

КОМПАС-3D в электротехнике и электронике

Александр Магомедов, Лев Теверовский (компания АСКОН)

Практически любое сложное машиностроительное изделие содержит не только механическую часть, но и электрические компоненты: системы электропитания, контрольно-измерительные приборы, устройства автоматики, всевозможные датчики и т.д., поэтому в процессе его разработки бывают задействованы инженеры различных специальностей. Схемотехники и системотехники занимаются разработкой принципиальных электрических схем и моделируют работу электрических цепей. Конструктор плат разрабатывает печатные узлы и монтажные панели. Используя специализированные программы, он может изменять форму и габариты изделия, компоновку элементов электрической цепи. Конструктор-механик отвечает за корпус электронных изделий – тут уже не обойтись без программного обеспечения с функциями 3D-моделирования.

Компания АСКОН планомерно развивает программные инструменты, предназначенные для инженеров-электриков и электронщиков. Сегодня мы предлагаем вниманию читателей *Observer*'а обзор основных возможностей и базовых принципов работы с системами, входящими в ECAD-линейку АСКОН.

КОМПАС-Электрик Express

У многих предприятий малого бизнеса задачи проектирования сводятся к вычерчиванию простых электрических схем. При этом количество листов схем и компонентов на схеме может быть достаточно большим, но функциональная сложность изделий не слишком велика.

К сожалению, многие разработчики видят создание схемы именно как отрисовку условных графических обозначений (УГО) элементов и связей между ними. Для этого они используют графические векторные редакторы. В силу привычки схема рисуется как набор линий и графических объектов, которые, в лучшем случае, вставляются из готового набора заранее созданных элементов, ну а зачастую берутся из предыдущих версий документов методом “копировать-вставить”. Такая технология не приводит к желаемому росту производительности труда и способствует появлению большого количества ошибок.

Специально для целей вычерчивания принципиальных электрических схем и автоматического получения перечней элементов к ним создана система КОМПАС-Электрик Express, обладающая следующими функциями:

- вставка УГО из библиотеки в схему;
- возможность расширения номенклатуры библиотеки пользователем;
- построение линий электрической связи, групповой линии связи, электрической шины;
- автоматическая расстановка маркировки проводов;
- объединение графически несвязанных линий электрической связи в один потенциальный узел как в пределах листа, так и между листами;
- вставка дополнительных символов на линии связи – точка связи, перемычка, клемма, экран, коаксиальный

кабель, скрутка проводов, обозначение кабеля, соединение с корпусом, экранирование;

- изображение одного элемента на схеме разнесенным способом (например, переменный резистор с выключателем);

- внесение в базу данных элементов непосредственно при работе над схемой и их дальнейшее использование в других проектах;

- автоматическое формирование перечня элементов.

База УГО в системе КОМПАС-Электрик Express содержит практически все графические обозначения, которые необходимы схемотехнику. Если же каких-либо нужных УГО в базе не окажется, то их легко добавить. Наполнение базы данных комплектующих осуществляется непосредственно в процессе проектирования. По желанию пользователя любой новый компонент, рожденный в ходе работы, можно сохранить в базе данных, что позволит использовать его в следующих проектах. Более того, на основе любого выбранного из БД компонента можно создать новый и, при желании, записать его в базу. Таким образом, предприятию не придется сталкиваться с проблемой наполнения БД компонентами: это происходит в фоновом режиме по ходу работы над схемой.

Далее, нам надо соединить выбранные компоненты в единую схему, что осуществляется с помощью *Линий связи*. Эти линии обладают свойствами, которые облегчают редактирование схем. Так, линия связи разрывается на УГО при проведении её поверх противоположных выводов, и наоборот – автоматически “срастается” при удалении УГО. Линии связи обладают “эластичностью” – их концы фиксируются в точках подключения УГО, что позволяет сохранять неразрывность проводников при перемещении компонентов.

Таким образом, система КОМПАС-Электрик Express обеспечивает создание электрической принципиальной схемы в кратчайшие сроки и без ошибок.

Система будет полезна и в тех случаях, когда возникает необходимость получения перечня элементов на основе созданной электросхемы.

Поскольку при проектировании схем все компоненты берутся из базы данных, то формирование документации осуществляется автоматически, “в одно касание”. С учетом того, что изменения в разработанную схему вносятся достаточно часто, работа в привязке к единой базе комплектующих избавляет от необходимости ручного исправления связанных документов и возникающих при этом ошибок.

