

Курс по Sprint Layout 6.

Часть 1 - Знакомство с интерфейсом

Коротко о курсе

При разработке или повторении начинающими радиолюбителями различных электронных схем в большинстве случаев возникает необходимость разработать плату к проектируемому устройству для размещения на ней деталей схемы. Для простых схем можно нарисовать от руки при помощи лака или другой нерастворимой в воде краски рисунок будущей платы на фольгированном стеклотекстолите и начать травление. Или же воспользоваться так называемым «сухим» способом изготовления плат – лишнюю фольгу с заготовки удалить резакон по линиям, разделяющим отдельные дорожки печатной платы. И тот, и другой способы полностью решают поставленную задачу, но при возрастании сложности схемы целесообразнее использовать персональный компьютер для трассировки платы по схеме. Тут возникает новая задача – какое программное обеспечение выбрать? Любой «бывалый» радиолюбитель скажет – «Рисуй в Sprint Layout» и будет прав. Для выполнения задач трассировки плат начинающему радиолюбителю в подавляющем большинстве случаев подойдет программа Sprint Layout 6, простая в освоении и использовании. Именно о ней я собираюсь рассказать вам в своем обучающем курсе.

Курс будет состоять из четырех частей. **Первая часть** подготовительная и в ней я расскажу о программе Sprint Layout 6, ее интерфейсе и настройках, координатах, сетках, линейках и единицах измерения.

Вторая часть курса расскажет вам о графических примитивах, используемые при трассировке и действиях над ними, а также о макросах в Sprint Layout 6. Я научу вас работать с библиотекой посадочных мест, создавать макросы и дам некоторые советы по организации своей библиотеки компонентов. В качестве примера мы выберем простую схему и создадим несколько макросов для элементов, входящих в ее состав.

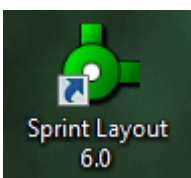
В **третьей части** мы приступим непосредственно к трассировке платы по выбранной схеме. В процессе работы изучим основные функции программы по работе с трассировкой платы, по завершению которой выведем рисунок платы на печать для домашнего изготовления и экспортируем в графический формат для публикации. Дополнительно я расскажу о функции перевода любого имеющегося рисунка платы в формат Sprint Layout 6 и о возможностях экспорта списка компонентов в Microsoft Excel.

В завершающей, **четвертой части** курса мы рассмотрим возможности работы Sprint Layout 6 с многослойными платами. Я расскажу об особенностях трассировки, направленной на дальнейшее фабричное изготовление плат, и покажу как правильно получить набор файлов, необходимых для производства (Gerber-файлы и файл сверловки). Также затронем такие функции импорта Gerber-файлов и экспорта Plot-файла для фрезеровки на станке с ЧПУ.

