



# ВЫ ГОВОРите НА GERBER?

## КАК ЭКСПОРТИРОВАТЬ GERBER- И EXCELLON-ФАЙЛЫ

С.Топоров,  
компания "Резонит"

**Предлагаемая статья – не совсем статья. Это – инструкция, детальная и исчерпывающая, по подготовке проектов печатных плат для передачи в производство. Точнее, по одному из важнейших аспектов этого процесса – экспорту Gerber- и Excellon-файлов из среды проектирования печатных плат. Мы предлагаем серию таких публикаций, посвященных ряду наиболее популярных систем проектирования печатных плат. Надеемся, они окажутся полезными.**

### **НА КАКОМ ЯЗЫКЕ ГОВОРЯТ ПРОИЗВОДИТЕЛИ?**

Важнейшая проблема при передаче проекта печатной платы (ПП) в производство – согласованность формата конструкторской документации и формата описания проекта. В России многие производители традиционно принимают заказы в форматах систем проектирования, которыми пользуются их заказчики. Однако чем дальше, тем сложнее придерживаться этой практики. Производитель ПП не может иметь в своем арсенале абсолютно все программы проектирования, которыми пользуются заказчики.

Кроме того, немало ошибок возникает и из-за различия в версиях одной и той же системы проектирования ПП, установленной у разработчика ПП и у производителя.

Есть очень простое решение, позволяющее избавиться от всех этих проблем, – использовать стандартные форматы представления информации при передаче проекта производителю. По сути, необходимы файлы управления фотоплоттером для изготовления комплекта фотошаблонов, а также файлы управления сверлильным станком для сверловки всех необходимых на ПП отверстий. Во всем мире, в том числе в России, такими стандартами де-факто являются языки управления фотоплоттером компании Gerber Scientific (далее – формат Gerber) и сверлильным оборудованием компании Excellon Automation Company. Оба эти формата являются подмножеством стандарта на язык управления станками с числовым программным управлением (ЧПУ) EIA RS274D и C, соответственно.

Стандарт Gerber появился в начале 1980-х годов в версии RS274D. Он разрабатывался основателем компании Джозефом Гербером для собственных фотоплоттеров – тогда еще векторных. Спецификация Gerber описывала стандартный набор апертур различной формы (минимальный элемент изображения, через который происходит засветка, – круг,

прямоугольник и т.п.) и команд перемещения головки фотоплоттера. Позднее, с развитием технологий растровых фотоплоттеров, появилась и новая спецификация Gerber-файлов, в частности, поддерживающая формирование полигонов (1991). К середине 1990-х годов формат Gerber был поддержан рядом ведущих производителей оборудования и систем проектирования ПП, став стандартом де-факто. Наиболее современной версией является RS-274X. Она обновляется и публикуется компанией Usamco.

Стандарт сверловки Excellon также широко вошел в практику и поддерживается практически всеми производителями САПР ПП.

Разработчику ПП совершенно не обязательно знать все эти стандарты, чтобы переводить описание проектов ПП на языки управления технологическим оборудованием. Эту работу за них проделали разработчики САПР. Нужно лишь правильно воспользоваться соответствующими опциями этих систем, чему и посвящена серия предлагаемых публикаций.

Мы подготовили четыре инструкции для наиболее популярных в России систем проектирования ПП – для PCAD-2000 (назовем так семейство продуктов компании Altium, объединяющее системы от Accel-EDA до PCAD-2006), Altium Designer, OrCAD (Cadence) и совсем простой, но популярной среди радиолюбителей продукт Sprint Layout.

Мы не ставили задачу подробно рассказать про все упоминаемые опции. Приведены именно пошаговые инструкции. Надеемся, они будут полезны не только для наших клиентов, но и для всех, кто собирается передать заказ производителю. А начнем мы с пакета PCAD-2000.

### **ЭКСПОРТ ФАЙЛОВ GERBER 274-X ИЗ PCAD200X**

#### **Конфигурирование Gerber-файлов**

Входим в меню экспорта Gerber-файлов: "File-Export-Gerber" (рис.1). Для конфигурирования экс-

порта Gerber-файлов входим в "Setup Output Files..." (рис.2). В открывшемся окне (рис.3) необходимо задать конфигурацию Gerber-файлов. Каждый слой печатной платы – это отдельный Gerber-файл. Каждому Gerber-файлу необходимо задать расширение (File Extension). Оно может быть произвольным, но в сопроводительном описании к заказу укажите назначение каждого файла. Поля X Offset и Y Offset можно оставлять нулевыми. Но если координаты начала топологического рисунка ПП превышают 1000 мм, необходимо ввести отрицательные значения, чтобы в Gerber-файлах сместить левый нижний угол платы ближе к координате (0; 0).

