

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Д.В. Седых, М.Н. Василенко, Д.В. Зуев, С.В. Салихов (ФГБОУ ВО ПГУПС)

Сформулированы особенности проектирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. Рассмотрены особенности утвержденного в ОАО «РЖД» отраслевого формата технической документации (ОФ ТД). Показано, что для проектирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики в соответствии с ОФ ТД требуются специализированные средства автоматизированного проектирования. Описаны особенности и возможности отечественного редактора автоматизированной графики АвтоГраф, позволяющего выполнять автоматизированное проектирование в визуальном режиме, одновременно формируя модель проектируемой системы и ее графическое представление.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, электронный документооборот, отраслевой формат технической документации, устройства железнодорожной автоматики и телемеханики.

Проектирование устройств железнодорожной автоматики и телемеханики

Рассмотрим процесс проектирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, которые непосредственно отвечают за безопасность движения на железных дорогах. К таким устройствам предъявляется множество требований, связанных с обеспечением безопасности движения. Процесс проектирования этих устройств имеет ряд технологических особенностей.

Проект систем железнодорожной автоматики и телемеханики представляет собой два больших раздела: напольные устройства и постовые устройства. Напольные устройства или напольное технологическое оборудование (НТО) — это устройства, расположенные непосредственно у железнодорожных путей (стрелки, светофоры, всевозможные датчики, релейные шкафы, оборудование железнодорожных переездов и др.) и предназначенные для выполнения команд систем управления движением поездов. Постовые устройства — это устройства, расположенные в помещениях (Пост ЭЦ, транспортабельные модули и т.д.), которые непосредственно контролируют и управляют напольными устройствами.

К документам НТО относятся следующие чертежи:

1) схематический план станции (одноточная схема станции с нанесенными стрелками, светофорами и наименованиями участков путей). На стадии проектирования схематического плана станция разбивается на участки контроля подвижных единиц (секции);

2) таблица взаимозависимостей стрелок, сигналов и маршрутов (таблица, в которой указаны все возможные поездные и маневровые маршрутные передвижения, все враждебные маршруты и другие условия безопасного передвижения поездов на станции, показания поездных светофоров для различных маршрутов, параметры работы сигнализации на переездах и пешеходных переходах);

3) двухниточный план станции (чертеж, на котором показаны оба рельса путей, датчики и устройства, подключаемые к рельсам, устройства, располагаемые в непосредственной близости к путям и др.);

4) схема канализации тягового тока (чертеж, на котором условно показано, как обратный тяговый ток будет проходить по рельсам и соединителям между рельсами и тяговой подстанцией).

5) схема кабельной сети (чертеж, на котором показаны все напольные устройства и кабели, соединяющие их между собой и с постовыми устройствами).

Выполнение проекта предполагает сквозной процесс, то есть последовательное проектирование отдельных компонентов системы на основе предыдущих данных.

Схематический план станции является основным исходным документом для проектирования устройств автоматики. Исходными данными для составления и изменения схематического одноточного плана станции являются: материалы изысканий, масштабный план станции и существующий схематический план. Все остальные данные накладываются на схематический план в виде дополнительных данных по отдельным заданным правилам (типовым — согласно нормам проектирования; и индивидуальным — в зависимости от местных условий).

Любой проект является комплексным сочетанием отдельных составляющих проектируемой системы. Проект должен предусматривать единую модель данных для всех составляющих проекта, так как они очень зависимы между собой. Только построение единой модели может дать возможность контроля выполнения отдельных разделов и их увязки с другими разделами проекта.

Режим автоматизированного проектирования с использованием программных средств

Традиционный подход к автоматизированному проектированию устройств автоматики транспортной отрасли состоит в полном или частичном разделении процессов создания модели и графического содержимого чертежей. То есть отдельный программный продукт используется для черчения и отдельные математические программные средства — для расчетов. При этом каждая система моделирования и расчетов требует отдельного задания исходных данных, что ведет к затрате дополнительного времени при

проектировании. Примерная схема данного этапа представлена на рис. 1.