О Sprint Layout 6

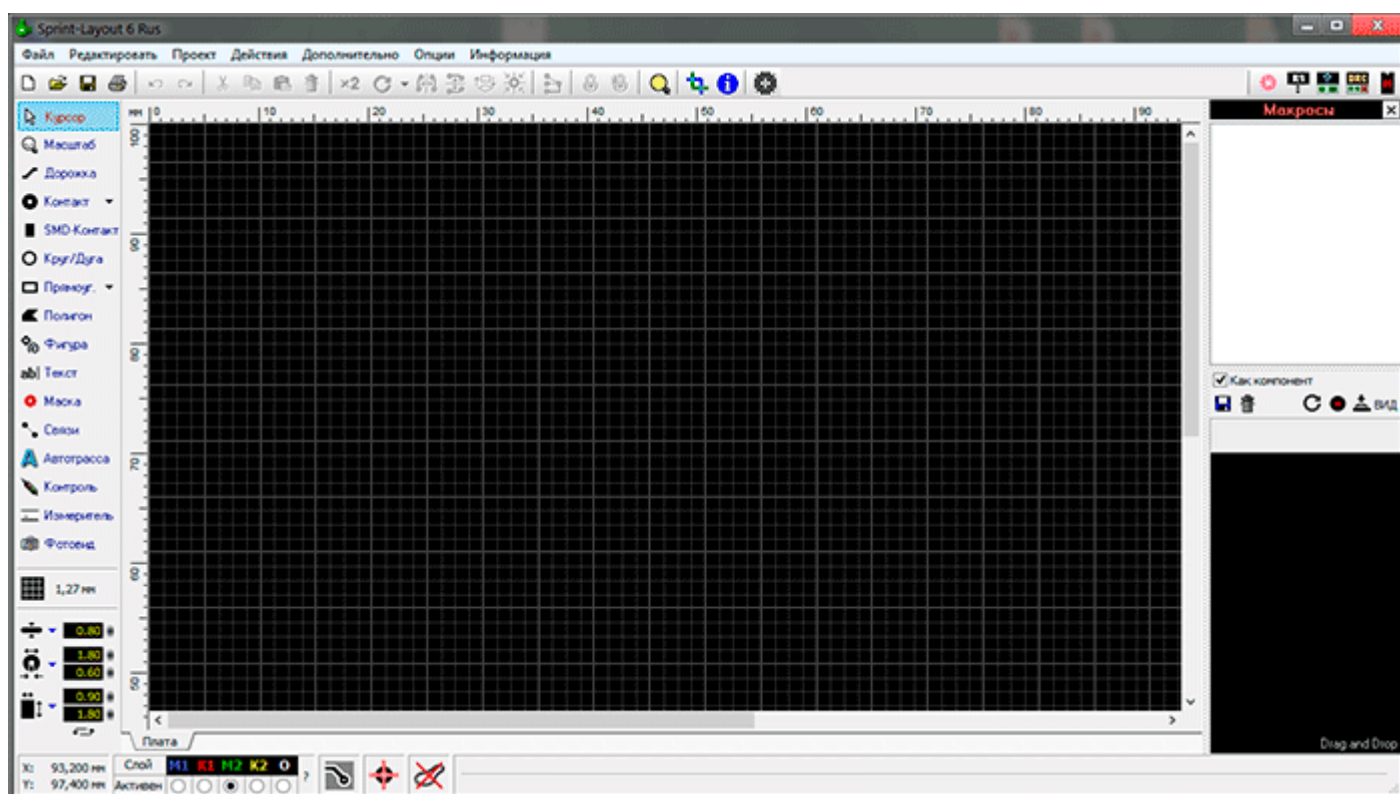
Программное обеспечение Sprint Layout 6 - это простой, но в тоже время очень эффективный программный пакет для проектирования и ручной трассировки печатных плат малой и средней сложности. Разработан немецкой компанией АВАСОМ. Имеет простой интерфейс переведенный на русский язык. Сохранение документов происходит в файл с расширением *.lay6 (пятая версия программы сохраняла с расширением *.lay).

Ярлык программы выглядит следующим образом:



Главное окно программы

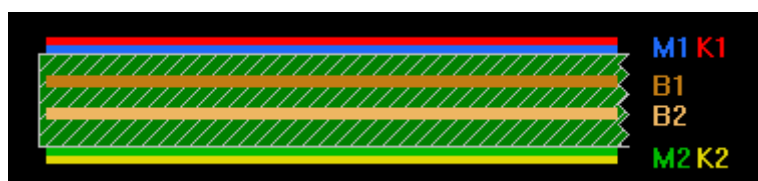
После запуска окно программы имеет следующий вид:



Центральную и самую большую часть окна занимает рабочее поле, размеченное сеткой. Сразу под заголовком окна программы расположено меню, стандартное для Windows-приложений и панель инструментов. Слева - панель выбора инструментов трассировки, настройки сетки и установки свойств примитивов. Справа открыта панель по работе с макросами. Внизу отображается статус-бар с координатами курсора, кнопками управления слоями платы и тремя дополнительными инструментами трассировки.

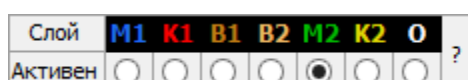
Слои платы

В Sprint Layout для проектирования платы имеются семь слоев:



- Верхняя медь (M1)
- Верхняя маркировка (K1)
- Внутренний слой 1 (B1)
- Внутренний слой 2 (B2)
- Нижняя медь (M2)
- Нижняя маркировка (K2)
- Контур платы (O)

Как я уже отметил, управление этими слоями производится в статус-баре:

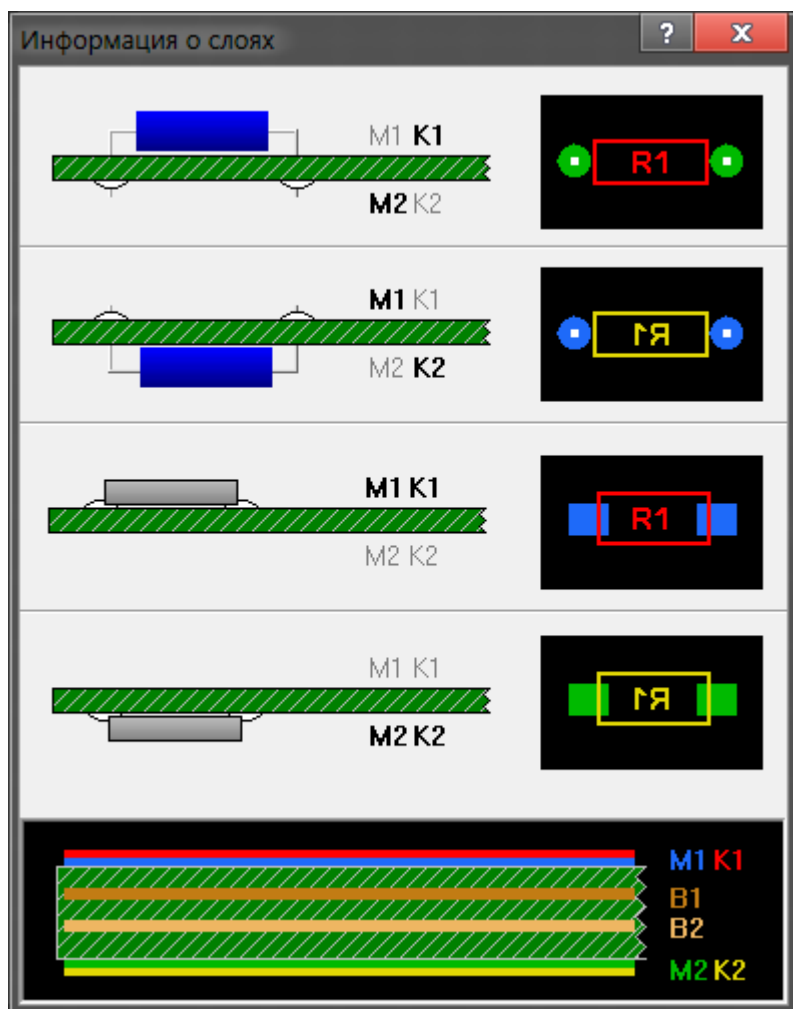


Круглыми кнопками выбирается слой для работы, а нажатием на имя слоя над этими кнопками производится включение/отключение видимости выбранного слоя.

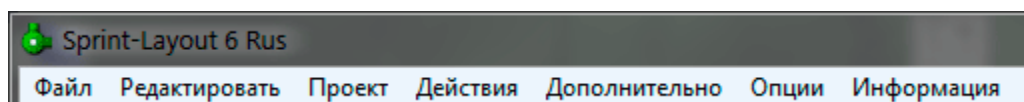
Примечание - Активный слой отключить нельзя.

Как и во всех "взрослых" программах трассировки при проектировании используется принцип "прозрачной" платы: в процессе трассировки мы как бы смотрим на плату сверху сквозь все слои и видим первым слоем верхнюю маркировку. Нижние же слои (M2 и K2) выглядят зеркально.

Нажатие на вопросительный знак в статус-баре открывает окно информации о слоях, поясняющее назначение слоев и их цвета:



Главное меню



Меню "Файл"

Новый	
Открыть	Ctrl+O
Сохранить	Ctrl+S
Сохранить как	
Сохранить как Макрос	
Автосохранение	
Gerber Импорт	
Экспорт	▶
Директории	
Настройки принтера	
Печать	Ctrl+P
Выход	

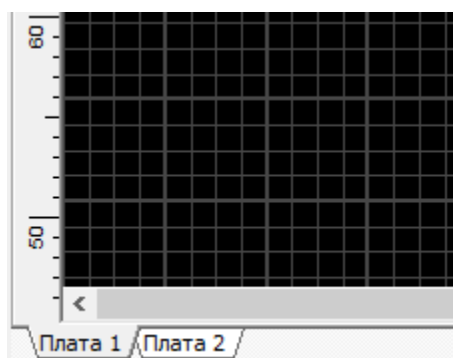
- **Новый** - создание нового файла;
- **Открыть** - открыть существующий документ;
- **Сохранить** - сохранить открытый документ;
- **Сохранить как** - сохранить открытый документ под другим именем;
- **Сохранить как Макрос** - сохранить открытый документ в виде макроса;
- **Автосохранение** - открывает настройки автоматического сохранения открытого документа;
- **Экспорт** - меню экспорта документа в другие форматы;
- **Директории** - открывает настройки каталогов для хранения рабочих файлов;
- **Настройки принтера** - открывает окно выбора принтера и параметров бумаги;
- **Печать** - открывает настройки печати;
- **Выход** - выход из программы (равнозначно кнопке "Закреть" в заголовке окна).