В правом нижнем углу необходимо задать путь для экспорта Gerber-файлов. Поставьте галочку на параметр "View log file upon completion", тогда на экране отобразится файл отчета о завершении процесса экспорта.

Для простоты в дальнейшем будем говорить "файл" вместо Gerber-файл и "слой" вместо слой печатной платы.

#### Формирование конфигурации слоев

Для формирования металлических (проводящих) слоев выбираем соответствующий слой в проекте (Top, Bottom и внутренние слои, если они есть) и галочками в правой части меню задаем комбинацию следующих параметров (см. рис.3):

- Pads, Vias – отмечаем всегда;
- Pad/Via Holes и Mt Hole Cu – отмечать не нужно, их целесообразно применять при ручном сверлении и рассверливании отверстий;
- RefDes, Type, Value – отмечаем, если нужно, чтобы на печатной плате было сформировано позиционное обозначение, тип и/или номинал элемента. Обращаем внимание – в топологический рисунок попадет только та информация об элементе, которая не скрыта в его свойствах и выполнена в соответствующих металлических слоях. Не стоит забывать, что требования к тексту, помещенному в металлические слои, аналогичны требованиям к топологии, т.е. минимальный проводник (линия текста) и зазор должны выдерживаться в соответствии с возможностями производства – иными словами, мелкий текст, отлично видимый на экране, может не различаться на ПП;
- Mirror – отмечать не нужно, т.е. вся плата в итоге будет сформирована "на просвет". Технологи на производстве при необходимости самостоятельно сформируют зеркальные изображения;
- Titles – выбирать не нужно.

Закладка "Output Drill Symbols" служит для формирования графических карт сверления металлизированных и неметаллизированных отверстий. Формировать эти карты не нужно, так как операции

