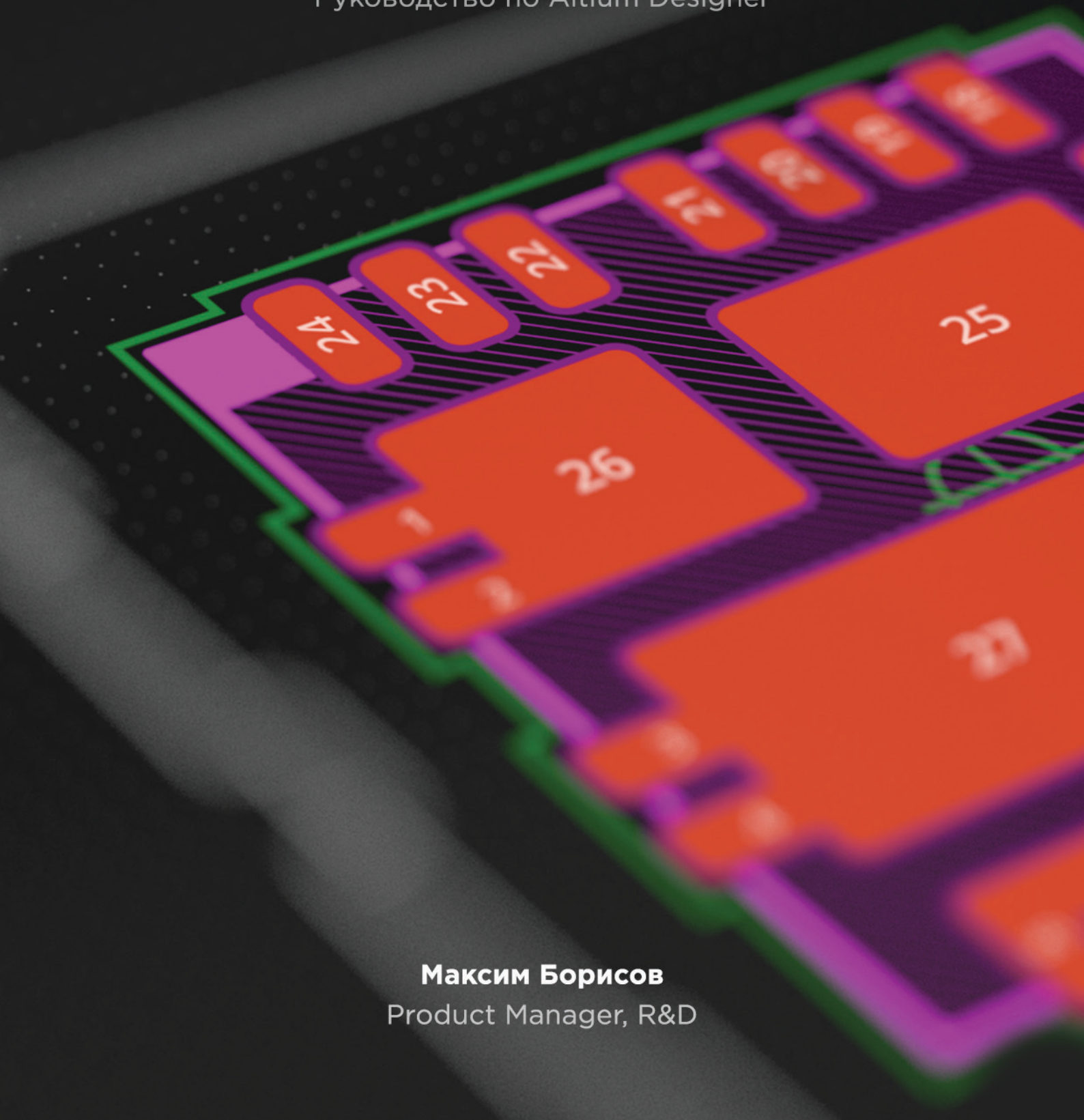


Altium[®]

Создание сложных посадочных мест

Руководство по Altium Designer



Максим Борисов
Product Manager, R&D

ДЛЯ ЧЕГО НУЖНЫ СЛОЖНЫЕ ПОСАДОЧНЫЕ МЕСТА?.....	2
КАК ДОЛЖНО ВЫГЛЯДЕТЬ ХОРОШЕЕ ПОСАДОЧНОЕ МЕСТО?.....	3
ЧТО ЯВЛЯЕТСЯ ОПЦИОНАЛЬНЫМ?.....	5
МЕТОДОЛОГИЯ.....	5
Декомпозиция компонентов и контактных площадок.....	5
Механические САПР.....	5
Создание посадочного места.....	7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А: СОЗДАНИЕ ГРАНИЦ ПОСАДОЧНОГО МЕСТА (COURTYARD).....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ Б: ПРИВЯЗКА И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ СЛОЖНОЙ 3D-МОДЕЛИ.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ В: ЦЕЛЬНЫЕ РЕГИОНЫ ДЛЯ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК СЛОЖНОЙ ФОРМЫ.....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ Г: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛОТОВЫХ ОТВЕРСТИЙ.....	10

В этом документе излагается пошаговая методика создания с нуля нестандартных посадочных мест в Altium Designer с использованием механических САПР. Данная проверенная методика, в основе которой лежит точное 3D-моделирование компонента, описывает ключевые метрики качества для создаваемого посадочного места и его 3D-модели, используя предсказуемый и дружелюбный к пользователю подход для решения наиболее требовательных задач в области проектирования печатных плат.



