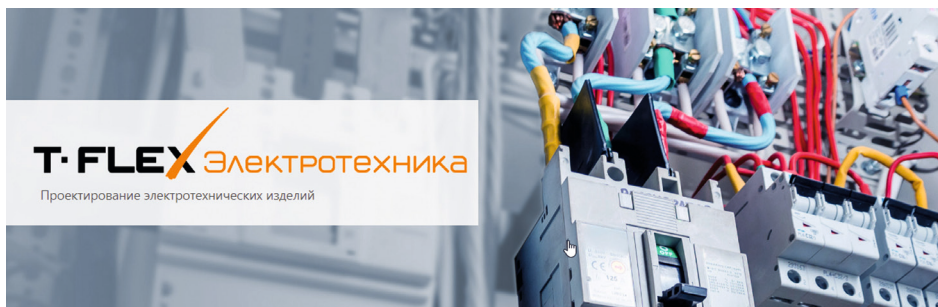


Возможности T-FLEX Электротехника

Сергей Калинин



T-FLEX Электротехника — это система в составе программного комплекса T-FLEX PLM, предназначенная для проектирования электротехнических изделий различной степени сложности.

T-FLEX PLM обеспечивает единую информационную платформу, внутри которой происходит обмен данными с другими системами комплекса. Благодаря этому не требуется импорт и

экспорт данных между системами, а все файлы записываются в одном формате (рис. 1).

T-FLEX Электротехника встроена в интерфейс системы для конструкторской подготовки и 3D-моделирования T-FLEX CAD, что обеспечивает единое рабочее пространство для создания схем и 3D-моделирования электротехнических изделий.

Система включает необходимые библиотеки

компонентов с условно-графическими обозначениями для работы со схемами, 3D-модели различных устройств, большую базу соединителей, в основном отечественного производства, а также набор инструментов для работы со схемами и 3D-моделирования жгутов.

В составе системы имеются инструменты для разработки любых проектов: бортовых кабельных



Сергей Калинин, менеджер продукта T-FLEX Электротехника, компания «Топ Системы»

сетей, распределительных устройств, электротехнических шкафов, внутриблочных и межблочных связей приборов и других, что позволяет использовать систему в различных отраслях промышленности.

Разберем более подробно возможности T-FLEX Электротехника.

Этапы разработки проекта

При использовании T-FLEX Электротехника реализуется полный цикл разработки — от создания схем до выпуска документации (рис. 2).

Схемы

Основным этапом является разработка электрических схем. На этом этапе в проект вносятся



Рис. 1. T-FLEX Электротехника в составе комплекса T-FLEX PLM



Рис. 2. Этапы разработки схемы в T-FLEX Электротехника

вся информация о составе изделия, о соединениях между устройствами, о назначенных параметрах устройств и их составляющих. На последующих этапах данные дополняются: при компоновке добавляется информация о дополнительных комплектующих, при проектировании проводки в 3D-сцене в проекте появляется актуальная информация о длинах проводных/кабельных изделий (рис. 3).

В одном проекте можно разрабатывать схемы различных типов;

данные по устройствам в схемах синхронизируются автоматически. Изменения, внесенные на любой схеме, применяются ко всем связанным данным в проекте, включая 3D-часть и отчетную документацию.

3D-моделирование

Моделирование изделий выполняется в T-FLEX CAD с использованием инструментов системы, благодаря чему пользователю не требуется время на обучение и переключение между системами.

Пользователь может вести работу с 3D-моделью и схемами в одном документе. Если же 3D-модель и схемы выполняются параллельно в разных проектах, то позже производится объединение проектных данных (рис. 4).

Проводка в 3D

Для трассировки кабельных изделий в 3D-пространстве используются инструменты T-FLEX Электротехника и T-FLEX CAD. Совместно системы обеспечивают полный набор инструментов и единый подход к их применению.

Табличная КД

Синхронно с разработкой схемы и компоновкой в 3D в автоматическом режиме заполняется *Электронная структура изделия* (ЭСИ), данные из которой служат основой для формирования различных отчетов.

