

# Аппаратура для энергетики: от идеи до серийного производства

## История успешного внедрения продуктов АСКОН компанией УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС

© 2020 АСКОН



Компания «УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС» разрабатывает и производит аппаратуру для защиты энергосетей. Её продукция – комплексы релейной защиты, устройства противоаварийной автоматики – установлена на энергообъектах компаний «Россети», «Интер РАО», РусГидро, крупных нефтегазовых и металлургических предприятий.

**Евгений Фофанов**, руководитель отдела конструкторско-технологического обеспечения производства «УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС», подробно рассказал о том, как строится работа над новым серийным изделием, какие технологии и средства автоматизированного проектирования применяются. А также о том, что думают конструкторы о новом интерфейсе КОМПАС-3D, о 17-й версии и о том, как показала себя 18-я версия в тестах на производительность.

### Чем мы занимаемся

Более четверти века наше предприятие «УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС» разрабатывает и производит аппаратуру передачи команд релейной защиты и противоаварийной автоматики для нужд российской энергетики. Мы оказываем полный комплекс услуг, включая проектирование, разработку, поставку, настройку и включение в работу, гарантийное и постгарантийное обслуживание, модернизацию аппаратуры на месте установки. Помимо этого, в собственном учебном классе проводим лицензированные курсы повышения квалификации сотрудников организаций, эксплуатирующих произведенную нами аппаратуру.

Требования к конструкции нашей продукции стандартизованы и определяются нормами **ГОСТ Р МЭК 60297-3-101-2006**, распространяющимся на 19-дюймовое телекоммуникационное оборудование. Поэтому творческая составляющая при разработке оболочек для наших изделий серьезно ограничена требованиями этого документа. Тем не менее, работы у наших конструкторов всегда достаточно, и успешно справляться с ней помогает КОМПАС-3D v17.1.

Мы выбрали КОМПАС-3D, поскольку эта система:

- помогает оформлять качественную конструкторскую документацию в соответствии с нормами ЕСКД;
- позволяет решать большинство задач конструкторского отдела (за исключением проектирования сложных электрических и монтажных схем);
- проста в освоении;
- имеет оптимальное соотношение цены и качества;
- сопровождается быстрой технической поддержкой на русском языке.



### Как мы запускаем новое изделие

Как правило, при разработке нового изделия в первую очередь формируется команда проекта, которая и будет заниматься решением основополагающих задач. В ней под руководством главного инженера трудятся разработчики, схемотехники и инженер-конструктор. На первом этапе на основании полученного технического задания составляется структурная схема изделия, определяются его габаритно-массовые характеристики, происходит разбивка на составные части. Конструктор определяется с требованиями к оболочке изделия и его составным частям, после чего указывает размеры печатных плат (**ПП**), устанавливаемых в блоки.

После утверждения конструктивных особенностей изделия схемотехник получает чертеж шаблона печатной платы, которую в дальнейшем планируется установить в один из блоков аппарата. Работа ведется средствами программы *Altium Designer*. В результате создаются файлы, содержащие проект печатной платы разрабатываемого блока. Затем модель **ПП** экспортируется в формате **STEP**, и этот файл передается конструктору для последующей проверки на соответствие требованиям, содержащимся в шаблоне печатной платы. Конструктор открывает полученный файл в среде



Модель корпуса изделия, построенная с помощью команд листового моделирования КОМПАС-3D

КОМПАС-3D и встраивает сборку ПП в сборку разрабатываемого блока. Далее он проверяет модель полученной сборочной единицы на отсутствие геометрических пересечений. При выявлении проблемных мест он, совместно со схемотехником, ищет пути решения; затем процесс согласования геометрии повторяется.

После согласования ПП её файлы передаются в отдел закупок и далее пересылаются изготовителям печатных плат.

Конструктор, со своей стороны, занимается подготовкой корпусной части изделия. В качестве элементов шасси преимущественно используются детали из листового материала. Для их создания конструктор работает с командами листового проектирования в среде КОМПАС-3D. С их помощью выполняются сложные операции с листовыми материалами: построение обечайек, просечка штамповок, замыкание углов и, самое главное, построение разверток. Этот инструментарий обладает достаточными функциональными возможностями для реализации всех наших потребностей, он надежен и прост в использовании.