Меню "Редактировать"

Отменить	Ctrl+Z
Восстановить	Ctrl+Y
Копировать	Ctrl+C
Вырезать	Ctrl+X
Вставить	Ctrl+V
Дублировать	Ctrl+D
Удалить [Del]	
Выделить все	Ctrl+A

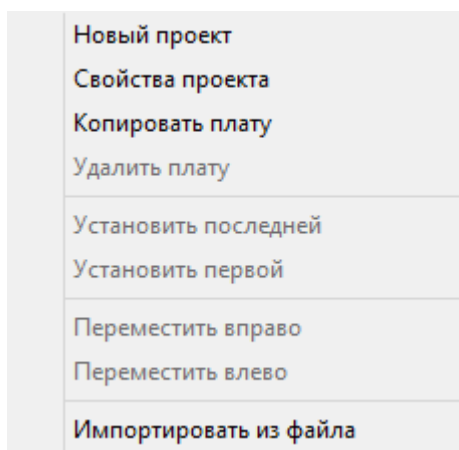
- **Отменить** - отменить последнее действие;
- **Восстановить** - вернуть отмененное действие;
Примечание - Максимально возможное количество действий, по которым можно "передвигаться" кнопками "Отменить" и "Восстановить" задается в настройках.
- **Копировать** - копировать элемент в буфер обмена;
- **Вырезать** - вырезать элемент в буфер обмена;
- **Дублировать** - создать дубликат элемента;
Примечание - Функция аналогична действиям "Копировать" -> "Вставить".
- **Удалить** - удалить выделенный элемент;
- **Выделить все** - выделить все элементы на рабочем поле.

Далее следует прояснить принцип управления платами в программе. Каждый документ в Sprint Layout может содержать в себе множество отдельных печатных плат, которые отображаются как закладки в нижней части окна сразу под рабочим полем:



Для управления платами в пределах документа имеется свой пункт меню.

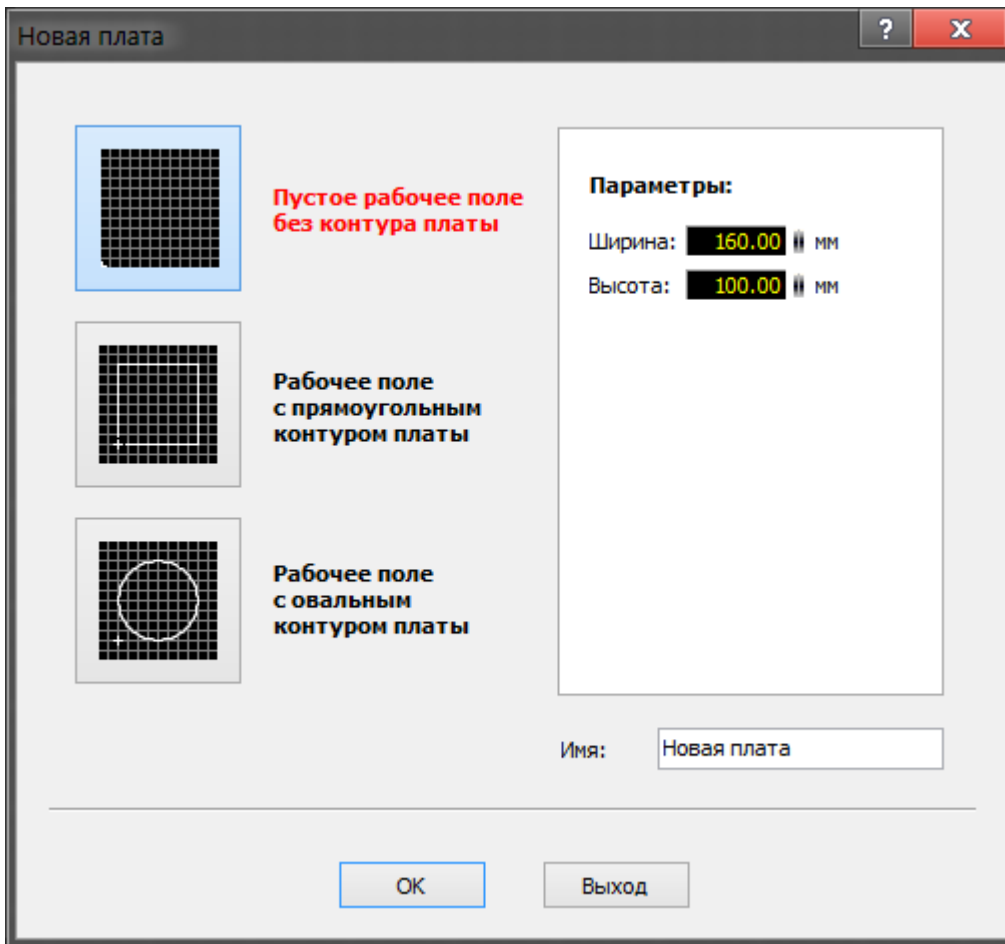
Меню "Проект"



