

Введение в язык запросов и построение фильтров в САПР Altium Designer

Алексей Якубенко (alexey@idstrade.com)

Количество объектов, из которых состоят схемные документы, документы печатных плат и библиотеки, может достигать десятков, сотен, а то и тысяч, и с ними пользователь в процессе проектирования электронного изделия совершает какие-либо действия. Стандартные для операционной системы средства, а также специфические инструменты выбора среды Altium Designer малоэффективны в случаях, когда необходимо выбрать несколько сотен или более объектов, подпадающих при этом под сложные условия. Для таких случаев в Altium Designer предусмотрена система фильтрации объектов, основанная на мощном обработчике запросов. Данная статья призвана облегчить освоение языка запросов и построение фильтров любой сложности.

Обработчик запросов является одной из основ среды Altium Designer (AD). Его назначение в том, чтобы пользователь мог с лёгкостью получать доступ как к отдельным объектам, так и к их группам любой сложности. Взаимодействие с этим инструментом осуществляется с помощью языка запросов.

Используя этот язык, пользователь, по сути, строит фильтры, в соответствии с которыми среда AD отбирает требуемые объекты. Это работает следующим образом. Каждый объект среды AD обладает определённым набором параметров. С помощью запросов пользователь задаёт определённые условия. Обработчик запросов проводит анализ параметров всех входящих в проект AD объектов на соответствие этим условиям и, если параметры того или иного объекта им соответствуют, такой объект включается в определённую выборку, с которой далее разработчик может совершать какие-либо действия.

Язык запросов подобен языкам программирования, основанным на Pascal. Он состоит из функций и операторов, с помощью которых пользователь формирует т.н. запросы, представляющие собой выражения, записанные в виде текстовых строк. Большинство функций представляют собой условия выбора объектов, но, помимо них, язык запросов содержит также ряд системных и математических функций. Операторы предназначены для связки функций при построении логических выражений.

Рассмотрим пример построения запросов. Допустим, на схеме необходимо выбрать все резисторы и конденса-

торы. Для этого нужно воспользоваться выборкой по префиксу позиционного обозначения и построить следующий запрос: `(PartSymbolReference = 'R') Or (PartSymbolReference = 'C')`.

В результате выполнения данного запроса на схеме будет отображена выборка, состоящая из всех компонентов, префикс позиционных обозначений которых представляет собой буквы R или C, т.е. выборка из резисторов и конденсаторов. Функция *PartSymbolReference* предназначена для поиска компонентов в соответствии с префиксом позиционного обозначения. Префикс задаётся с помощью входного параметра – в данном случае это параметры R и C. Оператор `Or` указывает, что подходит либо первое условие, либо второе. Скобки также являются операторами и определяют старшинство записей в строке запроса.

Обратимся к более сложному примеру. Допустим, для совершения определённых действий необходимо выбрать все контактные площадки, имеющие размер более 1 мм и содержащие круглые металлизированные отверстия. Для этого подойдёт следующий запрос: `IsPad And (PadIsPlated = 'True') And (AsMM(PadXSize_AllLayers) > 1) And (AsMM(PadYSize_AllLayers) > 1) And HasRoundHole`.

Функция *IsPad* указывает, что в выборку необходимо включить именно контактные площадки. За выбор размеров отвечает часть запроса `(AsMM(PadXSize_AllLayers) > 1) And (AsMM(PadYSize_AllLayers) > 1)`. В AD размер контактных площадок определяется отдельно по осям X и Y, поэтому

и функций применяется две: *PadXSize_AllLayers* и *PadYSize_AllLayers*. Кроме того, в наименовании данных функций можно увидеть запись *All Layers*, что указывает на определения размеров контактных площадок на всех слоях. Нетрудно заметить, что данные функции прописываются в связке с функцией *AsMM*, которая указывает, что определение размеров контактных площадок должно производиться в метрической системе измерений. Параметр «1» с оператором «>» в данных функциях определяют, что поставленным условиям соответствуют контактные площадки размером более 1 мм. Функция *PadIsPlated* с входным параметром *True* задаёт включение в выборку контактных площадок с металлизированными отверстиями. Наконец, функция *HasRoundHole* говорит о том, что выбраны должны быть контактные площадки именно с круглыми отверстиями, а не с прямоугольными или слотами. Оператор *And* определяет, что требуется выборка, соответствующая всем указанным условиям одновременно.

