

ЕСКД в Altium Designer.

Часть 1. Настройка и библиотечные компоненты

Конечно, при разработке печатных плат посредством Altium Designer (AD) возможен подход, при котором сначала проектируется печатная плата (ПП), а все действия, связанные с формированием конструкторской документации (КД), предпринимаются после ее разработки. Однако AD — САПР сквозного проектирования. А это значит, что она позволяет автоматизировать процессы не только создания схем и плат, но и оформления КД.

Алексей Якубенко

altium.support@nanocad.ru

Конструкторская документация состоит из текстовых документов (в том числе перечня со спецификацией) и графических — схем и чертежей. В этой статье мы расскажем, как автоматизируется процесс формирования графической части КД (далее — графической КД).

Как и любой высококачественный профессиональный инструмент, AD требует тонкой настройки, прежде чем сможет выдавать «на-гора» результат. Так что все действия по формированию КД, соответствующей ЕСКД, можно разделить на три основные группы:

- 1) настройка программы и подготовка шаблонов;
- 2) подготовка библиотечных компонентов;
- 3) неавтоматизируемые действия по доработке КД.

В третьем пункте этого списка не зря написано «доработка». Ведь при соответствующе настроенной программе, правильно подготовленных шаблонах и грамотно сформированных библиотеках графическая КД создается в процессе разработки изделия примерно на 80%. И только на оставшиеся 20% приходятся действия, которые в принципе невозможно автоматизировать.

Настройка программы и подготовка шаблонов хоть и разные действия, но выделены в одну группу, потому что совершаются они только один раз. Выполнение этих действий обеспечивает 50% всей автоматизации.

Оставшиеся 50% обеспечиваются правильным формированием библиотечных компонентов и осуществляются один раз для каждого нового компонента. Тут уже заметна тенденция к повторению процедур. Но даже в этом случае существуют механизмы, значительно облегчающие и ускоряющие труд разработчика, о чем также будет рассказано в статье.

Шрифты

Первый же подводный камень, с которым сталкивается пользователь при оформлении документации, — шрифты. ГОСТ 2.304-81 регламентирует начертание и размер шрифтов, которые необходимо использовать в КД. И проблема тут вовсе не в наличии нужных шрифтов — их легко найти на необъятных просторах Интернета. Более того,

они поставляются практически с любой современной САПР машиностроительного направления. Другое дело — их размер. В соответствии с ГОСТ 2.304-81 высота шрифта определяется размером его заглавной буквы. В то же время в редакторе схем применяются шрифты типа TrueType, а их размер задается с помощью пунктов. Казалось бы, чего проще: размер компьютерного пункта известен — 0,3528 мм, остается только высчитать, сколько нужно пунктов, чтобы получить шрифт требуемого размера. Но не тут-то было! Размер шрифта в пунктах определяет так называемую «литерную площадку», чей размер напрямую не связан с высотой букв. В отличие от схемного редактора в РСВ-редакторе высота шрифта задается в милах или миллиметрах и соответствует высоте заглавной буквы. Но это верно лишь для шрифтов типа Stroke, а нам придется использовать шрифты типа TrueType, но их размер в миллиметрах тоже не соответствует размеру букв.

Как следствие, для правильного выполнения КД необходимо сначала выбрать шрифт, а затем для каждого размера из пункта 2.2 ГОСТ 2.304-81 методом перебора отыскать соответствующий ему системный размер в пунктах и миллиметрах. И в редакторе схем, и в РСВ-редакторе, выбирая соответствующий шаг сетки и визуально ориентируясь на него, легко выбрать все необходимые системные размеры шрифтов. Кстати, нам не нужен весь ряд, описанный в приведенном пункте стандарта. Для оформления схем и чертежей достаточно четырех размеров: 2,5, 3,5, 5 и 7 мм. В примерах к нашей статье использован шрифт GOST type B, поставляемый с продуктами Autodesk. В таблице 1 приведены соотношения размеров для данного шрифта.

Таблица 1. Соотношения размеров для шрифта GOST type B

Высота заглавной буквы в соответствии с ГОСТ 2.304-81, мм	Размер в схемном редакторе, пункты	Размер в РСВ-редакторе, мм
7	43	11,9
5	34	8,5
3,5	24	5,95
2,5	17	4,25
1,75	–	2,97
1,25	–	2,13

Настройка схемного редактора

Рассмотрим только те настройки, которые имеют отношение к теме статьи. Все настройки AD выполняются в окне **Preferences**, открываемом по команде **DXP** → **Preferences**. Все настройки схемного редактора доступны в расположенном слева дереве настроек в разделе **Schematic**.

Долгое время у пользователей AD существовала проблема позиционного обозначения многовентильного компонента — ГОСТ требует отделять номер вентили с помощью точки, а пользователи могли применять только двоеточие. Проблема была решена в 13-й версии AD. Чтобы включить в качестве разделителя точку, необходимо перейти в раздел **Schematic** → **General**. Здесь нас интересует выпадающее меню в расположенной сверху и справа области **Alpha Numeric Suffix** — в нем нужно выбрать строку **Numeric, separated by a dot** (рис. 1).