ДЛЯ ЧЕГО НУЖНЫ СЛОЖНЫЕ ПОСАДОЧНЫЕ МЕСТА?

От потребительских устройств до телекоммуникационных систем, промышленных устройств и беспроводных сетей, в современной электронике существует устойчивый фокус на миниатюризацию компонентов для подавляющего большинства применений. Технологический прогресс в области корпусирования полупроводниковых приборов сделал возможным создание весьма компактных и производительных устройств, будь то интегрированный драйвер с ключами, современный процессор или заказная микросборка. Выполненные в компактном корпусе, они позволяют заменить собой множество дискретных компонентов. Однако в ряде случаев это преимущество может быть в значительной степени снижено в силу использования некачественных посадочных мест с чрезмерно увеличенными или уменьшенными контактными площадками, неточным соответствием реальному корпусу и отсутствием ключевых объектов-примитивов, что, в свою очередь, ведет к снижению характеристик изделия и проблемам монтажа. В этом документе рассмотрены все важнейшие шаги, необходимые при создании с нуля точных высококачественных посадочных мест для любых сложных компонентов, которые могут потребоваться при проектировании печатных плат.

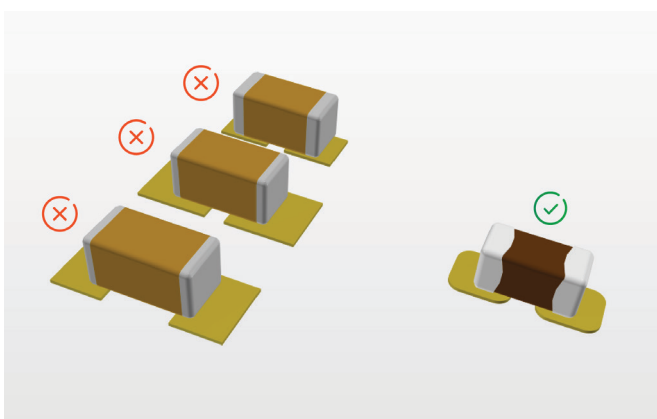
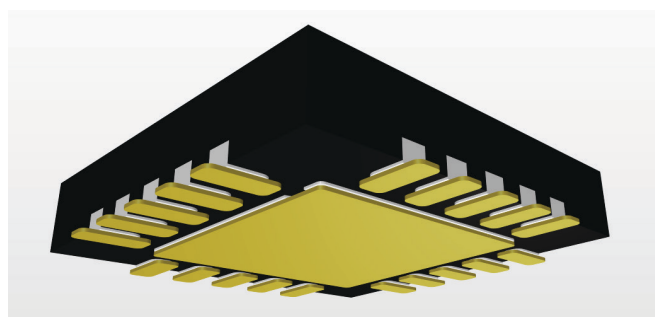
КАК ДОЛЖНО ВЫГЛЯДЕТЬ ХОРОШЕЕ ПОСАДОЧНОЕ МЕСТО?



- Точные контактные площадки компонентов

Использование чрезмерно увеличенных или уменьшенных контактных площадок является распространенной ошибкой во многих нестандартных посадочных местах. Также встречается неудачное разделение сложной контактной площадки на простые, либо контактные площадки вовсе не соответствуют физическим выводам компонента.

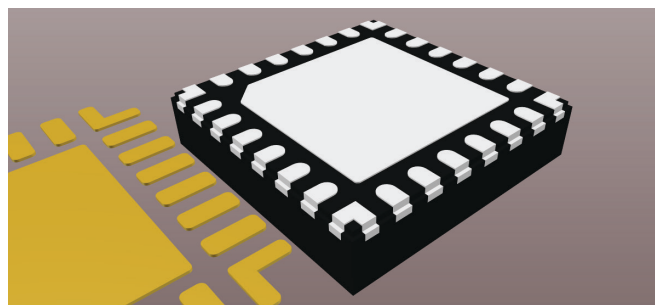
В этом документе используется простая техника декомпозиции контактных площадок, позволяющая создавать нестандартные посадочные места, используя интуитивный и легкий в использовании подход.