Средства автоматизированного проектирования позволяют применить другой подход: задание модели проектируемой системы в визуальном виде и получение большей части графического чертежа из создаваемой модели. Оставшаяся часть чертежа выполняется проектировщиком одновременно с созданием модели стандартными средствами. Ручные корректировки на оформление занимают, как правило, ≤ 10% объема чертежа. Упрощенная схема проектирования в таком режиме представлена на рис. 2. Описывая модель устройства, получаем его изображение (рис. 3) или набор изображений, что и определяет чертеж и модель всей системы. Данная схема является основным, но не единственным подходом. При работе с файлами могут использоваться и обратные механизмы, например, когда при рисовании графики получаем описание взаимосвязей отдельных элементов в системе.

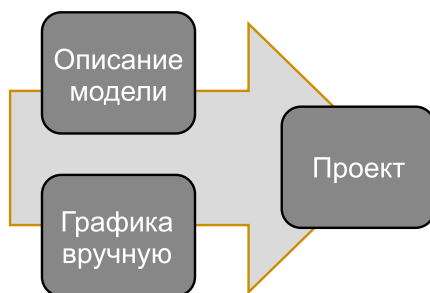


Рис. 1. Полуавтоматизированное проектирование

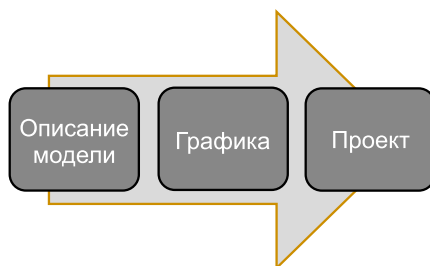


Рис. 2. Автоматизированное проектирование

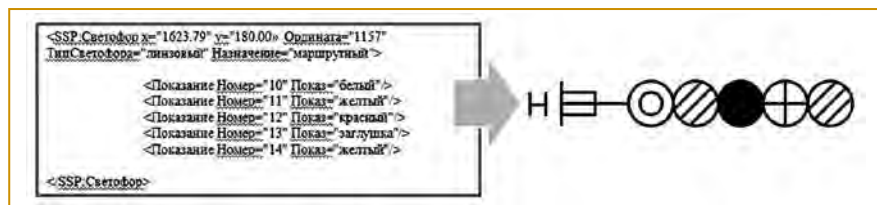


Рис. 3. Пример формирования изображения из параметрического описания

Наибольший эффект от данного подхода получается при внесении изменений в сформированный проект. В режиме автоматизированного проектирования проектировщику достаточно внести изменения в модель представления и чертеж изменяется автоматически. Тогда как отдельный режим предполагает новый перерасчет модели и отдельные правки чертежа для последующего выпуска, что исключено в автоматизированном режиме, так как графическое изображение элементов для чертежа напрямую связано с моделью проектируемой системы (рис. 4).

Отметим, что автоматизированная экспертиза разработанных технических решений возможна только при автоматизированном проектировании [1, 2].

Отраслевой формат технической документации

Существующие форматы для автоматизированного проектирования по ряду причин не подходят для отраслевого формата схем железнодорожной автоматики. Поэтому в ОАО «РЖД» был разработан специа-

лизированный отраслевой формат технической документации (ОФ-ТД) [3–6], который удовлетворяет требованиям к данной предметной области не только в настоящее время, но и в будущем.

Для обеспечения надежного функционирования интеграционного решения ОФ-ТД удовлетворяет требованиям расширяемости, компактности и прозрачности. Отраслевой формат поддерживает операцию агрегирования, то есть возможности создания сколь угодно сложных объектов из базовых и составных объектов. Структура формата не привязана к конкретной фирме-разработчику, обладает простотой и гибкостью.

