
Создание ПП на 3D-принтере

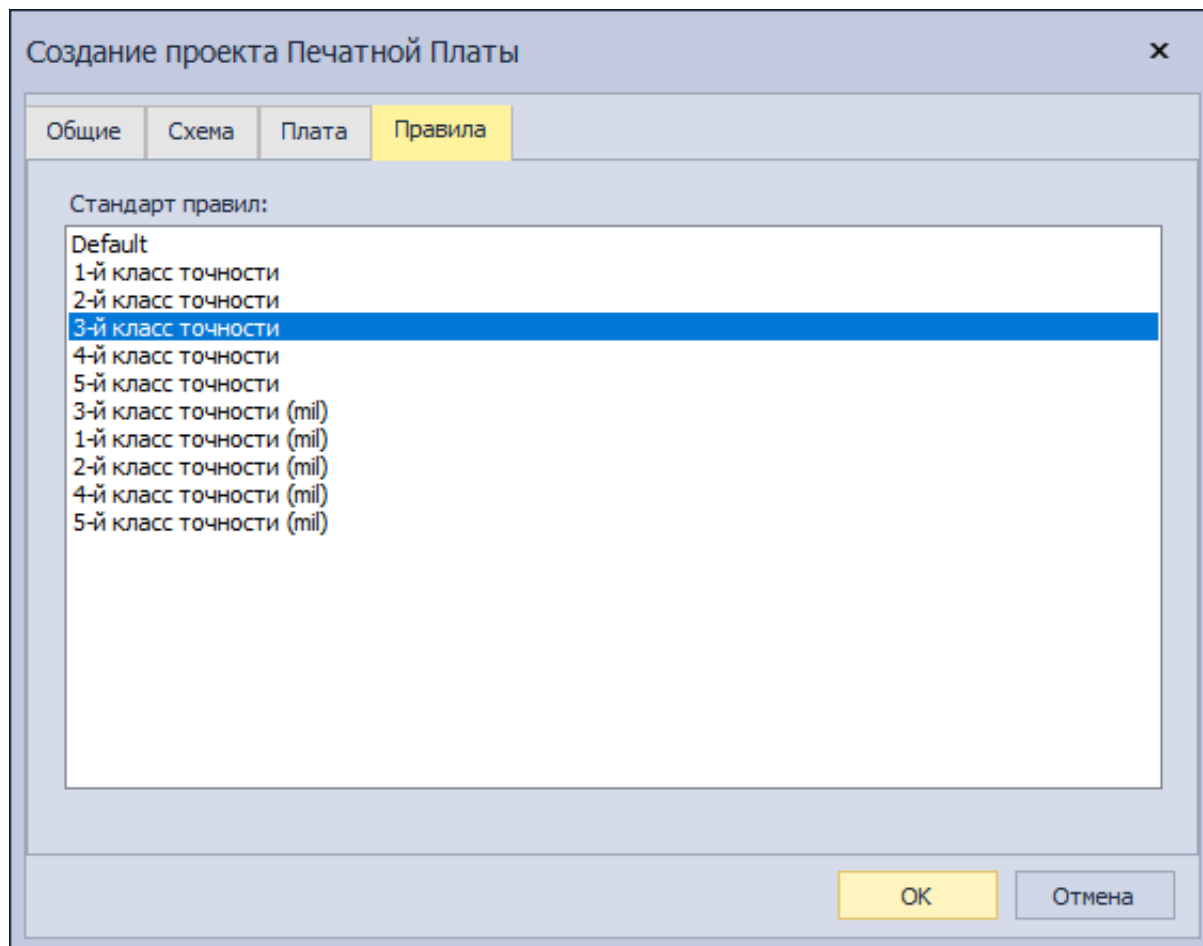
Расскажу как с помощью Delta Design можно сделать плату в домашних условиях. Порядок работы примерно такой: **Delta Design -> DeltaCAM -> FlatCAM -> 3D принтер с лазерной указкой**. В моём хобби, периодически нужно делать макетные платы для проверки и/или подключения микросхем с минимальной обвязкой, в данном случае, пример будет для подключения ЦАП MAX5725.

В конечном результате, нам нужно получить gerber-файл для одного слоя меди и возможно, ещё один слой для защитной паяльной маски, да чего уж тут мелочиться - тогда ещё и шелкографию подготовить и трафарет для пасты сделать... но это уже в другой раз.

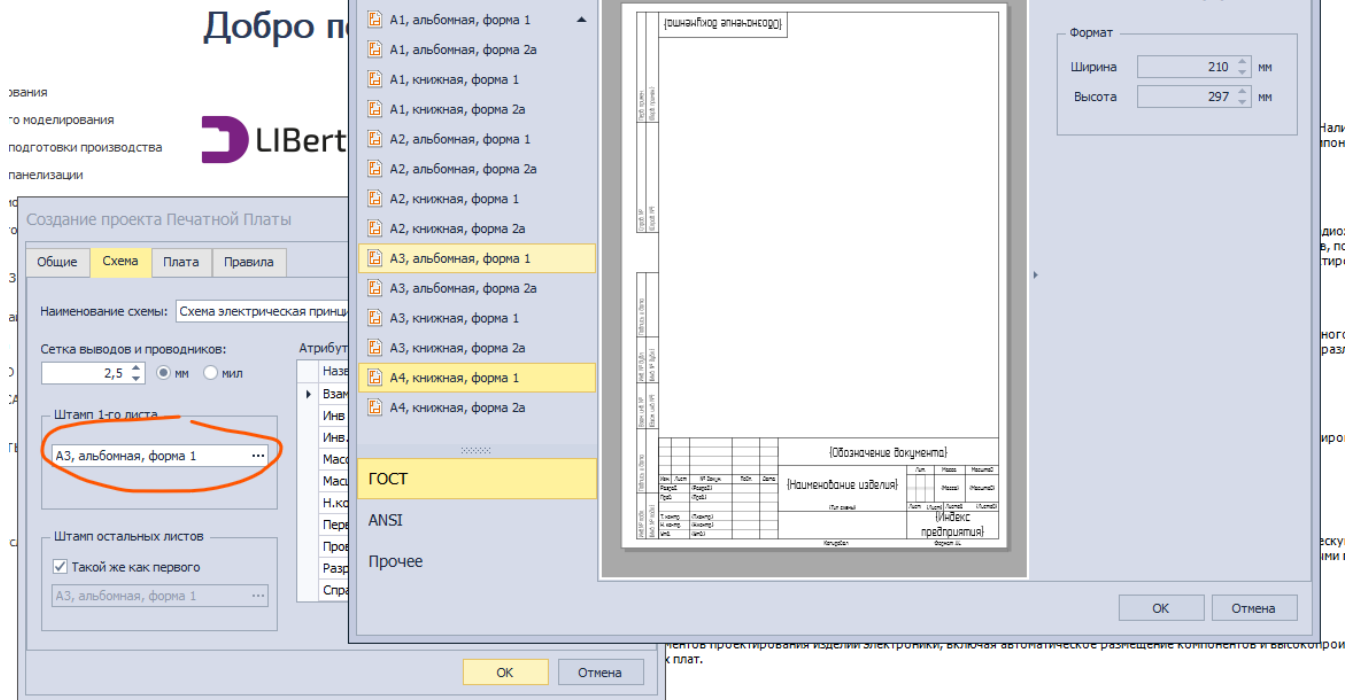
Всё начинается с библиотеки компонентов. Футпринты для SMD компонентов не сильно отличаются что для многослойной платы или односторонней, точнее, однослойной, разве что для разных режимов пайки - ручная, на пасту, волной или ещё какая. Для домашнего применения чаще используется ручная пайка или на пасту, тоже ручная, т.е. не автоматизированная. А вот с DIP компонентами дела обстоят иначе, т.к. в отверстиях нет металлизации и чтобы площадка хорошо держала компонент, увеличивают её размер. Таким образом, для ручной пайки и однослойных плат без металлизации отверстий, разумно делать отдельную библиотеку компонентов. Да и набор правил придётся поправить, чтобы не делать слишком тонкие дорожки без острой необходимости, т.к. чем шире дорожки и зазоры, тем проще контролировать процесс изготовления печатной платы. Далее, процесс проектирования печатной платы ничем не отличается от промышленного варианта.