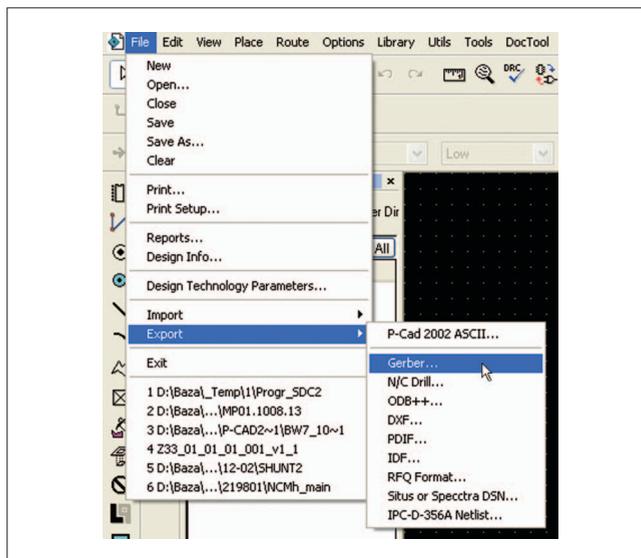


Рис.1. Вход в меню экспорта Gerber-файлов



Рис.2. Окно экспорта Gerber-файлов. Переход к окну конфигурации Gerber-файлов

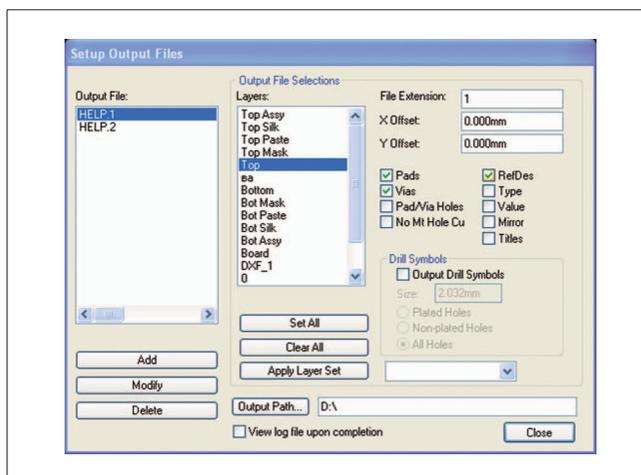
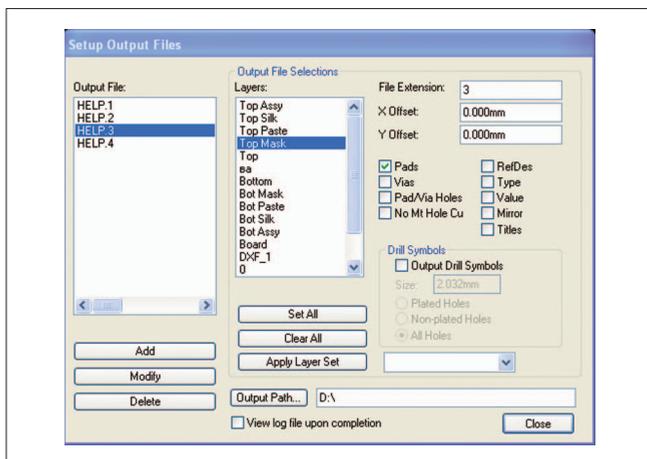
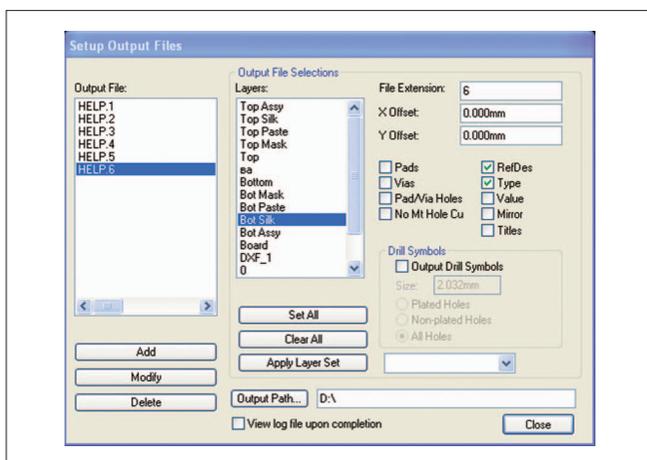


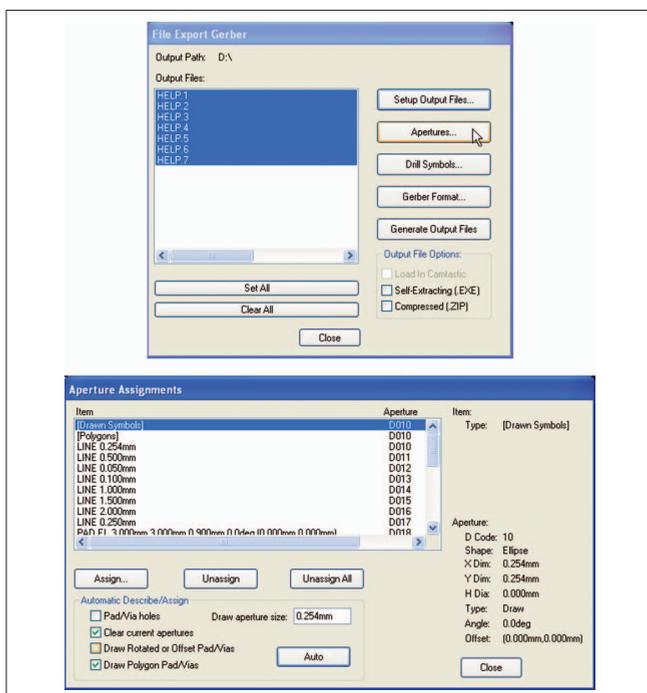
Рис.3. Вариант формирования проводящих слоев



**Рис.4. Вариант формирования слоев маски**



**Рис.5. Вариант формирования слоев маркировки краской**



**Рис.6. Формирование списка апертур**

сверления на современных производствах выполняются на станках ЧПУ с контролем диаметра отверстия.

После конфигурирования каждого слоя нажмите кнопку "Add", чтобы добавить слой в список для экспорта. Если необходимо внести изменения в какой-то из слоев, выберите его, измените конфигурацию и нажмите "Modify". Для удаления слоя из списка для экспорта выберите его и нажмите "Delete".