Графическая КД

Графическая конструкторская документация создается с помощью

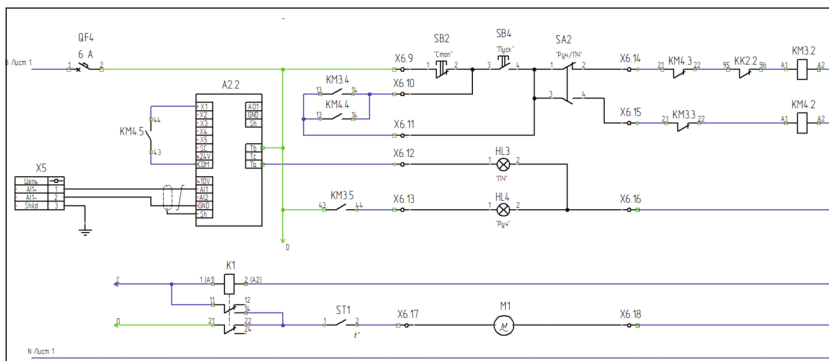


Рис. 3. Фрагмент разработанной схемы

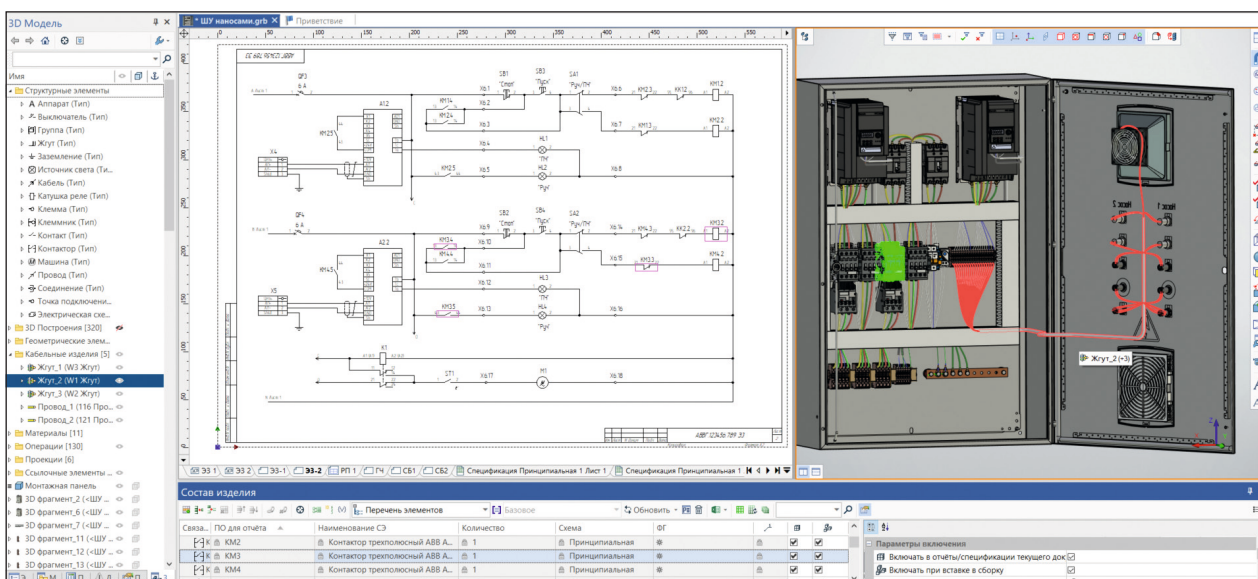


Рис. 4. Параллельная работа с 3D-моделью и схемой

инструментов T-FLEX Электротехники и стандартных инструментов T-FLEX CAD с учетом специфики решаемых задач. Формирование отчетной и конструкторской документации проходит без использования сторонних инструментов.

Возможности T-FLEX Электротехники

Библиотеки элементов

Пользователям T-FLEX Электротехника доступна обширная библиотека элементов, которую можно дополнить любыми разработанными или модифицированными элементами:

- для разработки схем в поставляемой библиотеке есть необходимый набор элементов с условно-графическими обозначениями. Все элементы содержат не только графику для отображения на схеме, но и модель данных с набором параметров,