Чего не хватает в Delta Design для однослойных плат, так это автоматической расстановки SMD и/или DIP перемычек. Но и без этого можно спроектировать плату, правда, не очень комфортно если так можно выразиться.

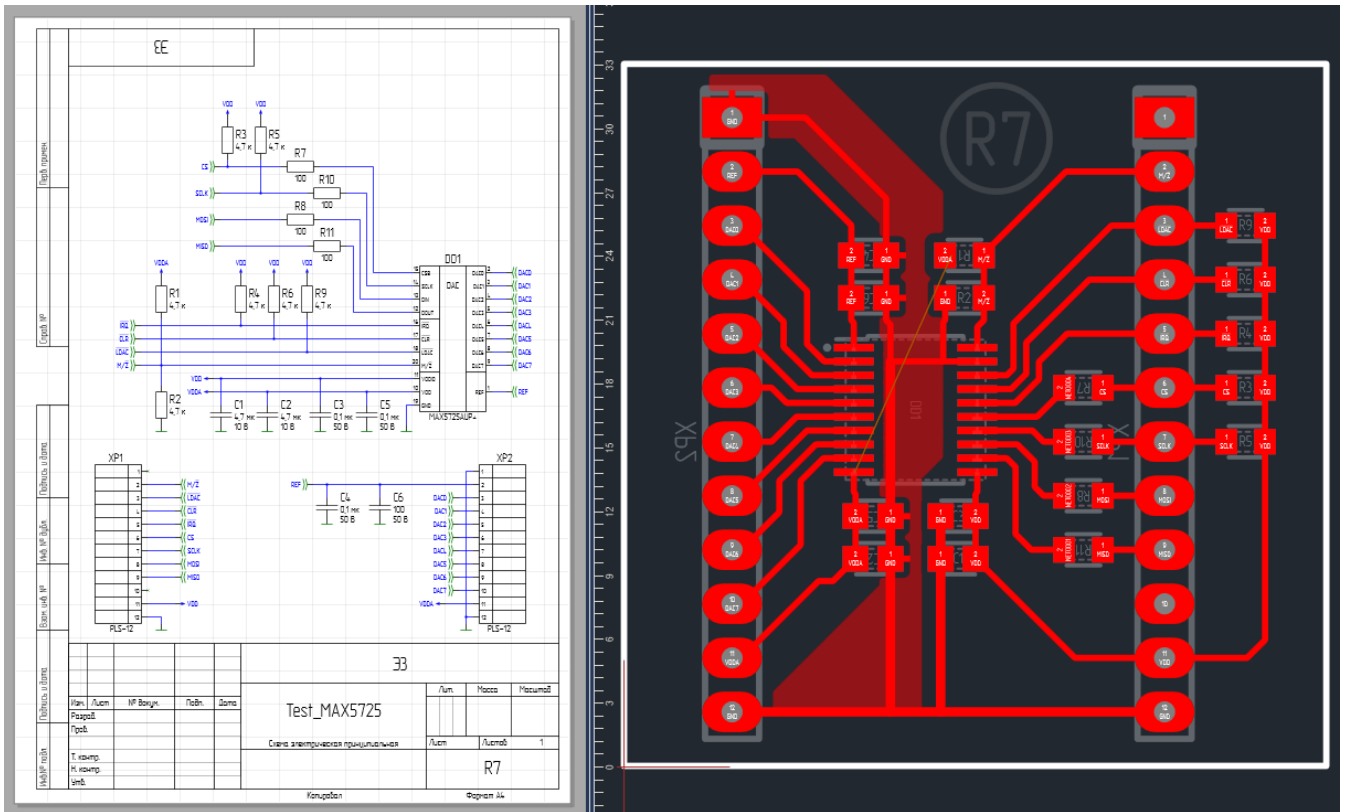
Когда библиотека подготовлена, начинаем создавать плату. Тут всё просто, главное, не забыть сразу указать 3-ий класс точности - для домашнего изготовления вполне реализуемо.



Кроме правил можно ещё выбрать сразу форматку, если схема не большая, то выбираю форматку А4:

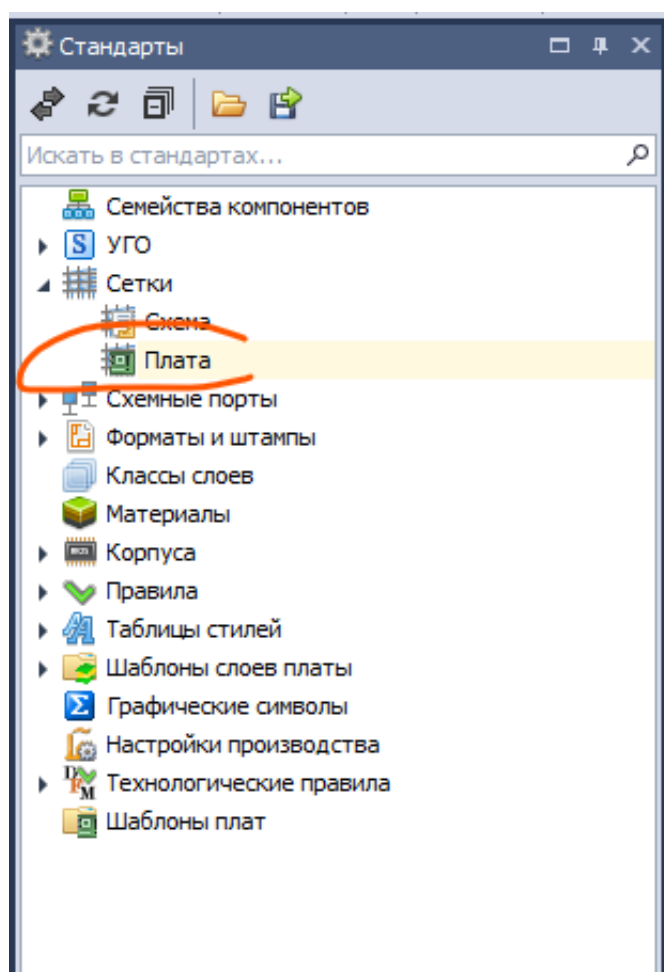


Переходим к созданию схемы и топологии печатной платы - это процесс творческий и каждый делает это по-своему. Подготовил схему и плату:

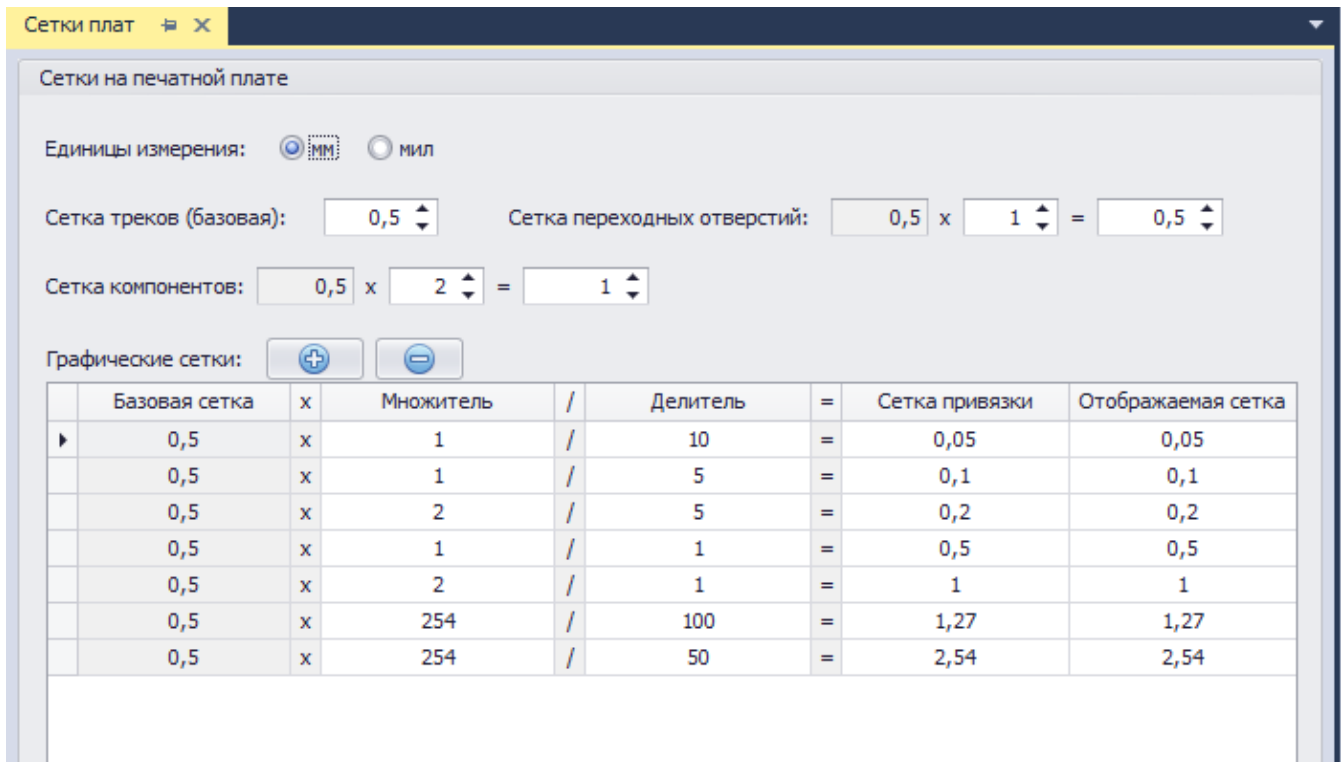


На слое DOCUMENTUM добавил графику - текст и круг для последующего объединения на медном слое вместе с топологией печатной платы.

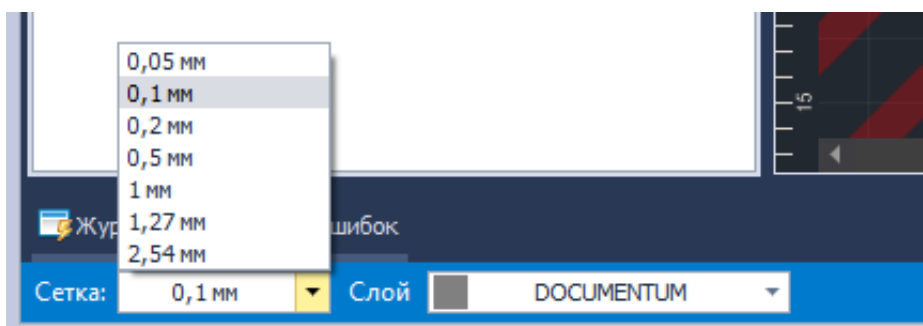
Единственное, на что нужно обратить внимание - это на выбор сетки для редактора платы. По-умолчанию, там только миллиметровая сетка, но часто приходится делать платы со штыревыми разъёмами типа PLS. И такие платы потом вставляю в монтажную плату с отверстиями с шагом 2,54 мм или подключаю проводками с Dupont разъёмами. Так вот, чтобы разъёмы поставить на нужном расстоянии, кратном 2,54 мм, было бы удобно переключив сетку на этот шаг и расставить разъёмы. Настройку сетки для платы нужно сделать в стандартах один раз:



Там хитрая настройка сетки относительно базовой сетки:



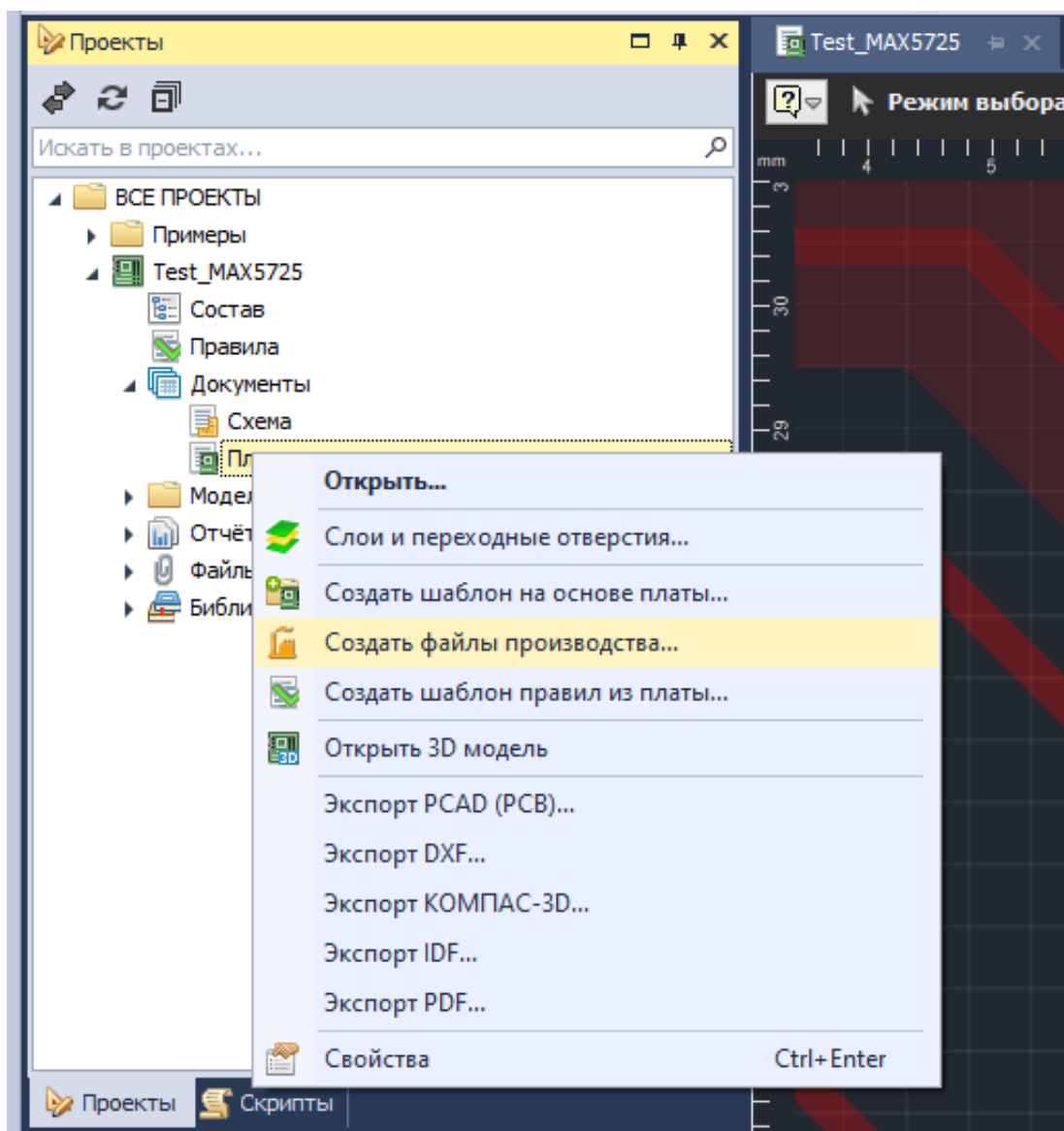
Добавил сетку 1,27 и 2,54. Теперь сетку можно переключать в редакторе плат в нижнем левом углу.



