

Автоматизация формирования посадочных мест электронных компонентов в среде Altium Designer

Часть 1

Алексей Якубенко (alexey@idstrade.com)

Библиотеки компонентов являются одним из краеугольных камней автоматизации процесса конструирования в современных САПР, но трудоёмкость их формирования существенно усложняет процесс разработки новых электронных изделий. САПР Altium Designer предлагает эффективное решение данной проблемы.

Библиотеки компонентов значительно повышают эффективность средств автоматизации проектирования электронных изделий. Благодаря им нет необходимости каждый раз с нуля создавать условные графические обозначения (УГО) и посадочные места (ПМ) электронных компонентов (ЭК). В то же время библиотечные компоненты, особенно ПМ, являются ахиллесовой пятой процесса конструирования, т.к. требуют достаточно больших трудовых и временных затрат на их формирование. Ситуация усложняется, если геометрические параметры ПМ должны строго соответствовать стандартам – каждый их элемент должен быть выверен на соответствие определённым рекомендациям. Ещё больше положение усугубляется, когда, помимо двумерной геометрии, ПМ должно содержать ещё и трёхмерную модель корпуса. Возможно, такую модель получится найти в сети Интернет – в противном случае её необходимо «нарисовать». В любом случае речь идёт о довольно ощутимых дополнительных трудозатратах.

Для решения данной проблемы в САПР Altium Designer (AD) предусмотрены специализированные инструменты: *IPC Compliant Footprint Wizard* и *IPC Compliant Footprints Batch generator*. Оба указанных инструмента являются мастерами формирования ПМ ЭК поверхностного монтажа. Основное преимущество данных мастеров заключается в том, что они позволяют **одновременно**:

- сформировать ПМ любой сложности буквально за несколько щелчков мыши;
- обеспечить соответствие формируемого ПМ стандарту IPC-7351B;
- сгенерировать и подключить к ПМ трёхмерную модель (3D-модель) корпуса ЭК в виде трёхмерных примитивов или в формате STEP (причём во втором случае имеется возможность сохранения 3D-модели в отдельном внешнем STEP-файле).

Отличие мастеров в том, что *IPC Compliant Footprint Wizard* предназначен для формирования одного ПМ за одну сессию, а *IPC Compliant Footprints Batch generator* является мастером группового формирования ПМ ЭК.

СТАНДАРТ IPC-7351B

Прежде чем перейти к описанию принципов работы с мастерами ПМ, следует разобраться, что из себя представляет стандарт IPC-7351B. IPC-7351B “Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standard” является одним из целой массы стандартов, разработанных ассоциацией IPC [1]. Он определяет правила проектирования печатных плат (ПП), печатных узлов (ПУ) и ПМ для ЭК поверхностного монтажа. В 3-й части стандарта приводятся рекомендации для разработки таких ПМ, которые будут обеспечивать надёжный монтаж ЭК на ПП.

Основой для разработки ПМ в соответствии с IPC-7351B являются предоставляемые производителями ЭК данные о размерах применяемых корпусов и их погрешностях. Указанные данные дополняются информацией о допусках на ПП и размещение компонентов, и на основе полученной информации по приведённым в стандарте формулам рассчитываются и формируются ПМ [2].

IPC COMPLIANT FOOTPRINT WIZARD

Для того чтобы воспользоваться мастером *IPC Compliant Footprint Wizard*, в среде AD должно быть установлено расширение *IPC Footprint Generator*. Данное расширение устанавливается автоматически. Чтобы убедиться в его наличии, необходимо открыть вкладку *Extensions & Updates* и найти там иконку с соответствующим названием.

Мастер *IPC Compliant Footprint Wizard* работает следующим образом. Входными данными для расчёта параметров ПМ являются размеры корпусов ЭК и их допуски. На основе этих параметров мастер высчитывает и формирует ПМ в соответствии с рекомендациями стандарта. Одновременно с этим происходит формирование и подключение к ПМ 3D-модели корпуса ЭК. Ввод параметров производится в последовательно чередующихся диалоговых окнах. Вводимые параметры являются размерами и вводятся в миллиметрах. Нави-