Далее переходим в раздел **Schematic** → **Graphical Editing**. Тут в области **Options** необходимо выставить две галочки (рис. 2). Первая из них — **Convert Special Strings**. В Altium активно используются так называемые специальные строки, начинающиеся символом «=» и представляющие собой ссылку или выражение. К примеру, подобные строки будут использованы в шаблонах листов для вывода фамилий, которые будут передаваться туда в виде параметров. Включение галочки **Convert Special Strings** укажет программе, что при наличии подобных строк в зависимости от их содержимого необходимо отображать на схеме либо то, на что указывает ссылка, либо результат вычисления выражения. Вторая необходимая галочка — **Display Strings as Rotated**. Это сообщит программе, что любая строка должна отображаться под тем углом, на который она повернута. К примеру, расположить текстовую строку в перевернутом виде можно только включив эту галочку — иначе строка не перевернется.

По умолчанию в AD используется дюймовая система измерения. Чтобы включить метрическую, нужно перейти в раздел **Schematic** → **Default Units** (рис. 3) и выставить галочку **Use**

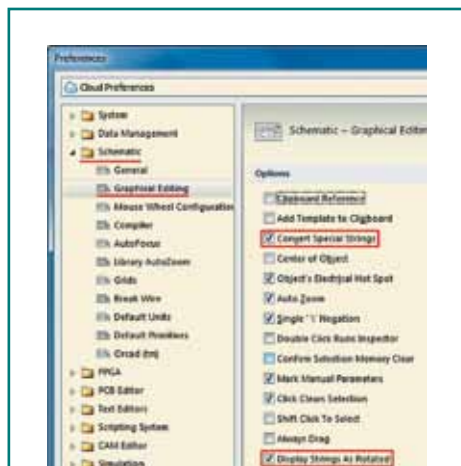


Рис. 2. Включение специальных строк и правильного отображения повернутых строк

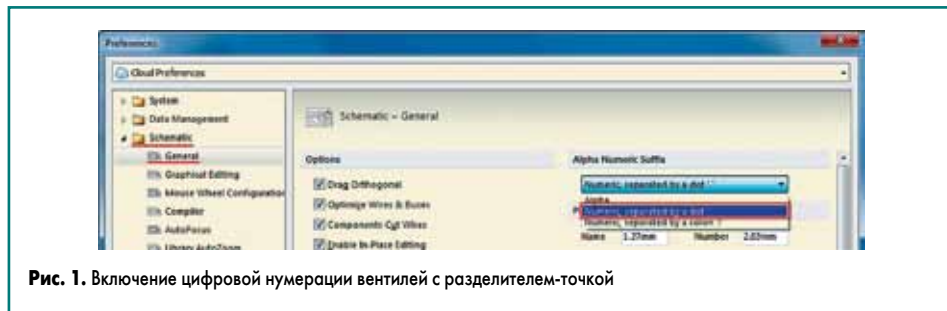


Рис. 1. Включение цифровой нумерации вентилей с разделителем-точкой

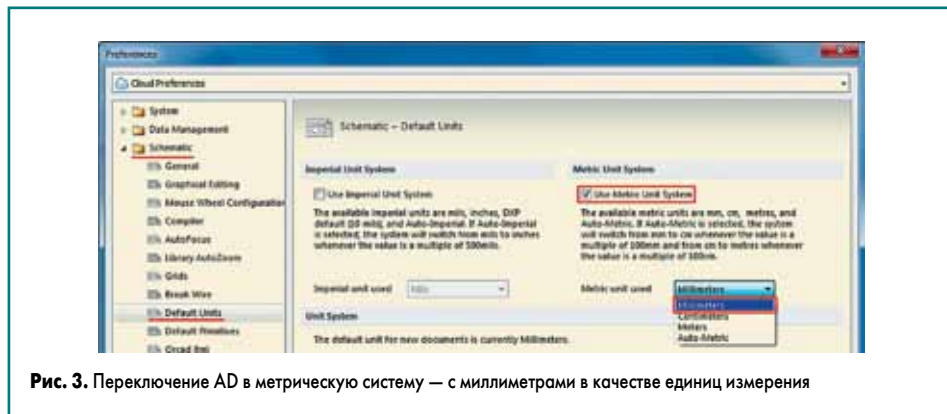


Рис. 3. Переключение AD в метрическую систему — с миллиметрами в качестве единиц измерения

Metric Unit System. Для выбора миллиметров в качестве единиц измерения в выпадающем меню **Metric Unit Used** следует выбрать строку **Millimeters**.

Теперь настроим конфигурацию примитивов. Тут необходимо уточнить терминологию. Большинство пользователей термин «примитив» знаком по САПР машиностроительного или общего направлений, где он обозначает простейшие геометрические элементы — линии, прямоугольники, окружности и другие. В AD этот термин имеет расширенную трактовку: он обозначает все элементы, из которых состоят схемы, платы и чертежи: линии, окружности, текстовые строки, выводы УГО (далее пины) и т. д. При этом если линия определяется шестью свойствами, то у пина их более тридцати. Все это касается и РСВ-редактора, в котором, в частности, мы будем на чертежах проставлять размеры. А они также являются примитивами, хотя и имеют в своем составе не один, а несколько простейших геометрических элементов — линий или дуг (и это не считая свойств, которых у размеров более двадцати). Все свойства всех примитивов можно перенастраивать в процессе разработки, но если они настроены заранее, это значительно ускоряет работу.

