

Применение теории и методов экспертизы схемных решений ЖАТ для повышения качества ведения технической документации



М. Н. Василенко,
доктор техн. наук,
профессор, руководитель
научно-технического
центра (НТЦ) «Системы
автоматизированного
проектирования»
(САПР) Петербургского
государственного
университета путей
сообщения (ПГУПС)



А. М. Горбачев,
канд. техн. наук,
заведующий научно-
исследовательской
лабораторией (НИЛ)
«Функциональная
диагностика» ПГУПС

Основу формирования информационной базы для ведения технической документации составляют чертежи новых проектов железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), а также чертежи действующих устройств, введенные работниками дистанций с бумажного носителя. При вводе информации ключевое значение имеет контроль ее качества. Применение методов экспертизы схемных решений ЖАТ позволит уменьшить количество ошибок и повысить качество документооборота.

В процессе создания информационной базы возможны как механические ошибки ввода документации в программные средства, так и ошибки проектирования. Неисправленные проектные ошибки значительно увеличивают сроки ввода железнодорожных объектов в эксплуатацию. Ошибки, не выявленные при пуско-наладке, ведут к задержкам в движении и могут стать причиной нарушений безопасности в движении поездов.

В этих условиях особую значимость приобретает экспертиза схемных решений ЖАТ на соответствие техническому заданию (ТЗ) на проектирование, на соответствие друг другу и нормативно-справочной информации (НСИ).

Важнейшими направлениями контроля качества в системе ведения технической документации ЖАТ являются следующие:

- экспертиза проектной документации при ее получении на железной дороге;
- автоматизация ввода технической документации с корректировкой результатов ввода;
- контроль качества ввода технической документации при ручном добавлении документов в систему;
- автоматизация сверки документов между собой;
- автоматизация проверки существующих в системе документов на соответствие действующим нормам и правилам проектирования;

- проверка своевременного внесения изменений в схемы в соответствии с указаниями Государственного института по проектированию устройств сигнализации и связи на транспорте (ГТСС).

Для создания возможности единой обработки документов необходимо использовать один формат представления документов. В качестве такого формата в комплексе задач «Автоматизированное рабочее место ведения технической документации (АРМ ВТД)» используется отраслевой формат технической документации (ОФ-ТД СЦБ).

Важнейшим источником ввода информации в систему является проектная документация ЖАТ (см. рис.).

Разработка проектной документации на устройства ЖАТ осуществляется на основе ТЗ, в котором выдвигаются требования и указываются наиболее важные для проектирования ЖАТ особенности железнодорожного объекта. Техническое задание, в свою очередь, разрабатывается проектировщиком совместно с заказчиком на основе технических условий (ТУ). ТУ и ТЗ составляются в произвольной форме на основе действующих инструкций ОАО «РЖД» [1; 2] и прилагаемых к ним примеров [3].

Таким образом, ТЗ — важнейший источник информации об особенностях конкретного железнодорожного объекта, и проверка на соответствие ТЗ необходима для оценки качества выполне-

ния проекта. ТЗ частично повторяет и уточняет информацию, содержащуюся в ТУ. Для проверки ТЗ на соответствие ТУ была реализована функция сверки этих документов между собой.

Проект ЖАТ включает в себя ряд технических документов, на которые разработаны отраслевые форматы технической документации (перечислены в порядке их разработки):

- схематический план (СП);
- двухниточный план (ДП), включая схему канализации тягового тока (КТТ);
- таблицы взаимозависимостей стрелок и сигналов (ТВ);
- чертеж кабельной сети (КС);
- принципиальные схемы (ПС);
- монтажные схемы (МС);
- схемы аппаратов управления (АУ).

Кроме этого, в составе проекта есть спецификации, описи и другие чертежи.

Последовательность проверки документов соответствует последовательности их разработки. Соответственно, в первую очередь осуществляется проверка на соответствие какому-либо правилу (например, соответствие числа стрелок техническому заданию) на схематическом плане. Если это невозможно, то выполнение правила проверяется на двухниточном плане и так далее по списку документов.