В обязательном порядке мы применяем справочник “Стандартные изделия”, в который, помимо моделей различных металлических изделий (метизов), включен полезный подраздел “Конструктивные элементы”. Можно добавлять различные проточки, отверстия, канавки и пазы как в 3D-модель изделия, так и в плоский чертеж. Отдельно отмечу наличие раздела “Изделия предприятия” с пользовательскими данными. В нашем случае в него включены все собранные из зарубежных каталогов данные по специализированным метизам (как 3D-геометрия, так и данные для заполнения спецификации).

Здесь стоит упомянуть о ресурсе *TraceParts*, где опубликованы модели более 100 млн. деталей из более чем 800 официальных каталогов от множества производителей со всей планеты. После скачивания файлов с этого ресурса (обычно в формате *STEP*) иногда возникает необходимость упростить геометрию детали. К сожалению, импортированные файлы не содержат подробностей в дереве построений, которые

позволяли бы вносить изменения в конструкцию, поэтому редактированию детали должно предшествовать восстановление истории построения. И тут нам на помощь приходит приложение КОМПАС-3D под названием “Распознавание 3D-моделей”, предназначенное для восстановления утраченного в ходе экспорта дерева построений. При обработке сложных деталей могут возникнуть определенные затруднения, но с простыми моделями библиотека справляется быстро и без ошибок. В результате мы получаем файл модели, подготовленный к внесению изменений средствами КОМПАС-3D.

## Что мы думаем о новом интерфейсе КОМПАС-3D

Несколько слов о наиболее важных отличиях 17-й версии КОМПАС-3D от предшествующих. Бесспорно, самым заметным событием стало обновление интерфейса. Отметим, что теперь у пользователя есть возможность выбрать “темную” тему. При многочасовой работе с программой её использование ощутимо снижает нагрузку на зрение, как следствие – уменьшается утомляемость.

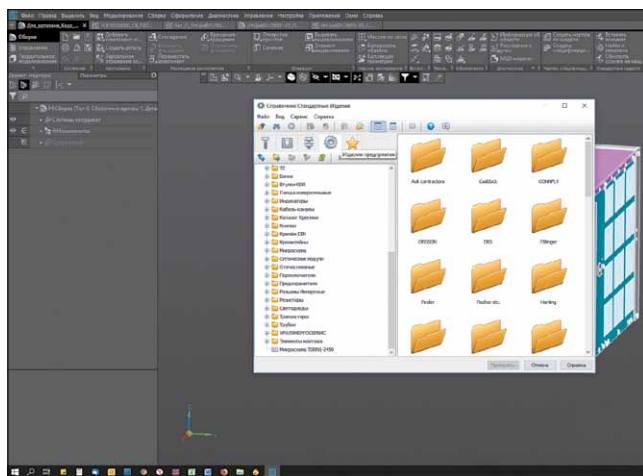
Реализована долгожданная функция работы с исполнениями. Теперь, находясь в одном файле, вы можете создать исполнения для 3D-детали (или сборки). При этом из файла 3D-сборки можно выгрузить спецификацию с переменными данными для исполнений, оформленную в соответствии с требованиями ЕСКД. Очень удобно!

Удачно сделана цветовая индикация режимов работы. Работаете ли вы в эскизе, строите ли развертку или выполняете разнесение модели, теперь вы всегда понимаете, в каком режиме находится программа – за счет появления ярких цветных пиктограмм в правом верхнем углу экрана. Даже если прерветесь на телефонный звонок или вопрос коллеги.

Изменен режим работы в многооконном режиме. Чтобы расставить несколько открытых файлов рядом друг с другом, теперь нужно выполнить несколько действий: нажать правую клавишу мыши на нужной вкладке документа, запустить команду “Перенести в новое окно КОМПАС”, после чего разместить окно нужным образом, а затем повторить эти действия с другими документами. Раньше можно было получить такой же результат за одно действие. По нашему мнению, это было гораздо удобнее. Надеемся, в будущем этот процесс будет оптимизирован.

## Взаимодействие со смежниками

После завершения конструирования модели корпуса она передается на сторону, нашим партнерам, изготовителям корпусных деталей. Для этого файл из КОМПАС-3D экспортируется в *STEP*-файл, после чего через файлообменник передается нашим смежникам, занимающимся механообработкой. Они анализируют полученный файл, проводят конструкторско-технологическую адаптацию под возможности своего производства, после чего высылают свой вариант *STEP*-файла на согласование. Интересным моментом в этом взаимодействии является то, что мы не



Номенклатура изделий компании  
“УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС”  
в справочнике “Стандартные изделия”



“В КОМПАС-3D v18 этот процесс усовершенствован: для создания нового окна с документом необходимо перетащить вкладку этого документа за пределы строки заголовков”.