В случае схемного редактора мы настраиваем свойства примитивов, непосредственно влияющие на внешний вид схем. А поскольку схемы, по сути, состоят из простейших геометрических элементов (линий, дуг, окружностей и т. д.) и текстовых строк, то в большинстве случаев следует настроить или толщину, или шрифт. Что касается толщины, ГОСТ 2.701-2011 регламентирует: «УГО на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии взаимосвязи». Среди всех схемных примитивов в AD есть один элемент, у которого нельзя изменить толщину линии, — пин. Поэтому для линий связи и примитивов будем использовать значение толщины, равное толщине пинов. В схемном

редакторе толщина не задается численным значением. Вместо этого предлагается четыре предустановленных и неизменяемых значения: **smallest**, **small**, **medium** и **large**. Толщине пина соответствует значение **small**. В отношении шрифтов оптимальным представляется размер 2,5 мм. Шрифт с таким размером остается хорошо читаемым, шрифт меньшего размера ГОСТ не рекомендует, а его увеличение приведет к увеличению места, занимаемого схемой. В нашем случае был использован шрифт **GOST type B**, в соответствии с таблицей 1 его размер должен составлять 17 пунктов.

Для настройки примитивов перейдем в раздел **Schematic** → **Default Primitives** (рис. 4).

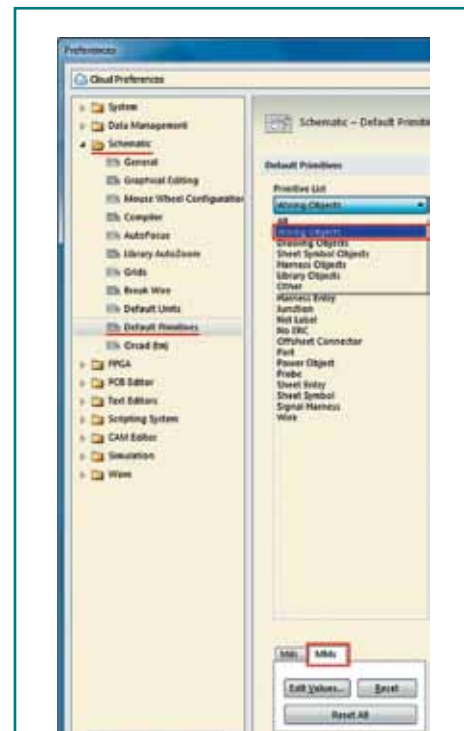


Рис. 4. Переход к настройке схемных примитивов

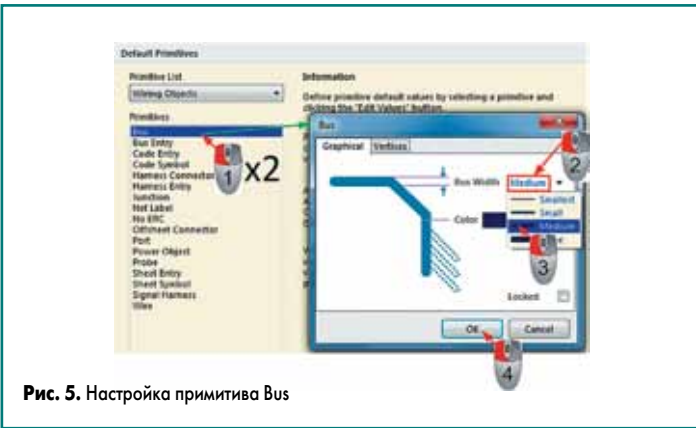


Рис. 5. Настройка примитива Bus

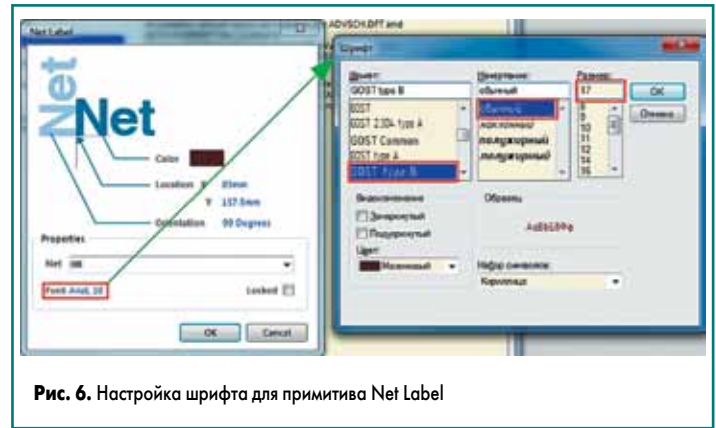


Рис. 6. Настройка шрифта для примитива Net Label

В окне этого раздела внизу расположены вкладки **Mils** и **MMs**. Поскольку мы работаем в метрической системе, нам нужно переключиться на вкладку **MMs**. Для облегчения поиска и выбора примитивов раскроем расположенный слева и сверху выпадающий список **Primitive List** и выберем в нем пункт **Wiring Objects**. В окне **Primitives** останутся только те примитивы, из которых строятся линии связи.

