

Altium Designer Summer 08 – Разработка правил проектирования для печатной платы

Алексей Сабунин (Москва)

При разработке печатной платы наиболее важным этапом является установка правил проектирования, т.е. конструктивных и технологических ограничений. От него зависит вся последующая работа: размещение компонентов, трассировка печатных проводников и последующая верификация проекта. В данной статье будут рассмотрены правила проектирования и сфера их действия, описана процедура создания правила и разобраны примеры создания сложных правил с помощью запросов (Query).

В предыдущих статьях были описаны процедуры разработки схемы и конструктива печатной платы (СЭ №№ 7 и 8, 2008), и предполагается, что в наличии имеется файл платы с загруженными на неё компонентами. Для работы с правилами проектирования мы будем использовать проект Example_Rules из дополнительных материалов, размещенных на интернет-странице журнала СЭ (www.soel.ru). Вопросы передачи информации из схемы в плату обычно не вызывают проблем у начинающих пользователей Altium Designer, однако всё, что касается параллельной работы «схема-плата», будет рассмотрено в одной из следующих статей.

Установка и редактирование правил проектирования может производиться вручную или с помощью мастера (Rule Wizard). Сначала рассмотрим назначения и классификацию правил программы Altium Designer и порядок их описания вручную через диалоговое окно Design Rules, которое вызывается с помощью команды меню Design>Rules.

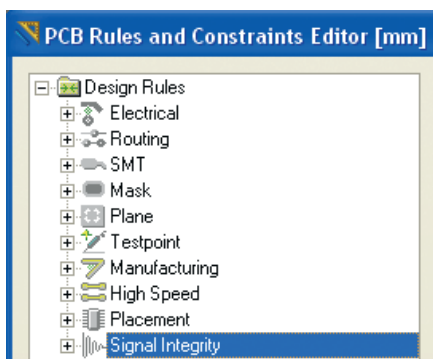


Рис. 1. Группы правил

Все доступные в редакторе печатных плат правила проектирования делятся по функциональным назначениям на десять групп, каждой из которых в диалоговом окне Design Rules выделена отдельная вкладка (см. рис. 1). В рамках данной статьи будем рассматривать только правила, относящиеся непосредственно к разработке платы. Все правила имеют свою сферу применения: некоторые из них используются при трассировке, другие – при размещении компонентов, третьи – только при проверке DRC. Назначение всех правил показано в таблице. При разработке плат чаще используются те правила, которые оказывают влияние на интерактивную трассировку.

ОПИСАНИЕ ПРАВИЛ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Рассмотрим назначение правил, указанных в таблице. В первой группе (Electrical) расположены правила, учитывающие электрическое соединение компонентов.

Clearance (зазоры) – определяет минимально допустимый зазор между любыми двумя металлизированными объектами на сигнальном слое. Это правило используется для задания расстояния между проводниками на плате.

Short Circuit (короткозамкнутые цепи) – проверяет наличие короткого замыкания между примитивами различных цепей. Наличие короткого замыкания констатируется, когда два объекта, принадлежащие цепям с

различными именами, касаются друг друга.

Un-Routed Nets (неразведенные цепи) – проверяет статус завершения трассировки всех цепей, попавших в указанную область. Если трассировка некоторой цепи выполнена не до конца, то каждая незаконченная часть цепи (sub-net) заносится в список, где также указывается коэффициент завершения, рассчитываемый как отношение выполненного числа соединений к полному числу соединений (в процентах).

Un-Connected Pin (неподключенные выводы) – данное правило служит для выявления выводов, не соединенных с проводниками на плате.

Правила, учитываемые при трассировке, располагаются в основном в группе Routing.

Width (ширина проводника) – данное правило определяет минимальную, максимальную и рекомендуемую ширину проводников и дуг на медном слое. Следует учитывать, что если не задан разброс от минимальной до максимальной ширины проводника, то программа не только не будет сужать дорожки при автоматической трассировке, но и не позволит уменьшить ширину трассы в интерактивном режиме (по команде Shift+W). Параметры печатного проводника могут быть заданы и в относительных единицах, т.е. имеется возможность указать волновое сопротивление проводника, по которому программа автоматически вычислит ширину трассы по ранее заданным параметрам платы.