Дмитрий Крекин,  
маркетинг-менеджер  
машиностроительного направления АСКОН

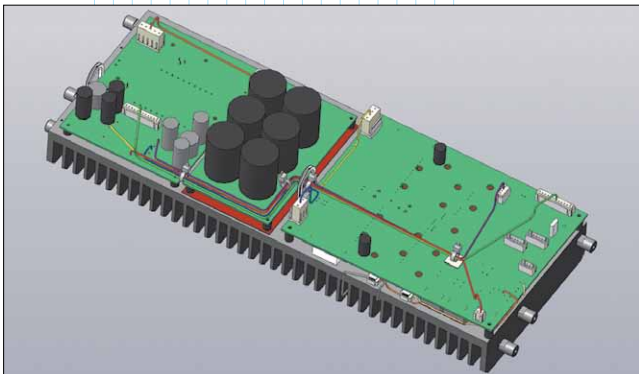
согласовываем чертежи на изделие: все согласования проводятся в рамках обсуждения 3D-модели. Это позволяет существенно сократить сроки разработки корпусной части изделия.

После решения всех технических вопросов согласовывается стоимость изделия. На этом этапе порой приходится вносить изменения в модель, чтобы минимизировать издержки. Затем идет поставка первых пробных образцов.

### Прокладка кабелей и жгутов

Одновременно с подготовкой производства корпусных деталей конструктор работает с файлом 3D-сборки всего изделия. Определяются места для оптимальной трассировки межплатных соединений, закладываются необходимые соединители, определяется тип провода. Для этого мы используем приложение “Оборудование: Кабели и жгуты”. Его применение позволяет с первого раза рассчитать нужную длину проводных соединений, а также выпустить необходимую конструкторскую документацию на кабели и жгуты.

В обоснованных случаях проводятся необходимые расчеты с применением CAE-систем – например, термосимуляция работы наиболее мощных блоков аппарата. После этого изучаются результаты расчета и принимается решение о внесении изменений в элементы конструкции. Эти виртуальные испытания можно успешно выполнять с помощью решений от партнеров АСКОН по консорциуму “РазВИТие” – а именно, используя продукт *FlowVision* (разработка компании ТЕСИС). Но, поскольку постоянной необходимости в подобных расчетах сейчас нет, экономически более выгодно выполнять такие работы разово, на договорной основе.



Пример использования приложения “Оборудование: Кабели и жгуты”

### Визуализация: показываем будущее изделие

После детальной прорисовки внешнего вида изделия наступает время для подготовки качественных изображений нового аппарата. Они будут использованы для создания рекламных буклетов, каталогов и прочей полиграфической продукции.

Незаменимым помощником в этой работе выступает приложение *Artisan Rendering*, которое превращает многоцветные 3D-модели в реалистичные фотоизображения изделия. С его помощью можно создать рекламный буклет будущего серийного изделия, даже не имея фотографий первых образцов продукции.



### Испытания

После завершения разработки изделия и выпуска первых опытных образцов начинается этап проведения квалификационных испытаний. Сначала изделие проверяется на соответствие заявленным характеристикам и требуемой функциональности на производственной площадке нашего предприятия. После их успешного прохождения следуют сертификационные испытания в независимой лаборатории – на соответствие требованиям в отношении безопасности, электромагнитной совместимости, климатических и механических воздействий.

Было бы правильно выходить на эти испытания, имея на руках положительные результаты предварительных расчетов. В связи с этим представляет интерес система прочностного анализа *APM FEM*, применяемая для предварительной оценки устойчивости конструкции к синусоидальной вибрации в диапазоне от 2 до 100 Hz – для последующего проведения натурных испытаний на соответствие требованиям [ГОСТ 30546.1-98](#) (сейсмостойкость). Возможно, наш интерес к этой теме поддержат испытательные лаборатории, так как в обоснованных случаях допускается проводить испытания на сейсмостойкость расчетным методом. В настоящее

время для этого используется программный продукт ANSYS.