КОМПАС-Электрик Std

При разработке электрических устройств возможностей обычных графических редакторов – электронных кульманов – недостаточно для серьезного прорыва в сроках и качестве проектирования. Без применения специальных приложений такие рутинные операции, как простановка в электросхемах позиционных и других обозначений, объектов, отрисовка

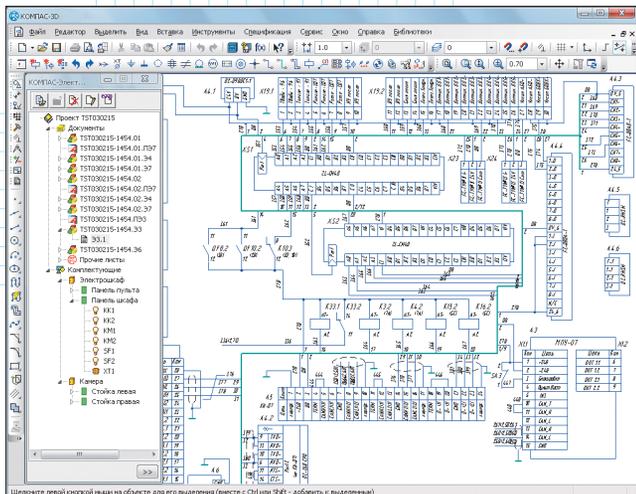


Рис. 1. Работа в среде КОМПАС-Электрик Std

шин и проводников, создание перечней элементов и других табличных документов проекта, будут крайне непроизводительными.

Как мы уже выяснили, в относительно простых проектах применение КОМПАС-Электрик Express избавляет проектировщика от рутинных операций и связанных с ними ошибок. Для более сложных проектов целесообразно использовать следующую “по старшинству” систему – КОМПАС-Электрик Std (рис. 1), включающую все возможности КОМПАС-Электрик Express и дополнительный функционал.

Система предназначена для автоматизации проектирования и выпуска комплекта документации (схем и отчетов к ним) на электрооборудование объектов производства, в которых для выполнения электрических связей используется проводной монтаж (низковольтные комплектные устройства, системы релейной защиты и автоматики, АСУ ТП и т.д.). В качестве заказчиков данного программного продукта могут выступать НИИ, конструкторские бюро и отделы, которые проектируют электроприводы, нестандартное оборудование, разрабатывают проекты электроснабжения в промышленном и гражданском строительстве.

Автоматизация типовых задач разработчика дает пользователям системы КОМПАС-Электрик Std следующие преимущества:

- повышение скорости создания и оформления документов проекта, поскольку система обладает функциями автоматического формирования большей части требуемых документов;
- повышение качества оформления документов – все графические обозначения электроаппаратов во всех документах проекта приведены к единому представлению, элементы оформления чертежей полностью соответствуют требованиям ЕСКД.

Основные функции КОМПАС-Электрик Std:

- вставка УГО из библиотеки в схему, его обработка и выполнение контрольных операций;
- построение и редактирование линий электрической связи, электрических шин, групповых линий связи;
- ручная и автоматическая расстановка маркировки проводов;

- автоматическая расстановка УГО на схеме электрических соединений, схеме подключений и общей схеме;
- полуавтоматическое формирование технологической карты раскладки проводов;
- экспорт документов проекта в КОМПАС-График;
- добавление в проект 3D-моделей и текстовых документов системы КОМПАС;
- вставка спецсимволов линий связи (экран, кабель, коаксиальный проводник, скрутка и т.п.);
- оптимизация трасс прокладки проводов;
- функция централизованной корректировки электрических связей в изделии;
- автоматическое формирование клеммников в ходе работы над проектом.

Система КОМПАС-Электрик Std поддерживает выпуск следующих основных документов:

- Схема электрическая принципиальная;
- Схема электрическая расположения;
- Монтажно-коммутационные документы;
- Разметка поверхностей под крепеж электроаппаратов;
- Перечень элементов;
- Ведомость покупных изделий;
- Спецификация.

Следует отметить, что большая часть документов проекта формируется автоматически, что позволяет минимизировать количество ошибок.

В связи с выходом новой версии флагманского продукта – КОМПАС-3D V12 – в системе КОМПАС-Электрик тоже произошли важные изменения. Покажем, как теперь происходит работа с так называемыми составными аппаратами. Появилась принципиально новая возможность применять изделия с внешними разъемами, имеющими свое собственное позиционное обозначение. Прежде электроаппарат или другое электрическое изделие могло иметь только единое позиционное обозначение – например, А1. Теперь же, если в этот аппарат входят составные части другого типа (например, в прибор А1 входят разъемы X1...XN), то позиционные обозначения разъемов в аппарате (приборе) становятся составными – А1-X1...А1-XN.