Для формирования слоев маски поступаем аналогично формированию металлических слоев. Выбираем соответствующий слой в проекте (TopMask, BottomMask и/или слой, заданный пользователем) и галочками в правой части меню задаем комбинацию следующих параметров (рис.4):

- Pads – отмечаем всегда;
- Vias – отмечаем, если требуется открыть переходные отверстия от маски и покрыть финишным покрытием вместе с Pads (припоем и т.п.);
- Pad/Via Holes и Mt Hole Cu – отмечать не нужно;
- RefDes, Type, Value – отмечаем, если нужно отобразить на ПП сведения об элементе вскрытием маски. Не забывайте, что разрешение маски – 0,15 мм, т.е. минимальный проводник (линия текста) и зазор должны быть не менее 0,15 мм. Обратите внимание – если надписи находятся над металлическими полигонами, качество нанесения на них финишных покрытий (внешний вид надписи) не стандартизовано и производителем не гарантируется;
- Mirror и Titles – отмечать не нужно.

Для формирования слоев маркировки краской выбираем соответствующий слой (TopSilk, BottomSilk и/или пользовательский слой) и задаем комбинацию следующих параметров (рис.5):

- Pads – отмечать не нужно: трудно себе представить случай, когда контактные площадки требуется закрыть краской;
- Vias – выбирать не нужно, хотя можно представить случай, когда переходные площадки требуется закрыть краской поверх маски;
- Pad/Via Holes и Mt Hole Cu – выбирать не нужно;
- RefDes, Type, Value – выбирайте, если вам нужно, чтобы на печатной плате краской была сформирована информация об элементе. Не забывайте, что разрешение маркировки – 0,15 мм. Если не выбран ни один из этих параметров, в слое маркировки попадут только изображения элементов (если изображение есть в библиотеке элемента), текст в изображении элемента (если есть) и текст, введенный в проект командой Place Text;
- Mirror и Titles – отмечать не нужно.

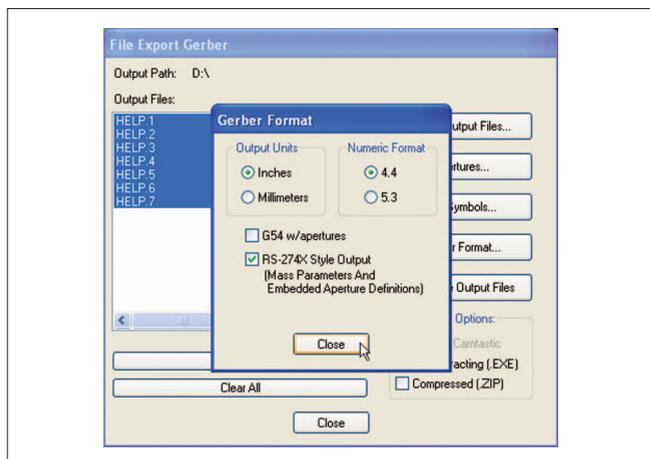


Рис.7. Меню "Gerber Format"

Для формирования слоя контура печатной платы и различных окон в ней выбираем соответствующий слой в проекте (Board и/или пользовательский слой).

#### Формирование списка апертур

Закрыв окно конфигурации слоев, входим в меню формирования списка апертур (рис.6):

- параметр "Pas/Via Holes" – использовать не нужно, его целесообразно применять при ручном сверлении и рассверливании отверстий;