Нетрудно заметить, что язык запросов содержит функции, как требующие для своего выполнения наличия входных параметров, так и не требующие таковых. Если для работы функции необходимы текстовые входные параметры, то они всегда ограничиваются одинарными кавычками. Название каждой из функций отражает её назначение, благодаря чему значительно облегчается их поиск и работа с запросами. AD поддерживает около тысячи функций и описать их в рамках данной статьи не представляется возможным, поэтому рекомендуется по мере необходимости обращаться к [1], где для каждой функции приводятся описание, синтаксис, примеры и рекомендации по использованию.

В таблице 1 приведены операторы языка запросов. Очевидно, что большинство из них пояснений не требует. Нужно лишь оговориться, что, в отличие от остальных операторов сравнения, оператор *Like* работает не с численными, а со строковыми данными. В примере, приведённом в таблице для этого оператора, функция *Name* определяет, что пользователя интересуют

все строки, начинающиеся с буквы *R* и содержащие как минимум ещё два символа.

Как видно, в последнем примере упоминаются символы подстановки, которые также поддерживаются языком запросов:

- **?** – применяется для замены одного символа;
- ***** – применяется для замены строки символов.

Кроме того, в качестве параметров для некоторых функций могут быть использованы логические переменные **True** (правда) и **False** (ложь).

В одном из примеров, приведённых ранее, уже упоминалась данная логическая переменная: функция **PadIsPlated** с входным параметром **True** задавала включение в выборку контактных площадок с металлизированными отверстиями. Если входной параметр данной функции заменить на **False**, то в выборку будут включаться неметаллизированные отверстия.

Порядок обработки строк запросов определяется старшинством записей, которое, в свою очередь, определяется старшинством операторов. Старшин-

Таблица 1. Операторы языка запросов

Оператор	Описание	Пример
Арифметические операторы		
+	Сложение	NetPinCount + NetViaCount
-	Вычитание	ArcStopAngle - ArcStartAngle
*	Умножение	PadYSize_AllLayers * PadXSize_AllLayers
/	Деление	HoleDiameter / ViaDiameter
Div	Целочисленное деление	Color Div 65536
Mod	Остаток от целочисленного деления	Color Mod 256
Логические операторы		
AND	Логическое «И»	IsFill AND OnBottomLayer
&&	Логическое «И» (пониженный приоритет)	IsPolygon && OnTopLayer
OR	Логическое «ИЛИ»	IsPad OR IsVia
	Логическое «ИЛИ» (пониженный приоритет)	IsTrack IsArc
XOR	Исключающее «ИЛИ»	OnMultiLayer Xor (HoleDiameter < 0)
NOT	Логическое отрицание	NOT OnPlane
Операторы сравнения		
<	Меньше	NetViaCount < 10
<=	Меньше или равно	NetViaCount <= 10
>=	Больше или равно	NetViaCount >= 10
>	Больше	NetViaCount > 10
<>	Не равно	NetViaCount <> 10
=	Равно	NetViaCount = 10
Between ... And ...	В диапазоне	NetViaCount Between 10 And 20
Like	Поиск заданной подстроки	Name Like 'R??'

ство операторов языка запросов аналогично старшинству операторов Pascal-

подобных языков программирования и отражено в таблице 2. При одинаковом

ALTIVM DESIGNER 19

ПЕРЕХОДИ НА НОВЫЙ УРОВЕНЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЖЕ СЕЙЧАС

www.idstrade.com
 info@idstrade.com
 +7 /495/ 665-20-69

ООО "АЙДИЭС" авторизированный партнер компании Altium Limited на территории Российской Федерации.

Altium®
Реклама

Таблица 2. Старшинство операторов языка запросов

Старшинство	Операторы
1	{ }
2	Not
3	*
	/
	Div
	Mod
4	And
	+
	-
5	Or
	Xor
	=
	<>
	<
	>
6	<=
	>=
6	&&

старшинстве записей они обрабатываются слева направо. Поскольку скобки имеют наивысшее старшинство, то с их помощью старшинство записей можно изменять. При этом необходимо помнить, что при наличии вложенных пар скобок внутренние пары имеют более высокое старшинство, и поэтому ограниченные ими записи будут обрабатываться в первую очередь [1, 2].