ОФ-ТД является стандартом, имеющим утвержденное описание и техническую поддержку. Он представляет всю необходимую документацию на технические устройства транспортной отрасли. Структура данного формата показана на рис. 5. ОФ-ТД содержит не только информацию об изображении чертежа (в универсальном формате векторной графики — SVG), но и модель изображенного на ней элемента или схемы. При этом приложение может извлекать необходимую информацию по требованию (только графику, или только модель, или и то, и другое). Также чертеж в ОФ-ТД может быть прочитан не только специализированным приложением, но и обычным браузером.

В настоящее время в ОАО «РЖД» ОФ-ТД уже используется для обмена информацией между автоматизированными системами, а также для обмена данными с системами автоматизированного проектирования и автоматизированными системами управления сторонних разработчиков.

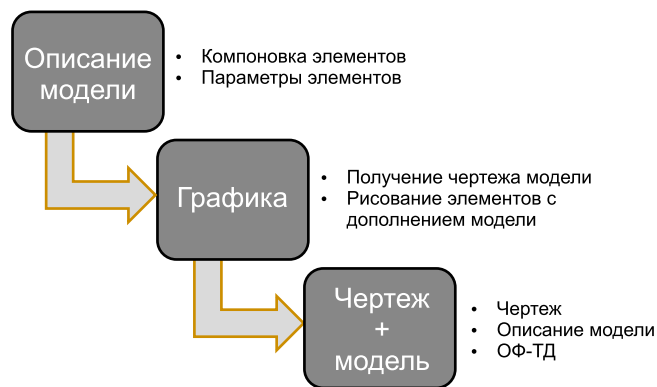


Рис. 4. Порядок автоматизированного проектирования



Рис. 5. Структура ОФ-ТД

Документ содержит изображения элементов, описанных в виде примитивов на языке SVG. Изображение определено в специальном блоке и располагается внутри каждого листа документа.

Изображение, описанное на языке SVG, может состоять из блоков, соответствующих элементам на листе документа, каждый из которых связан с соответствующим изображением данного элемента. Данный подход позволяет извлекать изображение необходимого листа целиком или конкретного элемента на листе.

Редактор для ОФ-ТД

Для работы ОФ-ТД потребовалась разработка специализированных программных средств. Как видно из требований и задач, которые были предъявлены к ОФ-ТД, он является не только внутренним форматом интеграции различных модулей, но и самим средством описания схемных решений и чертежей. Такой подход минимизирует ввод данных проектировщиком, позволяя вводить их один раз. То есть на основе заданного описания автоматически формируется модель устройства и его чертеж. Для разработки модулей автоматизации проектирования с таким режимом необходим специализированный графический редактор, который позволит проектировщику в процессе проекти-

рования не только рисовать визуальную часть схемы, но и создавать модель проектируемого устройства.

Для указанных целей разработан отечественный специализированный редактор автоматизированной графики (АвтоГраф). Основой редактора является ОФ-ТД на устройства автоматики и телемеханики, утвержденный для применения в ОАО «РЖД».

АвтоГраф — это комплексное средство редактирования двумерных чертежей с возможностью организации внешнего управления их содержимым и интерфейсом пользователя, содержащее все стандартные средства любого графического редактора:

- основные функции для работы с векторными чертежами;
- режимы работы с растровыми

изображениями;

- типовые механизмы работы с графическими элементами;
- стандартные средства представления графики;
- модули предварительного просмотра и печати чертежей и др.

Для работы в редакторе предусмотрены различные виды элементов: базовые графические элементы; динамические программные элементы; библиотечные элементы нескольких видов.