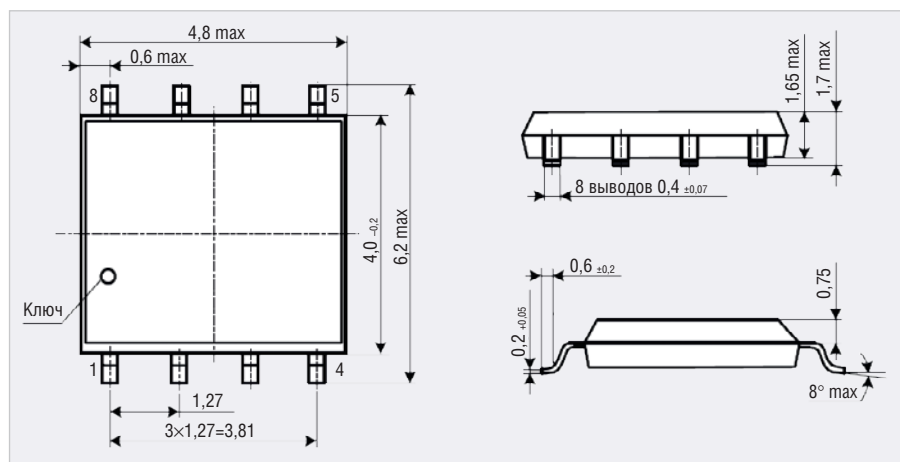


Рис. 1. Чертёж корпуса SOIC-8 микросхемы K5559IH14ASI

гация по окнам мастера осуществляется кнопками *Next* (вперёд) и *Back* (назад).

Разберём работу с мастером *IPC Compliant Footprint Wizard* на примере ПМ для микросхемы K5559ИИ14А51 от АО «ПМК Миландр». Данная микросхема выпускается в корпусе SOIC-8. Документацию на неё можно найти в свободном доступе на сайте производителя [3]. В документации приведён чертёж корпуса (см. рис. 1), по которому в данном случае нужно сформировать ПМ и 3D-модель [4].

Для начала работы с мастером необходимо в редакторе посадочных мест выполнить команду *Tools* → *IPC Compliant Footprint Wizard...*, после чего откроется приветственное окно. Далее следует перейти к окну *Select Component Type* (см. рис. 2). С помощью списка, расположенного в нём, необходимо выбрать определённый тип корпуса, – в данном случае строку, соответствующую корпусам типа SOIC – и перейти к следующему окну, *SOIC Package Dimension* (см. рис. 3), предназначенному для ввода основных геометрических параметров корпуса (соответствующие опции находятся в левой части окна). В центре окна расположен поясняющий рисунок со схематичным изображением корпуса. В правой части окна *SOIC Package Dimension* расположено демонстрационное окно, которое отображает результат корректировки параметров. По умолчанию оно показывает ПМ в трёхмерном режиме, однако его можно переключать в двумерный вид и обратно с помощью расположенной в его нижнем левом углу кнопки. В нижнем левом углу окна *SOIC Package Dimension* находится пункт *Generate STEP Model Preview* – проставление соответствующей галочки приводит к отображению в демонстрационном окне 3D-модели в STEP-формате, снятие – к отображению в виде набора трёхмерных примитивов. Необходимо заметить, что подобным образом организованы все окна мастера *IPC Compliant Footprint Wizard*.

Ориентируясь на чертёж корпуса (см. рис. 1) и поясняющий рисунок, введём соответствующие параметры (см. рис. 3). Нетрудно заметить, что в данном окне отсутствует опция ввода шага выводов. Дело в том, что корпуса типа SOIC всегда имеют шаг выводов 1,27 мм. Об этом напоминает надпись *All SOIC packages have a pitch (e) of 1.27mm*. В большинстве случаев для других типов корпусов данный параметр корректируется наравне с прочими.