Более удобным и наглядным стал интерфейс Менеджера базы данных комплектующих (рис. 2), с помощью которого осуществляется занесение электрорадиоизделия в БД.

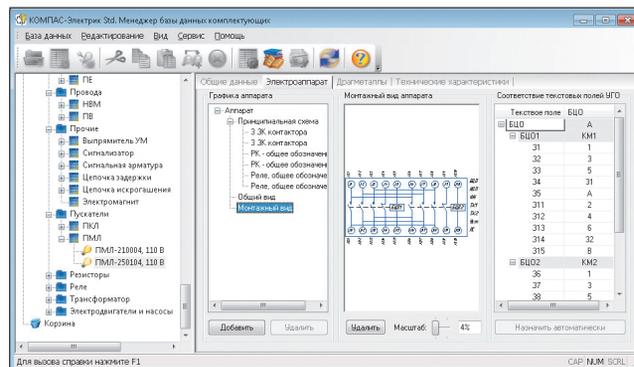


Рис. 2. Так теперь выглядит в системе КОМПАС-Электрик Std интерфейс Менеджера БД комплектующих

КОМПАС-Электрик Pro

Система КОМПАС-Электрик Pro является наиболее мощной в линейке *ECAD*. Она не только включает все описанные выше возможности КОМПАС-Электрик Std, но и обладает дополнительным функционалом, что превращает ее в совершенно новую систему, предназначенную для автоматизации проектирования документации на электрооборудование объектов производства, в которых применяются программируемые логические контроллеры (ПЛК).

Система КОМПАС-Электрик Pro позволяет автоматизировать типовые действия разработчика. Этому способствует автоматическое формирование большей части документов проекта, наличие в системе функций элементарного контроля.

В обязательный комплект эксплуатационной документации на ПЛК входят:

- Распределение модулей по блокам;
- Распределение блоков в шкафах;
- Таблица распределения памяти;
- Таблица прямых адресов;
- Таблица функциональных назначений;
- Макет программы работы;
- Документ программы работы;
- Интегрированный документ программы работы;
- Таблица функциональных узлов и их страниц;
- Схема присоединения входов/выходов.

С помощью КОМПАС-Электрик Pro перечисленные документы создаются легко. По описанию в программе работы входных и выходных компонентов (электроаппаратов, подключаемых к входам и выходам контроллера) можно автоматически создать часть принципиальной схемы, на которой показываются модули ПЛК и подключаемые к контроллеру внешние аппараты (рис. 3).

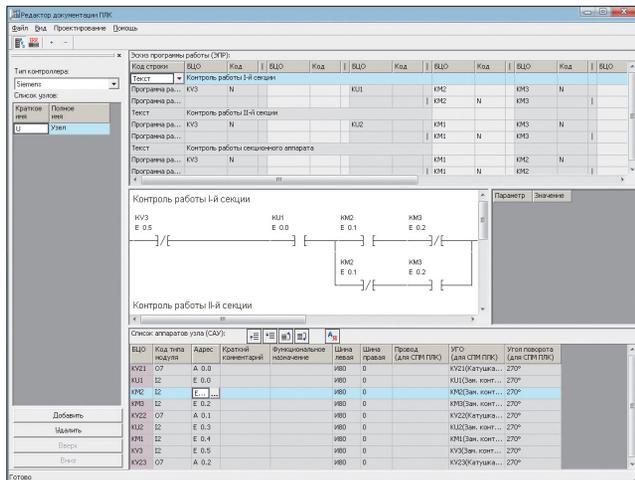


Рис. 3. Редактор документации ПЛК в системе КОМПАС-Электрик Pro

Конвертеры ECAD – КОМПАС

Предприятиям, использующим в процессе конструкторско-технологической подготовки производства несколько программных комплексов, необходимы специальные конвертеры для передачи данных из

системы в систему. Чем “умнее” и надежнее эти средства, тем лучше будет осуществляться взаимодействие систем.