- Точная 3D-модель

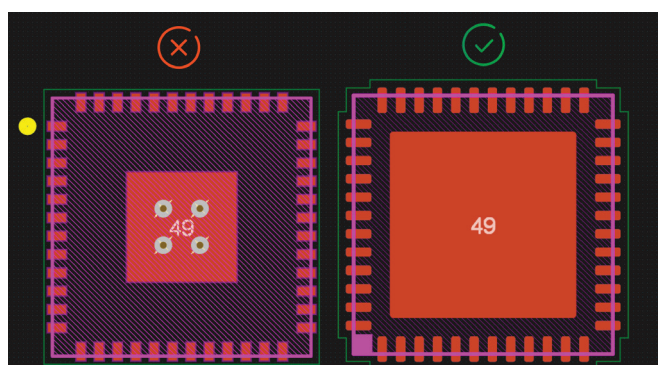
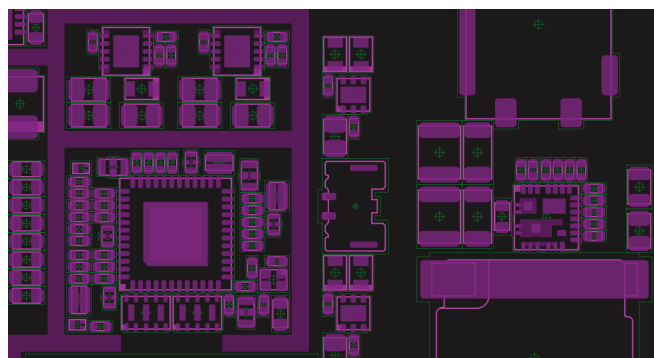
В свободном доступе в Интернете присутствует колоссальное количество 3D-моделей, однако далеко не все из них пригодны для использования. Многие из них не оптимизированы для интеграции в САПР печатных плат (размер модели слишком велик), либо геометрия модели упрощена до такой степени, что делает ее неотличимой от стандартной "серой болванки". Модели, сделанные энтузиастами, часто являются неточными, нестабильными, и они во многом подвержены недостаткам, связанным с отсутствием методологии проектирования и ее корректным применением.

Поскольку 3D-модель крайне важна сама по себе, т.к. с ее помощью проверяется посадочное место (и наоборот), в этом документе приведены основные критерии качества при построении, редактировании и дальнейшего использования 3D-моделей, одновременно точных, стабильных и имеющих малый размер.



- Точный контур компонента

Будучи проекцией тела компонента на поверхность платы, этот геометрический контур играет важную роль в визуальном отображении места, занимаемого телом компонента при его размещении.

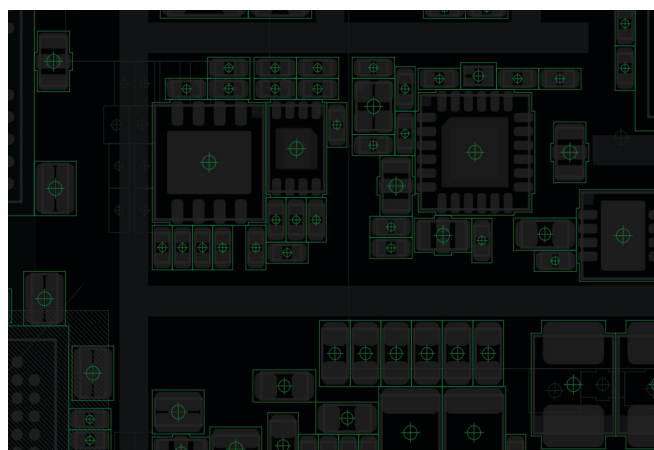


- Точная граница посадочного места (Courtyard)

Будучи одним из самых недооцененных объектов в области проектирования плат (в силу того, что ряд проектировщиков не используют его), граница посадочного места (Courtyard) представляет исключительно ценную информацию касательно размещения компонента.

Причина, по которой эта граница не только является важной, но и крайне полезной в проектировании плат, состоит в том, что ее геометрия служит точным отображением всей области, занимаемой посадочным местом. Это позволяет размещать компоненты с максимально возможной плотностью, а именно по краям соответствующих границ посадочных мест.

Граница посадочного места (Courtyard) показывает доступное пространство для размещения компонента и полностью определяет минимально необходимую для этого площадь, с учетом наличия рядом препятствий, будь то соседние компоненты или любые другие электрические и механические объекты. В этом документе используется так называемая пропорциональная граница посадочного места с наиболее точным представлением области, занимаемой посадочным местом без образования мертвых зон.



ЧТО ЯВЛЯЕТСЯ ОПЦИОНАЛЬНЫМ?

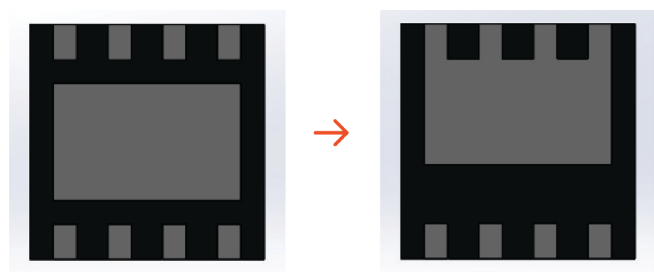
В зависимости от используемой методологии или стандарта проектирования, а также ограничений, обусловленных самой конструкцией платы, перечисленные ниже объекты могут отсутствовать без какого-либо негативного влияния на качество посадочного места:

- Маркировка шелкографией
- Позиционные обозначения на механических слоях
- Дополнительная графика/текст

В этом документе указанные объекты не рассматриваются подробно, однако дополнительная информация из Приложения касательно формирования геометрии отдельных объектов посадочного места, также применима и к ним.

МЕТОДОЛОГИЯ

Декомпозиция компонентов и контактных площадок



Говоря простым языком, это подход, при котором сложные контактные площадки разбиваются на простые, относящиеся к стандартным корпусам, которые в свою очередь поддерживаются калькуляторами посадочных мест, встроенными в Altium Designer либо от сторонних производителей. Здесь приведен пример такого компонента.