Следующее окно, *SOIC Package Thermal Pad Dimension*, предназначено для ука-

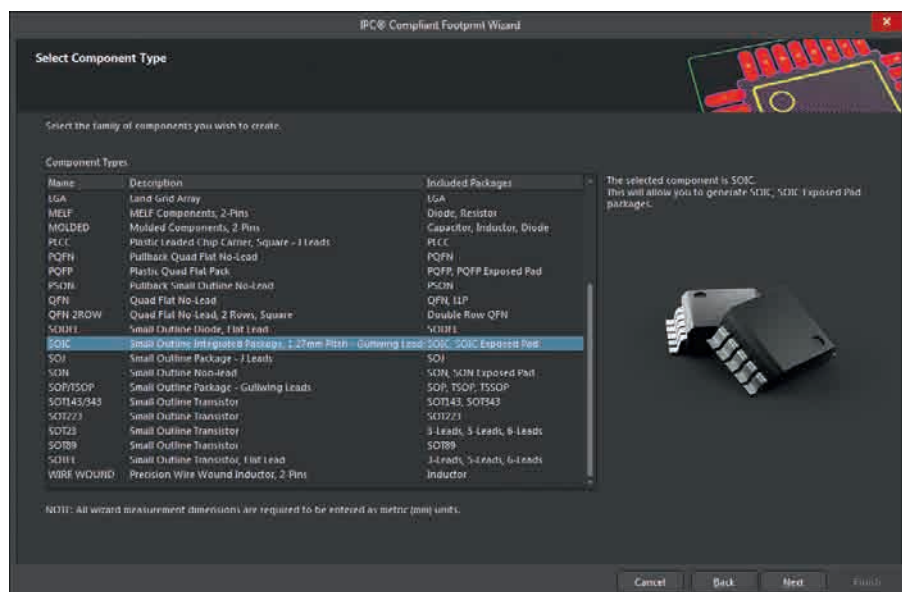


Рис. 2. Окно *Select Component Type*

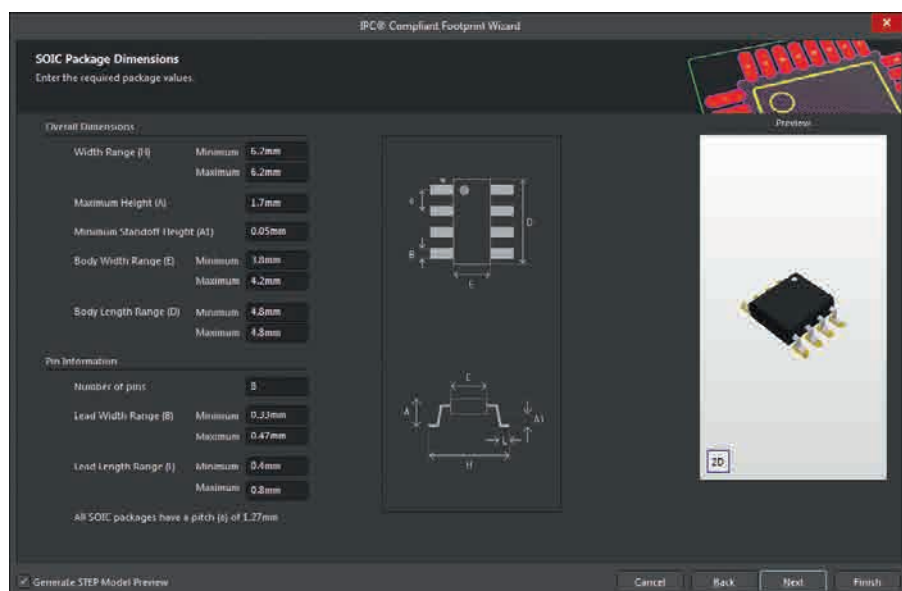


Рис. 3. Окно *SOIC Package Dimension*

зания размеров теплоотводящей площадки – для этого необходимо поставить галочку *Add Thermal Pad*. В данном случае теплоотводящая площадка отсутствует, поэтому данный этап следует пропустить и перейти к следующему окну.

С помощью опций окна *SOIC Package Heel Spacing* можно задать величину зазора между рядами выводов под корпусом ЭК. Данный параметр высчитывается мастером на основании введенных ранее геометрических параметров корпуса с использованием формул, приведенных в стандарте. При желании данные значения можно откорректировать – для этого нужно снять галочку *Use calculated values*. Перейдём к следующему окну.

Качество соединения ЭК с ПП определяется не только количеством припоя между выводом компонента и контакт-

ной площадкой (КП), но и кромками, которые образует припой по периметру вывода. При проектировании ПМ необходимо выбирать такие размеры КП, чтобы кромки припоя обеспечивали надёжное соединение. В стандарте для определения размеров КП используются следующие параметры:

- J_T – минимальный размер передней кромки припоя;
- J_H – минимальный размер задней кромки припоя;
- J_S – минимальный размер боковой кромки припоя.

Кроме того, стандарт определяет 3 уровня плотности компоновки ПУ:

1. Уровень плотности А – конструкция общего уровня.
2. Уровень плотности В – конструкция среднего уровня.