Для начала настроим примитив **Bus**, с помощью которого формируется шина. Для того чтобы отредактировать свойства примитива, нужно дважды щелкнуть по нему левой клавишей мыши, в результате откроется окно его свойств. Некоторые документы рекомендуют рисовать групповые шины линиями вдвое толще линий связи. Поэтому в строке **Bus Width** раскроем выпадающий список и выберем пункт **Medium** (рис. 5). Аналогичным образом для примитивов **Bus Entry** (вход в шину) и **Wire** (линия связи) выставим толщину линий **small**.

Для примитива **Net Label** (метка цепи) нужно настроить тип и размер шрифта. Внизу окна его настроек расположена строка **Font**, в которой отображена текущая настройка шрифта (рис. 6). Нужно щелкнуть по этой строке левой клавишей мыши и в открывшемся окне выбрать новый шрифт и его параметры. Как упоминалось выше, в нашем случае это **GOST type B**, начертание — обычный, размер — 17.

Теперь перейдем к настройке примитивов рисования. Для этого в выпадающем списке **Primitive List** выберем пункт **Drawing Objects**. Для примитивов **Arc**, **Bezier**, **Ellipse**, **Elliptical Arc**, **Line**, **Pie**, **Polygon**, **Rectangle** и **Round Rectangle** переопределим толщину линий значением **small**. В зависимости от примитива это свойство может называться **Line Width**, **Border Width** или **Curve Width**. Для примитива **Text String** настроим принятый для всех схемных элементов шрифт — в нашем случае это также **GOST type B**, обычный, 17.

Приступим к настройке примитивов, относящихся непосредственно к УГО. Для этого в выпадающем списке **Primitive List** выберем пункт **Library Objects**. Примитивы **Comment** (комментарий) и **Designator** (позиционное обозначение) являются параметрами, для них нужно настроить шрифт. Параметры те же, что указаны выше, только в этот раз строка **Font** находится в центре окна настроек (рис. 7).

Последний примитив, который осталось настроить, — пин. Он так и называется — «**Pin**». Для него в окне **Pin Properties** (рис. 8) нужно переопре-

делить длину, шрифт номера и шрифт имени. Длина пина прописывается в строке **Length** области **Graphical**, выставим здесь значение «5mm». Чтобы для имени пина переопределить шрифт, нужно активировать галочку **Use local font setting**, расположенную в нижней части области **Name Position and Font**. После активации галочки станет активной расположенная правее нее строка, отображающая текущие параметры шрифта. Щелчок левой клавишей мыши по этой строке откроет уже знакомое окно выбора параметров шрифта. Переопределение шрифта для номера пина аналогично, выполняется в области **Designator Position and Font**.

Любые изменения свойств примитивов возможны не только на этапе предварительной настройки программы, но и в процессе разработки. При этом AD организован таким образом, что соответственно этим изменениям «на лету» меняются и свойства примитивов, заданные по умолчанию. Однако такое обновление «умолчательных» значений можно заблокировать включением галочки **Permanent**, расположенной в правой части раздела настроек **Default Primitives**. Естественно, данная галочка не отменяет возможность изменения примитивов в процессе работы над схемой или библиотекой.

Бывает, что пользователю приходится работать по разным стандартам или по разным вариациям одного стандарта. В таком случае, конечно, нужно перенастраивать все соответствующие свойства примитивов. Для таких ситуаций разработчики AD предоставили пользователям возможность сохранения текущей конфигурации примитивов во внешнем файле и загрузки ранее сохраненных. Для этого в правой верхней части окна настроек **Default Primitives** расположены кнопки **Load...** и **Save As...** Благодаря этой функции можно сформировать любое количество конфигураций примитивов и, загружая их по мере необходимости, не тратить время на выполнение перенастройки.

Настройка PCB-редактора

Система измерений является свойством не PCB-редактора, а PCB-документа. По этой причине рекомендуется настраивать PCB-редактор