Если временно убрать самую крупную центральную контактную площадку, замыкающую ряд более мелких контактных площадок сверху, то получившийся корпус будет соответствовать Small Outline No-Led (SON) – стандартному корпусу, поддерживаемому большинством существующих калькуляторов. Рассчитав геометрию более мелких контактных площадок и отдельно геометрию центральной контактной площадки, далее возможно комбинировать их и точно скорректировать получившуюся фигуру. Более того, сложные корпуса компонентов, имеющие только простые контактные площадки, могут быть разбиты на ряд стандартных корпусов, но со специфическим размещением контактных площадок, что в свою очередь делает всю операцию довольно простой. Здесь рассмотрен такой случай на примере разъема u.fl.



Такой корпус может быть разбит на два более простых, которые известны как Small Outline Diode Flat Lead (SODFL).

Одним из ключевых преимуществ этого подхода является возможность применить правила IPC (и, соответственно, настройки плотности посадочного места) для сложных корпусов, путем применения этих правил к более простым корпусам, полученным в результате декомпозиции.

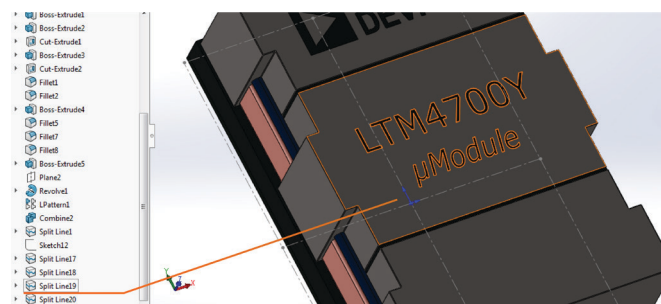
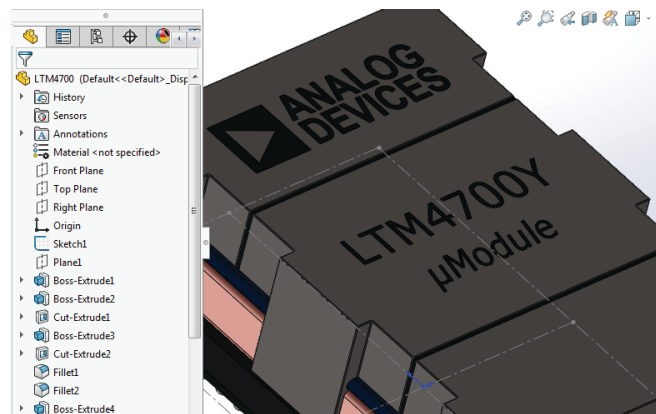
Механические САПР

3D-модель

С одной стороны, хорошая 3D-модель компонента должна быть точной и в достаточной степени детализированной, а с другой – иметь малый размер и обеспечивать простоту использования. Для получения этих свойств должны быть выполнены следующие условия:

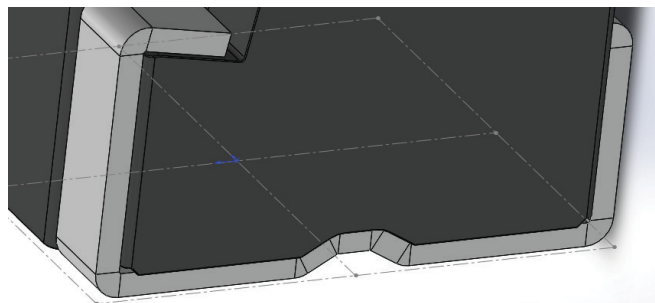
РУКОВОДСТВО ПО СОЗДАНИЮ СЛОЖНЫХ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ В ALTIUM DESIGNER

- Компонент должен быть представлен как единое монолитное тело, а не как набор тел/поверхностей или сборка. Если использование сборки избежать невозможно, то необходимо минимизировать число тел в ее составе путем их объединения в механической САПР.



- Любая маркировка, нанесенная лазером или краской, должна быть реализована с помощью инструментов резки поверхностей, например Split Line вместо Cut/Boss Extrude. Использование последних ведет к резкому увеличению размеров модели, ее нестабильному поведению и артефактам при импортировании.

- Использование дуг, скругленных углов и техник поверхностного моделирования должно быть минимизировано с целью избежать чрезмерной детализации, которая в свою очередь ведет к описанным в предыдущем пункте проблемам.



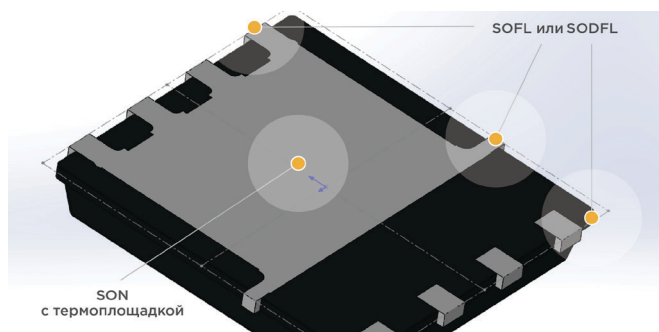
- Используемая механическая САПР должна обладать возможностью генерирования высококачественных STEP-моделей без негативных побочных эффектов, обусловленных особенностями программы. К примеру, STEP-файлы созданные при помощи Solidworks, в подавляющем большинстве случаев имеют запредельный размер файла, поврежденные поверхности (особенно при использовании инструмента Split Line) и цветовые дефекты, в то время как модели, сделанные в Inventor, лишены данных недостатков. Более того, нередко случаи, когда STEP-модель, сделанную в Solidworks, далее невозможно импортировать обратно в эту же САПР, не получив одну или несколько описанных выше проблем. На данный момент, Inventor, вероятно, обладает лучшим STEP-генератором и возможностями импорта/экспорта таких файлов среди профессиональных САПР схожего уровня.