Routing Topology Rule (топология трассировки) – определяет порядок или образец соединения выводов проводниками. По умолчанию редактор печатных плат располагает соединение между выводами таким образом, чтобы полная длина всех соединений была минимальной. Специфические ограничения могут накладываться на отдельные цепи по

Применение правил в Altium Designer

№	Правило	Область применения правила			
		Автотрассировка	DRC	Формирование выходных файлов	Другое
Electrical					
1	Clearance	●	●		Интерактивная трассировка, размещение полигонов
2	Short-Circuit		●		
3	Unrouted Net		●		
4	Unconnected Pin		●		
Routing					
5	Width	●	●		Интерактивная трассировка
6	Routing Topology	●			
7	Routing Priority	●			
8	Routing Layers	●			Для внешних трассировщиков (например, Spectra)
9	Routing Corners				
10	Routing Via Style	●			Интерактивная трассировка
11	Fanout Control	●			Интерактивная трассировка
12	Differential Pairs Routing		●		Интерактивная трассировка
SMT					
13	SMD to Corner		●		
14	SMD to Plane		●		
15	SMD Neck-Down		●		
Mask					
16	Solder Mask Expansion			●	
17	Paste Mask Expansion			●	
Plane					
18	Power Plane Connect Style			●	Внутренние экраны
19	Power Plane Clearance			●	Внутренние экраны
20	Polygon Connect Style				Размещение полигонов
Manufacturing					
21	Minimum Anular Ring		●		
22	Acute Angle		●		
23	Hole Size		●		
24	Layer Pairs		●		Интерактивная трассировка
High Speed					
25	Parallel Segment		●		
26	Length		●		
27	Matched Net Length		●		Выравнивание по длине
28	Daisy Chain Stub Length		●		
29	Vias Under SMD		●		
30	Maximum Via Count		●		
Placement					
31	Room Definition		●		Авторазмещение в комнате (команда Within Room)
32	Component Clearance		●		Авторазмещение (Cluster Placer)
33	Component Orientations				Авторазмещение (Cluster Placer)
34	Permitted Layers				Авторазмещение (Cluster Placer)
35	Net to Ignore				Авторазмещение (Cluster Placer)
36	Height		●		Автозазмещение в режиме 3D

нескольким причинам: для высокоскоростных схем, где отражения сигналов должны быть минимизированы, применяется последовательная топология – «цепочка»; для цепей заземления может быть использована топология типа «звезда», что гарантирует наличие общей точки для всех проводников.

В описываемом правиле могут быть применены следующие виды топологий:

- Shortest (минимальная длина) – соединяет все узлы так, чтобы полная

длина всех соединений была минимальной;

- Horizontal (горизонтальная) – соединяет все узлы таким образом, чтобы длина горизонтальных связей относилась к длине вертикальных как 5 : 1;
- Vertical (вертикальная) – соединяет все узлы таким образом, чтобы длина вертикальных связей относилась к длине горизонтальных как 5 : 1;
- Daisy-Simple (простая цепочка) – соединяет все узлы в цепочку

один за другим. Порядок следования узлов в цепочке рассчитывается так, чтобы минимизировать общую длину. Если заданы начальная и конечная контактные площадки (source и terminator), то остальные располагаются по принципу минимизации общей длины. Для назначения начальных или конечных контактных площадок необходимо выполнить их редактирование;

- Daisy-Mid Driven (цепочка с началом в центре) – начальный узел

(или узлы) размещается в центре цепочки, остальные узлы делятся на две группы и размещаются по разные стороны от начального узла. При этом необходимо задать два конечных узла, которые размещаются на концах цепочки. Если не определены два конечных узла, то используется топология простой цепочки Daisy-Simple;

- **Daisy-Balanced** (сбалансированные цепочки) – всё множество узлов делится на одинаковые по числу узлов цепочки, общее количество которых равно числу конечных узлов. Затем эти цепочки соединяются с начальным узлом по схеме «звезда». Несколько начальных узлов соединяются вместе;
- **Star** (звезда) – каждый узел подсоединяется непосредственно к начальному узлу. Если заданы конечные узлы, они подсоединяются после каждого узла. При наличии нескольких начальных узлов они соединяются вместе, как в топологии типа Daisy-Balanced.