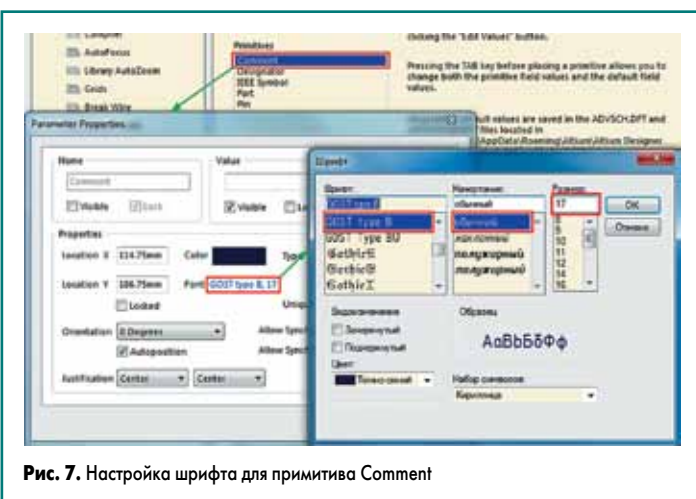


Рис. 7. Настройка шрифта для примитива Comment

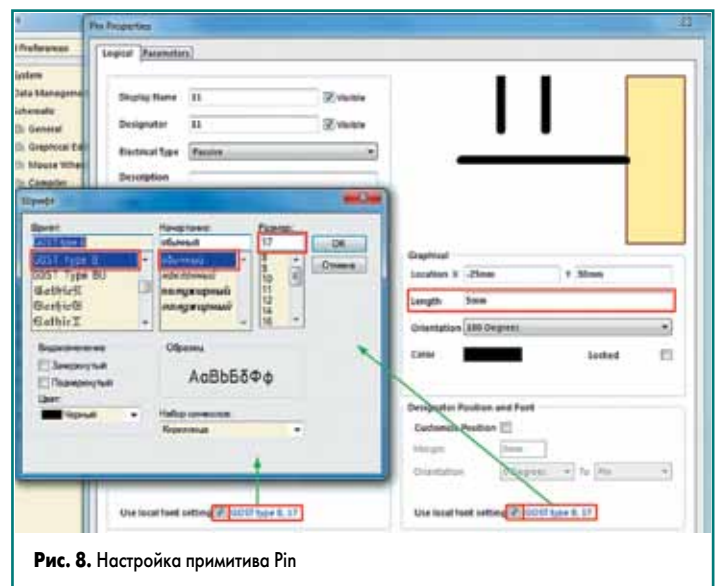


Рис. 8. Настройка примитива Pin

при открытом РСВ-документе с выставленной в последнем метрической системой измерений. Лучше всего, если будет открыта хотя бы частично растраसरиванная ПП.

Все интересующие нас настройки также выполняются в окне **Preferences**. Однако, в отличие от схемного редактора, в данном случае нас интересует настройка только некоторых примитивов — размеров, таблицы отверстий и выносных видов. Все остальные примитивы и параметры РСВ-редактора не имеют прямого отношения к формированию чертежей. А потому сразу переходим в раздел **PCB editor → Defaults**.

подавляющее большинство чертежей электронных изделий выполняется в масштабе увеличения. А AD организован таким образом, что формирование чертежных видов производится непосредственно на графике платы. То есть все аннотации (размеры, выноски, координатные сетки и т. д.) наносятся в масштабе 1:1. И только после того как виды сформированы, они вместе с аннотациями приводятся к соответствующему масштабу. Поэтому, чтобы на окончательных чертежах все составляющие чертежных видов (линии, стрелки, надписи и т. д.) имели правильные размеры, необходимо наносить их с учетом последующего масштабирования. Другими словами, все примитивы формируются с учетом последующего масштабирования и их необходимо перенастраивать для каждого конкретного масштаба. Так же, как и для схемного редактора, для настроек РСВ-редактора существует возможность сохранения конфигурации примитивов во внешнем файле и загрузки сохраненной ранее конфигурации. Благодаря этой функции можно один раз создать «базу настроек» под каждый вариант масштабирования и по мере необходимости загружать нужные конфигурации. Тем самым значительно экономится время работы. В нашей статье рекомендации по настройке РСВ-примитивов приведены на примере настройки под масштаб 2:1.

В первую очередь займемся настройкой размеров. Все примитивы, связанные с размерами, можно найти в группе Dimension окна **Primitive Type**. Откроем окно настроек линейного размера **Linear Dimension** (рис. 9). Чтобы размерная линия всегда начиналась от своего опорного элемента, в строке Pick Gap выставим нулевое значение — «0mm». ГОСТ 2.303-68 регламентирует, что размерные и выносные линии нужно выполнять сплошной тонкой линией, которая должна быть примерно в два-три раза тоньше сплошной толстой основной линии. Оптимальными представляются значения толщины 0,5 мм для сплошной толстой основной линии и 0,15 мм для сплошной тонкой. При таких значениях, с одной стороны, происходит минимум слияний, а с другой — хорошо видна разница между двумя типами линий. Толщины выносной (Extension Line) и размерной (Line Width) линий выставим «0.075mm». В соответствии с ГОСТ 2.307-2011 выведем выносную линию за размерную на 1 мм. Для этого в строке Offset пропишем значение «0.5mm». Высоту шрифта выберем 3,5 мм, для чего в строке Text Height в соответствии с таблицей 1 впишем значение «2.97mm». Согласно ГОСТ 2.307-2011

длину стрелок примем 2,5 мм, для чего параметр Arrow Size переопределим значением «1.25mm». К сожалению, ширину стрелки переопределить нет возможности. Для случая, когда стрелку нужно будет вынести за предел размера, выберем ее размер 3,5 мм, чтобы от самой стрелки отходила линия длиной 1 мм. Следовательно, в параметр Arrow Length пропишем значение «1.75mm». Параметры Text Width (толщина линий букв) и Text Gap (текстовый зазор) нас не интересуют.

Перейдем в область **Properties**. В строке Format нужно выбрать вариант без указания единиц измерения (например, «0,00»), так как именно этот вариант соответствует ГОСТ 2.307-2011. В выпадающем меню **Text Position** нужно выбрать пункт Aligned — Top, чтобы размерное значение располагалось над размерной линией. Для параметра Arrow Position выберем пункт Inside, поскольку в большинстве случаев стрелки располагаются между выносными линиями. Переключатель Font необходимо выставить в положение TrueType. Соответственно, в области Select TrueType Font в выпадающем меню **Font Name** следует выбрать текстовый стиль GOST type B. В меню **Unit** выставим значение Millimeters. Остальные параметры логичнее настраивать в процессе формирования чертежа. Аналогичным образом нужно настроить остальные размерные примитивы, отображенные в группе Dimension.