В арсенале АСКОН имеется ряд прикладных модулей и конвертеров, которые успешно решают задачу интеграции специализированных *ECAD*-систем для проектирования электроники с базовой системой автоматизированного проектирования КОМПАС. Начнем с того, что любая *ECAD*-система имеет возможность экспортировать геометрию в формате *DXF*. Поэтому после окончания разработки принципиальной схемы инженер-электронщик может произвести экспорт чертежа в обменный *DXF*-файл, который легко читается системой КОМПАС-3D. Данная возможность обмена данными между системами входит по умолчанию в базовый функционал КОМПАС-3D и позволяет оформить по всем стандартам электрические принципиальные схемы, сборочные чертежи печатных плат и др.

Перейдем к специализированным модулям для работы с *ECAD*-системами. Библиотека конвертеров данных *ECAD*-КОМПАС включает в себя два основных модуля:

- текстовый конвертер;
- 3D-конвертер.

Текстовый конвертер работает с *BOM*-файлом. В результате пользователь может получить различные документы: *Перечень элементов*, *Спецификацию*, *Ведомость покупных изделий*. Модуль поддерживает наиболее распространенные форматы (*P-CAD*, *Altium Designer*, *OrCAD*, *Protel*) и постоянно развивается.

3D-конвертер обеспечивает автоматизированное трехмерное моделирование печатной платы (рис. 4). 3D-модель необходима для принятия компоновочного решения, особенно при проектировании бортового оборудования в авиационной технике и в космическом приборостроении. Да и в обычной жизни требуется проверить собираемость и ремонтопригодность изделий, рассчитывать тепловые режимы работы электроники. Причем, делать это желательно еще до того, как изделие будет изготовлено, то есть в виртуальном режиме, и без 3D-модели здесь не обойтись.

3D-конвертер рассчитан на использование данных в общепринятом формате *IDF*. На основе *IDF*-файла формируется габаритная модель, которой вполне достаточно для проведения компоновочных работ. Если же

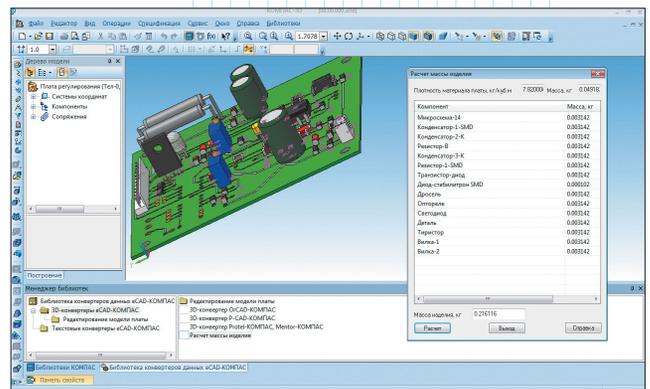


Рис. 4. 3D-модель печатной платы, полученная из IDF-файла с помощью 3D-конвертера

пользователь желает получить реалистичную модель с полной прорисовкой всех компонентов, это не станет проблемой: имеется специальный модуль для автоматизированной замены “призм” на реалистичные модели компонентов.

Кабели и жгуты 3D

Отдельная конструкторская задача при разработке электрических устройств – проектирование кабельно-жгутовой обвязки, а именно:

- прокладка электрических проводников как внутри приборов, так и между ними;
- выпуск конструкторской документации (чертежи и спецификации) на кабели и жгуты с автоматическим подсчетом количества комплектующих и материалов;
- расчет длины всех проводников.

Приложение *Кабели и жгуты 3D* (рис. 5), разработанное АСКОН, предназначено как раз для решения указанных задач и обладает рядом возможностей, существенно облегчающих труд конструктора:

- автоматизированное назначение позиционных обозначений для блоков и устройств, входящих в основное изделие, а также для единичных электрорадиокомпонентов, например соединителей (разъемов);
- автоматическое позиционирование ответных кабельных частей соединителей относительно их блочных частей;
- автоматизированная прокладка трасс кабелей и жгутов в пространстве изделия;
- автоматическое 3D-моделирование кабелей и жгутов с учетом количества и диаметров проводников;
- автоматическое создание скруглений с расчетом радиусов перегиба кабелей и ветвей жгутов (учитывая диаметры ветвей жгута на текущем участке);
- автоматическое создание сборочного чертежа жгута или кабеля;
- автоматическая расстановка позиционных обозначений на сборочном чертеже;
- автоматический выпуск спецификации на сборочный чертеж с автоматическим расчетом количества всех проводников и материалов.