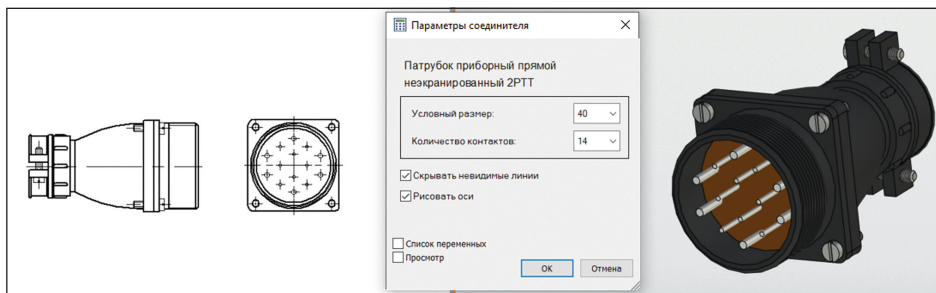


Рис. 6. Параметризация 3D-модели соединителя

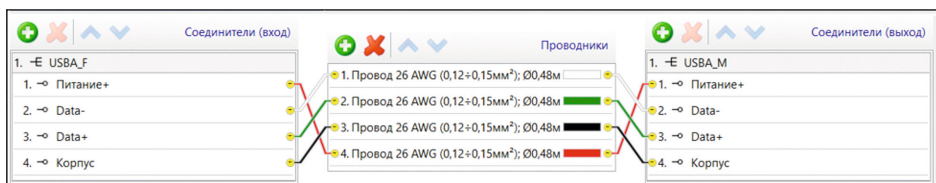


Рис. 7. Элемент библиотеки кабельных изделий

свойственных определенному типу компонента (рис. 5).

Элементы могут быть различной степени сложности, начиная с простых символов, не имеющих параметров и точек подключения, и заканчивая сложными изделиями с набором вложенных элементов, которые могут размещаться разнесенным способом на нескольких листах схемы;

- обширная библиотека параметрических 3D-моделей соединителей позволяет в режиме диалога выбрать

для размещения в 3D-пространстве нужный соединитель (тип корпуса, количество контактов, исполнение и т.д.) — рис. 6.

- параметризуемые элементы электропроводки — конечники, кабельные каналы, крепежные элементы. После вставки данных библиотечных элементов и настройки родительского элемента расположение и размеры дочерних элементов определяются автоматически. При модификации родительского компонента сборка так-

же обновляется в автоматическом режиме;

- в библиотеке кабельных изделий есть не только стандартные провода/кабели, но и кабельные изделия с соединителями в своем составе, что позволяет использовать в проекте стандартные покупные жгуты (HDMI, USB, VGA и т.д.) или жгуты, разработанные ранее и сохраненные как компоненты библиотеки (рис. 7).

Разработка схем

Возможны различные варианты добавления новых элементов на схему: выбор и вставка элемента из библиотеки, копирование ранее размещенных, повторная вставка элементов, бесконечная повторная вставка, массив. При размещении элемента на схеме ему назначается позиционное обо-

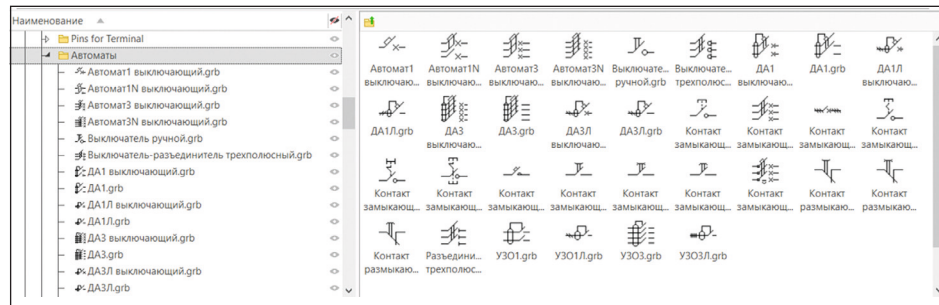


Рис. 5. Выбор изделия из библиотеки

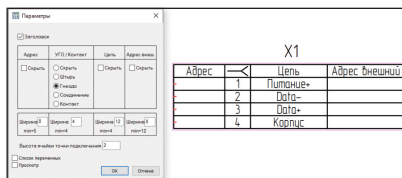


Рис. 8. Параметризация табличного вида соединителя

значение, система отслеживает уникальность позиционных обозначений элементов в проекте. Автоматизировано переназначение позиционных обозначений по заданным правилам: «сверху вниз», «слева направо» и др.

Для соединения элементов используются как одиночные линии связи, так и групповые линии с автоматической нумерацией вхождений. Для ускорения работ можно использовать инструмент создания нескольких параллельных линий связи. Линии связи динамически перестраиваются при перемещении, повороте и замене элемента. При вставке элемента на схему в разрыв линии связи все соединения автоматически привязываются к новым точкам подключения. На линиях связи можно разместить динамически изменяемые символы экранов, свивок, коаксиальности.

