадке между штабелями контейнеров следует принимать не менее 4–5 при подаче под выгрузку целого маршрутного поезда и 2–3 при разделении маршрута на 2–3 подачи.

Сокращение длины контейнерного терминала и погрузочно-разгрузочных путей на нем и деление маршрутных поездов на 2–3 группы вагонов обеспечивает сокращение суммарного времени простоя маршрутных поездов при грузовых операциях на

2–5 часов (в зависимости от числа частей, на которые будет разделен поезд для выгрузки), а также других технологических операциях, выполняемых с маршрутными контейнерными поездами на приграничных таможенных терминалах, которые при такой технологии могут частично выполняться параллельно с выгрузкой контейнеров на терминале.

Приведенные здесь формулы, методы и математические модели могут быть использованы для определения параметров контейнерных приграничных терминалов и размещения на них контейнеров. При этом расположение контейнеров на терминалах должно быть оптимизировано с учетом конкретных условий каждого отдельного терминала, хотя и может быть выполнено по одной и той же методике, изложенной в этой статье. Для каждой конфигурации контейнерной площадки на основании этого метода могут быть определены оптимальное число поперечных проездов по площадке, длина штабелей контейнеров между этими поездами и время разгрузки маршрутного контейнерного поезда.

### **Библиографический список**

1. **Склады** и грузовые терминалы / О. Б. Маликов. – СПб. : Бизнес-пресса, 2005. – 648 с.
2. **Транспортно-грузовые системы** / Н. П. Журавлев, О. Б. Маликов. – М. : Маршрут, 2006. – 366 с.

УДК 656.2

**А. Г. Котенко, К. Е. Ковалёв, А. Б. Васильев, Д. А. Кулигин, А. В. Решина**

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВИРТУАЛЬНОГО УЧАСТКА ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ НА БАЗЕ 3D-СИММУЛЯТОРА**

Предлагается описание модели виртуального участка высокоскоростного движения, рассматриваются ее возможности и пути дальнейшего развития. Представлена перспектива создания тренажера по организации движения поездов на базе модели.

высокоскоростное железнодорожное движение, виртуальное моделирование, визуализация работы.

## Введение

Виртуальная модель участка железной дороги предназначена для демонстрации оперативной работы дежурных по станции, поездных диспетчеров и машинистов электропоездов и обучения взаимодействию вышеперечисленных работников железных дорог в обычных условиях, а также во нестандартных и аварийных ситуациях.

Разработка модели виртуального участка высокоскоростного движения (далее МВУ ВСД) была вызвана необходимостью углублённого изучения аспектов управления эксплуатационной работой на скоростных и высокоскоростных магистралях. Новый подход предполагает развитие методов, технологий и материальной базы обучения, способствующих формированию инновационного мышления будущих специалистов, и выполнение современных требований ОАО «РЖД» к уровню подготовки оперативно-диспетчерского персонала дорог.

Реализация проекта позволит повысить уровень профессиональной компетентности, инициативности и технологической грамотности не только студентов, обучающихся по специальности «Эксплуатация железных дорог», но и работников дирекции управления движением поездов, повышающих квалификацию [1].

Обучение даёт навыки по подготовке маршрутов по приему, пропуску и отправлению поездов по станциям и участкам, навыки работы на сортировочной и участковых станциях, ведения технической документации и позволяет выявлять возможные виды ошибок, связанных с незнанием, забывчивостью и невнимательностью.

Наглядная демонстрация поездного положения и результатов действий оперативных работников позволит сформировать профессиональные представления более высокого уровня, основанные на знании правил работы персонала, анализе поездного положения, научит принимать решения в нестандартных ситуациях, покажет особенности различных видов взаимодействия.

Реализация модели виртуального участка высокоскоростного движения выполнена с помощью программного обеспечения *Trainz Simulator 2009* компании *Auran*. Программа предназначена для проектирования железных дорог и объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, управления движением поездов следующих должностных лиц: машиниста поезда, дежурного по станции и поездного диспетчера. Лицензионное соглашение, утверждённое фирмой-разработчиком, позволяет считать произведенный на основе вышеуказанной программы интеллектуальный продукт частной собственностью разработчика.

Проект предполагает создание полигона высокоскоростной магистрали с четырьмя пассажирскими станциями: Рабочая, Центральная, Западная, Почтовая, имитирующими оборот пассажирских составов, одной технической пассажирской станцией Восточная, обеспечивающей подготовку подвижного состава.

Схематический план полигона высокоскоростной магистрали составлен с учетом особенностей движения высокоскоростного транспорта на сети железных дорог Российской Федерации и применяемых устройств сигнализации, централизации и блокировки.

