

Проектирование радиоэлектронной аппаратуры в *SolidWorks*

Антон Долгополов

С увеличением степени интеграции современной радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) существенно возрастает и трудоемкость её проектирования, что связано с ростом размерности задач, решаемых в процессе разработки. Эффективным способом решения этой проблемы является применение компьютерной техники на всех этапах создания РЭА. В последнее время методы автоматизированного проектирования, как и радиоэлектроника в целом, находятся на стадии стремительно совершенствования. Поскольку производительные компьютеры перестали быть редкостью, современные САПР постепенно превращаются в инструмент, пользоваться которым может практически каждый.

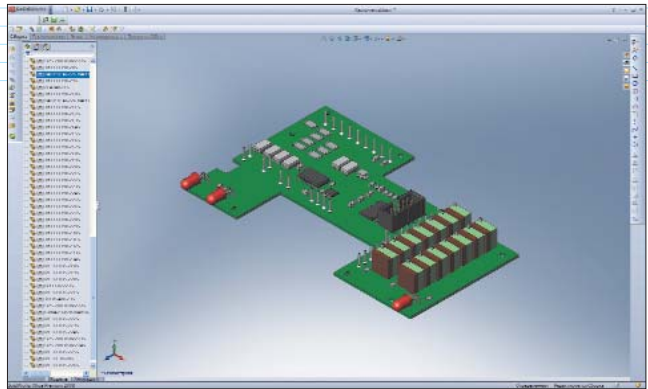
Одним из этапов производства РЭА в самых разных отраслях промышленности является проектирование печатных плат (ПП) и электрического монтажа, который выполняется проводами и кабелями, связанными в жгуты. Естественно, что на подобных предприятиях и руководители, и инженеры заинтересованы в автоматизации процесса создания 3D-моделей печатных плат и трассировки жгутов на основе данных, полученных из схемотехнических САПР. Им необходима максимально точная и полная информация как обо всех характеристиках жгутов, так и об элементном составе печатных плат. Эффективная реализация этих задач позволяет значительно сократить сроки получения конструкторской и технологической документации, а также снизить издержки путем точного подсчета количества требующихся в производстве материалов.

Уникальными средствами решения этих задач при проектировании изделий РЭА в среде *SolidWorks* являются модули *Circuit Works* и *SWR-Электрика*. Первый из них предназначен для перевода двумерного схематического представления печатной платы, разработанной средствами схемотехнической САПР, в полноценную трехмерную модель *SolidWorks*. Это крайне важно для конструктора, который занимается проектом в целом. Второй модуль создан для проектирования электрожгутов в среде *SolidWorks*. Другими словами, *Circuit Works* и *SWR-Электрика* решают задачи объединения электрической и механической составляющих проекта в единой среде проектирования, обеспечивая в результате получение стандартных документов *SolidWorks*.

В этой статье мы расскажем о совместном использовании модулей *Circuit Works* и *SWR-Электрика* в среде *SolidWorks* на примере проектирования одного из изделий РЭА.

Модуль *Circuit Works*

При работе над любым проектом, включающим как электрическую, так и механическую составляющие, одной из основных трудностей для конструктора является как можно более точное воспроизведение в среде трехмерной САПР полноценных 3D-моделей печатных плат со всеми имеющимися элементами. Дело в том, что



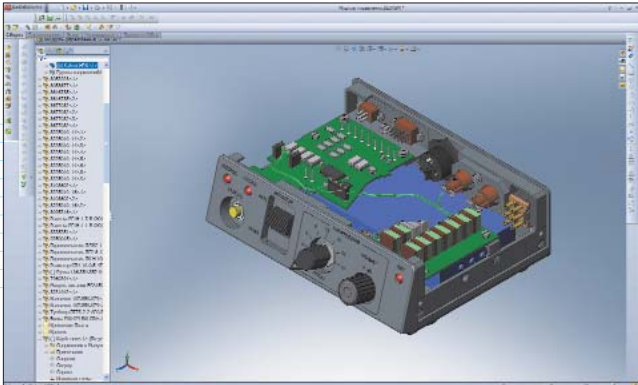
проектирование самой печатной платы выполняют использованием одной из специализированных схемотехнических САПР. С другой стороны, геометрическое моделирование такой платы средствами любой трехмерной САПР является очень трудоемким занятием, а с учетом того, что схемотехническое проектирование уже проведено – по сути, двойной работой. Модуль *Circuit Works* позволяет импортировать данные из схемотехнической САПР для построения полноценной трехмерной модели печатной платы с учетом её компоновки.

После проведения всех необходимых настроек, модуль самостоятельно создает печатную плату. Результатом построения является полноценная, полностью редактируемая 3D-модель ПП как готовой сборочной единицы со всеми входящими в нее элементами.