В виде текстовых строк запросы в основном применяются в трёх случаях:

- для построения фильтров выбора в редакторах схем, плат и библиотек;
- для определения областей применения правил;
- для расширенного поиска по библиотекам.

Конечно, глубокое знание языка запросов является мощным подспорьем в деле проектирования электронных устройств, однако в среде AD предусмотрен ряд инструментов, значительно облегчающих формирование запросов, – помощник *Query Helper* и мастер запросов *Query Builder*.

ПОМОЩНИК QUERY HELPER

Окно помощника *Query Helper* (см. рис. 1) доступно при нажатии следующих кнопок:

- *Helper*  – в панелях *SCH Filter*, *PCB Filter*, *SCHLIB Filet* и *PCBLIB Filter*;
- *Helper*  – в окне *File-based Library Search* в расширенном режиме;
- *Query Helper...*  – в области *Where The ... Object Matches* редактора правил.

Верхнюю часть окна занимает поле *Query*, предназначенное для ввода строк запросов. Непосредственно под ним расположены кнопки операторов.

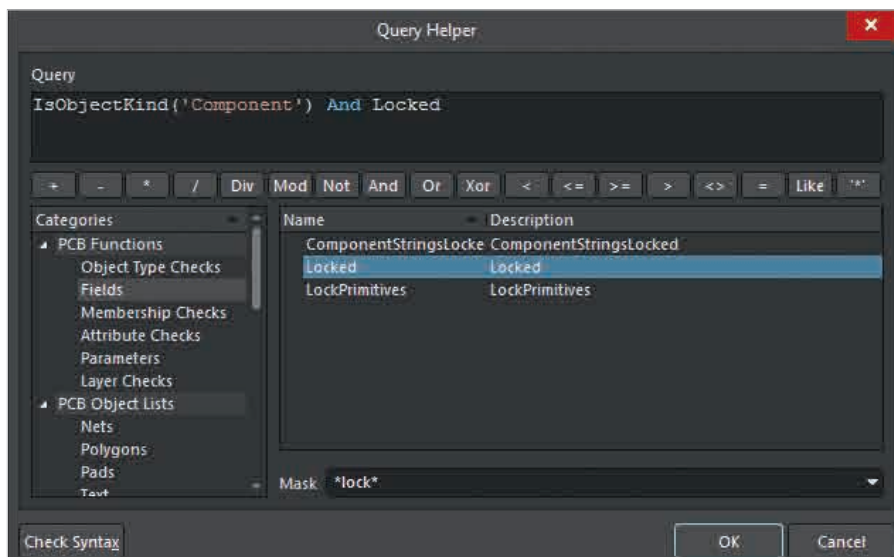


Рис. 1. Окно помощника *Query Helper*, вызванное из панели *PCB Filter*

Здесь присутствуют кнопки всех операторов, кроме скобок. Ещё ниже расположена область поиска и выбора функций и объектов. Она состоит из меню категорий *Category* (левее) и таблицы (правее). В нижнем левом углу окна редактора запросов можно найти кнопку проверки синтаксиса *Check Syntax*.

Преимущества помощника *Query Helper* заключаются в следующем. Во-первых, он поддерживает удобный поиск требуемой функции. Во-вторых, реализована быстрая вставка в строку запроса операторов и найденных функций. И в-третьих, имеется возможность проверки синтаксиса запроса. Рассмотрим подробнее принцип работы с помощником.

Область поиска и выбора содержит наименования и краткие описания функций и объектов. Её содержимое соответствует тому элементу среды AD, откуда было вызвано окно *Query Helper*. Например, на рисунке 1 изображено окно помощника, вызванного из панели *PCB Filter*, доступной в редакторе плат, поэтому здесь могут отображаться PCB-функции, объекты текущей печатной платы и системные функции. Таблица отображает функции или объекты, соответствующие категории, выбранной в меню категорий. В графе *Name* отображается имя, а в графе *Description* – краткое описание. Отсюда же доступна справка по функциям. Чтобы её открыть, нужно выделить в таблице функцию и нажать клавишу *F1*, после чего в браузере откроется страница справки по выбранной функции из раздела *Documentation* сайта компании Altium.