В схему путевого развития включены:

1. Обезличенное движение по всем путям и перегонам.
2. Четырёхзначная сигнализация для пологих стрелок 1/18 и 1/22.
3. Автоблокировка:
  - 3.1. Участок: Центральная – Западная и Рабочая – Восточная без проходных светофоров.
  - 3.2. Участок Рабочая – Центральная по путям 1 и 2 двусторонняя автоблокировка с проходными светофорами в правильном направлении, по пути 3 двусторонняя автоблокировка с проходными светофорами в обоих направлениях.
4. 28 проходных, 36 поездных и 3 маневровых светофора.
5. 8 тупиковых повторителей.
6. 31 стрелочный перевод.

По схематическому плану был осуществлен расчет длины участков пути на перегонах и станциях, ординат устройств пути и сигнализации на станциях. На его основе был создан условный участок местности с различными видами рельефа и естественными преградами (рис. 1).

Проектом предусмотрено движение поездов в черте городов, по малозаселенной местности, по железнодорожным мостам в местах пересечения с водными преградами и через туннели, проложенные в горном массиве. Полигон включает в себя три города. Цель его

создания – обеспечивать перевозку условных пассажиров и грузов по всей территории полигона.

В соответствии с действующими требованиями предусмотрено ограждение путей на перегонах, выполнены нормативы по устройствам кривых с учетом скоростей обращающихся по участку поездов и прочие требования к укладке путей; полигон оснащен контактной сетью постоянного тока (рис. 2).

Разработан и реализован городской ландшафт, включающий в себя железнодорожные станции и объекты инфраструктуры.

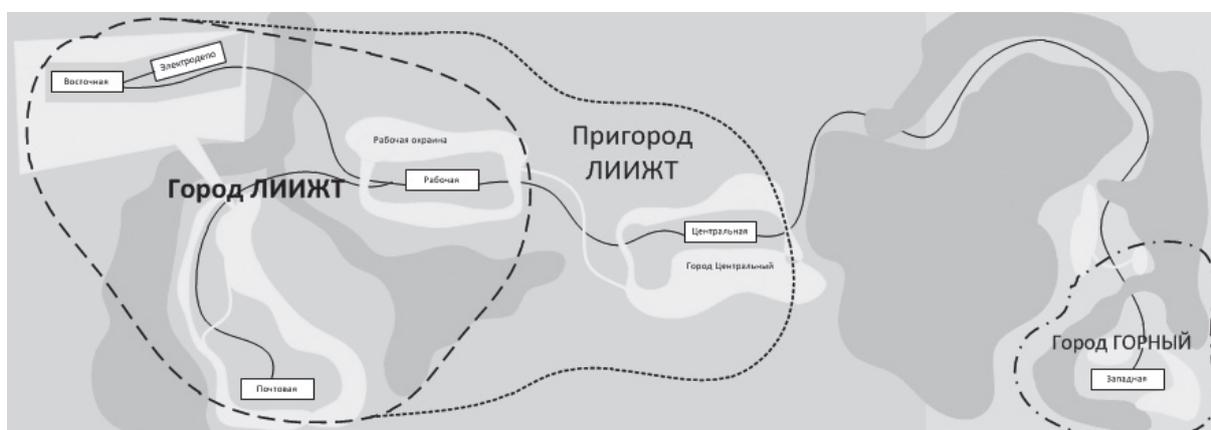


Рис. 1. Рельеф местности полигона железной дороги



Рис. 2. Реализация путевого развития полигона дороги

Станции Восточная, Рабочая и Западная оборудованы пассажирскими устройствами, станция Центральная – пересадочным транспортным узлом (рис. 3), имитирующим работу по обслуживанию пассажиров и организацию их пересадки на другие виды транспорта.

На станции Восточная расположено электродепо, предназначенное для условного обслуживания подвижного состава (рис. 4, а, б).

С целью наиболее полной имитации реальных условий эксплуатационной работы, а именно осуществления движения поездов с различными диапазонами скоростей, на разработанном участке организовано движение нескольких категорий пассажирских поездов (рис. 5).

На полигоне дороги использован современный отечественный подвижной состав (см. табл.).

Главным преимуществом проекта является возможность использования собствен-

ных моделей подвижного состава и прочих объектов железнодорожного транспорта.

На полигоне имеется возможность управления движением поездов непосредственно вручную, в роли машиниста, либо по заранее заданному алгоритму с функцией автоведения.

Режим «свободной» камеры позволяет установить наблюдение за объектами полигона и передать необходимую информацию на рабочие места. Это дает возможность обратить внимание на неправильные действия работников и их последствия; контролировать поездное положение, показания светофоров, скорость поездов; оперативно вмешиваться в управление движением поездов.

В соответствии с [2] участок был оборудован сигнализацией. Разработан нормативный график движения.

Использование созданного полигона в качестве тренажера предполагает постепенное нарастание сложности выполняемых учащимися упражнений, введение новых задач.