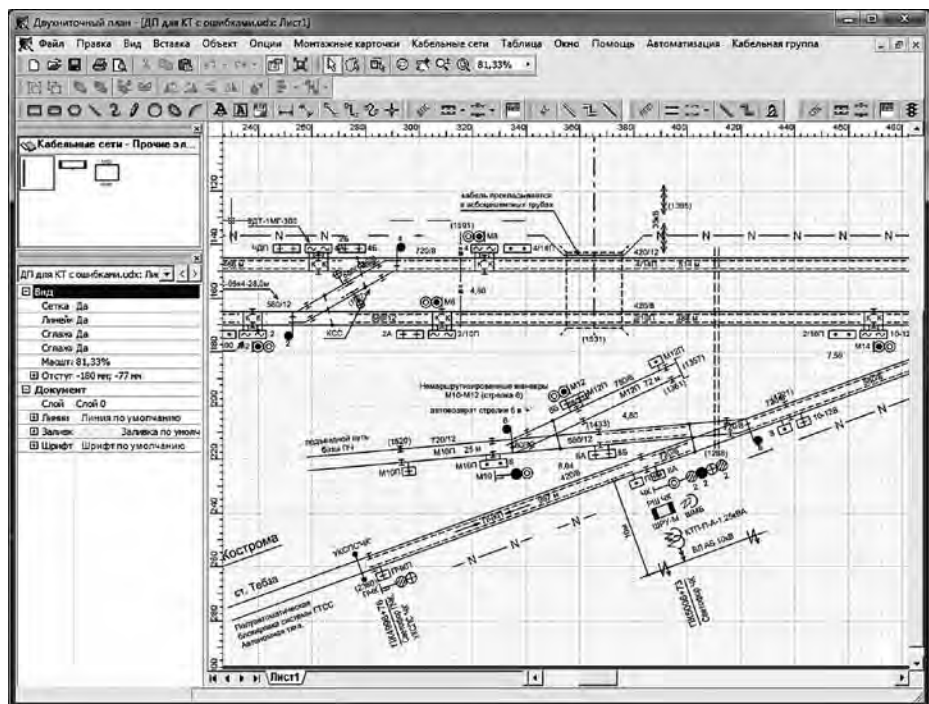


Рис. 6. Схема из динамических элементов

Динамические программные элементы реализуются в специализированных программных библиотеках — расширениях редактора. Они могут быть созданы как внешние дополнительные модули для каждой из задач.

Основные характеристики динамических программных элементов:

- каждая программная библиотека получает возможность создания своих собственных панелей инструментов и пунктов основного меню, чтобы обеспечить доступ пользователя к специализированным режимам создания и редактирования элементов, реализуемых данной библиотекой;

- каждый элемент получает доступ к контекстному меню и редактору свойств;

- элемент полностью определяет список своих параметров и их взаимозависимость друг от друга;

- текстовые атрибуты элемента — это именованные свойства, которые отображаются на чертеже и изменяют свое положение вместе с ним при изменении его положения, масштаба или инвертирования по вертикали или горизонтали;

- элемент самостоятельно определяет зависимость своего текущего отображения на чертеже от конкретных значений собственных свойств;

- элемент поддерживает контрольные точки, позволяющие изменить его изображение и параметры простым перетаскиванием с помощью мыши;

- реализуемые элементом точки привязки предоставляют менеджеру связей редактора информацию о том, с какими объектами он может быть связан, и как необходимо изменить сам объект, его положение, масштаб, параметры, если связанные с ним объекты были изменены пользователем;

- любой элемент может быть преобразован в графический рисунок, состоящий из обычных векторных примитивов для более низкоуровневого редактирования;

- список свойств любого конкретного элемента может быть расширен дополнительными пользовательскими свойствами.

В редакторе реализованы статические и скриптовые библиотечные элементы, позволяющие работать с чертежом не как с рисунком, а как с логической моделью. Библиотечные элементы — это «кирпичики», из которых выстраивается схема.

Статический элемент представляет собой изображение устройства, которое не может быть изменено в зависимости от его характеристик.

В настоящий момент, не считая базовых графических элементов, реализованы все программные библиотеки элементов для ведения и проектирования технической документации на устройства автоматики и телемеханики на железных дорогах для таких чертежей, как: схематические планы станций; двухниточные планы станций и перегонов; кабельные сети станций и перегонов; схемы канализации тягового тока; блочные планы; аппараты управления; принци-

пиальные электрические схемы; монтажные электрические схемы железнодорожной автоматики.