Инструмент работы с цепями и сигналами позволяет пробрасывать цепи по линиям связи, в том числе через промежуточные соединители и клеммники, отслеживать конфликты цепей, наследовать цепи при вставке элемента. Для визуального контроля возможно назначать линиям связи цвет в соответствии с заданными настройками цепей. Доступен импорт/экспорт цепей.

При работе с соединителями пользователь в режиме

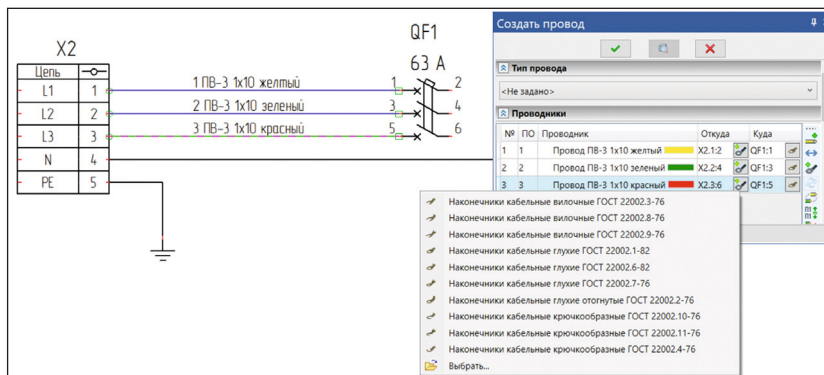


Рис. 9. Назначение наконечников

диалога выбирает вид условно-графического обозначения из различных вариантов: упрощенный вид, поконтатный, табличный. Каждый из вариантов имеет свои настройки представления. При замене представления соединителя линии связи автоматически перестраиваются в соответствии с выбранным вариантом. Автоматизирован процесс подбора и размещения ответных частей соединителей на схеме (рис. 8).

Назначение кабельных изделий на линии связи

При назначении на линии связи кабельных изделий система обращается к библиотеке кабельных изделий для выбора нужных проводов. Назначение проводов не зависит от сложности схемы и количества точек подключения в соединении. Если линия связи имеет ответвления — более двух точек подключения — на нее авто-

матически назначаются несколько проводов. На линии связи с назначенными кабельными изделиями можно вывести их параметры: наименование провода/жилы, сечение, цвет и другие необходимые параметры. Надпись прикрепляется к линии связи и автоматически обновляется при изменении параметров провода. T-FLEX Электротехника контролирует сечение и количество подключаемых проводов к контактам элементов и сообщает об обнаруженном несоответствии. Если подключение провода к контакту элемента предусматривает использование наконечника, система автоматически подбирает необходимый наконечник заданного типа, учитывая параметры подключаемого провода (рис. 9).

Электронная структура изделия

Многонаправленная электронная структура изделия формируется

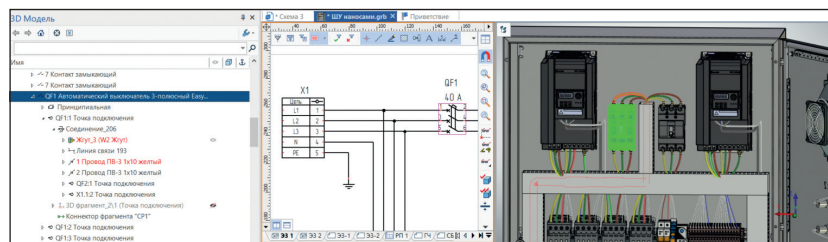


Рис. 10. Связь объектов электронной структуры изделия с представлениями на схеме и в 3D-пространстве



автоматически при добавлении элементов в проект. При подключении линий связи в ЭСИ появляется информация о соединениях и всех прочих взаимосвязях, которые назначаются элементу. Формируемая структура является интерактивной — при выборе объекта в ЭСИ подсвечиваются его 2D- и 3D-представления на схеме и в 3D-модели (рис. 10).

Информация, хранящаяся в ЭСИ, в дальнейшем используется для создания технической документации.

Анализ разработанной схемы

В процессе разработки возникает необходимость проверки работоспособности схемы. В любой момент возможно запустить проверку на коллизии — возможные ошибки. Система при проверке указывает места, где необходимо внести корректировки, провести доработку схемы. При внесении корректировок информация о коллизиях обновляется в режиме реального времени. Инструмент анализа схем постоянно развивается, дополняется новыми критериями при расширении функционала системы.