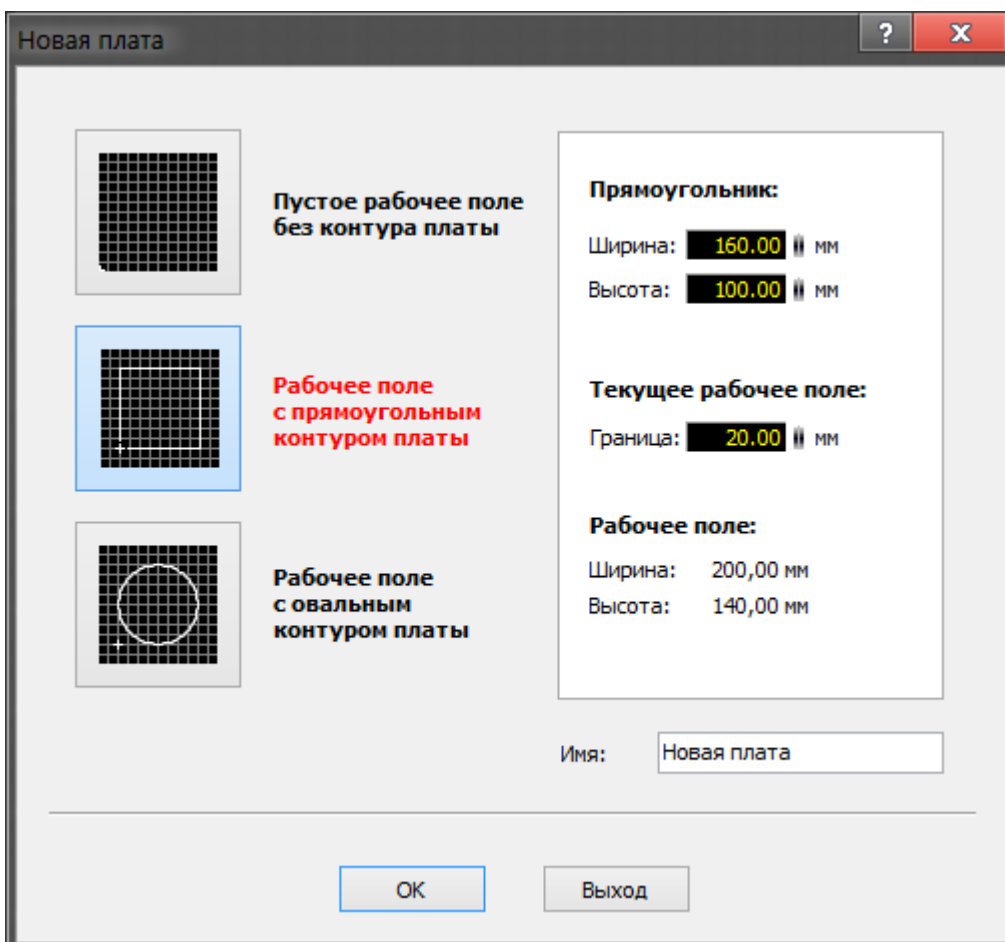
- **Новый проект** - создать новую печатную плату в документе;

Примечание - Функция открывает окно создания новой платы, где можно задать имя будущей платы и указать ее свойства.