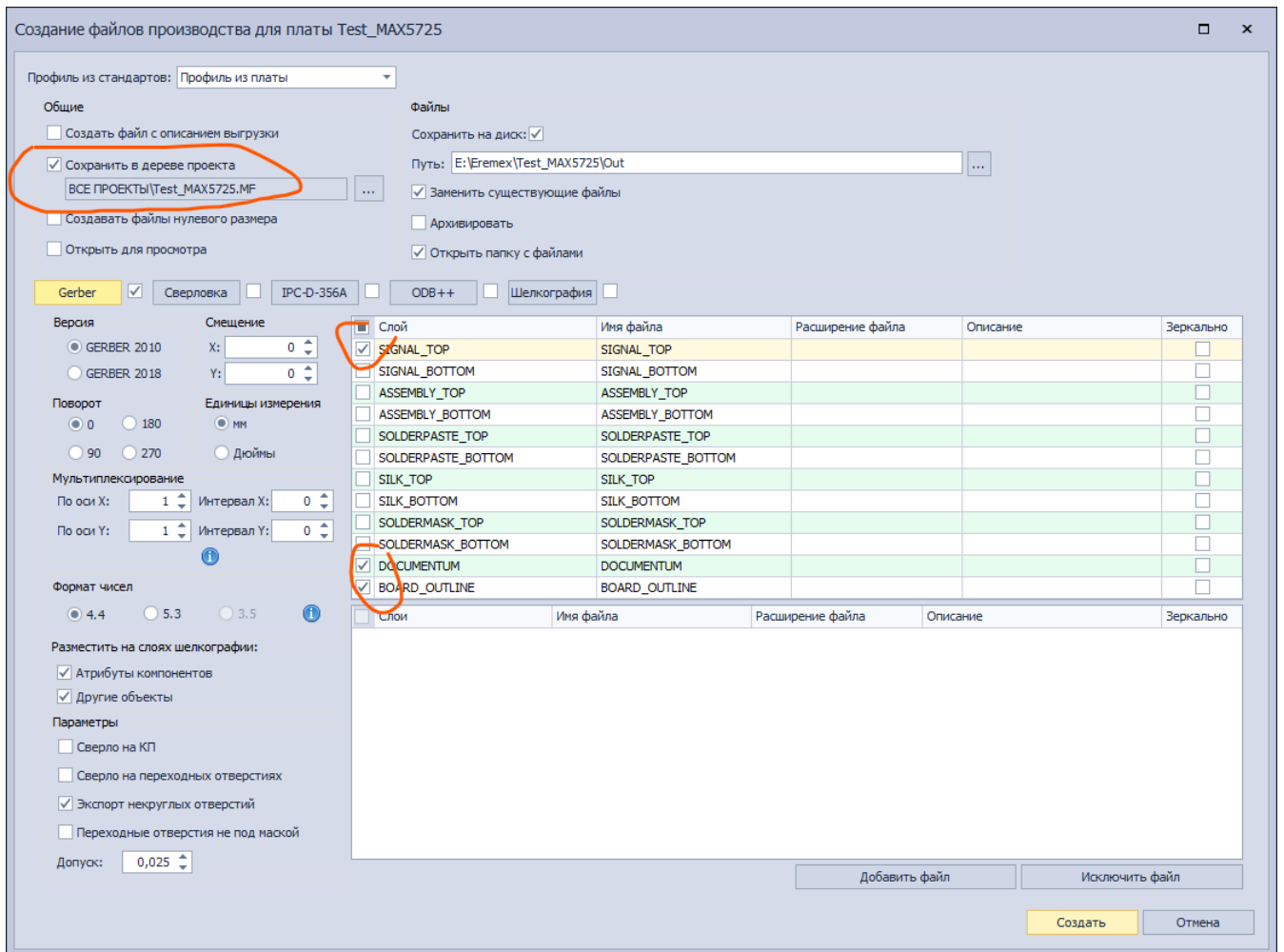
Про один раз, я соврал. Delta Design часто обновляется и приходится его часто переустанавливать. Поэтому, если настроили его под себя один раз, то нужно сделать экспорт стандартов в DDS файл и после очередного обновления импортировать стандарты перед началом работы с новой версией САПР.

Плата спроектирована, осталось дело за малым - выгрузить Gerber-файлы и в продакшен... Но тут тоже есть несколько моментов, на которых остановлюсь подробнее. Для однослойной платы я обычно объединяю контур платы, слой меди и графику, например логотип поставить или надписи сделать. Кроме этого и проверить выходной гербер-файл во вьювере - тоже полезно.