Резюмируя вышесказанное, необходимо убедиться, что используемые инструменты для создания 3D-модели обладают достаточными возможностями и обеспечивают необходимый уровень качества, который достигается в том числе отсутствием "мусорной" геометрии, дублирующих поверхностей, визуальных артефактов и т.д.

Создание посадочного места

1. Начните с создания 3D-модели компонента

При наличии оригинальной 3D-модели хорошего качества от изготовителя, можно использовать ее в дальнейшем – в противном случае, потребуется правка геометрии либо создание собственной модели, что часто является оптимальным выбором.



2. Выполните предварительную проверку

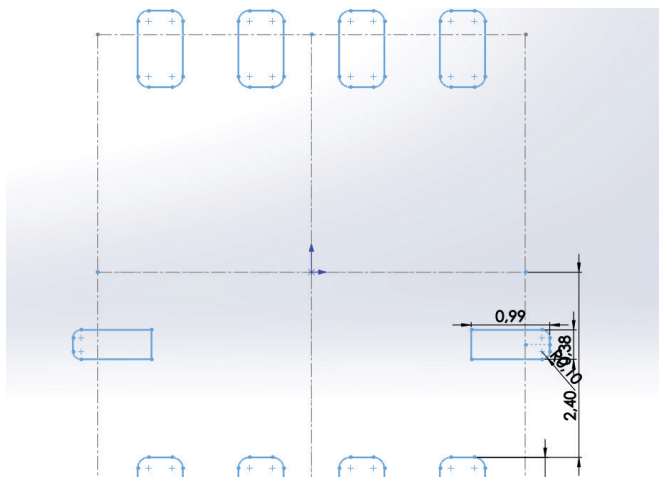
Удостоверьтесь, что используемая 3D-модель, точно соответствует оригинальным чертежам корпуса и посадочного места от изготовителя.

3. Разбейте оригинальный корпус компонента на простейшие суб-компоненты

Если целевой компонент имеет только простые контактные площадки, то достаточно разобрать его на простейшие суб-компоненты, представленные стандартными корпусами. В случае сложных контактных площадок (и сложных рисунков контактных площадок соответственно), необходимо сначала разобрать такие контактные площадки на составные, используя тот же подход.

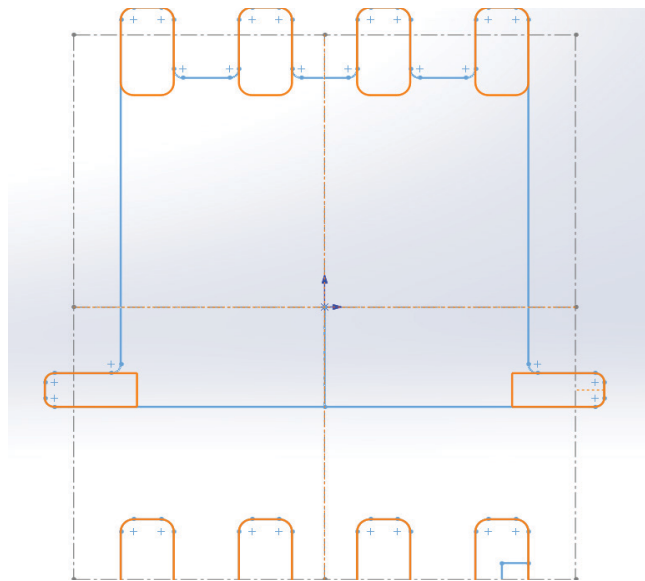
4. Рассчитайте геометрию контактной площадки для каждого суб-компонента

Используйте индивидуальный эскиз для каждого суб-компонента для последующего хранения информации о сформированной контактной площадке и проверки 3D-моделью.



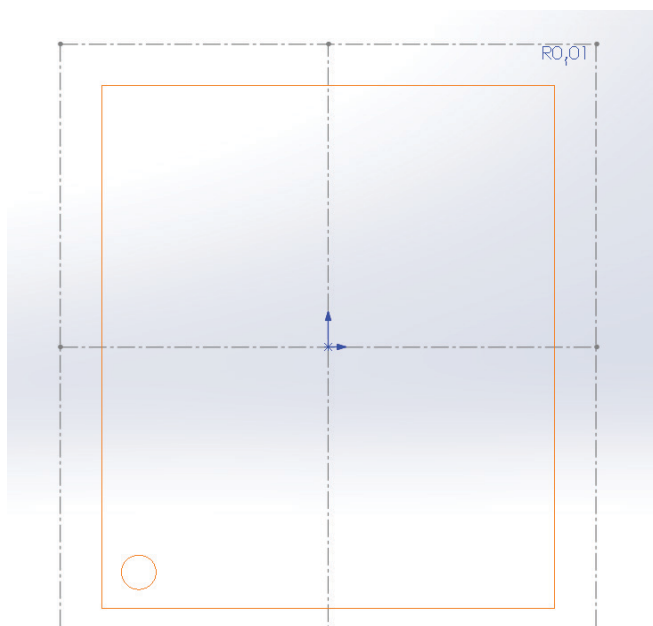
5. Объедините простые контактные площадки в составной рисунок контактной площадки

Удостоверьтесь в качестве и правильности геометрических переходов, пересекающихся элементов, а также зависимостей между контактными площадками. Для более простой работы с ними в дальнейшем используйте вспомогательную геометрию для создания удобных точек привязок в Altium Designer, облегчающих расстановку и позиционирование.



