

ТРЕХМЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ ТРЕНАЖЕРА – СИМУЛЯТОРА УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

А. В. Меркулов, А. И. Годяев

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения»

Тренажеры, предназначенные для обучения и повышения квалификации оперативно-управленческого персонала службы перевозок и электромехаников СЦБ, активно используются в лабораториях ДВГУПС, ИрГУПС и в передвижных вагонах-тренажерах ДВЖД. Они реализованы в виде учебно-тренировочных центров и основаны на имитационном моделировании железнодорожного участка, оснащенного современными системами СЦБ. Тренажер дежурного по станции (ДСП) обеспечивает управление движением поездов по виртуальной станции и прилегающим к ней участкам железной дороги, отвечает всем требованиям функционирования устройств СЦБ, создает нестандартные ситуации и отказы устройств. Средства дистанционного управления работой станций и отображения поездных ситуаций с формированием графиков движения поездов вошли в состав тренажера ДНЦ [3]. На рис. 1 представлен фрагмент тренажера ДСП и ДНЦ.

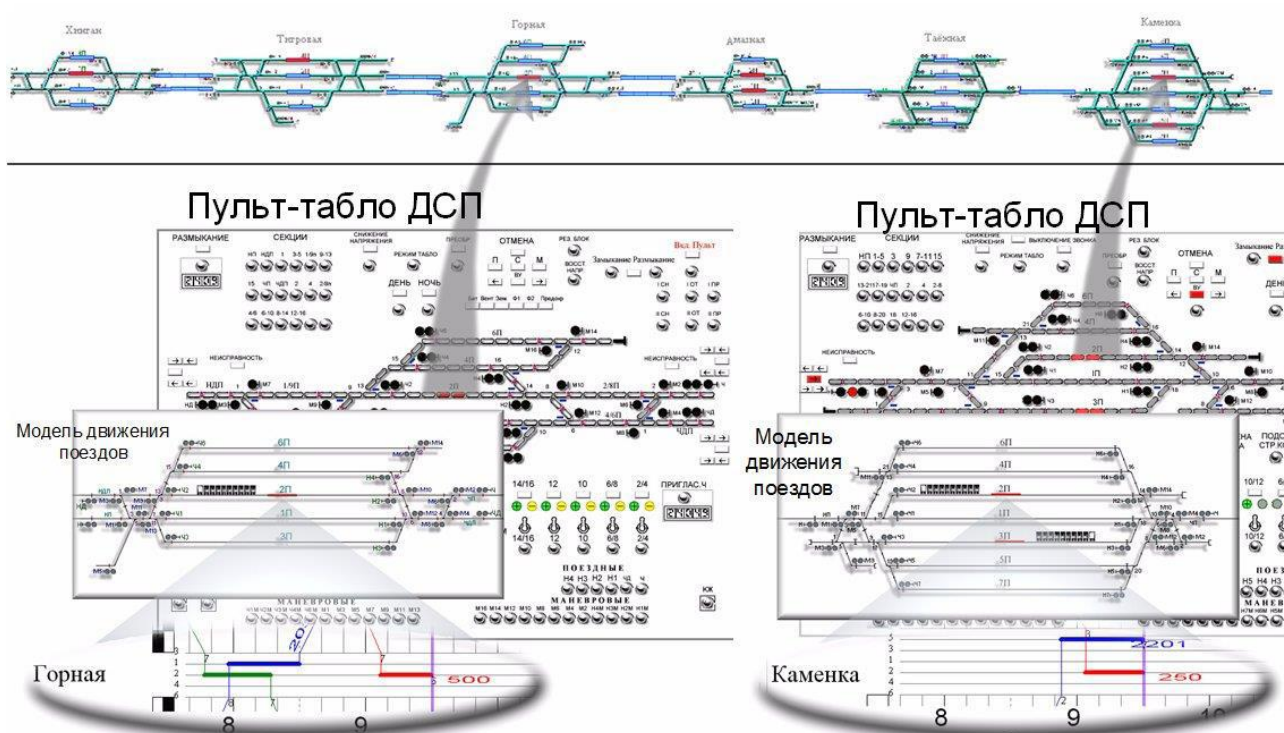


Рис. 1. Схема взаимодействия модели станций с графиком движения поездов

Сложность имитационных моделей обусловлена высокой технической оснащенностью железных дорог системами железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) и многоуровневой технологией управления. Несмотря на все затруднения, возникающие на этапе разработки моделей таких систем, конечный результат полностью окупается. Это связано с радикальным усложнением самих систем ЖАТ и стоящими перед ними задачами обеспечения безопасности перевозочного процесса. Кроме того, повышаются требования к технологии оперативного управления, направленные, в конечном счете, на рост эффективности использования перевозочных ресурсов, повышение качества планирования и принятия решений оперативным персоналом.

