

ВОЗМОЖНОСТИ 3D-МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С РЕКОНСТРУКЦИЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А. К. ГОЛОВНИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время вычислительные возможности современных компьютеров позволяют рассчитывать многочисленные эффекты взаимодействия объектов сложных технических систем. Становится возможной реалистичная имитация различных процессов на наглядных трехмерных моделях. Изменение состояний модельных объектов воспринимается как отражение реальных процессов, происходящих в функционирующих технических системах. С этих позиций моделирование работы железнодорожной станции рассматривается как эффективный способ расчета и прогнозирования состояния объектов в процессе выполнения технологических операций, а также возникновения и развития негативных и опасных эффектов. Выбор исходных состояний объектов системы, потенциально приводящих к сложным технологическим ситуациям, можно многократно «проигрывать» на экране дисплея, сокращая и ускоряя таймер модели, масштабно детализируя поверхности взаимодействующих объектов, снимая с виртуальных датчиков показания достигаемых напряжений и деформаций. Однако многие модельные процессы оказываются достоверными лишь в расчетной точке или в некоторой малой временной окрестности.

Развитие отдельных процессов, обеспеченных взаимодействием большого количества объектов с различными характеристиками (вагоны широкого ряда типов, загруженные определенными грузами, уникальная топология путей инфраструктуры каждой станции), приводит к необходимости верификации достигаемых состояний. Позиционирование 3D-станции как инструмента прогнозирования состояний станционных объектов предполагает наличие определенного механизма оценки достоверности достигаемых модельных позиций. Если в начальный момент запуска модели станции полностью определены положения и состояния объектов подвижного состава и пути, то в соответствии с принятыми правилами модельного мира, соответствующими реальным законам физики и требованиям технологии, виртуальная станция через некоторое время переходит в новое состояние с новыми позициями модельных объектов. При этом важно, чтобы модельный переход был адекватен процессам на реальной станции с таким же исходным состоянием объектов. Механизм верификации должен контролировать развитие отдельных процессов в соответствии с некоторым эталоном. Если через определенное время модельная реконструкция отклоняется от эталона на значение, большее допустимого, то производится корректировка модельных процессов с обеспечением функционирования 3D-станции в пространстве верифицированных состояний.

Воспроизведение реальных процессов в динамической модели сопряжено с проблемами моделирования влияний и следствий действия физических законов. Реализация подобной модели представляется как актуальная, но достаточно сложная задача исследования динамики контактного взаимодействия деформируемых твердых тел.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ В МЕЖДУНАРОДНОМ СООБЩЕНИИ КАК ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА

А. К. ГОЛОВНИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В. А. ПАДАЛИЦА

СООО «Трансрейл-БЧ», г. Минск, Республика Беларусь

Глобализация мировой экономики предопределяет неуклонный рост товаропотоков между регионами производства товаров (страны Юго-Восточной Азии) и регионами их потребления (страны

Западной Европы). Ежегодный объём контейнеризованного товарооборота превышает 22 млн ДФЭ. При этом по сухопутному Евразийскому железнодорожному коридору перевозится менее 1 % от этого объёма, тогда как пропускные и перерабатывающие способности коридора позволяют по теоретическим оценкам экспертов перевозить около 5 %. Исходя из этого правительство Китая выдвинуло инициативу «Один пояс – один путь», важной целевой задачей которой является повышение конкурентоспособности Евразийского железнодорожного коридора. Эту инициативу поддержали правительства стран, по которым пролегает данный коридор, включая Республику Беларусь.

В результате общих усилий в последние годы происходит существенный рост количества контейнерных поездов в сообщении Китай – Европа – Китай. Однако достичь намеченных результатов по переключению определённой части товаропотоков (до 5 % от общего товарооборота) из морских и авиационных маршрутов на железнодорожные коридоры пока не удаётся из-за недостаточного качества сервисов. Это проявляется в имеющихся случаях задержки в пути следования как одиночных контейнеров, так и целых составов контейнерных поездов на несколько суток. Не редки случаи образования заторов на пограничных станциях. Такие случаи влекут за собой срыв плановых сроков доставки товаров, несохранность перевозок и т. д.

Одной из основных причин названных негативных факторов является, по мнению авторов, слабая координация действий многочисленных участников транспортно-логистических процессов на железнодорожных коридорах в части использования имеющихся ресурсов инфраструктуры, транспортных средств и т. д.

Одним из эффективных методов решения названных проблем в современных условиях цифровизации экономики и социальной сферы является создание цифровой модели железнодорожного коридора. Такая модель позволит определить общие, наиболее полные условия эффективного обслуживания поездопотоков в некоторой модельной реконструкции. Конструкторская среда модели транспортного коридора может воссоздать динамическую картину перемещения грузопотока с фиксацией контрольных параметров, анализом создающихся оперативных ситуаций и возможной реконструкцией альтернативных технологических и управляющих решений. Разработка адаптивной модельной среды потребует использования сложных, настраиваемых алгоритмов, обладающих достаточной достоверностью своей реализации. В этом отношении следует рассмотреть возможность создания информационно-советующей системы, накапливающей в базе данных характеристики прошедших и текущих состояний объектов инфраструктуры, подвижного состава и других используемых ресурсов, необходимых для освоения заданного объёма грузопотока.