Модуль *SWR-Электрика*

Как уже говорилось, модуль *SWR-Электрика* создан специально для задач объемного проектирования электрожгутов в среде *SolidWorks*, поэтому первое, что приходит на ум – это необходимость создания трехмерной геометрии самого жгута. Здесь *SWR-Электрика* помогает решить три наиболее важные задачи – расчет диаметра жгута, расположение жгута в пространстве модели и поиск конфликтов, препятствующих сборности конечного изделия.

Начнем с размещения жгутов в пространстве конструкции. *SWR-Электрика* предлагает способ создания оси будущего жгута в виде сплайна, узловые точки которого удалены от граней окружающих деталей на выбираемое пользователем расстояние. Для каждой создаваемой точки можно задать свое смещение, что повышает гибкость процесса и снижает объемы последующего редактирования сплайна, или вовсе исключает его необходимость. Кроме того, пользователю предоставляется возможность автоматически привязывать точки сплайна к вершинам или к точкам эскизов любых моделей, а также автоматически центрировать их по отношению к выбираемым круглым кромкам, что упрощает прокладку жгутов через различные хомуты, фиксаторы, зажимы и вырезы в перегородках.



Как правило, реальный жгут не состоит из единственного пучка проводов, а имеет множество ответвлений. Модуль *SWR-Электрика* делает процедуру создания такой геометрии максимально простой. Достаточно одну из создаваемых точек поместить на готовую трассу, и модуль автоматически разобьет последнюю на две части.

Итак, трассы созданы. Однако диаметры жгутов были заданы самим пользователем и еще не учитываются реалий монтажа. Правила расчета диаметра жгута определены в ГОСТ 23586-79 и опираются на реальные характеристики связанных в жгут проводов и кабелей. Следовательно, нужна информация об электрических соединениях.

Откуда же берутся в проекте данные монтажа? Здесь возможны два случая. Первый – таблица соединений была создана средствами схемотехнической САПР, которая обеспечивает возможность формирования текстовых отчетов. Данные из отчетов зачитываются модулем *SWR-Электрика*. Нам достаточно знать марку и сечение жилы провода, а также соединяемые этим проводником контакты (в виде двух пар “схемное обозначение – номер контакта”).

Второй случай – для схемотехнического проектирования использовались средства, не позволяющие извлечь необходимые данные. В этом случае таблицу связей придется создавать вручную. По этой таблице *SWR-Электрика* сгенерирует все провода и кабели и уложит их по кратчайшим трассам, произведя пересчет диаметров жгутов согласно стандарту.

Логичным будет вопрос: откуда берется расположение самих контактов? Контакты указываются один раз в модели соединителя. При этом можно воспользоваться командой автоматического создания группы контактов, расположенных по определенной схеме.

После укладки проводов можно узнать длину каждого из них (при расчете учитываются припуски на длину провода, перепайку и пр.). Аналогичный результат расчета для любого жгута будет представлен в окне его свойств. Дополнительно там выводится наполнение жгута: какие провода и каких типов его образуют, с какого контакта на какой они идут. Можно узнать и длину выбранного сегмента жгута.

Помимо определения пространственной конфигурации жгутов, модуль *SWR-Электрика* позволяет автоматически создавать различные отчеты, такие как таблицы соединений и распайки, суммарные перечни использованных материалов и соединителей с группировкой по типам, отражающие самые разные характеристики монтажа. Это избавляет пользователя от забот по скрупулезному подсчету итоговых цифр и копированию порой громадных массивов данных из *SolidWorks* в другие системы. В дальнейшем данные отчетов могут быть применены для создания конструкторских спецификаций или ведомостей покупных изделий.

Как известно, помимо текстовой документации в производстве используется также и графическая. В нашем примере наибольший интерес для производителей представляет сборочный чертеж жгута. С помощью модуля *SWR-Электрика* получить его совсем не трудно. Система самостоятельно раскладывает на плоскости все сегменты спроектированного жгута, добавляет изображения соединителей, смонтированных на концах жгута, расставляет размеры, создает для каждого соединителя таблицы распайки, формируя в результате стандартный чертеж. Для окончательного оформления чертежа можно воспользоваться библиотекой проектирования *SolidWorks*.

Отдельно стоит отметить тот факт, что для *SWR-Электрика* не имеют значения число объектов монтажа, топологическая или геометрическая сложность жгутов. Таким образом, ограничений на сложность проектируемых жгутов тоже нет.