Оформление схем

Все схемы в T-FLEX Электротехника по умолчанию оформляются по ГОСТ. Основная надпись заполняется автоматически инструментами T-FLEX CAD.

Оформленный документ можно дополнить техническими требованиями с интерактивными выносками. Помимо позиционных обозначений и наименований контактов на схеме можно отобразить различные параметры элементов,

разместить таблицы подключения контактов. Это особенно актуально для соединителей, представленных в упрощенном виде.

Перечень элементов формируется автоматически по данным схемы. Он может быть как сформирован в виде отдельного документа, так и размещен на текущем листе. Во втором случае он автоматически «привязывается» к правому верхнему углу листа. Сформированный перечень элементов обновляется по запросу пользователя или при обновлении всех отчетов в проекте.

Коллективное проектирование

Инструменты T-FLEX Электротехника позволяют вести коллективную работу над сложными проектами по принципу «сверху вниз» или «снизу вверх».

При работе «сверху вниз» разрабатывается полная схема. Конструктор использует эту схему в качестве источника информации для дальнейшей работы: компоновки, создания КД для конкретного изделия, например жгута. Выбор объектов автоматизирован, настройка фильтров обеспечивает безошибочный выбор связанных объектов. Вместе с выбранной частью схемы передается электронная структура, включая кабельные изделия. У выбранных объектов остается связь с источником — при изменении в полной схеме все обновленные данные передаются в выбранный фрагмент.

Разработка проекта по принципу «снизу вверх» позволяет составить проект из отдельных фрагментов, включающих как 3D-модель, так и схемную часть.

Разграничение прав доступа пользователей к проектным данным обеспечивается средствами TFLEX PLM.

Компоновка оборудования в 3D-сцене

Пользователи T-FLEX Электротехника получают все преимущества параметрического проектирования T-FLEX CAD. Основная работа в 3D ведется с использованием инструментов T-FLEX CAD: размещение оборудования, привязки, трассы. T-FLEX Электротехника дополняет CAD специализированными инструментами по работе с кабельными изделиями, организует взаимосвязи схем и 3D-моделей.

Разработка схем и 3D-модели ведется в одном документе в режиме нескольких окон, что позволяет видеть все изменения, появляющиеся синхронно, благодаря ассоциативной связи между УГО и 3D-моделью.

При задании в библиотеке связью УГО и его модели ассоциативная связь в проекте устанавливается автоматически, 3D-модель элемента загружается из библиотеки и появляется в 3D-сцене.

Существует возможность связать ранее размещенные УГО и 3D-модель вручную с указанием соответствующих точек подключения — коннекторов. При этом коннекторы не обязательно задавать в составе библиотечного элемента — их можно разместить непосредственно в 3D-сцене на нужном объекте (рис. 11).

Трассировка кабельных изделий в 3D-сцене

Кабельные изделия, включая жгуты, можно создавать как на схеме,

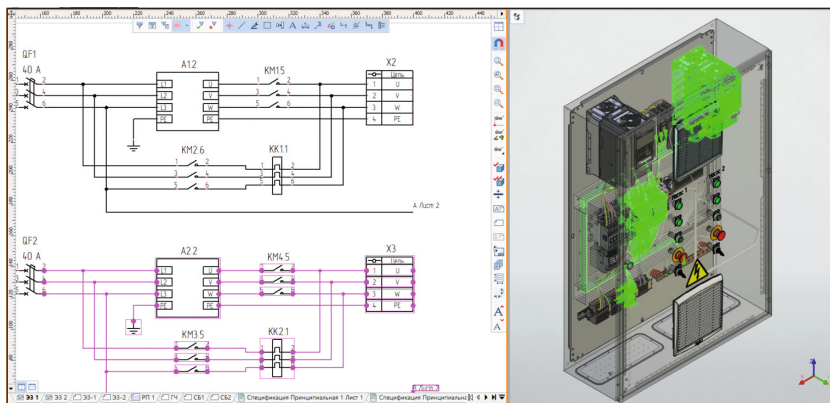


Рис. 11. Ассоциативная связь элементов схемы с 3D-моделью

назначая их на линии связи, так и в 3D-модели. В любом случае информация о кабельных изделиях отразится на схеме, кабельные изделия автоматически прокладываются в 3D-сцене. Прокладка кабельных изделий в 3D-сцене может производиться по 3D-пути или с привязкой к узловым точкам: отверстиям, хомутам.