Модельная реконструкция технологических процессов должна быть обязательно связанной от начального до конечного пункта в продвижении потока по транспортному коридору. По сути, рассматривая некоторую отрезочную модельную инсталляцию, мы существенно утрируем условия на границах участка моделирования, усредняя их и принимая значения с заведомо неточными характеристиками. Виртуальная конструкция всей системы обеспечения перевозок по транспортному коридору вместе с грузопотоком рассматривается как полный цифровой аналог реальной структуры элементов обслуживающей и обслуживаемой подсистем, который позволит сформировать динамическую прототипирующую реконструкцию, воспроизводящую процессы обработки поездопотоков на всём маршруте следования по международному транспортному коридору.

Адаптивная схема развития модельных процессов с возможностью корректировки условий обработки потока, изменений значений его характеристик существенно расширяет потенциал модельной реконструкции. Определяются точки входа в динамическую модель, где информационная среда принимает корректировочные позиции управляющего органа и формирует новый расчётный пакет, имитирующий перемещение поездов по маршруту следования. При этом прогнозируется состояние всех элементов модельной системы. Съём информации можно осуществлять с любой точки объектов моделирующей структуры, анализировать достигаемые показатели и оптимизировать транспортный процесс, проводя соответствующие команды управляющим органом. Моделирование прогнозного состояния системы в соответствии с реальной обстановкой позволит эффективно управлять поездопотоком с внесением соответствующих коррективов в модель и в принятие оперативных решений.

Модельная реконструкция процессов обслуживания поездопотоков при проследовании по международному транспортному коридору может служить поисковым инструментом для определения рациональных режимов взаимодействия отдельных подсистем, эффективных схем формирования поездов по назначениям вагонов и контейнеров. Накопление базы модельных вариантов пропуска потока по транспортному коридору с сохранением аналитических выводов и рекомендаций позво-

лит получить эвристическую оболочку интеллектуальной среды, советующей ЛПР рассмотреть в данной ситуации конкретное управляющее воздействие, способствующее достижению более высокого значения определенного запланированного критерия. Широкий спектр расчётных процедур, ориентированных на получение максимальных значений частичных или комплексного критериев, позволит расширить сферу применения информационно-советующей среды, позволяя решать задачи не только оперативного, но и планового характера. При возрастании объемов перевозок на транспортном коридоре моделирование соответствующих процессов поможет установить определенные узкие места и укажет на необходимость инфраструктурного развития линий и узловых пунктов передачи потока.

С этих позиций модельный образ всей технико-технологической системы обеспечения перевозок по транспортному коридору можно рассматривать как цифровой «слепок» реального процесса обслуживания поездопотоков, эрзацаналог формирующегося состояния транспортно-логистической структуры данного международного коридора. Виртуальная схематика такого дубля может рассматриваться как специальная цифровая среда, в которой может «выращиваться» и реализовываться реальная динамическая картина происходящих процессов на железнодорожных направлениях, станциях, пунктах погрузки, выгрузки, передачи и перевалки внешнеторгового грузопотока. Таким образом, речь идет о создании цифрового реконструктора, продуцирующего состояния транспортно-логистической системы обслуживания поездопотоков на международных коридорах в адекватных виртуальных структурах. Эффективным способом представления таких конечных информационных рекомбинаций может быть 3D-образ, наглядно и однозначно имитирующий состояния объектов инфраструктуры и подвижного состава. Полноценная трехмерная инсталляция всего транспортного коридора сможет дублировать реальные существующие объектные конструкции, несколько опережая их по времени модельного создания. Сохранение в модели технологической целостности и точности воспроизведения процессов, протекающих на транспортном коридоре с адаптацией виртуальной реконструкции под изменяющиеся условия оперативной обстановки, позволит получить адекватный реальности аналог, сколь угодно близко подобный визуально и структурно существующей транспортно-логистической системе международного коридора. Охват значительной территории в экранном представлении обеспечивается масштабированием всего модельного пространства. При этом можно отслеживать крупные структурные оппозиции (пути следования потока, занятость путей станции) при полном или частичном охвате модельного образа транспортного коридора или визуализировать состояние конкретных узлов (фронтов перевалки, приемоотправочных путей с работой по перецепке групп и др.). Уровень детализации определяется решаемой задачей на модели транспортно-логистической системы. При этом виртуальный образ остается единым, динамически изменяемым в соответствии реальной ситуацией.