Редактор также поддерживает .Net расширения — специальные программные интерфейсы, позволяющие быстро получить доступ к COM модели и добавить необходимую функциональность на языках с# и VB.

Второй тип библиотечного элемента — скриптовый. Это графический объект, включающий изображения, свойства, именованные текстовые атрибуты, точки привязки и описания поведения на чертеже. Простой скриптовый элемент со статическими изображениями и параметрами может быть создан пользователем прямо в редакторе.

Для реализации динамических зависимостей между значениями свойств и изображениями, контрольными точками и точками привязки скриптового элемента используются микропрограммы на скриптовых языках JavaScript или VBScript. Эти микропрограммы управляют изображением элемента, изменяя его описание, основанное на стандарте SVG; его свойствами через изменение соответствующего раздела xml в формате XSD, а также описанием точек привязки и контрольных точек, по сути аналогичных таковым в программном динамическом элементе.

Библиотечные элементы обоих типов интерфейсно организуются в виде библиотек, объединяющих под одним именем элементы схожей тематики. Древоподобная структура, быстрый доступ к любой библиотеке из основного меню, возможность одновременного открытия сразу нескольких библиотек значительно упрощают поиск и доступ к нужным элементам. Добавление элемента осуществляется простым перетаскиванием его иконки из области библиотеки в область чертежа.

Редактор позволяет создавать неограниченное число пользовательских библиотек, в которых могут храниться как новые элементы, так и целые фрагменты чертежей.

Любой элемент может содержать различные виды параметров, текстовых надписей, точек привязки к другим элементам и т.д. Наличие и понятие точек привязки и совместного поведения элементов выгодно отличает АвтоГраф от многих других редакторов векторной графики, где такое понятие отсутствует.

Встроенный в АвтоГраф редактор свойств предназначен для описания свойств (параметров) элементов для определения их графического представления, а также для описания модели проектируемой системы.

Отдельно необходимо представить программную модель для внешнего управления редактором. С ее помощью можно управлять интерфейсом редактора, документами, элементами и их свойствами из внешней программы, написанной сторонними разработчиками. Это позволяет использовать графический редактор, как средство отображения данных во внешних приложениях.

Реализованная концепция статических и динамических элементов различных видов позволяет в пол-

ной мере использовать режим автоматизированного проектирования, а также расширять редактор любым сторонним разработчикам для любой отрасли.

Заключение

Задача автоматизации проектирования в транспортной отрасли, а точнее в сфере железнодорожной автоматики и телемеханики имеет определенные сложности и особенности. Разработка средств автоматизированного проектирования должна выполняться комплексно, начиная от формата данных и специализированных средств рисования до автоматизации технологических операций в процессе проектирования устройств автоматики.

Основой данных решений является специализированный формат данных — ОФ-ТД. Основной особенностью ОФ-ТД является то, что он в себе содержит не только информацию об изображении чертежа (в формате SVG), но и модель изображенного на ней элемента или схемы. При этом приложение может извлекать необходимую информацию по требованию (только графику, или только модель, или и то, и другое). Также чертеж в ОФ-ТД может быть прочитан не только специализированным приложением, но и обычным браузером. Сегодня ОФ-ТД уже используется для обмена информацией как между различными программными системами, так и внутри отдельных САПР.

В настоящее время для работы с ОФ-ТД разработан специализированный отечественный редактор автоматизированной графики — АвтоГраф. Данный редактор позволяет вести работу над чертежами в режиме автоматизированного проектирования с полноценным применением средств автоматизации.

Графический редактор в настоящее время широко используется для задач проектирования и ведения технической документации на устройства автоматики

и телемеханики на магистральном железнодорожном транспорте, промышленном и городском транспорте, а также на метрополитене. Редактор постоянно усовершенствуется с учетом возникающих задач развития электронного документооборота в транспортной отрасли [7, 8].