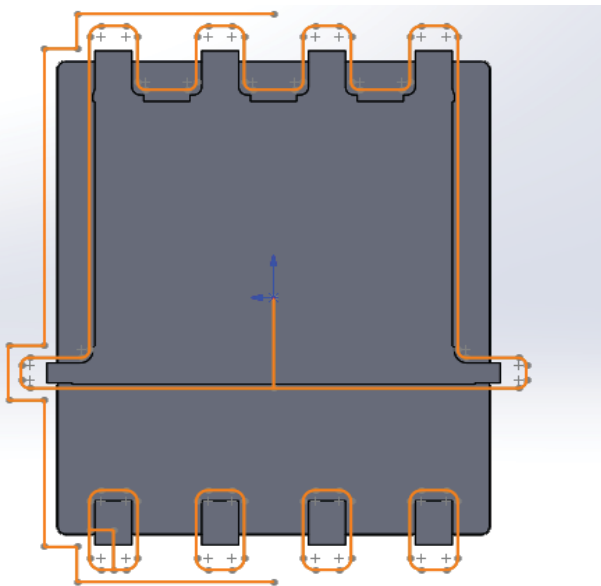
6. Создайте проекцию 3D-модели для использования в качестве контура компонента

Использование для проекций внешних краев модели является хорошей отправной точкой – в большинстве случаев достаточно деталей только с “внешней” областью модели. Избегайте чрезмерной детализации контура, особенно в случае криволинейных поверхностей.



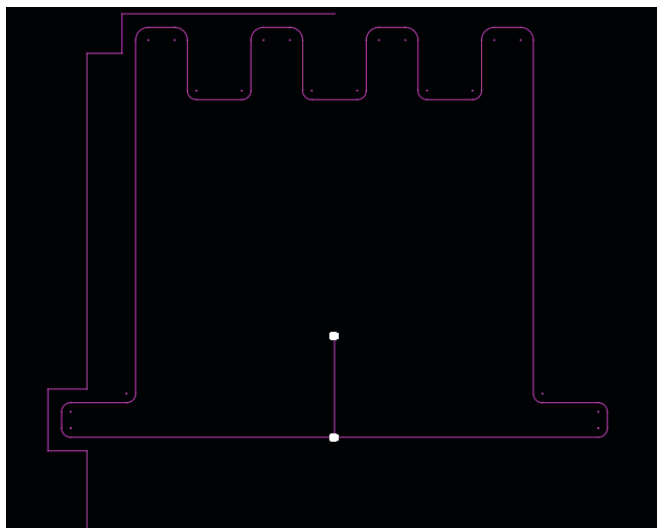
7. Сформируйте границу посадочного места (Courtyard)

Граница посадочного места (Courtyard) может быть сформирована также и в Altium Designer при помощи развитого набора механических привязок, работающих схожим с механическими САПР образом – для симметричных компонентов достаточно половины контура, которую затем можно зеркально отразить для завершения.



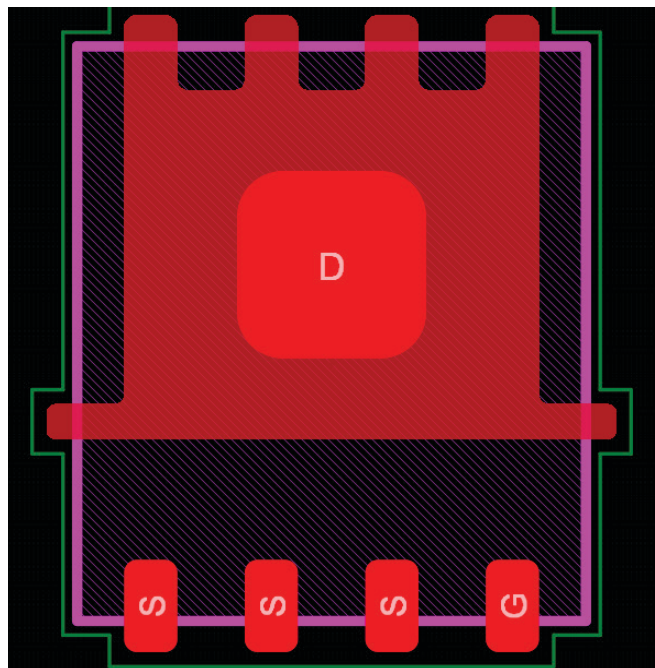
8. Сгенерируйте контуры контактных площадок и проекции компонента в DXF, а также 3D-модель в желаемом формате

Сразу после импорта, в Altium Designer можно переходить к расстановке контактных площадок и настройке функциональных слоев – не забудьте удалить “мусорную” геометрию (линии нулевой длины и пр.) в соединениях линий, центрах окружностей и т.д., если используемая механическая САПР создает такие объекты.