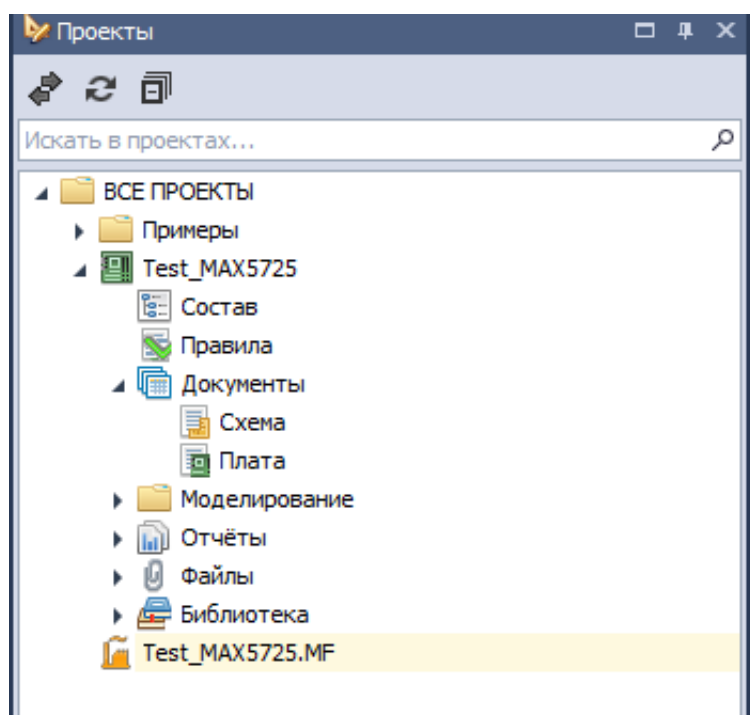
В Delta Design экспорт в гербер называется иначе: “Создать файлы производства”



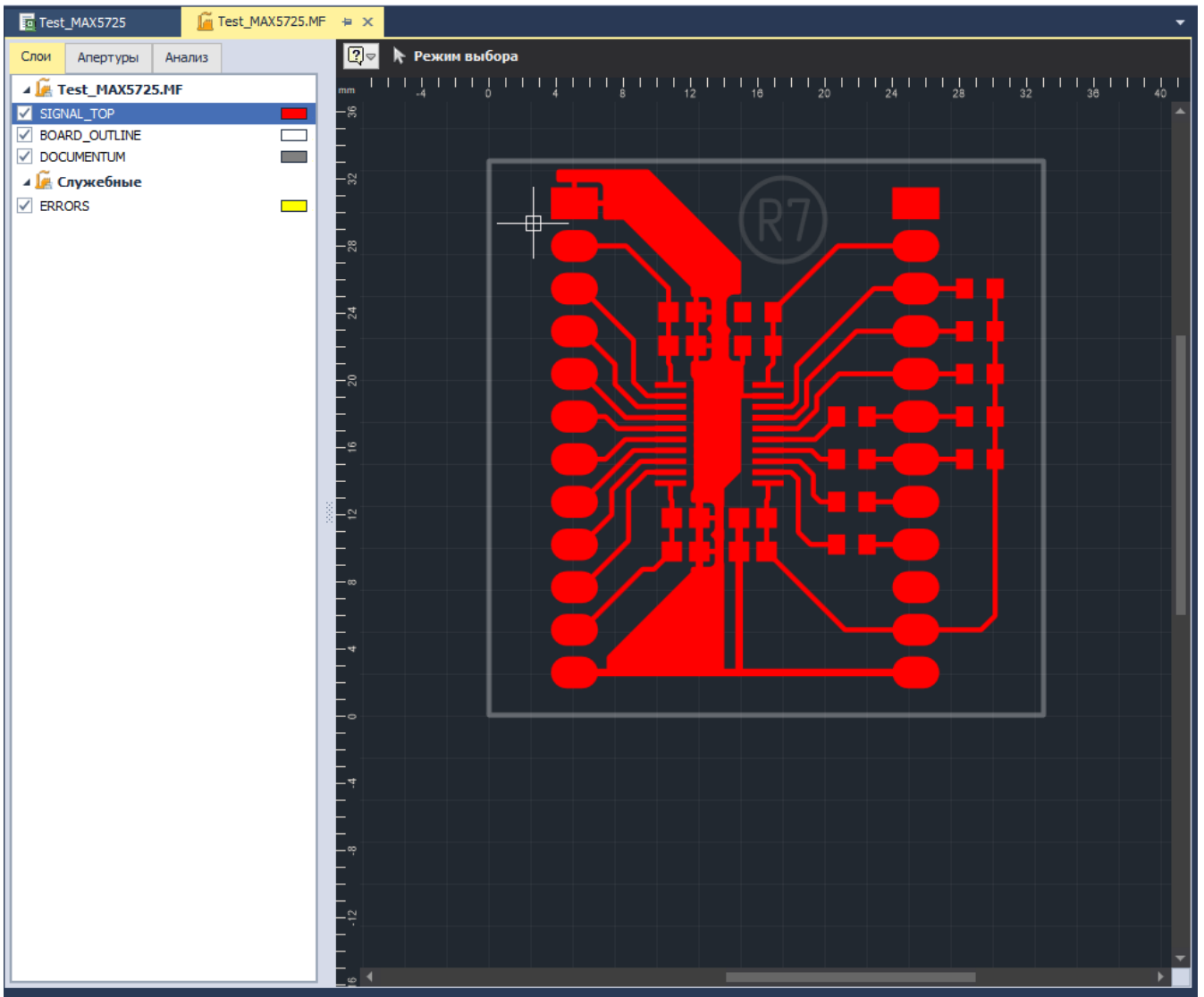
В форме выбираем какие слои нужно вывести и указываем, что всё это сохранить в дереве проекта. Если нужно посмотреть на файлы во внешнем вьювере - можно выбрать сохранить файлы на диск.



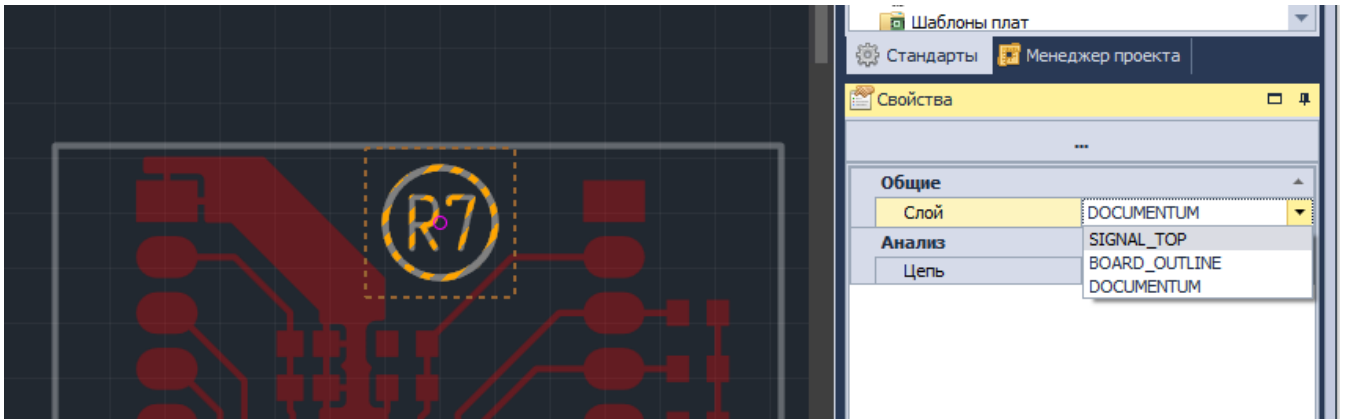
После создания файлов производства в дереве проекта появляется строка с иконкой завода:



Открываем этот пункт и видим все слои, которые мы выбрали. Это уже встроенный в Delta Design вьювер и редактор Gerber-файлов DeltaCAM.



Тут уже можно перекинуть графику с одного слоя на другой. Выделяем нужный слой с графикой, выделяем все нужные объекты и в свойствах меняем им слой:



Таким образом всё перекидываем на слой SIGNAL_TOP.
Особенность этой операции в том, что при такой операции не происходит преобразование графики и объектов в Gerber-файле. Они просто перекладываются без изменений.