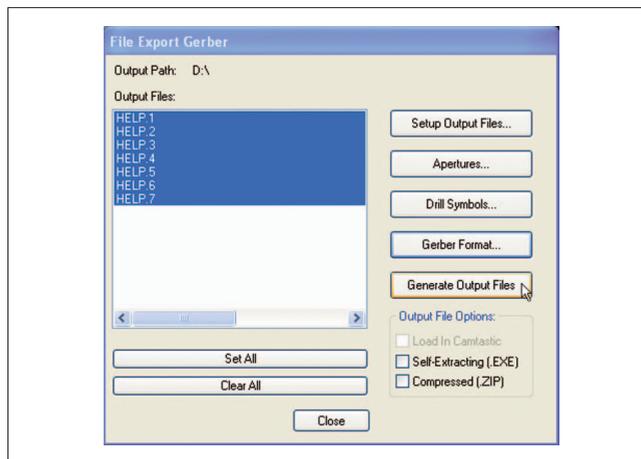
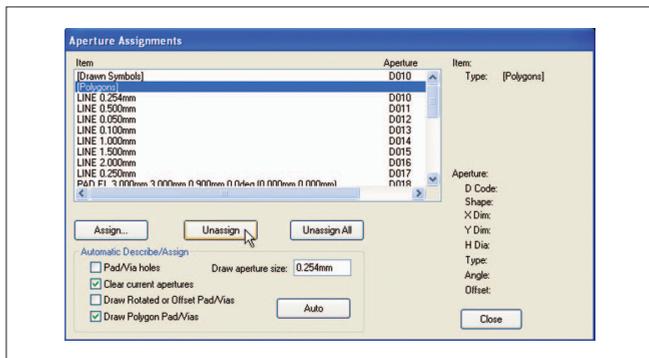
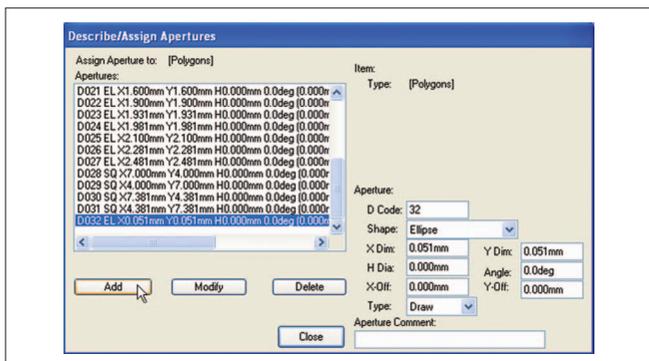


Рис.8. Завершение формирования Gerber-файлов

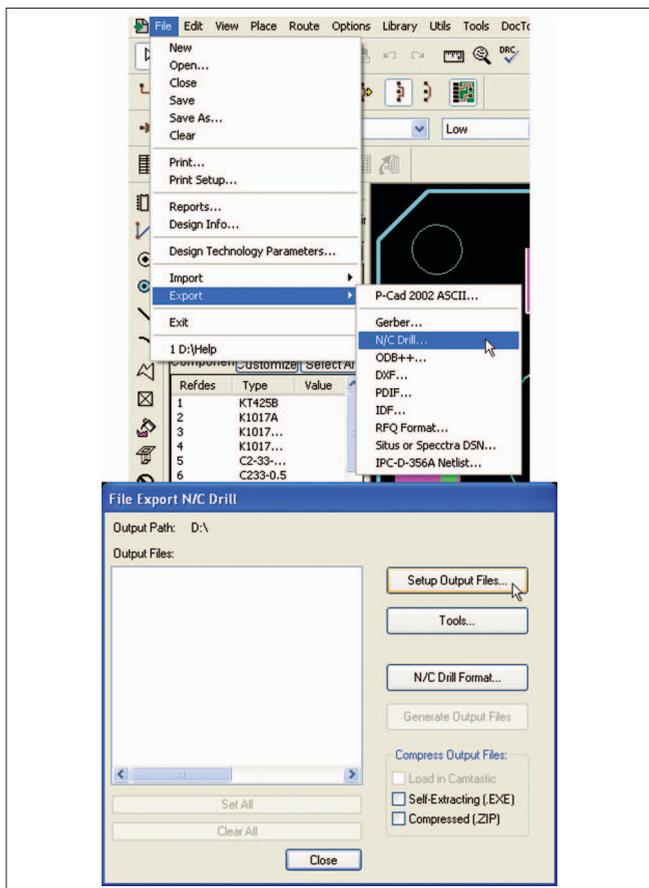
- параметр "Clear current apertures" – обнуляет список апертур перед новым автоматическим формированием, его лучше отметить;
- параметр "Draw Rotated or Offset Pad/Vias" – преобразует повернутые не под прямыми углами площадки и нестандартные элементы топологического рисунка в векторные полигоны, поддерживаемые форматом Gerber. Для PCAD ранних (до 2004 г.) версий галочку лучше установить,



**Рис.9. Сформированный список апертур**



**Рис.10. Меню ручного ввода апертур**



**Рис.11. Вход в меню конфигурирования файлов сверления**

для PCAD-2004 и старше она не нужна;

- параметр "Draw Polygon Pad/Vias" – необходимо отметить, если в проекте есть сложные (сложнее круга или прямоугольника) контактные площадки – звездочки, стрелки и т.п.