Значительно облегчает поиск функции или объекта строка ввода *Mask*, расположенная под таблицей. После ввода маски содержимое таблицы ограничивается не только категорией, но и маской. При этом поиск по маске производится как среди имён, так и среди кратких описаний. Строка ввода маски поддерживает символы замены «?» и «*».

После того как необходимая функция была найдена, её можно вставить в строку запроса, дважды щёлкнув по ней левой кнопкой мыши (ЛКМ) в таблице. При этом необходимо иметь в виду, что функция будет вставлена туда, где находится курсор, поэтому перед совершением вставки необходимо убедиться, что курсор находится в нужной позиции. То же самое касается вставки операторов: их можно встраивать в строку запроса, нажав соответствующую кнопку. При этом также необходимо следить, где именно располагается курсор. Естественно, возможность автоматической вставки функций, параметров или операторов не отменяет необходимости ручного редактирования строк: здесь зачастую необходимо как минимум проставлять скобки и кавычки, прописывать численные параметры и т.д.

Очевидно, что при построении сложных запросов легко допустить ошибку. Чтобы проверить строку запроса, необходимо нажать кнопку *Check Syntax* – в результате будет запущен процесс проверки синтаксиса, и по его окончании откроется окно с соответствующим отчётом. Если ошибок найдено не будет, то данное окно будет содержать сообщение

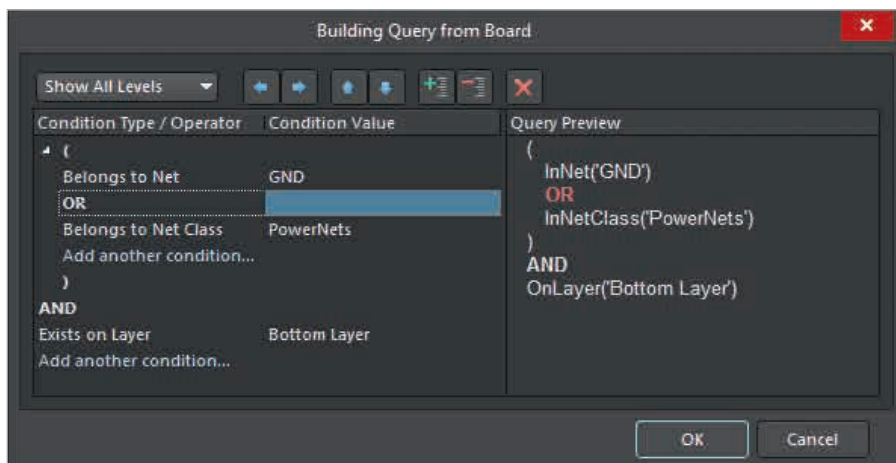


Рис. 2. Окно мастера запросов *Query Builder*

«*Expression is OK!*». При наличии же ошибки в отчёте будет приведено её описание.

После того как запрос сформирован, остаётся лишь нажать кнопку *OK*, в результате чего окно помощника закрывается, а строка запроса копируется в поле запроса того элемента среды *AD*, откуда окно помощника было вызвано.

Продемонстрируем описанное ранее на примере построения строки запросов, приведённой в поле *Query* на рисунке 1. В данном случае алгоритм действий после запуска окна помощника может быть следующим:

1. В поле ввода *Mask* необходимо ввести маску **kind** и путём перебора категорий найти функцию *IsObjectKind* в категории *Object Type Checks*.
2. Чтобы убедиться, что это и есть нужная функция, следует выбрать её в таблице, нажать клавишу *F1* и изучить страницу справки. Убедившись, что указанная функция представляет собой именно то, что нужно, следует совершить на ней двойной щелчок ЛКМ, в результате чего она отобразится в поле запроса в виде *IsObjectKind()*.
3. Поскольку входной параметр представляет собой текстовую строку, необходимо вписать внутри скобок две одинарные кавычки: *IsObjectKind(")*.
4. В поле ввода *Mask* следует ввести маску *component* и путём перебора категорий найти нужную функцию в категории *Fields*.
5. Убедившись, что курсор находится строго между одинарными кавычками, нужно совершить в таблице двойной щелчок ЛКМ на функции *Component*, в результате чего она будет вставлена в качестве параметра в запрос: *IsObjectKind('Component')*.