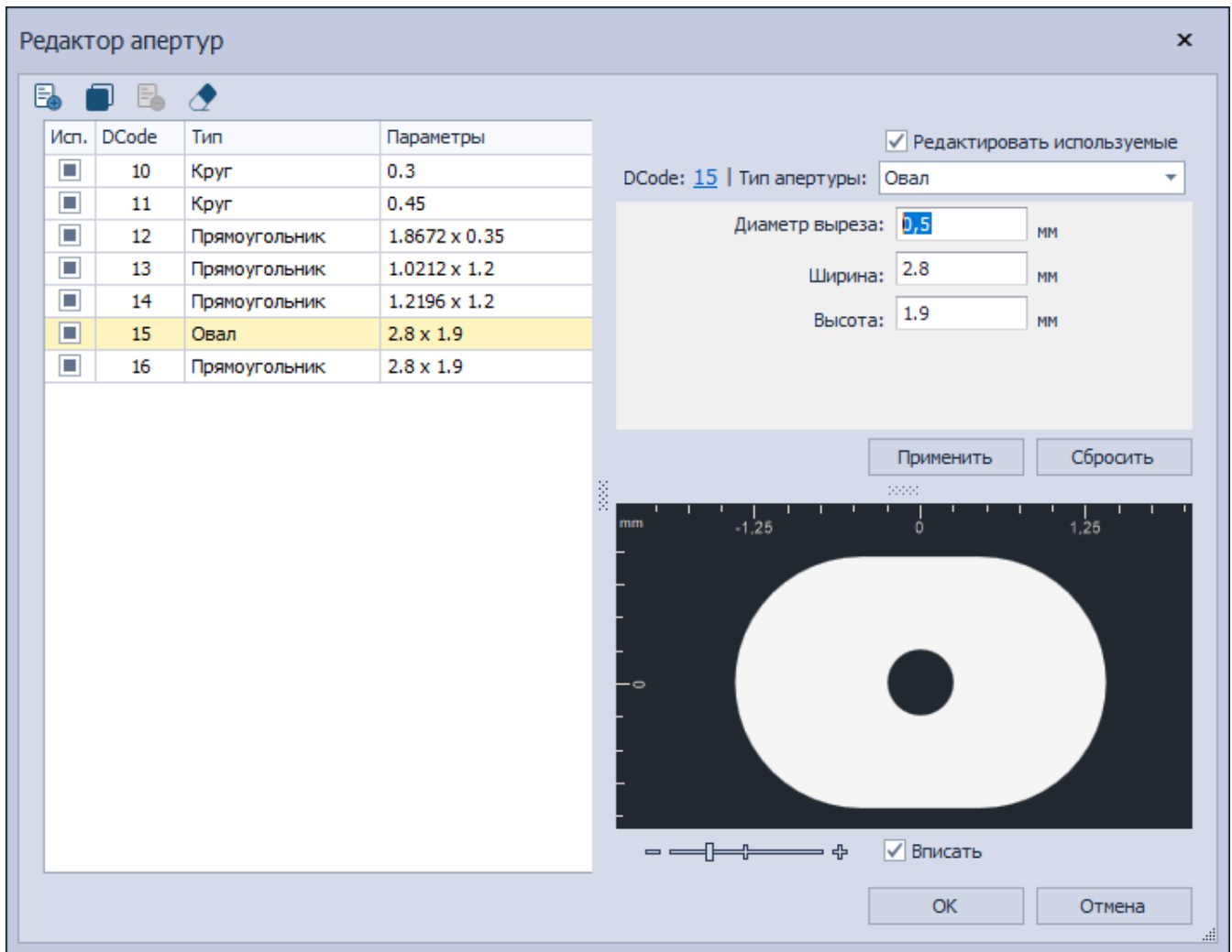
Остаётся ещё одна необходимая операция - это добавление отверстий на апертурах DIP компонентов для последующей сверловки в домашних условиях - отверстие должно быть меньше, чем диаметр сверла, т.к. оно нужно только для направления сверла во время сверловки платы. Для этого в редакторе апертур находим нужные апертуры и меняем у них диаметр отверстия.

The screenshot shows a software interface with a menu open over a table. The menu is titled "Инструменты" and "Справка" and contains the following items:

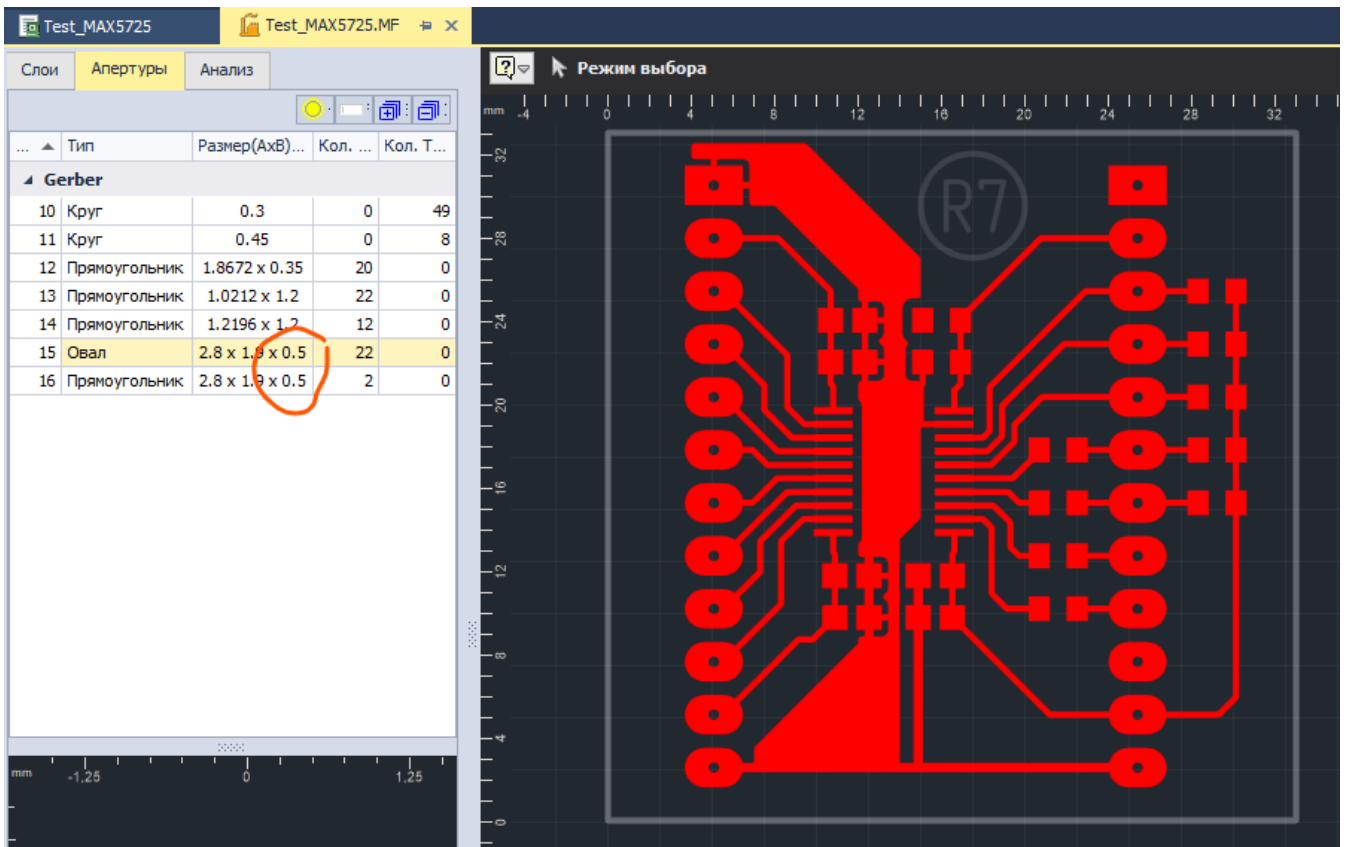
- Редактор правил (DRC)
- Фильтровать по DCode
- Сравнить слои
- Редактор апертур
- Редактор инструментов сверления
- Статистика проекта
- Измерить расстояние