T-FLEX Электротехника обладает гибким инструментом работы со жгутами. Например, можно заранее создать в 3D-сцене пустой жгут, проложить его нужным образом, а позже упаковать в него провода. Аналогично возможно исключить провода из жгута. Информация о включении проводов в состав жгута автоматически отразится в электронной структуре изделия. Также в жгут можно добавить резервные провода, которые будут учтены при расчете диаметра сегментов жгута и отображаться в отчетной документации.

Реализовано автоматическое размещение ответных частей соединителей. Если у соединителя назначена его 3D-модель в библиотеке, то она автоматически добавится в 3D-сцену и разместится у своей ответной части (рис. 12).

Инструмент работы со сращиваниями автоматически создает элементы сращивания для выбранных соединений и размещает их в 3D-модели жгута в соответствии с

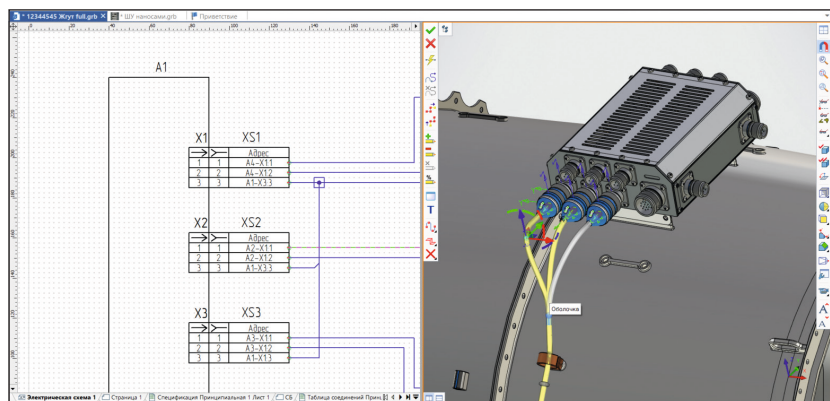


Рис. 12. Моделирование проводки

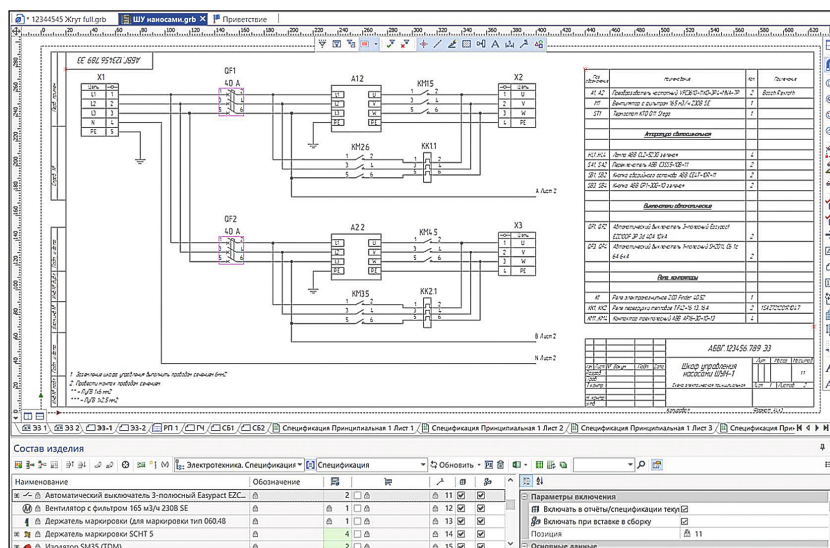


Рис. 13. Создание отчетной документации

заданными правилами. В автоматическом режиме корректируется состав и подключение проводов в жгуте с учетом добавленных элементов и их размещения.

Анализ кабельных изделий позволяет проверить радиус изгиба проводов, превышение заданной длины, корректность выбора дополнительных элементов: защитных трубок, плетенок.

Формирование отчетной документации

Информация из электронной структуры изделия отображается в окне *Состав изделия*, на основе которого формируется вся



техническая документация. Есть возможность выбрать различные составы для отображения, внести необходимые корректировки и создать перечни элементов, спецификации, таблицы подключений, соединений и многое другое — в соответствии с принятыми на предприятии правилами.