Разработанные имитационные модели позволяют осуществлять подготовку специалистов методом проведения в лабораторных условиях деловой игры на симуляторах реальных действующих устройств. Отрабатывать навыки поведения персонала в нестандартных ситуациях в условиях реального производственного процесса не представляется возможным, т.к. даже мелкий отказ грозит превратиться в неразрешимую проблему, а цена ошибок оперативного персонала при работе со сложным технологическим оборудованием многократно возрастает. Поэтому использование

тренажеров открывает практически неограниченные возможности для подготовки высококвалифицированного эксплуатационного и оперативно-технического персонала.

Другим важным аспектом замены реального оборудования имитационными моделями является возможность изучения систем с помощью постановки экспериментов и, на основе полученных результатов, формирования баз данных и баз знаний. На моделях можно проводить исследования поведения устройств в стандартных и нестандартных ситуациях; всесторонне проанализировать функциональные возможности, заложенные на этапе проектирования; выявить показатели безопасности, оценить целесообразность и последовательность модернизации действующих устройств; дать практические рекомендации по их дальнейшей эксплуатации. Моделирование позволяет выработать оптимальные технические и эксплуатационные параметры как проектируемых, так и находящихся в эксплуатации систем.

Процесс подготовки данных сложной имитационной модели – наиболее трудоемкий этап разработки тренажеров [4]. Значительных затрат времени требует формирование искусственного мира виртуальной железной дороги, моделирование подвижных объектов, элементов оборудования. Чем больше подсистем входит в модель инфраструктуры, тем сложнее поддерживать иерархию объектов, их взаимосвязь и взаимозависимость.

Задача, поставленная в данной работе, сводится к переводу тренажера в визуализированный трехмерный симулятор. Для ее реализации необходимо создать трехмерные модели виртуального мира – путевое развитие, объекты электрической централизации, аппарат управления, подвижные единицы, элементы инфраструктуры и ландшафта. При решении данной задачи на первый план встает технология автоматизации процесса подготовки данных, а также основные вопросы построения моделей трехмерных объектов, предназначенных для использования в тренажерных системах.

Основная концепция автоматизированного проектирования искусственного мира имитационной модели – это создание многослойной связанной структуры средствами AutoCAD [1]. Объектная модель AutoCAD облегчает взаимодействие с системой имитационного моделирования благодаря архитектуре OLE (Object Linking and Embedding), модели COM (Component Object Model) и наличию библиотек типов (Type Libraries). Слои позволяют обеспечить иерархическую связанность всех компонентов проекта, гибко манипулировать сложностью и производительностью симулятора. В зависимости от выбранных целей имитации и от поставленных в них задач, в процессе моделирования могут участвовать только некоторые слои и лишь та часть структуры, которая определяется рациональностью её использования при реализации текущей модели с заданной точностью выполнения вычислений. На рис. 2 приведен фрагмент многослойной структуры, связанной с формированием ландшафта модели на основе топографической карты и карты высот.



Рис. 2. Механизм формирования ландшафта на основе карты высот

Немаловажную роль играет выбор средств трехмерного моделирования, а также реализация способов импорта и визуализации объектов. Очевидными преимуществами над широким разнообразием средств моделирования трехмерной графики и анимации обладает программа 3D studio MAX. Это профессиональный программный пакет, предназначенный для полноценной работы с 3D-графикой. Он

содержит мощный инструментарий не только для непосредственного трехмерного моделирования, но и для создания качественной анимации. Благодаря возможности импорта объектов, созданных с помощью 3D studio MAX, симулятор получает трехмерные элементы пути, с помощью которых строится всё путевое развитие участка (рис. 3, а). В распоряжение ДСП – виртуальный пульт-табло (рис. 3, б). Трехмерные модели подвижных единиц представляют собой составные объекты с множеством элементов (рис. 3, в). Они достаточно сложные и ресурсоемкие для визуализации. Для каркасных объектов, созданных полигональным способом, постоянно присутствует компромисс между деталями и скоростью визуализации. Объекты могут насчитывать от нескольких сотен до тысяч полигонов (рис. 3, г). Высокополигональная модель со слишком сложной геометрией может затормозить расчет в реальном времени так, что скорость смены кадров упадет, иллюзия настоящего движения будет нарушена, а отклик на события будет иметь недопустимую задержку. Эта проблема касается и объектов с чрезмерно громоздкими картами изображений и текстурами. Для оптимизации моделей производится упрощение каркаса и текстур, кроме того применяются специальные сглаживающие модификаторы (рис. 3, д).