Перейдем к настройке таблицы отверстий — **Drill Table** (рис. 10). Перед этой настройкой лучше открыть растраसरиванную плату, тогда появится возможность настроить больше свойств. ЕСКД не регламентирует в жесткой форме построение таблицы отверстий, но в ГОСТ 2.307-2011 на рисунке 77 приведен ее пример. Сформируем нашу таблицу аналогично этому примеру. Данные о столбцах отображаются в окне таблицы, расположенном в верхней части окна настроек **Drill Table**. Под окном таблицы имеются три основные кнопки управления столбцами:

- Add Column — добавить столбец;
- Remove Column — удалить столбец;
- Change header — изменить название.



Рис. 9. Настройка примитива Linear Dimension

Эти действия также доступны в выпадающем меню, открываемом щелчком правой клавишей мыши в окне таблицы. Столбцы можно менять местами, для чего следует зажать левой клавишей мыши заголовок столбца и перетянуть его на новое место. Для построения таблиц отверстий AD предлагает семь специализированных столбцов, предназначенных для вывода определенной информации об отверстиях платы. Кроме них, доступно любое количество пользовательских столбцов. С помощью кнопок управления или выпадающего меню сформируем следующую последовательность столбцов: Symbol, Hit count, Finished hole size и Plated. Теперь с помощью команды **Change header** переименуем: Symbol в «Обозначение», Hit count в «Количество», Finished hole size в «Размер», а Plated в «Металлизация». Содержимое всех ячеек выровняем по середине, для чего в каждом столбце щелкнем правой клавишей мыши и в выпадающем меню выберем пункт **Text Alignment → Center**. Выпадающее меню **Layer pairs to preview** определит пару слоев, для которой в таблице выводится список отверстий. Наиболее часто применяется таблица для пары внешних слоев, а потому в этом меню оставим пару Top Layer — Bottom Layer. Ниже расположено выпадающее меню **Alignment**, которое определяет точку привязки таблицы: Top (сверху слева) или Bottom (снизу слева). Выберем Bottom. Снимем галочку **Include 'Total' row**, чтобы отключить строку, отображающую общее количество отверстий. Еще ниже расположена область Display options. Здесь нас интересуют строки Table border width (толщина линии таблицы) и Text high (высота текста). Толщина линии должна быть, как оговаривалось выше, 0,5 мм, а текст для этой таблицы используем высотой 2,5 мм по ГОСТ 2.304-81. Поэтому в строке Table border width пропишем значение «0.25mm», а в строке Text high — «2.13mm». Переключатель в области Font Kind переставим в значение TrueType. В выпадающем меню **Font Name**, расположенном в области Select TrueType Font, выберем шрифт GOST type B. В области Units переключатель переведем в положение Metric, снимем галочку **Add secondary units**, а в обоих выпадающих меню **Precision** выставим значения «2». Тем самым

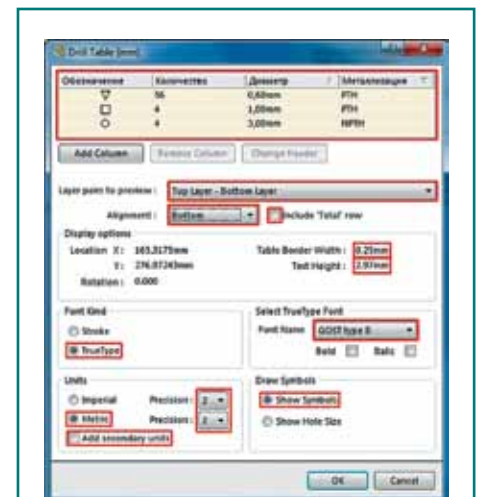


Рис. 10. Настройка таблицы отверстий

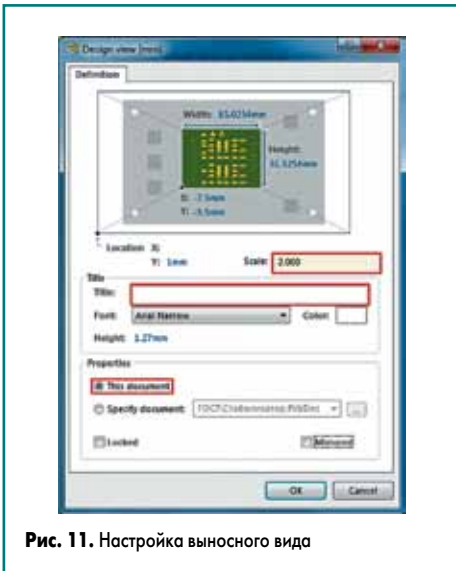


Рис. 11. Настройка выносного вида

мы задаем наиболее частый вариант отображения численных значений — в миллиметрах, две цифры до запятой и две после, а также отключаем отображение значений в альтернативных единицах измерения. И последнее, что нужно сделать, — убедиться, что в области Draw Symbols переключатель установлен в положение Show Symbols, что включает отображение символов отверстий. Важно обратить внимание, что данная таблица является динамической и обновляется при внесении изменений в плату, что также способствует ускорению процесса проектирования.