Система содержит большое количество шаблонов для отчетов, которые пользователь может самостоятельно настраивать и видоизменять. Новые шаблоны легко создать, даже не имея навыков программирования (рис. 13).

Если существует необходимость в обработке информации сторонними инструментами, то содержание *Состава изделия* возможно экспортировать в форматы Excel, XML, CSV.

Формирование графической документации

Графическая КД на устройства формируется стандартными инструментами T-FLEX CAD. Создаваемые проекции «живые» — они связаны не

только с 3D-моделью, но и с *Составом изделия*. Например, выноски меняются динамически при внесении корректировок в проект — обновляются надписи позиционных обозначений, номера позиций по спецификации (рис. 14).

С помощью инструментов T-FLEX Электротехника создаются чертежи жгутов и плазов. Чертежи жгутов можно создавать как в упрощенном виде (скелетная схема), так и с отображением реальных диаметров сегментов, проекций соединителей со стороны монтажа проводов. Инструмент позволяет поворачивать, растягивать, сжимать отдельные сегменты. Чертеж можно дополнить таблицами подключения соединителей и сращиваний, размерами, выносками. Чертеж жгута меняется в режиме реального времени при внесении изменений в схему и 3D-модель.

Экспорт конструкторской документации осуществляется в следующих форматах: *.dxf, *.dwg, *.pdf, *.stp, *.step.

Работа с T-FLEX DOCs

T-FLEX Электротехника включена в комплекс T-FLEX PLM, благодаря чему передача данных и последующая обработка информации производится с использованием инструментов T-FLEX DOCs. Работа с извещениями, ревизиями и другими доступными инструментами ведется сразу в T-FLEX DOCs. Предоставляется возможность использовать общие библиотеки, создавать различные конфигурации изделий в T-FLEX DOCs. Можно также передавать документы и *Состав изделия* в T-FLEX DOCs и проводить всю обработку информации сразу в PDM-системе.

При совместной работе с T-FLEX Электротехника T-FLEX DOCs обеспечивает разграничение доступа, назначаемого на разделы пользовательской и системной библиотеки, позволяет оптимизировать работу с базой электрических компонентов и архивом электронных документов, а также защитить их от повреждения и утери информации.

Модуль T-FLEX Электротехника является мощным инструментом для компоновки оборудования любой сложности, а при использовании его с другими продуктами позволяет подготовить полный комплект моделей, схем и отчетов для производства.

В настоящее время активно ведутся работы по развитию имеющегося функционала T-FLEX Электротехника и созданию новых автоматизированных инструментов, позволяющих решить полный цикл задач проектирования в электротехнике. ➤

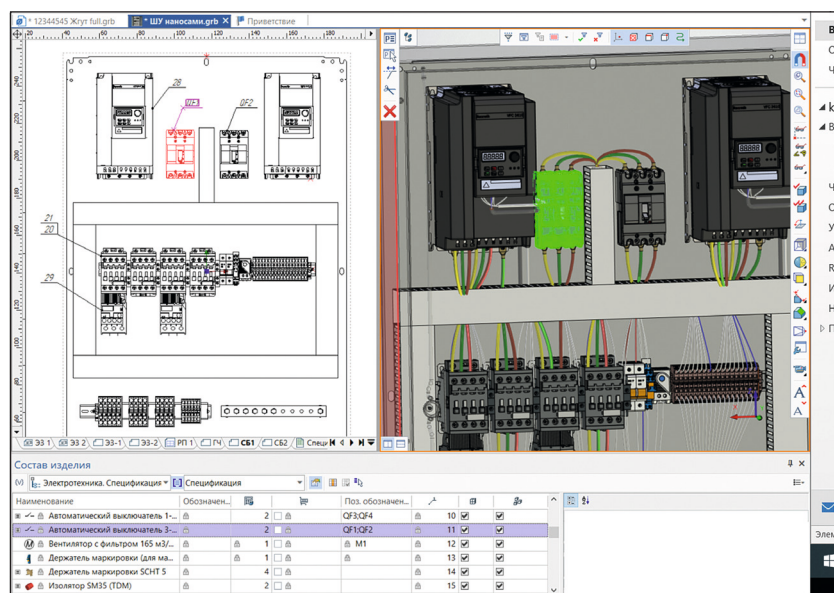


Рис. 14. Связь *Состава изделия* с 3D-моделью и ее проекцией