Как правило, достаточно автоматического формирования списка апертур нажатием кнопки "Auto".

### Экспорт Gerber-файлов

Закрыв окно формирования апертурного списка, переходим в меню "Gerber Format" (рис.7). Здесь необходимо поставить галочку в поле "RS-274X..." и не трогать "Output Units" и "Numeric Format", так как в проектах, как правило, используются и миллиметровые, и дюймовые компоненты. Меню "Drill Symbols" необходимо для формирования графических карт сверления, его мы не используем.

Завершаем формирование Gerber-файлов нажатием "Generate Output Files" (рис.8).

Признаком безошибочности информации служит соответствующее сообщение и пустой Log-файл. Наиболее распространенная ошибка – слишком большая апертура для рисования полигонов "ERROR: PcbPolygon at (40.775 mm, 47.300 mm) is incomplete or missing from output". В таком случае величину апертуры рисования полигона следует задать вручную. Для этого из уже сформированного списка апертур (рис.9) удаляем апертуру рисования полигона (в приведенном примере – D010), нажав клавишу "Unassign". Затем входим в меню ручного ввода апертур, нажав "Assign". В открывшемся окне (рис.10) выберите очередной D-Code (в приведенном примере – D050), задайте размер 0,051мм (мм прописывать обязательно!) и нажмите клавишу "Add". Если ошибка возникает вновь, эту величину можно уменьшить и до 0,001мм. Но не задавайте такое значение сразу, так как объем Gerber-файлов при этом значительно возрастает.

### ФОРМИРОВАНИЕ ФАЙЛОВ СВЕРЛЕНИЯ (EXCELLON-ФАЙЛЫ) В PCAD200X

Для формирования файла сверления выбираем меню "File-Export-N/C Drill" и входим в "Setup Output Files..." (рис.11). Если проект описывает многослойные ПП с межслойными переходами, файлов сверления может быть несколько.

Далее выполняем действия, аналогичные описанным в разделе о конфигурировании Gerber-файлов. Каждому файлу задаем расширение, приводим в соответствие поля X Offset и Y Offset, отмечаем параметр "View log file upon completion".

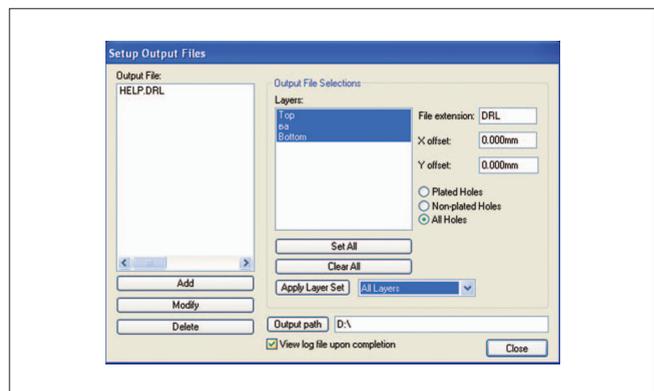
Для сквозного сверления нажимаем кнопку "Set All", в поле и "Apply Layer Set" выбираем "All Layers" (рис.12). Создавать два файла сверления – для отверстий с металлизацией и без металлизации – не

нужно. Это разделение выполняют технологи при дальнейшей обработке файлов. Поэтому ставим флажок в поле "All Holes". Если все же необходимо разнести по разным программам металлизированные и неметаллизированные отверстия, то конфигурируем два файла.

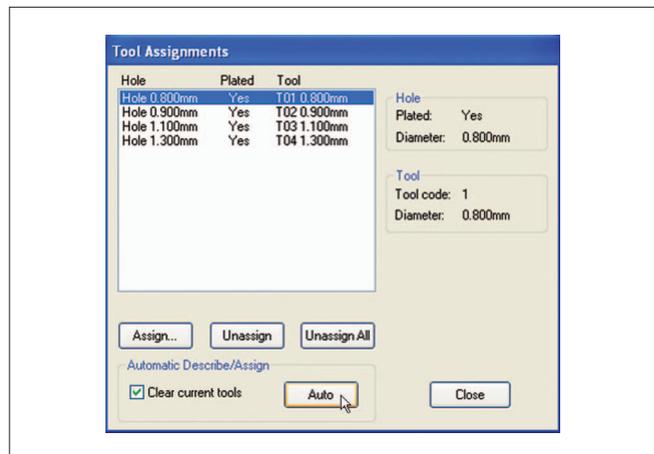
Для конфигурирования файлов межслойного сверления нужно указать, с какого на какой слой выполняется сверление. Для этого, удерживая клавишу Ctrl, отмечаем курсором нужные слои.