6. Переместить курсор в конец строки запроса и щёлкнуть ЛКМ по кнопке оператора *And*, в результате чего этот оператор встроится в конец строки: *IsObjectKind('Component') And*.
7. В поле ввода *Mask* необходимо ввести маску **lock** и путём перебора категорий найти функцию *Locked* в категории *Fields*.
8. Переместить курсор в конец строки запроса и дважды щёлкнуть ЛКМ в таблице по найденной функции, в результате чего она встроится в конец строки: *IsObjectKind('Component') And Locked*.
9. С помощью кнопки *Check Syntax* следует запустить проверку синтаксиса получившейся строки.
10. Если проверка прошла успешно, нужно закрыть окно помощника путём нажатия кнопки *OK*. Сформированная строка запроса копируется в поле *Filter* панели *PCB Filter*, откуда окно помощника и было открыто [3, 4].

МАСТЕР ЗАПРОСОВ *QUERY BUILDER*

Окно мастера запросов *Query Builder* (см. рис. 2) доступно при нажатии следующих кнопок:

- *Builder* – в панелях *PCB Filter* и *PCBLIB Filter*;
- *Query Builder...* – в области *Where The ... Object Matches* редактора правил.

Принцип работы с мастером запросов несколько отличается от принципа работы с помощником. Пользователь также строит запросы, но оперирует при этом не функциями, а условиями, и уже на основе этих пользовательских запросов формируются текстовые строки запросов. Удобство здесь в том, что условия являются гораздо более удобо-

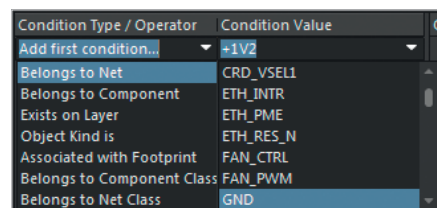


Рис. 3. Выбор типа и значения условия в окне мастера запросов *Query Builder*

читаемыми и понятными, чем функции. Условия состоят из типа и значения. Каждому условию соответствует определённая функция. Значениями условий являются объекты печатной платы или посадочного места.






Основную часть окна мастера запросов (см. рис. 2) занимают область построения запросов (слева) и область предпросмотра (справа). Нетрудно заметить, что здесь запросы формируются вертикально. Таблица запросов состоит из двух столбцов: *Condition Type / Operator* (тип условий и операторы) и *Condition Value* (значения условий). Каждая строка таблицы соответствует условию или содержит оператор. Здесь же, в графе *Condition Type / Operator* располагаются опции добавления условий. Область предпросмотра отображает запрос в текстовой форме. Его содержимое формируется автоматически и динамически обновляется при внесении любых изменений в области построения запросов.

Формирование запроса в окне мастера производится следующим образом. Сразу после его запуска таблица условий содержит только одну строку с выпадающим меню *Add first condition...*. Чтобы добавить первое условие, необходимо раскрыть это выпадающее меню и выбрать тип условия (см. рис. 3). После этого в той же строке, но в графе *Condition Value* отобразится значение условия по умолчанию. Чтобы его изменить, необходимо активировать ячейку, раскрыть выпадающий список и выбрать в нём нужное значение (см. рис. 3). Добавление второго или любого последующего условий производится точно так же, только соответствующее меню будет называться *Add another condition...*

При добавлении последующего условия между строк условий автоматически встраивается строка оператора. По умолчанию всегда добавляется оператор *And*. Его можно заменить на оператор *Or* также через выпадающий список.

Уже существующие условия можно менять. Для этого нужно активиро-

вать соответствующую ячейку в графе *Condition Type / Operator*, раскрыть выпадающий список и выбрать новый тип условия. При этом нужно помнить, что значение условия в графе *Condition Value*, скорее всего, тоже придётся поменять.