Правила выполняются в следующем порядке: *Star, Daisy-Balanced, Daisy-Mid Driven, Daisy-Simple, Horizontal, Vertical, Shortest.*

Routing Priority Rule (приоритет трассировки) – присваивает цепи приоритет трассировки. Самый высокий приоритет равен 100, самый низкий – 0. Приоритет трассировки представляет собой относительное значение, используемое для задания порядка автоматической трассировки цепей.

Routing Layers Rule (слои трассировки) – определяет слои, которые будут использоваться при автоматической трассировке.

Routing Corners Rule (углы изгиба проводников) – определяет стиль излома проводников, используемый при автоматической трассировке. Изломы могут быть скруглёнными или под углом 45°. Устанавливаемые значения определяют минимальный и максимальный размеры скоса или дуги.

Routing Via Style Rule (стиль переходных отверстий) – определяет диаметр контактной площадки и диаметр круглого переходного отверстия.

Fanout Control – стиль отвода проводника от контактной площадки для поверхностного монтажа. Можно за-

дать варианты вывода, т.н. «фаноты», для различных типов корпусов.

Differential Pairs Routing (трассировка дифференциальных пар) – настройка интерактивной трассировки дифференциальных пар. Данное правило задаёт зазор между двумя проводниками пары и размер препятствия, которое проводники пары могут огибать не параллельно.

Правила для контактных площадок под поверхностный монтаж – группа SMD. Согласно таблице, все правила этой группы используются только при проверке правил проектирования, т.е. программа в автоматическом и интерактивном режиме не выполняет требования этих правил.

SMD to Plane (минимальное расстояние до переходного отверстия) – определяет максимальное расстояние от центра контактной площадки компонента для поверхностного монтажа до ближайшего переходного отверстия на внутренний слой питания или заземления.

SMD to Corner (минимальное расстояние до изгиба) – определяет минимальное расстояние от центра контактной площадки компонента для поверхностного монтажа до ближайшего изгиба подключенного к ней проводника.

SMD Neck-Down (сужение ширины проводника) – определяет максимальное отношение ширины проводника к ширине контактной площадки компонента для поверхностного монтажа, выраженное в процентах.

Правила для нанесения паяльной пасты и защитной маски – группа **Mask**. Эти правила выделяются тем, что они не используются при проверке и при работе, но они имеют очень большой вес, оказывая влияние на формирование выходной документации для производства (gerber).

Solder-Mask Expansion Rule (размер окна в трафарете для защитной маски) – задаётся величина, на которую расширяется или сжимается рисунок контактной площадки на слое Solder Mask, из которого формируются окна в трафарете для пайки волной. Приоритет имеет правило, которое определяет наибольшее значение.

Paste-Mask Expansion Rule (размер окна в трафарете для нанесения паяльной пасты) – задаётся величина, на которую расширяется или сжимается рисунок контактной площадки на слое Paste Mask, из которого фор-

мируются окна в трафарете для нанесения паяльной пасты. Сжатие рисунка осуществляется при задании отрицательного значения. Приоритет имеет правило, которое определяет наименьшее расширение.

Правила для подсоединения полигонов и экранных слоев (Plane)

Power Plane Connect Style (стиль соединения выводов со слоем питания) – определяет стиль соединения выводов компонента со слоем питания; аналогичен стилю подключения полигона. Заметим, что слой питания отображается в негативе, следовательно, нарисованный на нём примитив будет вытравлен на слое меди.

Power Plane Clearance (зазоры на слоях питания) – определяет радиальный зазор, создаваемый вокруг переходных отверстий и контактных площадок, которые проходят сквозь слои питания, но не соединяются с ними. Приоритет имеет правило, которое определяет наибольший зазор.