После проверки на соответствие ТЗ осуществляется сверка параметров и структуры технической документации: проверяется соответствие информации, находящейся в разных частях проектов (в частности, соответствие схематического плана двухниточному плану и кабельной сети, увязка постовой кабельной сети и напольной и т. д.).

Далее осуществляется проверка на соответствие нормативной документации и методическим указаниям, где проверяются требования нормативной документации, касающиеся данного объекта. Здесь же осуществляется сравнение проектных решений с типовыми блоками, хранящимися в базе данных НСИ, на основе нечетких алгоритмов [4].

Затем проводится синтаксический и семантический контроль параметров элементов схем и структурных соединений. Здесь на основе атрибутивных грамматик [5] делается анализ полноты и правильности задания атрибутов элементов, осуществляется синтаксический и семантический контроль схем. В рамках синтаксического контроля проверяется правильность нумерации



Схема ввода документации в систему комплекса задач «Автоматизированное рабочее место ведения технической документации (АРМ ВТД)»

и обозначения стрелок, сигналов и др. В рамках контроля семантики проверяются правила чередования полярности или частот рельсовых цепей, образования изолированных стрелочных секций, стрелочных улиц и маршрутов, правильность расчета длин кабелей и т. д. [6–9]. Для каждого типа схем вводятся свои проверки в зависимости от особенностей схем.

Следующим этапом проверки является диагностика схем методом машинного моделирования, позволяющая наиболее точно диагностировать ошибки в принципиальных схемах. Данный этап требует предварительной обработки схем, в ходе которой устраняются все формальные ошибки (несоединенные элементы, обрывы, ошибки в межстраничных переходах и т. п.). После этого осуществляется замена схем напольного оборудования макетами [10].

В настоящее время значительная часть информации попадает в систему путем перевода документации с бумажных носителей в электронный вид. При этом особенную важность приобретает автоматизация ввода чертежей в компьютер и автоматическая корректировка ввода этой информации: в данном случае нельзя допустить ошибочного ввода параметров элементов. Поэтому, в частности, для решения задачи ввода двухниточного плана используется функция его автоматического синтеза на основе схематического плана с последующей корректировкой для ввода недостающих данных.

С учетом того, что на практике на электронный носитель переводится только часть технической документации на объект ЖАТ, система экспертизы

была наделена возможностью проверять на соответствие НСИ только отдельные чертежи. Это связано с тем, что, как правило, в базе данных АРМ ВТД для каждого железнодорожного объекта (перегона или станции) содержатся только отдельные схемы (например, схематический план, двухниточный план и часть принципиальных схем). В этом случае недостающую для проверки информацию (например, указание на тип системы электрической централизации, которое при наличии полного проекта содержится в ТЗ) пользователь вводит в диалоговом режиме.

Особо значимым является модуль сверки документов между собой. Это связано со спецификой ведения технической документации, в соответствии с которой изменения, вносимые в один чертеж, должны быть внесены и в другие чертежи: в частности, прежде всего изменения, которые вносятся в схематический план, должны быть также отражены на двухниточном плане, кабельной сети, в принципиальных и монтажных схемах, а также в схемах аппаратов управления.

Подсистема автоматизации проверки на соответствие действующим нормам и правилам проектирования включает в себя следующие модули:

- «Проверка схематических планов»;
- «Проверка двухниточных планов»;
- «Проверка кабельных сетей»;
- «Проверка принципиальных схем на соответствие указаниям»;
- «Моделирование набора схем» (находится в стадии разработки);
- «Проверка правильности монтажных схем и аппаратов управления» (находится в стадии разработки).