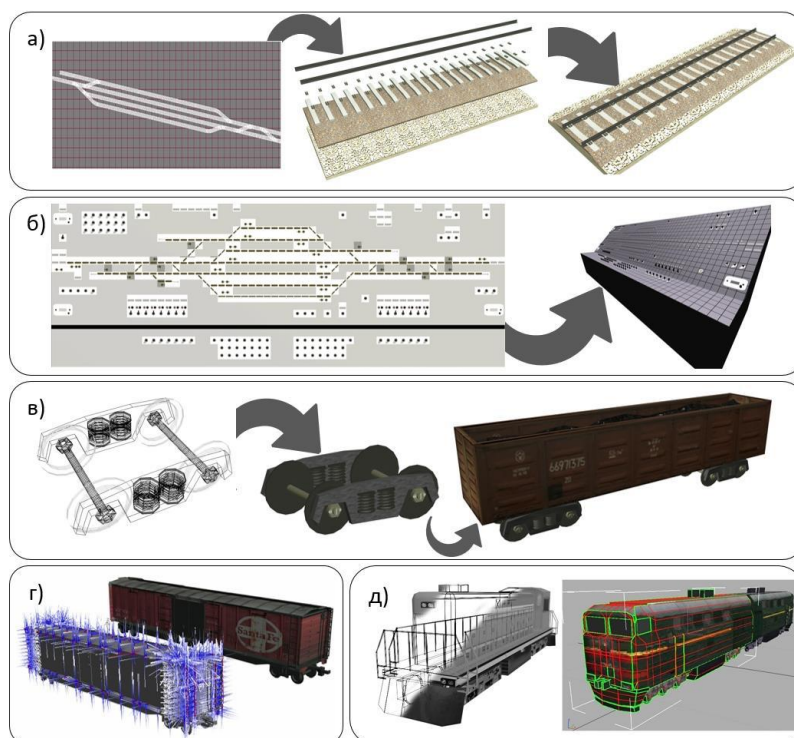


Рис. 3. Формирование трехмерных объектов пути (а), пульт-табло (б), составного объекта (в), определение нормалей объекта (г), применение сглаживающих модификаторов (д)

Моделирование с использованием трехмерных объектов предъявляет повышенные требования к аппаратной части компьютера. В зависимости от возможностей графического процессора, показатель быстродействия может не соответствовать масштабу времени моделируемых процессов. Одним из методов оптимизации непрерывного моделирования является использование функции уровня детализации. Его удобно применять, когда один и тот же трехмерный объект находится то очень близко к камере, то далеко от нее. Функция уровня детализации заключается в задании разных разрешений для одной и той же модели, причем эти разрешения гибко подгружаются по мере того, как объект то приближается к камере, то удаляется от нее.

Трехмерное моделирование дает возможность разрабатывать не только виртуальные тренажеры для станций и участков. Разработка графического интерфейса, основанного на трехмерных объектах и алгоритмах взаимодействия с ними, позволяет детально воспроизводить любые элементы железнодорожной автоматики и телемеханики, создавать трехмерные сцены, демонстрирующие работу приборов и устройств. Объединение технологий многослойного проектирования и трехмерной визуализации, методов реализации логики устройств управления и блокировки, связанной кинематики и динамических расчетов, - всё это дает возможность синтезировать виртуальную реальность инфраструктуры железнодорожного транспорта [2].

Математические и имитационные модели носят больше научно-исследовательский, чем образовательный характер. Тем не менее, они гораздо «глубже» традиционных обучающих программ.

Они способны создать условия и эффект присутствия обучаемого, дать ему возможность управлять процессом и чувствовать свою ответственность, способность и необходимость принимать оперативные решения. Имитационные и ситуационные модели могут иметь средства рейтинговой оценки, интеллектуальные средства анализа и оценки действий и принятых решений, а, следовательно, могут рассматриваться как системы оценки уровня готовности специалиста.

Роль разработанного визуализированного трехмерного железнодорожного симулятора ещё более возрастает в связи с тем, что существующие железнодорожные симуляторы, разработанные авторитетными мировыми производителями (Microsoft Train Simulator, Railroad Tycoon), не отвечают специфике работы отечественных систем СЦБ, не реализованы для реальных участков железных дорог РФ и не обеспечивают работу с реальным оборудованием в условиях учебных лабораторий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жарков Н.В. Полное руководство по системе автоматизированного проектирования AutoCAD / Н.В. Жарков. – М. : Наука и Техника, 2013.
2. Меркулов А.В., Годяев А.И. Некоторые аспекты имитационного моделирования инфраструктуры железнодорожного участка / А.В. Меркулов, А.И. Годяев // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2015. – №4(39). – С. 109–116.
3. Меркулов А.В. Программно-аппаратный комплекс для учебно-тренировочного центра / А.В. Меркулов // Автоматика, связь, информатика. – 2002. – №7. – С. 21–22.
4. Меркулов А.В. Имитационное моделирование работы станции : монография. – Хабаровск : ДВГУПС, 2012. – 186 с.

Инновации в системах обеспечения движения поездов 19-20 мая 2016 года

https://www.samgups.ru/science/uchenomu/konferentsii-i-granty/files/2017/%D0%98%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8_2016.pdf