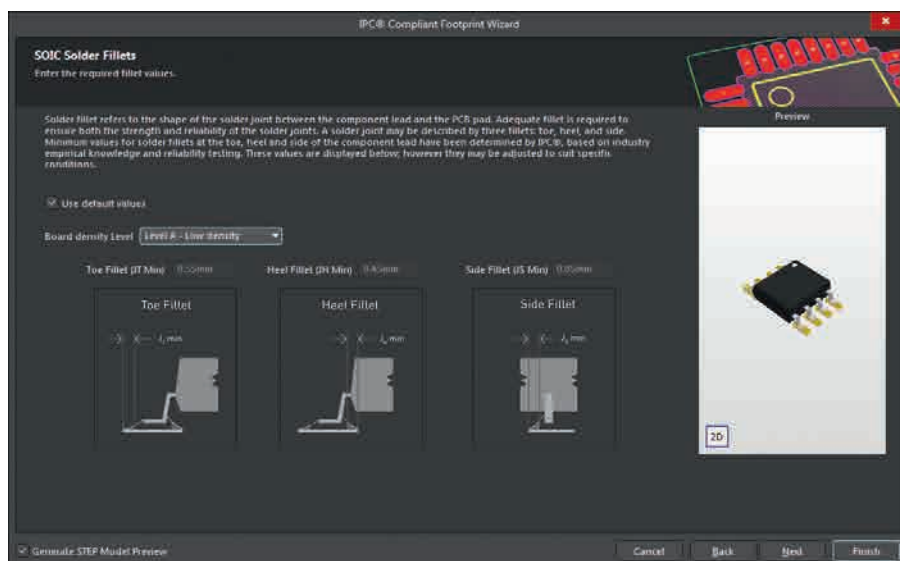


Рис. 4. Окно **SOIC Solder Fillets**

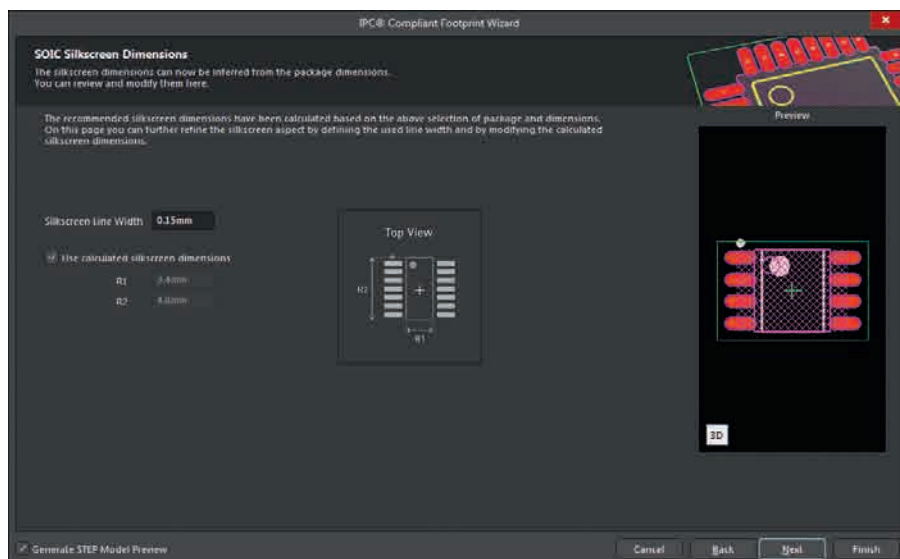


Рис. 5. Окно **SOIC Silkscreen Dimensions**

3. Уровень плотности С – конструкция повышенной плотности.

Каждый уровень плотности оказывает влияние на размер КР – чем уровень выше, тем меньше КР. Описанные параметры приводятся в соответствующих таблицах стандарта.

Окно **SOIC Solder Fillets** (см. рис. 4) предназначено для определения параметров кромок припоя. Уровень плотности задаётся с помощью выпадающего меню **Board density Level**. Размеры кромок припоя отображаются в полях ввода:

- **Toe Fillet (JT Min)** – минимальный размер передней кромки припоя;
- **Heel Fillet (JH Min)** – минимальный размер задней кромки припоя;
- **Side Fillet (JS Min)** – минимальный размер боковой кромки припоя.

Если необходимо переопределить стандартные размеры кромок припоя, нужно снять галочку **Use default values**.

Выберем плотность уровня А, стандартные размеры кромок припоя оставим без изменения и перейдём к следующему окну.