Настроим выносные виды — Design View (рис. 11). Поскольку в статье мы описываем настройку под масштаб 2:1, пропишем в окошке Scale значение «2». В окошке Title области Title нужно убрать любую запись, так как эта запись отображается под чертежным видом, что не соответствует ЕСКД. В области Properties нужно убедиться, что переключатель находится в положении This document, поскольку выносные виды мы будем создавать в том же документе, где находится сама ПП. На этом настройку выносных видов и вообще нужную нам настройку AD можно считать законченной.

Аналогично настройке схемных примитивов настройки примитивов редактора печатных плат можно «заморозить» от изменения «на лету» с помощью галочки Permanent.

Библиотечные компоненты — УГО

Главное, что необходимо для формирования базы библиотек, чьи компоненты содержат правильные УГО, — наличие под рукой соответствующих ГОСТов, относящихся к ЕСКД. Этот набор документов содержит все сведения для правильного построения схемных библиотечных компонентов.

Что касается AD, большинство рекомендаций по формированию базы библиотечных компонентов приведено выше в разделе, посвященном настройке схемного редактора. Повторять их не будем, ограничившись краткой выжимкой из всего сказанного:

- линейные и дуговые примитивы необходимо выполнять толщиной small (за исключением редких оговоренных в ЕСКД случаев);

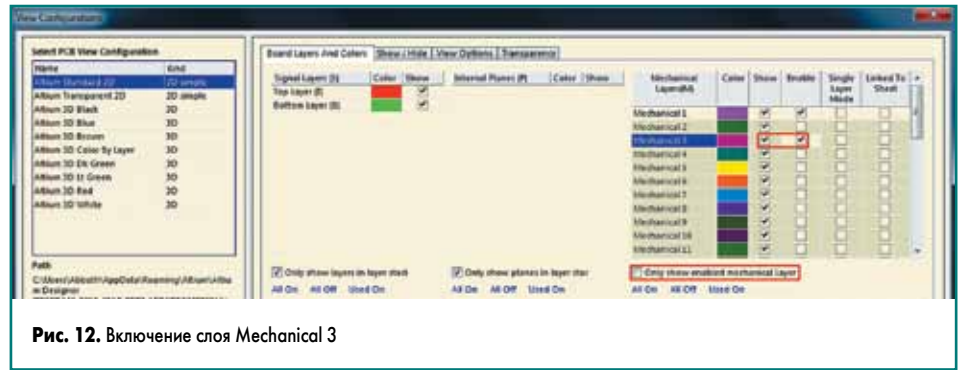


Рис. 12. Включение слоя Mechanical 3

- для всех текстовых надписей используем шрифт типа TrueType с начертанием, соответствующим ГОСТ 2.304-81, и высотой 2,5 мм;
- оптимальная длина пинов — 5 мм.

ГОСТ 2.743-91 оговаривает, что шаг выводов микросхем должен быть не менее 2 мм. С учетом выбранного шрифта и инструментария AD наиболее удобным представляется шаг пинов, кратный 5 мм.

Есть еще один важный принцип работы по созданию библиотеки компонентов — нужно максимально применять принцип копирования компонентов при создании нового библиотечного компонента. Наиболее очевиден этот принцип при работе с дискретными электронными компонентами: резисторами, конденсаторами, транзисторами, диодами и другими. Каждая из групп дискретных компонентов имеет одинаковые УГО, поэтому нет смысла рисовать их каждый раз при создании нового компонента. Гораздо проще и быстрее скопировать существующий и изменить у него один или несколько параметров (а также, возможно, заменить посадочное место), чтобы получить новый библиотечный компонент. То же самое относится и к микросхемам, хотя тут все немного сложнее. Разница в том, что зачастую УГО новой микросхемы отличается от тех микросхем, что уже имеются в библиотеках. Но даже в таком случае гораздо быстрее скопировать существующую микросхему и изменить ее начертание, чем формировать УГО с нуля.

Библиотечные компоненты — посадочные места

Для того чтобы обеспечить автоматизацию формирования сборочных чертежей, следует к каждому посадочному месту добавить рисунок компонента, который будет

использован для формирования сборочного чертежа. Но прежде чем перейти к формированию посадочных мест, нужно забежать вперед и слегка коснуться вопроса формирования чертежей плат и сборочных чертежей в AD. Как известно, AD предоставляет пользователям для работы несколько типов слоев. Один из таких типов — «механические» слои. Их предназначение — содержание информации, непосредственно не связанной с платой. Именно в этих слоях и происходит построение чертежей: в них мы формируем все, что относится к чертежам: выносные виды, размеры, рамки с основными надписями, аннотации, пояснения. А после этого либо посредством команд печати, либо с помощью файлов типа *.OutJob формируем вывод чертежей на печать или в PDF.

По умолчанию «механические» слои обозначаются как Mechanical X, где X — номер слоя. AD предлагает 32 таких слоя. Каких-либо жестких правил, задающих соответствие слоев определенному типу информации, не существует. Однако в рамках предприятия имеет смысл создать некий регулирующий документ, определяющий принадлежность того или иного слоя. В нашем же случае в качестве примера используем назначение слоев, приведенное в таблице 2. Так как для формирования сборочных чертежей мы «зарезервировали» слои Mechanical 3 и Mechanical 4, то в редакторе посадочного места необходимо включить слой Mechanical 3, в котором мы и сформируем рисунок компонента для сборочного чертежа. Более подробно вопрос формирования набора слоев мы рассмотрим далее.