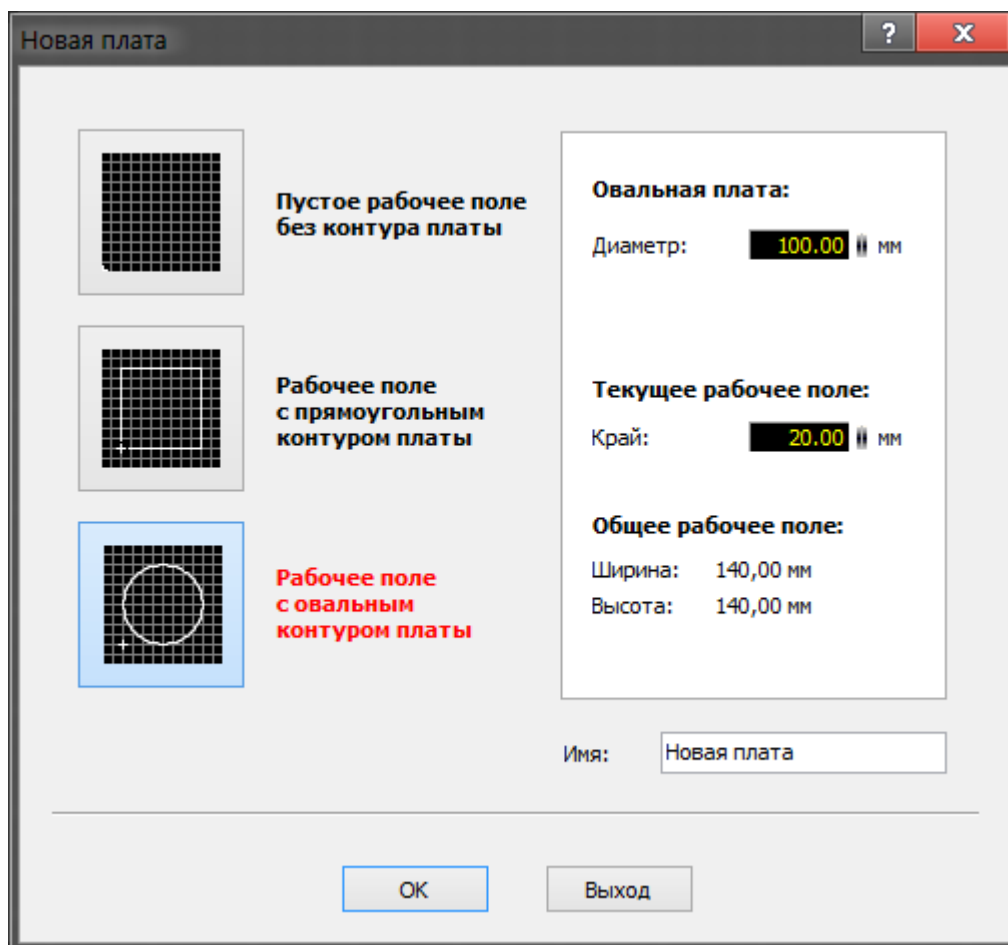
Есть три шаблона создания платы. Первый создает полностью пустое поле, для которого можно задать ширину и высоту:



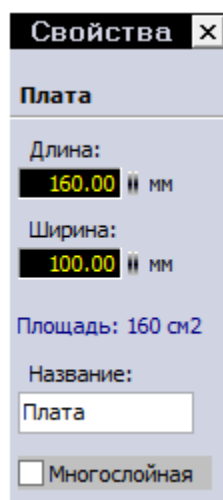
Второй - плату с заданными размерами (на рисунке 160 на 100 мм) и контур платы с отступом от краев рабочего поля на заданное расстояние (20 мм на рисунке).



Третий - квадратное поле с круглым контуром платы заданного диаметра (на рисунке 100 мм).
Расстояние от края поля до контура также задается (на рисунке 20 мм).



- **Свойства проекта** - пункт открывает дополнительную панель справа, в которой можно изменить параметры текущей платы:



По умолчанию создается двухслойная печатная плата. Галочка "Многослойная" добавляет дополнительно два внутренних слоя В1 и В2.