Polygon Connect Style (стиль соединения выводов с полигоном) – определяет стиль соединения выводов компонента с металлизированным полигоном. Система допускает два типа соединения: непосредственное (сплошное) соединение и соединение с тепловым барьером, а также отсутствие соединения. При выборе соединения с тепловым барьером необходимо задать количество и ширину проводников, а также угол их расположения.

В группе **Manufacturing** расположены правила, учитываемые при производстве. Здесь задаются технологические ограничения производства. Данные правила в наименьшей степени относятся к работе конструктора и не оказывают существенного влияния на разработку.

Minimum Annular Ring (минимальный размер контактной площадки) – определяет минимально допустимый размер кольца контактной площадки, который измеряется радиально от края отверстия контактной площадки до её кромки. Выполняется правило с наибольшим установленным размером кольца.

Acute Angle (ограничение на размер острых углов) – определяет минимально допустимый угол излома проводников. Наличие острых углов может стать проблемой при производ-

стве платы, т.к. при травлении в точке излома может возникнуть разрыв. Выполняются правила с максимальными заданными размерами углов.

Hole Size (диаметр отверстия) – определяет минимально и максимально допустимые значения диаметра присутствующих на плате отверстий. Может быть задано как абсолютное значение диаметра, так и относительное (от размера контактной площадки или кольца переходного отверстия). Приоритет имеет правило с наименьшим минимальным значением и наименьшей разностью максимального и минимального значений.

Layer Pairs (пары слоёв) – проверяет соответствие используемых пар слоёв парам слоёв для сверления, которые определяются из присутствующих на плате контактных площадок и переходных отверстий. Для каждой пары слоёв один выбирается Start Layer, другой – End Layer.

Правила, задаваемые для высокоскоростных схем (High Speed)

Parallel Segment Constraint (ограничение на длину параллельных сегментов) – определяет длину параллельных сегментов двух проводников в зависимости от заданного расстояния между этими сегментами. Заметим, что данное правило тестирует только два сегмента проводников и не тестирует наборы сегментов. Для оценки уровня перекрёстных искажений, которые являются функцией длины и размера зазора, необходимо использовать несколько таких правил для множества параллельно проложенных сегментов цепи. Установка данного правила не создаёт конфликта дублированных правил. Данное правило проверяется программой проверки (DRC) в интерактивном и пакетном режимах.

Length (ограничение длины проводника) – определяет минимальную и максимальную длину проводника. Приоритет имеет правило, которое определяет наименьшую разницу между установленными значениями.

Matched Net Lengths (допуск согласования длин цепей) – определяет разницу длин цепей, которые должны быть выровнены по длине. Редактор печатных плат определяет самую длинную цепь (в указанной группе) и сравнивает её с другими цепями в этой группе.

Daisy Chain Stub Length (ограничение на длину шлейфа) – определяет максимально допустимую длину шлейфа для цепей с топологией в виде цепочки. Приоритет имеет правило, которое определяет наименьшую длину шлейфа.

Via Under SMD (переходные отверстия под SMD элементами) – устанавливает возможность размещения переходных отверстий во время автоматической трассировки под контактными площадками для устройств, использующих технологию поверхностного монтажа.

Maximum Via Count (максимальное число переходных отверстий) – определяет максимально допустимое количество переходных отверстий.

В последней группе (*Placement*) перечислены правила проектирования, используемые при размещении компонентов.

Room Definition (области размещения) – определяет область (Room), в которой либо разрешено, либо запрещено размещать некоторый набор объектов. Области размещения определяются с помощью команды меню *Place > Room*. Редактирование областей производится аналогично любым другим объектам на плате. Установленные правила проверяются в режимах интерактивной или пакетной проверки правил проектирования (DRC), а также при автоматическом размещении компонентов программой Cluster Placer.

Component Clearance Constraint (расстояние между компонентами) – устанавливает минимально допустимое расстояние между компонентами. В списке задаётся один из двух режимов проверки: либо выбирается общий зазор между компонентами по горизонтали и вертикали (Infinite), либо задаются отдельные значения (Specified).

Component Orientation Rule (ориентация компонентов) – определяет допустимую ориентацию компонентов. Разрешается назначать одновременно несколько видов ориентации, что позволяет программе автоматического размещения выбирать любую из них.