Окно **SOIC Component Tolerance** предназначено для определения следующих погрешностей размеров корпусов ЭК:

- **Tolerance on the overall width of the component, including leads** – погрешность полной ширины корпуса с учётом выводов;
- **Tolerance on the inner distance between the heels of the opposing rows of leads** – погрешность зазора между рядами выводов под корпусом ЭК;
- **Tolerance on the width of the component leads** – погрешность ширины выводов компонента.

Эти параметры рассчитываются на основе введённых ранее данных. Если появляется необходимость их изме-

нить, нужно снять галочку **Use calculated component tolerances**. Оставим данные значения без изменений и перейдём к следующему окну.

С помощью окна **SOIC IPC Tolerances** определяются такие погрешности, как:

- **Fabrication Tolerance Assumption** – предполагаемая погрешность топологии ПП;
- **Placement Tolerance Assumption** – предполагаемая погрешность размещения ЭК;
- **Courtyard Excess** – зазор зоны монтажа ЭК.

Изначально здесь приводятся погрешности, принятые в стандарте по умолчанию. Зазор зоны монтажа определяется размерами корпуса ЭК и ПМ и зависит от уровня плотности. Погрешности топологии и размещения могут быть переопределены производителями ПП и организациями, занимающимися монтажом ПУ, соответственно. Для изменения данных параметров необходимо снять галочку **Use Default Values**.

Опции следующего окна **SOIC Footprint Dimensions** предназначены для формирования размеров и расположения КР ПМ. Имеющиеся здесь параметры вычисляются на основе данных, определённых предыдущими окнами мастера с учётом рекомендаций стандарта. Чтобы изменить значения по умолчанию, необходимо снять галочку **Use calculated footprint values**. С помощью опции **Pad Shape** определяется форма КР: **Rounded** – закруглённые КР, **Rectangular** – прямоугольные.

В некоторых случаях в окне **SOIC Footprint Dimensions** может появиться выделенная красным шрифтом надпись **Pads are trimmed to prevent from extending under body**. Дело в том, что при малых зазорах между корпусом ЭК и поверхностью ПП стандарт рекомендует подрезать КР со стороны корпуса таким образом, чтобы корпус при своих максимальных размерах не попадал на КР. Это сделано для того, чтобы паяльная паста не попадала под корпус ЭК, чем исключается возможность возникновения короткого замыкания между КР.

Оставим все значения по умолчанию, выберем КР закруглённого типа и перейдём к следующему окну.

Окно **SOIC Silkscreen Dimensions** (см. рис. 5) предназначено для формирования изображения в слое шелкографии. Параметры соответствующего рисунка также определяются на основе ранее введённых данных и могут быть изменены, для чего нужно снять галоч-

ку *Use calculated silkscreen dimensions*. С помощью опции *Silkscreen Line Width* задаётся ширина линии. Введём ширину линии в слое шелкографии 0,15 мм, размеры прямоугольника оставим по умолчанию и перейдём к следующему окну.

Окно *SOIC Courtyard, Assembly and Component Body Information* (см. рис. 6) содержит опции для добавления к ПМ следующей информации:

- *Add Courtyard Information* – зона монтажа;
- *Add Assembly Information* – данные для сборочного чертежа;
- *Add Component Body Information* – 3D-модель корпуса ЭК.

Каждую из трёх опций можно отключить с помощью расположенной рядом с их наименованием галочки. Все три опции содержат значения размеров, определённые на основе введённых ранее данных. Во всех случаях имеется галочка *Use calculated value*, снятие которой позволит отредактировать соответствующие параметры. Также каждая из опций содержит выпадающее меню *Layer*, с помощью которого определяется, в какой слой ПМ будет вставлена соответствующая информация. Опции *Add Courtyard Information* и *Add Assembly Information* содержат окна ввода *Line Width*, с помощью которых задаётся ширина линии.

Отключим опцию *Add Assembly Information*. В опции *Add Component Body Information* сменим слой вставки 3D-модели на слой *Mechanical Layer 1*. Остальные опции оставим без изменений и перейдём к следующему окну.

В окне *SOIC Footprint Description* формируются имя ПМ (поле ввода *Name*) и его описание (поле ввода *Description*). Имя посадочного места формируется в соответствии с соглашениями, описанными в стандарте. Если необходимо изменить имя или описание, нужно снять галочку *Use suggested values*.