Рис. 3. Пересадочный транспортный узел ст. Центральная

а)



б)



Рис. 4. Ст. Восточная:  
а – пассажирская платформа; б – электродепо

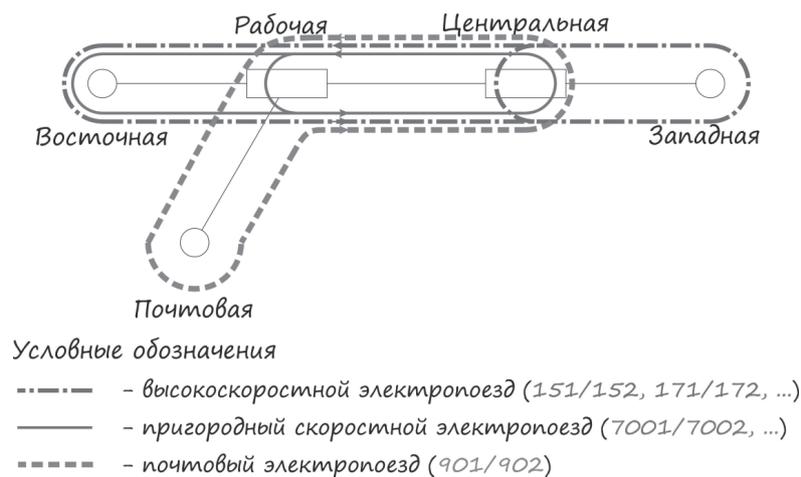


Рис. 5. Схема участков обращения поездов

ТАБЛИЦА. Подвижной состав

Категории пассажирских поездов	Участок обращения	Тип подвижного состава
Высоко-скоростные электропоезда дальнего следования	Восточная – Западная, Центральная – Западная	
Пригородные и скоростные пригородные электропоезда	Восточная – Центральная	
Почтовый поезд	Почтовая – Центральная	

Благодаря разработке модели участка высокоскоростного движения на базе 3D-симулятора на полигоне МВУ ВСД возможна отработка действий дежурных по станции в следующих нестандартных ситуациях:

- обрыв тормозной магистрали поезда;
- нарушение графика движения поездов;
- работа по ликвидации последствий крушений, аварий и схода подвижного состава;
- осложненная поездная обстановка;
- сход подвижного состава;

- остановка поезда на перегоне с угрозой схода подвижного состава в сторону станции отправления;
- закрытие устройств СЦБ для производства ремонтных работ;
- внезапное повреждение устройств и контактной сети, отсутствие электротока в контактной сети;
- пропуск пассажирских поездов по участку, не предусмотренному расписанием движения;
- поезд, следующий на станцию с перегона, имеющий затяжной спуск, потерял управление тормозами.

## Заключение

Создание на базе разработанной модели тренажера по организации движения поездов позволит перейти на новый уровень обеспечения учебного процесса. Дальнейшее совершенствование модели предполагает создание мест дежурных по станции и поездного диспетчера, необходимых органов управления и коммутации.

УДК 624.04

**А. А. Мунгин**

Петербургский государственный университет путей сообщения

## НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СТАНДАРТНЫМ ИСПЫТАНИЯМ НА ОСЕВОЕ СЖАТИЕ ОБРАЗЦОВ ИЗ ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ

Показана необходимость корректировки современных методик для определения прочностных характеристик хрупких материалов при осевом сжатии из-за реализации в образце, в момент испытания объемного напряженного состояния, а не линейного.

Приведенные результаты испытаний образцов с различным отношением высоты к поперечному размеру выявляют снижение «упрочняющего» эффекта по мере увеличения высоты образцов.

Предлагается создать образец универсальной формы, при испытаниях которого условия контакта с опорными плитами пресса не влияли бы на его грузоподъемность. В образце такой формы должно реализовываться линейное напряженное состояние вплоть до разрушения материала. Показаны некоторые возможные варианты таких образцов.

осевое сжатие, объемное напряженное состояние, линейное напряженное состояние, прочностные характеристики хрупких материалов, образцы с различным отношением высоты к поперечному размеру.

Такой подход к введению в эксплуатацию существующих и вновь разрабатываемых станций на сети дорог дает возможность демонстрации путевого развития и объектов инфраструктуры с учетом рельефа местности. Возможно создание тренажеров для уже действующих станций в целях подготовки или повышения квалификации персонала. Анализ путевого развития при использовании данной программы позволит выявить наиболее опасные места в случаях отказа систем, крушений и актов терроризма. С точки зрения экономики и эффективности проект является весьма доступным для внедрения, поможет предотвратить случаи брака в работе, связанные с человеческим фактором.

## Библиографический список

1. **Концепция** инновационного развития Учебного центра управления перевозками / А. Г. Котенко, В. И. Бадах, С. В. Ракчеев. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011. – 17 с.
2. **Инструкция** по сигнализации на железных дорогах РФ (ИСИ) : утв. МПС РФ 26.05.2000, № ЦРБ-756. – М., 2000. – 159 с.