Permitted Layers Rule (разрешённые слои) – определяет, на каких слоях программой Cluster Placer могут быть размещены компоненты. Программа Cluster Placer не может изменить слой, где будут размещаться компо-

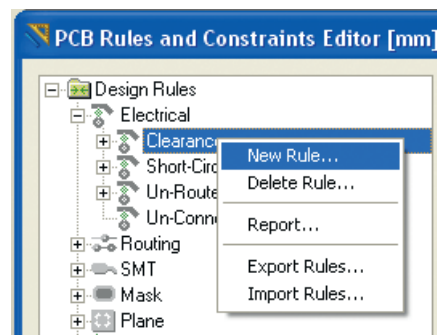


Рис. 2. Создание нового правила

ненты, поэтому необходимо устанавливать слой до её запуска.

Nets to Ignore (игнорирование цепей) – определяет, какие цепи не должны быть оптимизированы при выполнении программой Cluster Placer операции автоматического размещения. Отключение оптимизации цепей питания и земли может помочь в быстром и качественном размещении компонентов.

Height (высота) – определяет ограничение по высоте компонентов, которые могут располагаться в указанной области.

Порядок создания правил

Прежде чем открыть окно Design Rules и приступить к описанию правил проектирования, убедитесь, что работа ведётся в метрической системе координат, в противном случае значения правил будут отображаться в милсах (1 mil = 0,0254 мм). Для включения метрической системы координат используется строка *Units* диалогового окна *Design > Board Options*. Далее опишем порядок создания нового правила по шагам.

Шаг 1 – создадим новое правило. Для этого в соответствующей категории нажимаем правую кнопку мыши и выбираем команду *New Rule* (см. рис. 2). В списке правил появилось новое правило, которое по умолчанию названо *Clearance_1*.

Шаг 2 – присвоим правилу уникальное название. Перейдём к редактированию правила, выбрав его из списка. Название правила вводится в поле *Name* (см. рис. 3), причём все правила должны иметь уникальные названия, иначе программа не сохранит созданные правила.

Шаг 3 – указание области действия правила. Для выбранного нами правила (*Clearance*) необходимо указать, между какими цепями будет действовать указанное правило. Область

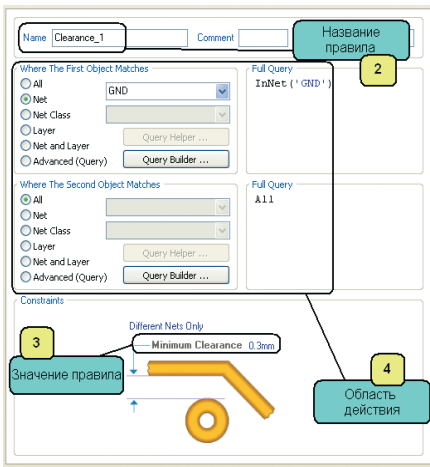


Рис. 3. Описание нового правила (2, 3 и 4 шага)

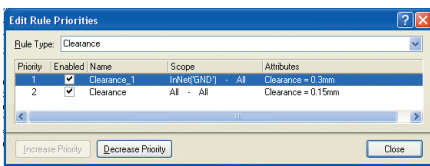


Рис. 4. Приоритеты выполнения правил

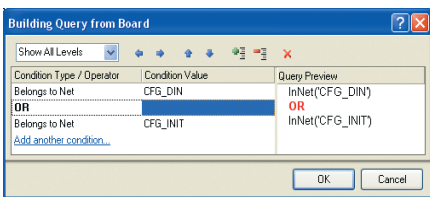


Рис. 5. Конструктор запросов (Query Builder)

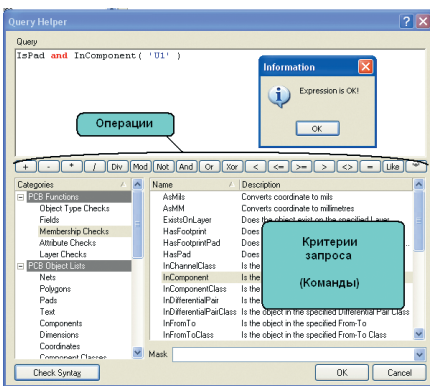


Рис. 6. Создание сложного запроса

действия может быть указана вручную или с помощью языка запросов Query Helper и составителя запросов Query Builder. При ручном выборе области действия правила могут быть выбраны следующие варианты:

- All – все проводники платы;
- Net – одна выбранная цепь;
- Net Class – класс цепей;
- Layer – все цепи, расположенные на данном слое;
- Net and layer – определённая цепь на данном слое.