В 12-й версии КОМПАС-3D сделан шаг вперед в направлении автоматизации проектирования жгутов и кабелей. Теперь можно работать с *Перечнем*

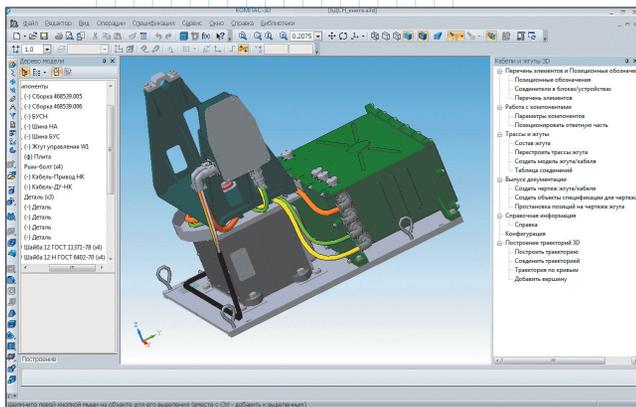


Рис. 5. Работа с приложением “Кабели и жгуты 3D” (разработчик изделия – ОАО ВНИИ “Сигнал”, г. Ковров)

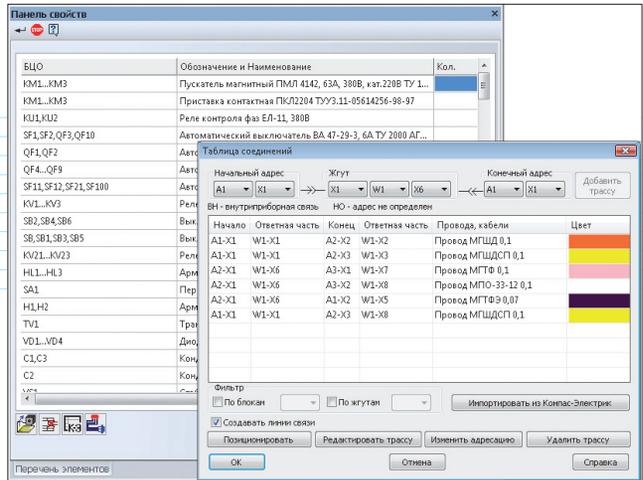


Рис. 6. Перечень элементов и Таблицы соединений можно импортировать из КОМПАС-Электрик в КОМПАС-3D V12

элементов сборки и Таблицей соединений (рис. 6), причем эти документы могут быть импортированы из системы КОМПАС-Электрик Std новой версии. Автоматизация коснулась работы с компонентами, их точного взаимного позиционирования, назначения позиционных обозначений и т.п.

Мы рассмотрели только основные возможности и преимущества линейки программных продуктов АСКОН для проектирования радиоэлектронной и электротехнической аппаратуры. Развитые средства трехмерного моделирования КОМПАС-3D удачно дополняются функционалом специализированных приложений, делая работу конструктора удобной и эффективной.

В завершение обзора представляем читателям пример использования решений АСКОН в рассматриваемой предметной области (рис. 7). Изделие “Пункт подключения высоковольтный” разработано в ООО “Енисейзолотоавтоматика” (г. Красноярск), автор модели – инженер-конструктор Рудской Олег Владиславович. Пульт предназначен для подключения к ЛЭП 6÷10 кВ в электроснабжении карьерных подвижных и неподвижных электропотребителей (драг, экскаваторов и др.).

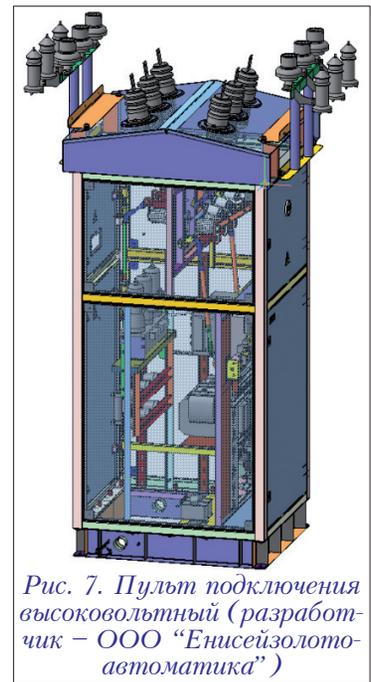


Рис. 7. Пульт подключения высоковольтный (разработчик – ООО “Енисейзолотоавтоматика”)

Данная разработка стала лауреатом “Конкурса АСов КОМПьютерного 3D-моделирования – 2010” в номинации “Лучший проект электротехнического оборудования”.