Проверка своевременного внесения изменений в схемы в соответствии с указаниями ГТСС осуществляется группой функций модуля «Проверка принципиальных схем на соответствие указаниям». Для решения этой задачи потребовалось создать формализованную базу указаний ГТСС и разработать функции поиска фрагментов на схеме на основе теории графов [11]. В настоящее время база содержит набор указаний по пожарной безопасности. Для проверки на соответствие другим указаниям достаточно внести дополнительную информацию в базу без изменения самого модуля проверки.

Разработанные модули, осуществляющие экспертизу технической документации, активно внедряются на железной дороге в составе АРМ ВТД. Их применение сокращает число ошибок, что ведет к сокращению затрат времени на обработку технической документации и одновременно — благодаря своевременному выявлению ошибок — обеспечивает повышение безопасности движения поездов. ■

Литература

1. Распоряжение ОАО «Российские железные дороги» от 27 октября 2005 г. № 1701 «Об утверждении инструкции о порядке разработки, согласования и утверждения проектной документации на строительство объектов, финансируемое ОАО «РЖД»» (В ред. распоряжений ОАО «РЖД» от 12.10.2009 г. № 2076, от 13.08.2010 г. № 1748). ОАО «РЖД», 2005.
2. Рекомендации по формированию технических условий для проектирования реконструкции и технического перевооружения объектов ЖАТ в составе инвестиционных проектов ОАО «РЖД».
3. Образец технического задания. Департамент автоматизации и телемеханики ОАО «РЖД». 2008.
4. Люггер Дж. Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Вильямс, 2005.
5. Гладкий А. В. Формальные языки и грамматики. М.: Наука, 1973.
6. Безродный Б. Ф., Василенко М. Н., Денисов Б. П., Седых Д. В. Автоматизация проверки проектов на основе АРМ-ТЕСТ // Автоматика. Связь. Информатика (АСИ). 2008. № 9. С. 22–24.
7. Кочетков А. А., Василенко М. Н., Денисов Б. П., Трясов М. С., Максименко О. А. Система контроля и обеспечения качества проектной документации // Автоматика. Связь. Информатика (АСИ). 2006. № 8. С. 9–11.
8. Тележенко Т. А. Автоматизированная система экспертизы схемных решений // Автоматика. Связь. Информатика (АСИ). 2009. № 5. С. 24–26.
9. Василенко М. Н., Горбачев А. М. Оптимизация синтеза кабельных сетей // Мир транспорта. 2010. № 4. С. 98–105.
10. Василенко М. Н., Горбачев А. М., Зуев Д. В., Григорьев Е. В. Автоматизированная система экспертизы схемных решений железнодорожной автоматизации и телемеханики // Транспорт Российской Федерации. 2011. № 5 (36). С. 64–67.
11. Харари Ф. Теория графов. М.: Либроком. 2009.

Оценка влияния конструктивных форм днища на напряженное состояние котла цистерны под давлением



В. И. Богачев,
аспирант кафедры
«Вагоны и вагонное
хозяйство», Московский
государственный
университет путей
связи (МИИТ)

В вагоностроении тонкостенные оболочки вращения используются в качестве несущих элементов котлов. Котел при этом имеет сложную конструкцию и в процессе эксплуатации подвижного состава испытывает разнообразные воздействия. К тонкостенным конструкциям предъявляются жесткие требования в отношении надежности и одновременно легкости, поэтому расчет таких конструкций является достаточно сложной задачей, для решения которой в последние годы широко применяются специализированные программные комплексы. С целью оптимизации конструкции котла было проведено исследование влияния конструктивных форм днищ на их напряженно-деформированное состояние (НДС).

Одним из важнейших параметров вагона-цистерны является грузоподъемность. Увеличение грузоподъемности позволяет повысить производительность вагона, т. е. количество перевозок, выполняемых вагоном в единицу времени, увеличить вес поездов, оптимизировать использование мощности локомотивов

и стационарных устройств, снизить расходы на маневровую работу, текущее содержание, обслуживание вагонов и т. д. В конечном счете все это ведет к увеличению провозной способности железных дорог и снижению себестоимости перевозок.

Днище является частью конструкции котла, объем которой в определен-