В нашем случае зададим правило, указывающее зазор между цепью

GND, которая будет выполнена полигоном на внешних и одном из внутренних слоёв платы. Название правила пока остаётся без изменения, а в области действия следует указать цепь GND. Случаи, когда область действия задаётся с помощью языка запросов (Query), будут рассмотрены ниже.

Шаг 4 – установка значения правила. Для этого используется нижняя часть окна PCB Rules (см. рис. 3), причём для большинства правил имеется иллюстрация, поясняющая сущность правила. В нашем случае необходимо написать значение зазора между цепью GND и остальными проводниками платы.

Шаг 5 – установка приоритетов правил. Области действия различных правил могут пересекаться между собой. Например, цепь земли, которую мы описали ранее, входит в базовое правило, которое задаёт зазоры на все электрические примитивы на плате. Какое правило будет использовать программа Altium Designer?

При создании правил в программе P-CAD приоритеты были заданы по умолчанию и правила выполнялись от меньшего объекта к большему, т.е. сначала выполнялось правило на цепь (Net), затем на класс цепей (Net Class) и в последнюю очередь на всю плату.

В программе Altium Designer для установки приоритетов используется специальное диалоговое окно Edit Rule Priorities (см. рис. 4), которое вызывается кнопкой Priorities в левом нижнем углу окна PCB Rules. Правила выполняются в том порядке, в котором они перечислены в списке окна Edit Rule Priorities, причём если цепь GND уже указана в первом по порядку правиле, то она автоматически исключается из всех последующих правил данной группы.

Заканчивается процедура создания правил нажатием кнопки Apply в окне создания правил. Теперь рассмотрим процесс формирования более сложных правил. Когда необходимо в области действия правила указать несколько однотипных объектов, не связанных между собой, можно использовать составитель запросов Query Builder, для чего используется одноименная кнопка (см. рис. 3).

При выборе Query Builder появляется окно Builder Query From Board (см. рис. 5), в котором работа ведётся следующим образом: в списке Condition Type/Operation выбираем тип объекта Belong to Net, а в списке Condition Value – значение параметра (в данном случае, название цепи) CFG_DIN. Аналогично добавляем вторую цепь CFG_INIT. В результате в области действия будут попадать две выбранные цепи. Конструктор запросов предлагает выбрать из списка критерии, по которым будут выбираться объекты применения данного правила. Здесь можно указать определённые цепи или классы на заданных слоях, принадлежность к компонентам или посадочным местам и т.д.

Более тонкая настройка правил проектирования выполняется с помощью окна Query Helper. Давайте рассмотрим использование этой возможности на конкретных примерах.

Примеры создания сложных правил с помощью языка запросов Query Helper

Пример 1. Шаг выводов микросхемы U1 – 0,2 мм, а минимальный зазор между объектами печатного монтажа 0,25 мм, т.е. программа выдаёт ошибку по зазорам между выводами этого компонента и не позволяет прокладывать проводники от выводов данной микросхемы. Задача: указать в правилах, что для контактных площадок компонента U1 разрешён зазор 1,7 мм.

Для решения этой задачи создадим новое правило в группе Clearance. Укажем название данного правила Clearance_FPGA_Pins. Рекомендуется оставлять заголовок правила (в нашем случае Clearance_) и далее в названии кратко описать область его действия. В этом случае правило становится понятным любому разработчику.