### Финишная прямая: подготовка конструкторской документации

К началу серийного производства следует уже иметь оформленный по требованиям ЕСКД и утвержденный генеральным заказчиком комплект конструкторской документации. Работы по его подготовке ведут сотрудники отдела по заданию руководителя, используя для этого несколько программ:

- КД на монтаж печатных плат оформляется средствами *Altium Designer* с применением недавно разработанного редактора *Draftsman*;
- сборочные чертежи блоков и рабочие чертежи сложных деталей выполняются в среде КОМПАС-График;
- КД на лицевые панели, шильды и наклейки подготавливаются средствами *CorelDRAW* и передаются подрядчикам только в электронном виде.

Как видно из всего вышесказанного, САПР КОМПАС является одним из ключевых инструментов, без которого сложно представить процесс конструирования новых изделий на нашем предприятии.

### Перспективы бесчертежных технологий

Хотелось бы обратить внимание разработчиков АСКОН на тенденцию перехода на бесчертежные технологии. При работе с зарубежными поставщиками корпусного оборудования мы уже перешли от согласования чертежей к согласованию 3D-моделей по сопроводительному письму.

Уже сейчас КОМПАС-3D позволяет хранить прямо в модели ту информацию, которая необходима для производства изделия: размеры (в том числе с допусками), шероховатости (в том числе неуказанные), базы, допуски форм, линии выноски и другие. Вся эта информация видна непосредственно в рабочей области, а вот технические требования открываются в отдельной вкладке. На наш взгляд, было бы удобно предоставить пользователю возможность по необходимости размещать технические требования в пространстве 3D-модели изделия, в одной из трех базовых плоскостей – так, чтобы при открытии файла в КОМПАС-3D или в КОМПАС-3D Viewer вся необходимая информация выводилась на экран и всегда была перед глазами. При этом должна быть возможность перемещать технические требования в плоскости и изменять параметры текста.

В будущем мы планируем рассмотреть возможность отказа от сборочных чертежей в пользу файлов 3D-сборок и на нашем производственном участке. Это позволит упростить прочтение конструкторской документации, а следовательно, облегчит процесс постановки изделий на серийное производство.

Еще нам было бы интересно увидеть синхронизацию справочника “Стандартные изделия” с бухгалтерским продуктом 1С, что помогло бы обеспечить единообразие используемых на предприятии данных.



### Заключение

В заключение я хотел бы положительно отметить организацию работы службы технической поддержки АСКОН. Через онлайн-кабинет каждый пользователь может обратиться со своей проблемой к компетентным специалистам. Есть возможность указать приоритет запроса – от самого низкого до безотлагательного, что повлияет на время реакции специалиста техподдержки. Наше предприятие сформировало 118 запросов по самым разным темам – и каждый из них был детально разобран, по всем вопросам мы получили конкретные рекомендации. В связи с этим выражаю особую признательность за успешную совместную работу инженерам техподдержки АСКОН-Урал: Эдуарду Журавлеву, Виктору Иванову, Ивану Малофееву и нашему заботливому менеджеру Ксении Бурдаковой.

От имени всех сотрудников “УРАЛЭНЕРГО-СЕРВИС” желаю коллегам из АСКОН покорить новые вершины на тернистом пути развития отечественной САПР. Еще более чутко прислушиваться к потребностям пользователей, находить грамотные решения самых сложных проблем. Успеха вам!

### P.S.

Так сложилось, что написанию этой статьи предшествовал месяц плотной работы с КОМПАС-3D v18. Понимаю, что это отдельная тема для обсуждения, но обойти её стороной никак не могу.

Основной интерес у наших инженеров был к возможностям работы с “тяжелыми” сборками с количеством деталей более 10 тысяч. Разработчики АСКОН заявили о прорывном улучшении быстродействия в 18-й версии. Характеристики, в сравнении с более ранними версиями, тоже выглядели очень привлекательно. По этой причине хотелось самим оценить возможности новой версии в реалиях нашего предприятия.

Могу сказать, что полученные результаты воодушевляют. Перестроение “тяжелых”борок теперь измеряется десятками секунд, тогда как раньше могло длиться десятки минут. Значительно ускорились процессы открытия и сохранения файлов. В целом система стала заметно стабильнее. Таким образом, после завершения месячного бета-тестирования v18 и возврата к v17, появилось естественное желание поскорее порадовать коллег обновлением КОМПАС-3D. 🙄