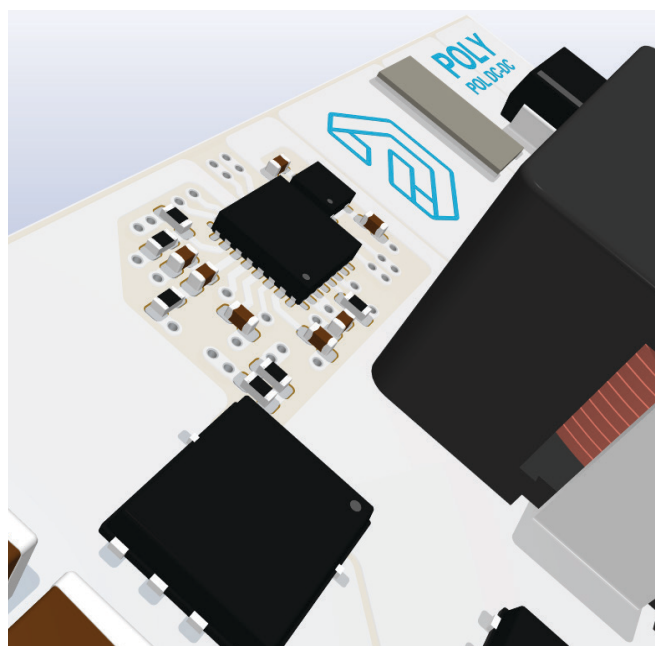
9. Создайте посадочное место и подключите 3D-модель

Сконвертируйте ранее импортированные контуры сложных контактных площадок в цельные регионы меди и отредактируйте размер вскрытия маски, выполните расстановку контактных площадок при помощи механических привязок, настройте функциональные слои для корпуса компонента и границы посадочного места, подключите и спозиционируйте 3D-модель.



10. Выполните финальные проверки

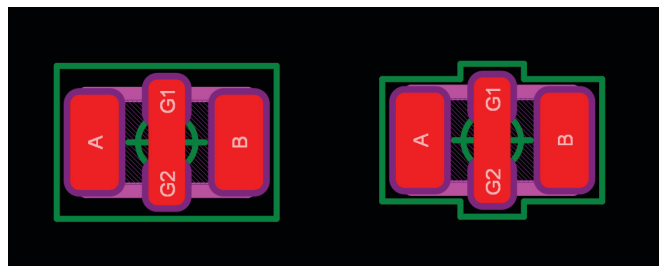
Качественное и точное посадочное место готово к использованию.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Независимо от объема выпуска изделий, будь то прототипы и малые серии либо массовое производство, качественные посадочные места помогут проектировщикам плат и библиотекарям использовать максимум возможностей в любом проекте. С возможностью автоматизации процесса и настроек под соответствие корпоративным или уже существующим в индустрии стандартам, приведенная методика поможет вам и вашей команде создавать качественные продукты с меньшими затратами и высокой продуктивностью.

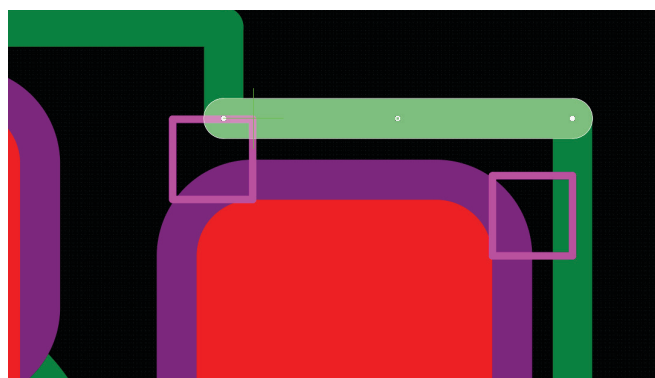
ПРИЛОЖЕНИЕ А: СОЗДАНИЕ ГРАНИЦ ПОСАДОЧНОГО МЕСТА (COURTYARD)



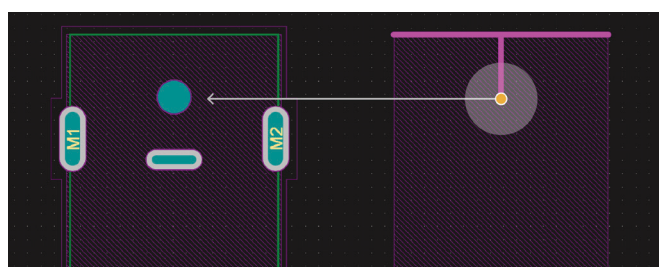
Имея контур тела компонента, который во многих случаях может быть создан средствами Altium Designer, очень просто сформировать или отредактировать границу посадочного места (Courtyard), используя механические привязки.

К примеру, простейшая вспомогательная геометрия в виде квадратов со стороной, равной отступу границы для соответствующего региона посадочного места, поможет быстро сделать соответствующие правки. Квадратная форма фигуры обеспечивает простую и наглядную привязку ко всем объектам в посадочном месте.

В более ранних версиях Altium Designer требовалось использование вспомогательной геометрии внутри контактной площадки для формирования точек привязки – в новых версиях эти привязки были добавлены в число базовых, что сильно облегчает и ускоряет работу.