К полезным особенностям модуля можно отнести и то, что при необходимости он автоматически производит проверку результатов проектирования. Например, при импортировании таблицы связей проверяется наличие проводов выбранных марок в библиотеке, наличие соединителей с указанными схемными обозначениями и контактов на них в проекте, выявляется дублирование соединений или обозначений проводов и т.д. В любой

Обозначение	Откуда	Куда	Длина мм	Марка	Жилы	Наименование
101	X1:1	X1:1	101	ВШО	0,20	ВШО 0,2 У 16-005-941-76
102	X2:1	X1:2	160	ВШО	0,20	ВШО 0,2 У 16-005-941-76
103	X2:1	X1:2	100	ВШО	0,20	ВШО 0,2 У 16-005-941-76
104	X2:2	X2:2	160	ВШО	0,20	ВШО 0,2 У 16-005-941-76
105	X1:3	X3:1	127	МШВ	0,14	МШВ 0,14 У 16-005-43-82
106	X1:4	X3:2	130	МШВ	0,14	МШВ 0,14 У 16-005-43-82
107	X5:3	X3:3	144	МШВ	0,14	МШВ 0,14 У 16-005-43-82
108	X2:4	X3:4	100	МШВ	0,14	МШВ 0,14 У 16-005-43-82

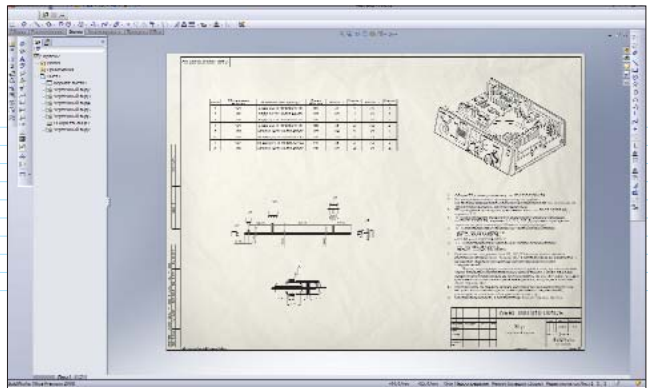
момент можно проверить, не изогнут ли какой-либо провод, кабель или жгут по дуге с радиусом, меньшим минимально допустимого. Задать пороговое значение можно как в миллиметрах, так и в виде коэффициента кратности наружному диаметру.

Помимо отчетов по примененным материалам, модуль генерирует отчеты об использованных соединителях – как с индивидуальным их перечислением, с указанием схемных обозначений, так и с группировкой по типам, что полезно для формирования ведомостей покупных изделий.

Отметим, что вся трехмерная геометрия, созданная модулем, будет представлена стандартными объектами *SolidWorks*. Это значит, что можно выполнить стандартный анализ на пресечение жгута с элементами конструкции изделия. Кроме того, на основе библиотечных данных можно рассчитать реальные массовые характеристики жгутов.

Любая 3D-модель, построенная средствами *SWR-Электрика*, хранится в формате *SolidWorks*. Это значит, что она может быть открыта и отредактирована на компьютере, на котором не установлен модуль проектирования электрожгутов. При внесении изменений в конструкторскую модель, геометрия и все характеристики проводов и жгутов также автоматически пересчитываются и обновляются в соответствии с новыми геометрическими условиями. То же касается и чертежей.

Благодаря простоте и универсальности модуля *SWR-Электрика*, наряду с заметным сокращением затрат времени на процесс проектирования, существенно



упрощается и процесс его освоения. Таким образом, *SWR-Электрика* обеспечивает уникальную возможность согласовать пространственную конфигурацию жгутов и их конструктивное окружение на этапе проектирования, что позволяет значительно сократить сроки запуска изделия в производство, снизив его себестоимость. Количественные характеристики всех элементов монтажа выдаются в виде текстовых отчетов, что дает возможность точно учитывать и планировать расход материалов. Автоматически создаваемые монтажные шаблоны и чертежи жгутов обеспечивают изготовление геометрически правильных жгутов и стопроцентную собираемость изделия уже с первого образца. Обладающая широкими возможностями и доступной ценой, система *SWR-Электрика* быстро внедряется в производство, гарантируя быструю окупаемость вложенных средств. ☐

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

SolidWorks Russia





Бесплатная техническая поддержка

лицензионным пользователям программного
комплекса SolidWorks, в независимости от
номера версии и даты приобретения

Подробнее в офисах компании SolidWorks Russia:

Москва
support@solidworks.ru
(495) 995-8032, 937-1945

С.-Петербург
support@spb.solidworks.ru
(812) 346-8853, 346-8854

Екатеринбург
support@ural.solidworks.ru
(343) 215-9095, 215-9085

Самара
support@samara.solidworks.ru
(846) 378-02-05, 267-30-31

Киев
support@intersed.kiev.ua
(044) 200-8722, 585-3210