Чтобы добавить скобки, необходимо выбрать соответствующую часть запроса (одно или несколько условий) и нажать кнопку  (*Increase Indent*) или воспользоваться сочетанием клавиш *Ctrl+→*. Удаление скобок производится с помощью кнопки  (*Decrease Indent*) или сочетания клавиш *Ctrl+←*. Для сдвига выделенных условий вверх или вниз предназначены кнопки  (*Move Up*) и  (*Move Down*) или сочетания клавиш *Ctrl+↑* и *Ctrl+↓* соответственно. Удалить условия можно кнопкой  (*Delete*) или клавишей *Del*.

После того как запрос сформирован, остаётся лишь нажать кнопку *OK*, в результате чего окно мастера построения запросов закрывается, а текстовая строка копируется в поле запроса того элемента среды AD, откуда окно мастера было вызвано.

Продемонстрируем процесс построения запроса в мастере на основе примера, приведённого на рисунке 3. В дан-

ном случае алгоритм действий после запуска окна редактора запросов может быть следующим:

1. Для добавления первого условия нужно раскрыть выпадающее меню *Add first condition...* и выбрать в нём пункт *Belongs to Net*.
2. В ячейке значения первого условия необходимо раскрыть список и выбрать пункт *GND*.
3. Для добавления второго условия следует раскрыть выпадающее меню *Add another condition...* и выбрать в нём пункт *Belongs to Net Class*.
4. В ячейке значения второго условия нужно раскрыть список и выбрать пункт *PowerNets*.
5. Для добавления третьего условия необходимо снова раскрыть выпадающее меню *Add another condition...* и выбрать в нём пункт *Exists on Layer*.
6. В ячейке значения третьего условия следует раскрыть список и выбрать пункт *Bottom Layer*.
7. В ячейке оператора *And*, расположенной между строками первого и второго условий, нужно раскрыть выпадающий список и сменить оператор на *Or*.

8. Выделить одновременно строки первого и второго условий и заключить их в скобки сочетанием горячих клавиш *Ctrl +→*.

9. Закрытие окна мастера построения запросов следует осуществить нажатием кнопки *OK* – сформированный запрос в виде текстовой строки копируется в область *Where The Object Matches* редактора правил, откуда окно мастера было открыто [5].

Затронутая в статье тема очень обширна, и полностью осветить её на страницах журнала не представляется возможным, однако представленные общие сведения призваны помочь облегчить её освоение как новичкам, так и опытным пользователям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Altium. Documentation. Query Language Reference: www.altium.com/documentation.
2. Altium. Documentation. Query Operators: www.altium.com/documentation.
3. Altium. Documentation. Query Helper (PCB): www.altium.com/documentation.
4. Altium. Documentation. Query Helper (SCH): www.altium.com/documentation.
5. Altium. Documentation. Query Builder: www.altium.com/documentation.





Вся суть в размере!

Компактный поворотный переключатель
77-й серии




-  25 000 циклов переключения
-  Соответствует: MIL-DTL-3786, MIL-STD-20
-  Высота выступающей части с задней стороны панели — 4,5 мм



официальный дистрибьютор

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

(495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIPRU ■ WWW.PROCHIPRU



РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

23–26
апреля
2019

Россия, Москва,
ЦВК «Экспоцентр»



СВЯЗЬ

31-я международная выставка
«Информационные
и коммуникационные технологии»



НАВИТЕХ

11-я международная выставка
«Навигационные системы,
технологии и услуги»

Темы и тренды:

5G Big Data Умный город
Геоданные и навигационные технологии
Цифровое правительство ЦОДы
Информационная **IoT** Smart Device Show
безопасность **Телеком**
Искусственный интеллект **Спутниковая связь**
Умная мобильность Российский софт
AR&VR Future TV Блокчейн
Дроны и беспилотные системы **Стартапы**

Реклама

12+

Подробнее
о выставке
«СВЯЗЬ»

www.sviaz-expo.ru

www.navitech-expo.ru

Подробнее
о выставке
«НАВИТЕХ»



Минкомсвязь
России



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



РОССВЯЗЬ



НП «ГЛОНАСС»
Федеральный сетевой оператор



ЭКСПОЦЕНТР