Переход на модельные структуры цифровых коридоров, имитирующих полное логистическое сопровождение грузов с реконструкцией технологии пропуска и переработки потоков в пути следования позволит воспроизводить реальные транспортные процессы. Таким образом, возможно информационное прототипирование всей технико-технологической структуры транспортного обслуживания благодаря применению специальной программной среды, адаптируемой под конкретные условия перевозки (маршрута следования, объёмов и наименования грузов, райдера отправителей и получателей и др.). Информационная среда цифрового транспортного коридора может стать основой для системы оперативного управления перевозками в международном сообщении с возможностью расчёта планируемых показателей, изменения плана работы и др. Прогнозирование дальнейшего увеличения объемов перевозок на транспортных коридорах при реконструкции процессов на цифровых моделях укажет на узкие места в системе продвижения грузопотоков и позволит подготовить транспортную сеть, заблаговременно развивая инфраструктуру и другие возможности.

Важно отметить, что подобный программно-управляющий комплекс можно использовать и для разработки схем эффективного обслуживания пассажиров, перевозимых в международном сообщении по транспортным коридорам.

Цифровые модели могут стать инструментарием для разработки следующих систем:

- 1) маркетингового поиска и прогнозирования потенциальной грузовой базы для организации контейнерных поездов;
- 2) долгосрочного планирования перевозок грузов в составах контейнерных поездов на основе требований грузовладельцев и с учётом имеющихся ресурсов железнодорожной инфраструктуры, персонала и транспортных средств;

3) разработки нормативно-технологических документов: плана формирования поездов, графика движения поездов и технических норм эксплуатационной работы;

4) разработки среднесрочных и текущих планов эксплуатационной работы транспортного коридора в целом;

5) подсистемы геоинформационного мониторинга и информирования о ходе перевозок на основе использования средств автоматической дистанционной идентификации транспортных средств и товаров, технологий Интернета Вещей (IoT);

б) подсистемы контроля и анализа выполнения планов контейнерных перевозок в сообщении Китай – Европа – Китай, включая исполнение расписаний движения контейнерных поездов.

УДК 656.225:004

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ ТРАНСПОРТА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ГРУЗОВ НА ВЕЛИКОМ ШЁЛКОВОМ ПУТИ

А. К. ГОЛОВНИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

К. А. ХОДЖАНЕПЕСОВ

Туркменский государственный институт транспорта и связи, г. Ашхабад

Разработка эффективных маршрутов перевозки грузов широкой номенклатуры с использованием международных транспортных коридоров Великого Шёлкового пути представляет собой достаточно важную экономическую задачу в условиях повышения эффективности работы транспортной системы. При этом необходимо учитывать изменяющиеся потребности клиентов в товарах, заключаемые новые международные договоры, колебания цен на товары и транспортные услуги, оценивать различные варианты перевозок, прогнозируя развитие или сокращение объемов перевозок. Существенное значение имеет определение пунктов перегрузки, объемов передачи грузов по прямому варианту, выбор операторов подвижного состава и экспедиторов. Расстояние между отправителями и получателями грузов – не менее 3–4 тыс. км. Поэтому определяющими условиями являются соблюдение сроков доставки грузов, минимизация времени их нахождения в пути следования, сокращение непроизводительных простоев в ожидании перегрузки и хранения на складах терминалов логистических центров.

Географическое положение Туркменистана дает определенные экономические преимущества благодаря пересечению нескольких международных коридоров Великого Шёлкового пути на его территории. Железнодорожное сообщение и морские порты Каспийского моря формируют важные грузовые маршруты, использование которых может усилить роль железнодорожного и морского транспорта Туркменистана на внешнем рынке транспортных услуг.

Моделирование схем доставки грузов с возможностью задания критерия оценки рассчитываемых вариантов позволит проводить многоцелевую оптимизацию. Загрузка маршрутов Великого Шёлкового пути в расчётных моделях до уровня наличной пропускной способности линий и опорных пунктов различных видов транспорта будет способствовать восстановлению роли исторического торгового пути, объединившего в прошлом народы Азии и Европы.

Критериальная оценка схем доставки грузов с учетом указанных условий и разработка соответствующих информационных моделей поможет выработать стратегию дальнейшего развития транспортных узлов Туркменистана, определить план этапной реконструкции железнодорожных станций, портов, отдельных перегрузочных комплексов. Развертывание данной модели во времени, воспроизведение функциональной структуры всей логистической цепи обслуживания грузопотоков в международном сообщении позволит получить эффективный инструмент прогнозирования транспортных потоков. Репродуцирование реальных технологических операций на маршрутах продвижения грузов будет способствовать оптимизации работы железнодорожных станций с выделением приоритетных формирований поездов. Информационная модель взаимодействия различных видов транспорта на международных коридорах Великого Шёлкового пути может рассматриваться как важная подсистема общего механизма долгосрочного планирования работы транспортной сети.