Далее, для указания области действия правила выбираем параметр Advanced (Query), после чего становится активной кнопка Query Helper, которую и следует выбрать. В появившемся окне (см. рис. 6) указаны критерии запроса и операции, которые к ним можно применить. Например, выберем группу Membership Checks и в ней команду InComponent. Эта команда позволяет указать принадлежность каких-либо объектов указанному компоненту. Чтобы уз-

нать синтаксис использования данной команды, следует после выбора команды в списке нажать клавишу F1, которая показывает контекстную справку; в данном случае будет отображён синтаксис описания данной команды:

Examples

```
InComponent('U1')
InComponent('U1') = True
Returns any component that has a Name property of 'U1', along with all of the child objects of each such component.
InComponent('U1','U2','J1')
InComponent('U1','U2','J1') = True
Returns any component that has a Name property of 'U1' or 'U2' or 'J1', along with all of the child objects of each such component.
InComponent('U*')
InComponent('U*') = True
Returns any component that has a Name property whose associated string starts with 'U', along with all of the child objects of each such component.
```

Справка содержит несколько примеров описание данной команды: например, как задать один компонент, три компонента и все компоненты, относящиеся к одному типу. Нас интересует первый вариант. Полный запрос должен выглядеть, как показано на рисунке 6, и по его результатам будут определены все контактные площадки (IsPad), относящиеся к компоненту U1. После составления запроса его необходимо проверить нажатием кнопки Check Syntax. Следует отметить, что проверяется только форма запроса, а не логическая правильность.

Пример 2. Общие зазоры на плате в нашем примере составляют 0,25 мм, а для полигонов земли и питания должен быть выдержан зазор 0,5 мм. Создаём новое правило под названием *Clearance_Polygon* и задаём ему область действия, как показано на рисунке 7. Теперь все полигоны будут отделены на 0,5 мм от остальных объектов на металлизированном слое.

Пример 3. Если на плате имеются корпуса BGA, то под ними невозможно использовать переходные отверстия, заданные по умолчанию для всех цепей. Чаще всего это касается цепей питания, для которых могли быть указаны специфические переходные

отверстия, обычно большего диаметра, чем остальные. Таким образом, необходимо указать программе, что под корпусом BGA можно устанавливать только определённые переходные отверстия.

В нашем случае создадим правило, которое задаёт тип переходных отверстий под корпусом микросхемы U1. Небольшое уточнение: данное правило будет привязано не к корпусу микросхемы, а к участку платы, на котором установлена данная микросхема, т.е. компонент, для которого создаётся данное правило, должен быть установлен заранее.

Итак, создадим новое правило *RoutingVias_U1*, и для выбора области действия выберем параметр *Query Helper*. Далее в появившемся окне (см. рис. 6) выбираем команду *InRegion* из группы *Membership Check*. Чтобы узнать, как описывается данная команда с точки зрения синтаксиса запросов, нажимаем клавишу F1; в появившемся окне будет отображена следующая информация:

```
InRegion Membership Check
Description
Returns objects that reside within the region specified by the Query.
Note: The parent objects of group objects (Components, Coordinates, Dimensions, Nets, and Polygons) are not also returned.
All coordinates are referenced to the absolute origin (and not to the user origin or component insertion point), and at present, all coordinates always use units of mils. (1 mil = 0.001 inch)
Note: This is an alias for InRegionAbsolute (Membership Check).
Syntax
InRegion(X1 : Distance_String , Y1 : Distance_String , X2 : Distance_String , Y2 : Distance_String) : Boolean
Each instance of Distance_String is a numerical string that specifies a coordinate in the PCB (Library) file. The left and right boundaries of the region are specified by the X1 and X2 parameters, while the lower and upper boundaries of the region are specified by the Y1 and Y2 parameters.
Example
InRegion(12700,4700,13300,5000)
```

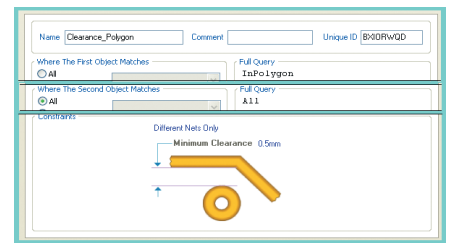


Рис. 7. Правило зазоров для полигона

```
InRegion(12700,4700,13300,5000) = True
Returns objects residing within the rectangular region bounded by X = 12700 and X = 13300, and by Y = 4700 and Y = 5000; those coordinates are referenced to the absolute origin.
```