Список литературы

1. Горбачев А.М. Автоматизация анализа, экспертизы и сверки технической документации системы железнодорожной автоматики и телемеханики // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2012. №4. С. 73-78.
2. Безродный Б.Ф., Василенко М.Н., Денисов Б.П., Седых Д.В. Автоматизация проверки проектов на основе АРМ-ТЕСТ // Автоматика, связь, информатика. 2008. №9. С. 22-24.
3. Седых Д.В., Суханов С.А. Применение отраслевого формата технической документации на устройства железнодорожной автоматики и телемеханики для интеграции приложений // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2005. №3. С. 74-79.
4. Балугев Н.Н., Василенко М.Н., Трохов В.Г., Седых Д.В. Проблемы внедрения отраслевого формата // Автоматика, связь, информатика. 2010. № 3. С. 2.
5. Василенко М. Н., Денисов Б.П., Булавский П.Е., Седых Д.В. Принципы организации электронного документооборота технической документации // Транспорт РФ. 2006. № 7. С. 31-35.
6. Василенко М. Н., Трохов В. Г., Зуев Д. В., Седых Д. В. Развитие электронного документооборота в хозяйстве АТ//Автоматика связь, информатика. 2015. № 1. С. 14-16.
7. Булавский П.Е., Марков Д.С. Методика оценки временных характеристик процессов электронного документооборота технической документации // Автоматика на транспорте. 2016. Т. 2. №1. С. 81-94.
8. Сафронов А.И. Подходы к решению задачи автоматизации документооборота перевозочного процесса на Московском метрополитене // Автоматика на транспорте. 2016. Т. 2. №3. С. 425-441.

Седых Дмитрий Владимирович — инженер, Василенко Михаил Николаевич — д-р техн. наук, профессор, Зуев Денис Владимирович — канд. техн. наук, доцент, Салихов Сергей Вакильевич — инженер кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I».
 Контактный телефон (812) 457-84-95.
 E-mail: sedyhdmiriy@gmail.com vasilenko.m.n@gmail.com zuevdy@gmail.com ostaja@mail.ru

Комплексный тренажер эксплуатации и освоения нефтяных месторождений, созданный Группой "Кронштадт", введен в эксплуатацию

В корпоративном ресурсном учебном центре "Газпром нефти" на базе Муравленковского многопрофильного колледжа (г. Муравленко) начал работу современный тренажер разработки, эксплуатации и освоения нефтяных месторождений производства Группы "Кронштадт". Торжественное открытие учебного центра состоялось в феврале 2017 г.

В рамках контракта Группа "Кронштадт" оснастила многопрофильным колледж по запросу нефтегазодобывающей компании необходимым оборудованием для обучения будущих сотрудников и повышения квалификации работников предприятия по специальностям "Нефтегазовое дело" и "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений": операторов по апробированию скважин, операторов пульта управления, операторов по добыче нефти и газа, операторов технологических установок.

Тренажер для нефтедобычи позволяет обрабатывать запуск и вывод скважин на заданный технологический режим, регулировать процесс разработки, изменять и контролировать технологические режимы замеров, проводить мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями

и аварийными ситуациями при эксплуатации скважин, обеспечивать надежную работу автоматической групповой замерной установки, установки комплексной подготовки нефти и т.д.

Комплектация данного тренажера является во многом уникальной, так как была доработана с учетом конкретных нужд и специфики деятельности заказчика, была изменена стандартная арматура, изменено ПО тренажерного комплекса.

В состав новейшего учебного комплекса вошли сетевой учебный компьютерный класс на 12 человек, имитаторы реально действующего оборудования, механизмы и посты, а также видеостена для демонстрации высокоточных визуализаций рабочих процессов.

Договор на разработку, поставку и установку тренажера стороны заключили в декабре 2015 г., и уже осенью 2016 г. комплексное средство подготовки специалистов было поставлено в корпоративный учебный центр "Газпромнефть-Муравленко" в г. Муравленко. По завершении пусконаладочных работ оборудование было принято заказчиком и введено в учебный процесс.

[Http://www.kronshtadt.ru](http://www.kronshtadt.ru)