The table below lists drill holes with columns for ID, shape, dimensions, and counts.

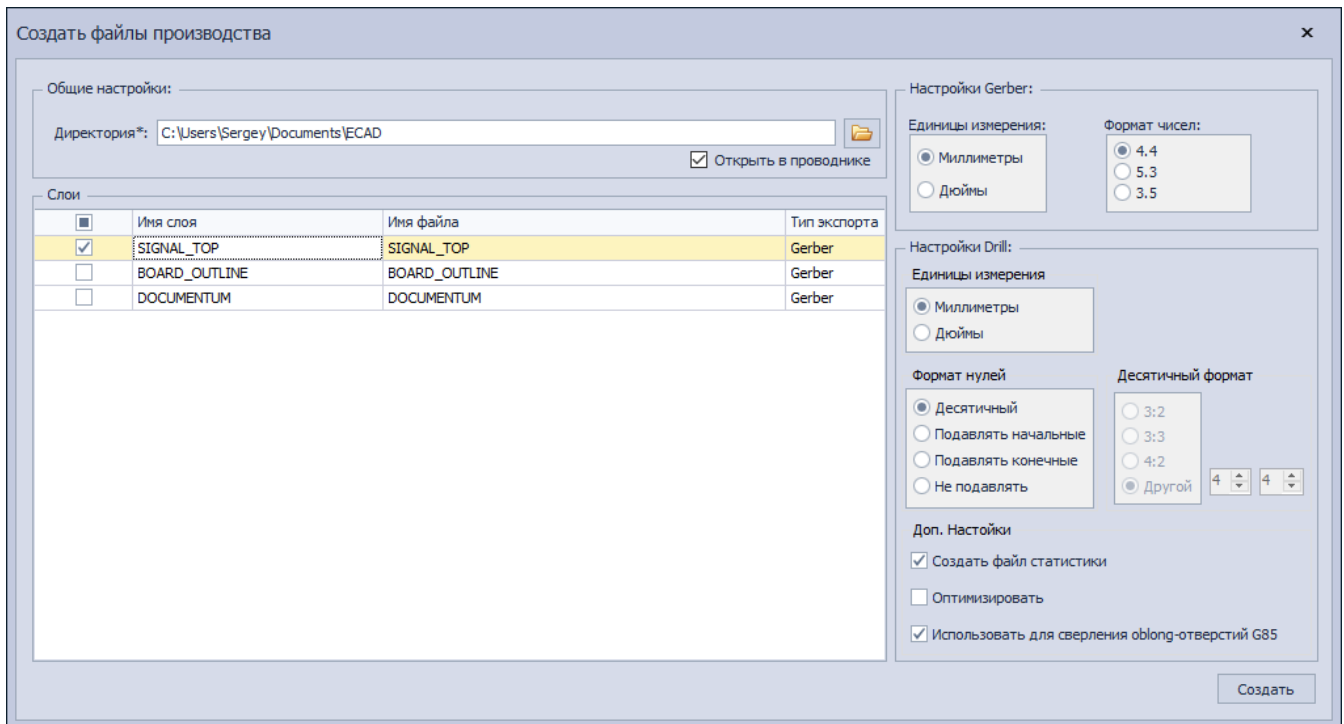
ID	Фигура	Размеры	Кол. ...	Кол. Т...
10	Круг	0.3	0	49
11	Круг	0.45	0	8
12	Прямоугольник	1.8672 x 0.35	20	0
13	Прямоугольник	1.0212 x 1.2	22	0
14	Прямоугольник	1.2196 x 1.2	12	0
15	Овал	2.8 x 1.9	22	0
16	Прямоугольник	2.8 x 1.9	2	0



В данном примере для сверловки нужны две апертур - овал и прямоугольник, DCode 5 и 16 соответственно. Диаметр отверстия делаем минимальным и достаточным для травления в домашних условиях. Эта операция также не изменяет графику Gerber-файлов, т.к. просто дополняет параметры в описании апертур по стандарту Gerber. В результате, сразу видим изменения:

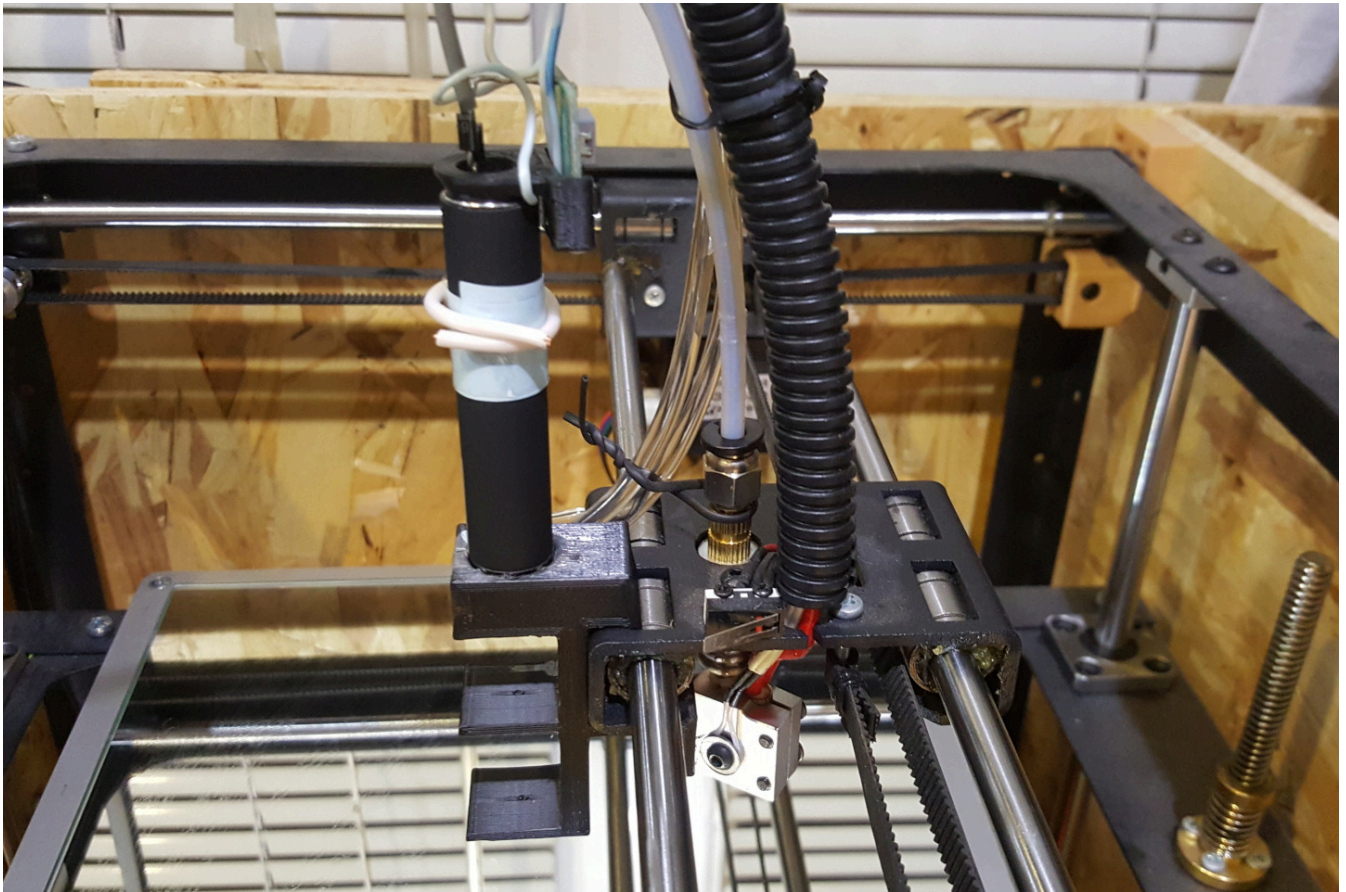


Теперь плата готова к изготовлению. Выгружаем Gerber-файл нужного слоя и готовим его для изготовления фотошаблона, картинки для ЛУТ или для засветки лазером на домашнем ЧПУ станке, типа 3D принтера. Выгрузка отредактированного слоя в файл делается через создание файлов производства, только уже не по плате, а по САМ проекту:



Выбираем один слой, т.к. туда перекинули всё и создаём его в виде Gerber-файла.

Дальше, пути изготовления печатной платы могут отличаться. На своём примере сделаю засветку фоторезиста с помощью УФ лазерной указки, установленной на 3D принтере. В DeltaCAM нет функционала, с помощью которого можно сгенерить GCode для выполнения на ЧПУ станке, для выполнения этого этапа использую FlatCAM (<http://flatcam.org>). Подробности о подключении лазерной указки, подготовки GCode описал в другой своей [статье](#).

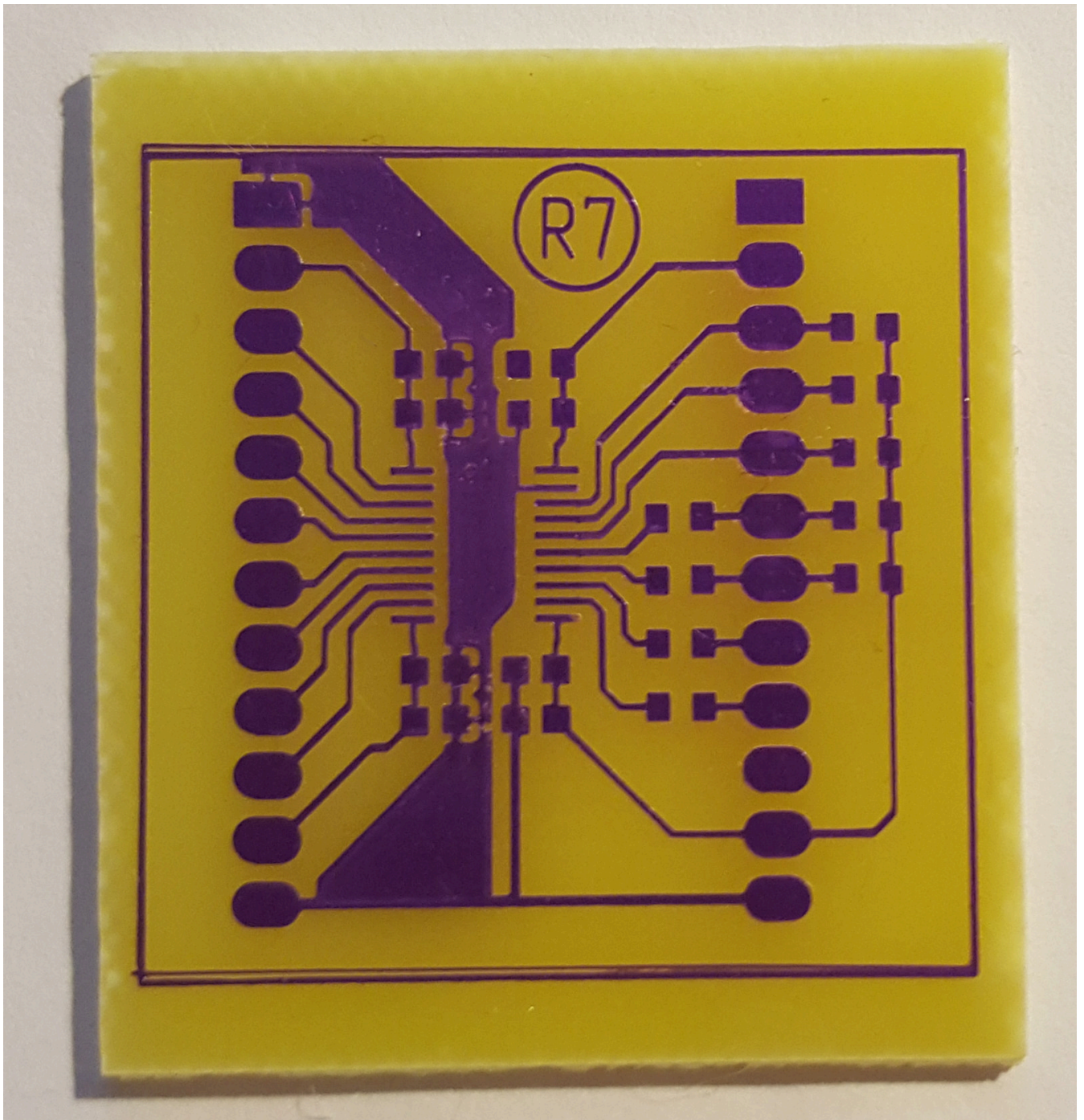


Отмечу, что FlatCAM не поддерживает отверстия в апертурах, о чём написано у них на сайте: <http://flatcam.org/fileformats>

Support of Gerber in FlatCAM

- The Gerber format is almost fully implemented in FlatCAM except for certain minor features.
- • Holes in standard apertures (C, R, O and P) are not supported (!).
- Drawing (interpolation) is always done with a circular aperture even if a non-circular aperture is chosen. An equivalent size is calculated from the dimensions of the aperture and used as the diameter of a circular aperture. This is unlikely to ever affect a gerber for a PCB. This limitation does not affect flashing.
- Step and Repeat (SR) is not supported (!).
- (!) = At this time but might be implemented in the future.

В результате, отверстия не появились в нужных апертурах. После засветки фоторезиста, проявки и травления платы получаем почти готовую плату



С уважением, **SergeyR7**