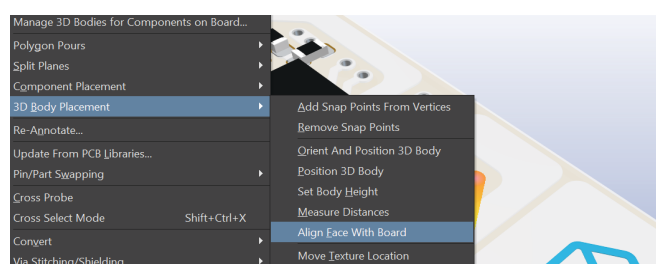


ПРИЛОЖЕНИЕ Б: ПРИВЯЗКА И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ СЛОЖНОЙ 3D-МОДЕЛИ

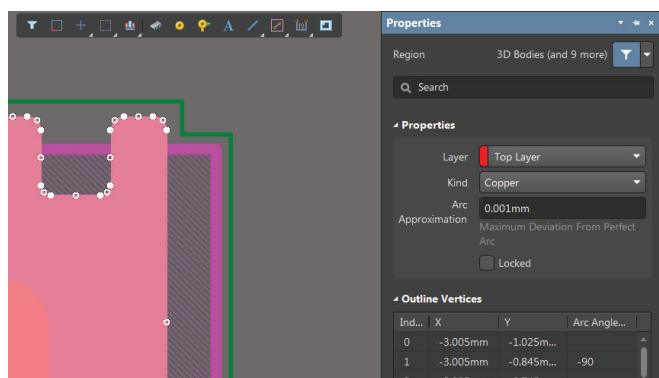


Это является крайне простой операцией в Altium Designer. При известных соотношениях между элементами посадочного места, например точном расстоянии между контактной площадки и кромкой тела компонента, возможно использование механических привязок в 2D и простых вспомогательных геометрических фигур для центрирования модели.

Важно упомянуть, насколько простой и прозрачной является операция по позиционированию 3D-модели вдоль оси Z в Altium Designer. Не требуется трудоемких расчетов начала координат компонента заданного по умолчанию, отступа по высоте, визуальных проверок в окне предпросмотра и т.п. – вместо этого пользователи могут выполнить операцию позиционирования способом, очень похожим на тот, который используется в механических САПР.

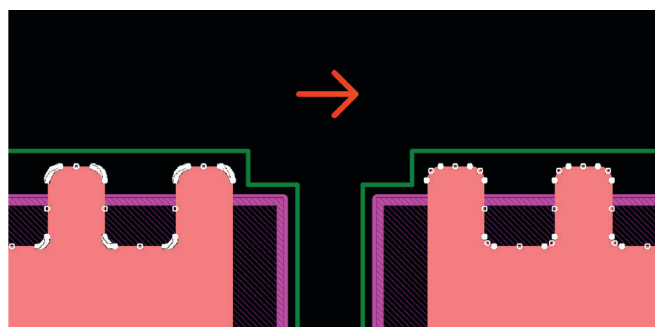


ПРИЛОЖЕНИЕ В: ЦЕЛЬНЫЕ РЕГИОНЫ ДЛЯ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

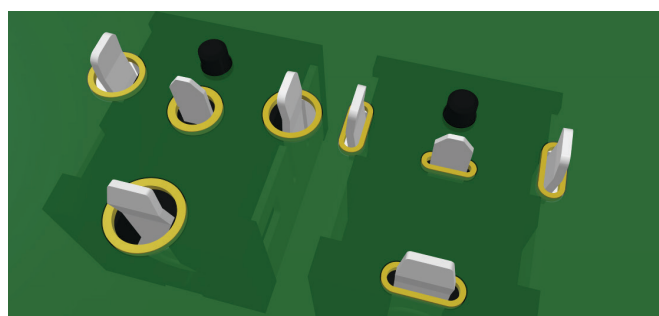


До версии Altium Designer 18, единственным способом получить плавные и точные контуры сложных контактных площадок, содержащих дуги/кривые, заключался в создании временного полигона в редакторе плат с хорошей аппроксимацией дуг (порядка 0,001 мм), конвертировании его в регион и дальнейшем копировании в целевое посадочное место. Хотя этот метод также доступен в новых версиях Altium Designer, более правильным подходом является использование цельных регионов с самого начала, т.к. настройка аппроксимации дуг стала доступна и для них.

Использование цельного региона вместо конвертированного в регион полигона полностью избавляет от чрезмерного количества вершин, образующихся при аппроксимации дуг/кривых, что уменьшает размер файла посадочного места и делает доступным ряд новых привязок, доступных с версии Altium Designer 19.1.



ПРИЛОЖЕНИЕ Г: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛОТОВЫХ ОТВЕРСТИЙ



Чрезмерно увеличенные круглые отверстия для плоских сквозных выводов компонента являются одной из наиболее распространенных ошибок, встречающейся во многих проектах плат. Это часто ведет к смещению компонента и некачественному монтажу, а также к уменьшению доступного пространства для трассировки. Сквозные контактные площадки с таким отверстиями можно и нужно заменять на слоты.

В то время как актуальный размер слота полностью зависит от правил проектирования, обусловленных возможностями выбранного производителя печатных плат, наиболее оптимальным и предсказуемым способом подбора таких отверстий является использование механических САПР – имея непосредственную связь с эскизом контактных площадок в 3D-модели, в них очень удобно задать отступ границы и другие элементы геометрии посадочного места.