Элементы следующего окна *Footprint Destination* предназначены для определения путей сохранения формируемого ПМ и, при необходимости, 3D-модели корпуса. Расположенный сверху переключатель предлагает один из трёх вариантов сохранения ПМ:

- *Existing PcbLib File* – сохранение ПМ в существующей библиотеке посадочных мест (при выборе данной опции необходимо указать путь к требуемой библиотеке);
- *New PcbLib File* – сохранение ПМ в новой библиотеке посадочных мест

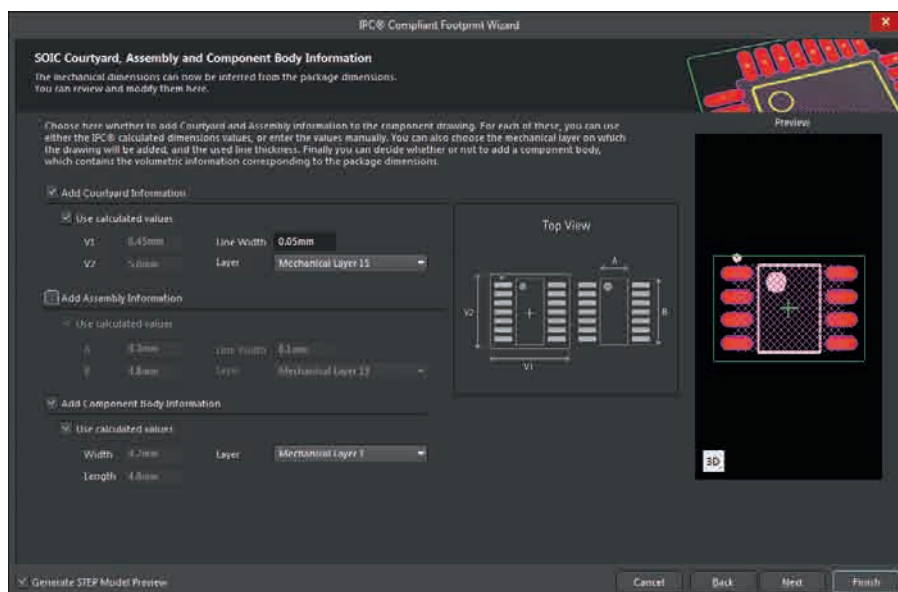


Рис. 6. Окно *SOIC Courtyard, Assembly and Component Body Information*

(при выборе данной опции необходимо задать имя новой библиотеки);

- *Current PcbLib File* – сохранение ПМ в текущей библиотеке посадочных мест.

Проставление галочки *Produce 3D/STEP model* приводит к формированию и подключению к ПМ 3D-модели в формате STEP, снятие – 3D-модели в виде набора 3D-примитивов; также проставление данной галочки делает доступным расположенный ниже переключатель:

- *Embedded* – 3D-модель только подключается к ПМ;
- *External File* – 3D-модель подключается к ПМ и одновременно с этим сохраняется во внешнем файле.

При выборе второго варианта становится доступным выпадающее меню *Format*, с помощью которого можно выбрать формат сохраняемой во внешнем файле 3D-модели – STEP или Parasolid.

Выберем вариант сохранения ПМ в новой библиотеке посадочных мест и зададим её имя. Также включим формирование и подключение к ПМ 3D-модели с сохранением её во внешнем файле в формате STEP. Перейдём к последнему окну, которое сообщит нам, что мы закончили ввод всех необходимых параметров. Закончим работу мастера кнопкой *Finish*.

После окончания работы мастера в соответствии с определёнными ранее настройками среда AD сформирует новую библиотеку посадочных мест с заданным именем, сохранит в ней посадочное место с подключённой 3D-моделью в формате STEP, выведет изображение ПМ на экран (см. рис. 7) и



Рис. 7. ПМ с подключённой к нему 3D-моделью в STEP-формате

сохранит в заданном месте STEP-файл с 3D-моделью корпуса.

Необходимо заметить, что каждый тип корпуса обладает своими конструктивными особенностями. Как следствие, для каждого типа корпуса необходим свой набор опций. В результате количество и содержимое окон мастера *IPC Compliant Footprint Wizard* может значительно отличаться от описанных в статье. Тем не менее описанные принципы работы с мастером остаются неизменными [5].

Во второй части статьи будет рассмотрен групповой процесс формирования ПМ с помощью мастера *IPC Compliant Footprints Batch Generator*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ассоциация IPC: www.ipc.org
2. IPC-7531B. Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standard.
3. АО «ПКК Миландр»: www.milandr.ru
4. Микросхема приёмопередатчика интерфейса CAN. Спецификация.
5. Altium. Documentation 2018. IPC Compliant Footprint Wizard.