Видно, что требуется задать левую нижнюю и правую верхнюю координаты области платы, причём их значения задаются только в милсах относительно точки привязки. Убедившись, что выбрана дюймовая система координат и начало отсчёта расположено в левом нижнем углу платы, определяем координаты области под компонентом. В нашем случае запрос выглядит, как показано на рисунке 8. После описания области действия необходимо задать значение правила, которое хотелось бы указывать и просматривать в миллиметрах. Можно, не закрывая окна с правилами, переключить единицы измерений на миллиметры, нажав пиктограмму в левом верхнем углу окна (см. рис. 8) или комбинацию клавиш CTRL+Q.

Количество правил, которые можно задать с помощью языка запросов, ограничивается только фантазией оператора. Примеры правил можно посмотреть в файлах плат, находящихся в архиве дополнительных материалов к статье на интернет-странице журнала СЭ (www.soel.ru).

Мы рассмотрели способы задания правил проектирования посредством команды *Design > Rules*, но в программе Altium Designer есть альтернативный способ задания правил – помощник Rule Wizard, который запускается посредством *Design > Rule Wizard*. В появившемся окне нажимаем Next, и программа предлагает выбрать тип правила из списка. Выбираем правило *Clearance*, в поле Name вписываем название *Clearance_GND* и нажимаем Next. Далее программа предлагает выбрать область действия правила (см. выше); выбираем 1Net и нажимаем

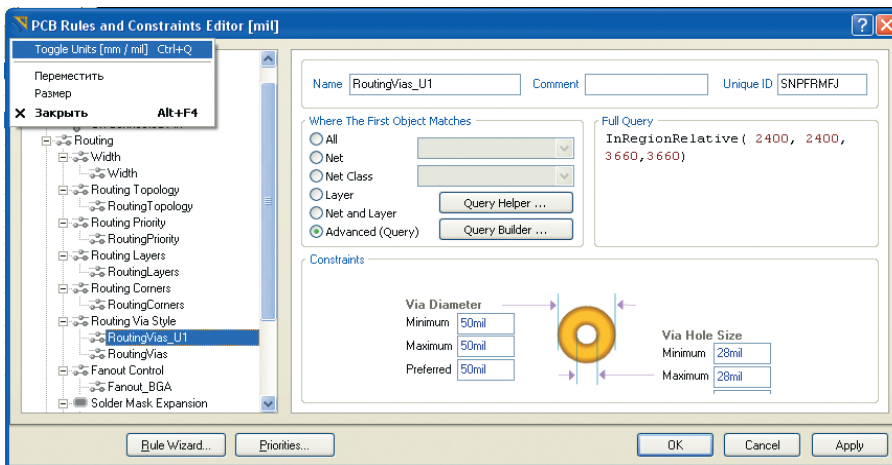


Рис. 8. Правило зазоров для переходных отверстий в заданной области платы

ем Next. В следующем окне предлагается указать конкретную цепь, – выбираем GND.

Следующий этап – установка приоритета действия правила, после чего программа спрашивает о необходи-

мости занесения правила в список включенных правил и предлагает завершение, – нажимаем Finish. После чего открывается окно PCB Rules, в котором необходимо ввести числовое значение для данного правила.

Таким образом, мы рассмотрели два варианта установки правил проектирования. Первый вариант применим для создания полного списка правил для всего проекта; второй вариант позволяет задать правила поэтапно, что исключает ошибку. Создание правил с помощью мастера подробно не описывается, т.к. выполняется существенно проще «ручного» варианта и обычно не вызывает трудностей у начинающих пользователей.

Более подробно ознакомиться с правилами проектирования можно в файле справки TR0116 Design Rules Reference.pdf, а с особенностями языка запросов – в файле TR0110 Query Language Reference.pdf. В следующей статье будут рассмотрены инструменты размещения компонентов и трассировки проводников на печатной плате.