После конфигурирования каждого файла не забывайте нажимать кнопку "Add", чтобы добавить файл в список для экспорта! Для модификации или удаления файлов пользуйтесь кнопками "Modify" и "Delete".

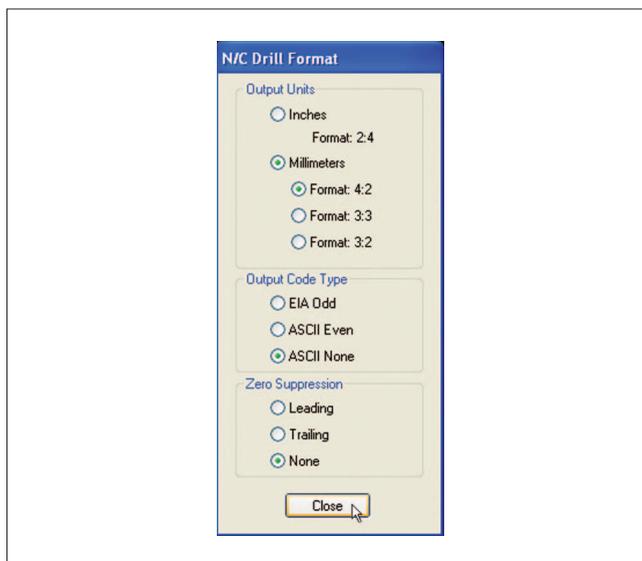
Далее для каждого файла необходимо задать список инструментов, нажав кнопку "Tools" и вызвав меню "Tool Assignments" (рис. 13). В этом меню, если точность диаметров отверстий не превышает один знак после запятой, список инструментов можно формировать, нажав "Auto". В противном случае лучше сформировать его вручную, нажимая "Assign" для каждого отверстия. Подчеркнем, что при создании Pads и формировании программ свер-



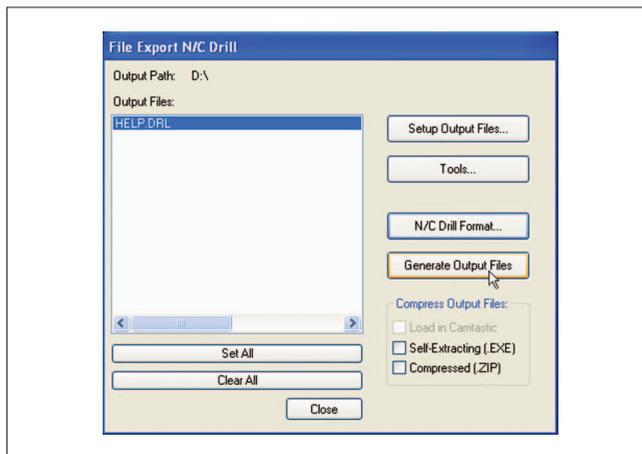
**Рис. 12. Конфигурирование файла сквозного сверления. Один из слоев (ва) – пользовательский**



**Рис. 13. Меню назначения инструментов**



**Рис. 14. Меню формата данных в файле сверления**



**Рис. 15. Завершение формирования файлов сверления**

ления лучше оперировать конечным диаметром отверстия, независимо от того, будет оно металлизированным или нет.

Нам осталось задать формат данных в файле сверления. Для этого вызываем меню "N/C Drill Format" и в открывшемся окне (рис. 14) отмечаем:

- "Output Units" – все равно, миллиметры или дюймы;
- "Output Code Type" – рекомендуем установить в "ASCII None", это лучше воспринимается CAM-системами при дальнейшем импорте;
- "Zero Suppression" – установите "None".

Завершаем формирование файлов сверления, нажав "Generate Output Files" (рис. 15). Признаком безошибочной информации служит соответствующее сообщение и Log-файл.

Удачной работы!

*Продолжение следует*