Оперирование слоями доступно в окне View Configuration. В редакторе посадочных мест оно открывается командой Tools → Layers & Colors... (горячая клавиша L). В этом окне на вкладке Board Layers And Colors сверху и справа расположена таблица механиче-

Таблица 2. Назначение «механических» слоев

Имя слоя по умолчанию	Имя слоя после переименования	Назначение слоя
Mechanical 1	M1 Top 3D	Габариты подключенных STEP-моделей на верхнем слое
Mechanical 2	M2 Bot 3D	Габариты подключенных STEP-моделей на нижнем слое
Mechanical 3	M3 Top assy	Верхняя сторона платы со всеми ее компонентами на сборочном чертеже
Mechanical 4	M4 Bot assy	Нижняя сторона платы со всеми ее компонентами на сборочном чертеже
Mechanical 5	M5 Templates	Рамки и основные надписи
Mechanical 6	M6 Top assy anno	Аннотации сборочного чертежа верхней стороны платы
Mechanical 7	M7 Bot assy anno	Аннотации сборочного чертежа нижней стороны платы
Mechanical 8	M8 Top board anno	Аннотации чертежа верхней стороны платы
Mechanical 9	M8 Bot board anno	Аннотации чертежа нижней стороны платы

ских слоев. Под ней находится галочка **Only show enabled mechanical Layer**. Снятие этой галочки приведет к отображению в таблице всех 32 слоев. Чтобы слой Mechanical 3 стал активным, напротив него нужно включить галочки в графах Show и Enable (рис. 12). Затем можно снова включить галочку **Only show enabled mechanical** и выйти из окна **View Configuration** с помощью кнопок **Apply** и **OK**.

Теперь с помощью примитивов приступим к формированию рисунка компонента, который будет отображаться на сборочном чертеже (рис. 13). В соответствии с ГОСТ 2.303-68 изображение компонента на сборочном чертеже нужно выполнять основной сплошной линией. Все, что выше говорилось о масштабировании, верно и для формирования рисунка компонента для сборочного чертежа. Поэтому изображения компонентов в нашем случае были сформированы линиями толщиной 0,25 мм. Для номера вывода на рис. 13 также использован шрифт GOST type B высотой 2,13 мм. После того как в слое Mechanical 3 сформировано изображение компонента для сборочного чертежа, остается добавить в тот же слой строку, отображающую позиционное обозначение компонента. Для этого после выполнения команды **Place** → **String** необходимо открыть окно свойств строки. В строке Text поля Properties нужно раскрыть выпадающий список и выбрать

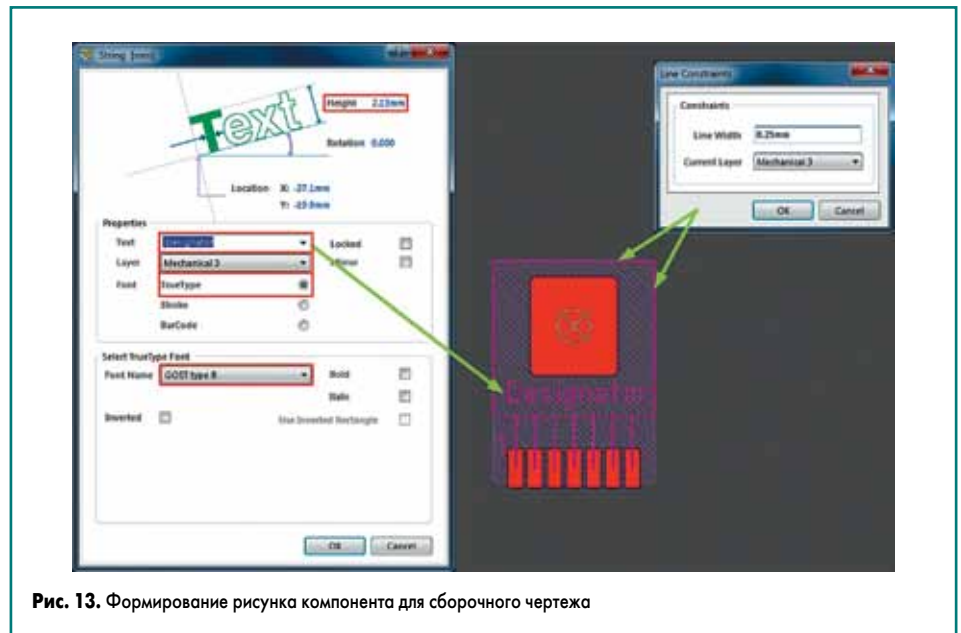


Рис. 13. Формирование рисунка компонента для сборочного чертежа

в нем строку Designator. После нажатия кнопки **OK** понадобится только расположить эту строку в нужном месте. Где именно она будет находиться у компонента в библиотеке, роли не играет, поскольку невозможно предугадать, как на чертеже расположатся элементы. Все равно расположение всех надписей будет окончательно дорабатываться на финальном этапе формирования чертежей.

Заключение

На этом можно считать рекомендации по настройке AD и формированию библиотечных компонентов законченными. В следующей статье мы коснемся остальных вопросов автоматизированного формирования конструкторской документации, соответствующей ЕСКД.