- **Копировать плату** - создать копию текущей платы;
Примечание - Данное действие НЕ равнозначно действиям "Выделить все -> Копировать -> Вставить".
- **Удалить плату** - удалить текущую плату из документа;
- **Установить последней** - поставить текущую плату последней в списке (с правого края);
- **Установить первой** - поставить текущую плату первой в списке (с левого края);
- **Переместить вправо** - сместить текущую плату в списке плат на один шаг вправо;
- **Переместить влево** - сместить текущую плату в списке плат на один шаг влево;
- **Импортировать из файла** - импортировать все платы из внешнего laub-файла.

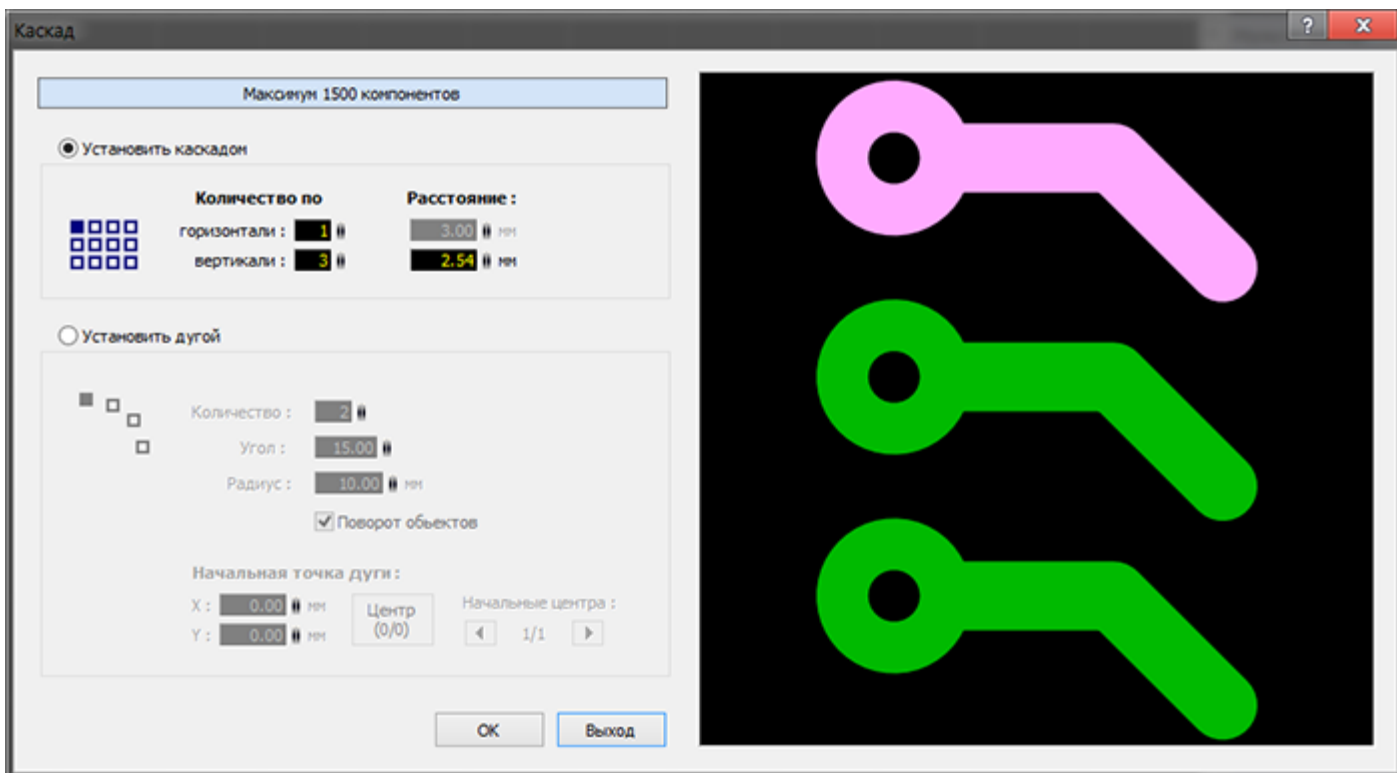
Меню "Действия"

Следующая группа пунктов меню работает для элементов, выделенных на рабочем поле.

Повернуть	Ctrl+R
Зеркально по горизонтали	Ctrl+H
Зеркально по вертикали	Ctrl+T
Группировать	Ctrl+G
Разгруппировать	Ctrl+U
Перенести на противоположный слой	Ctrl+W
Перенести на слой	▶
Привязать к сетке	
Каскад / Каскад по кругу	

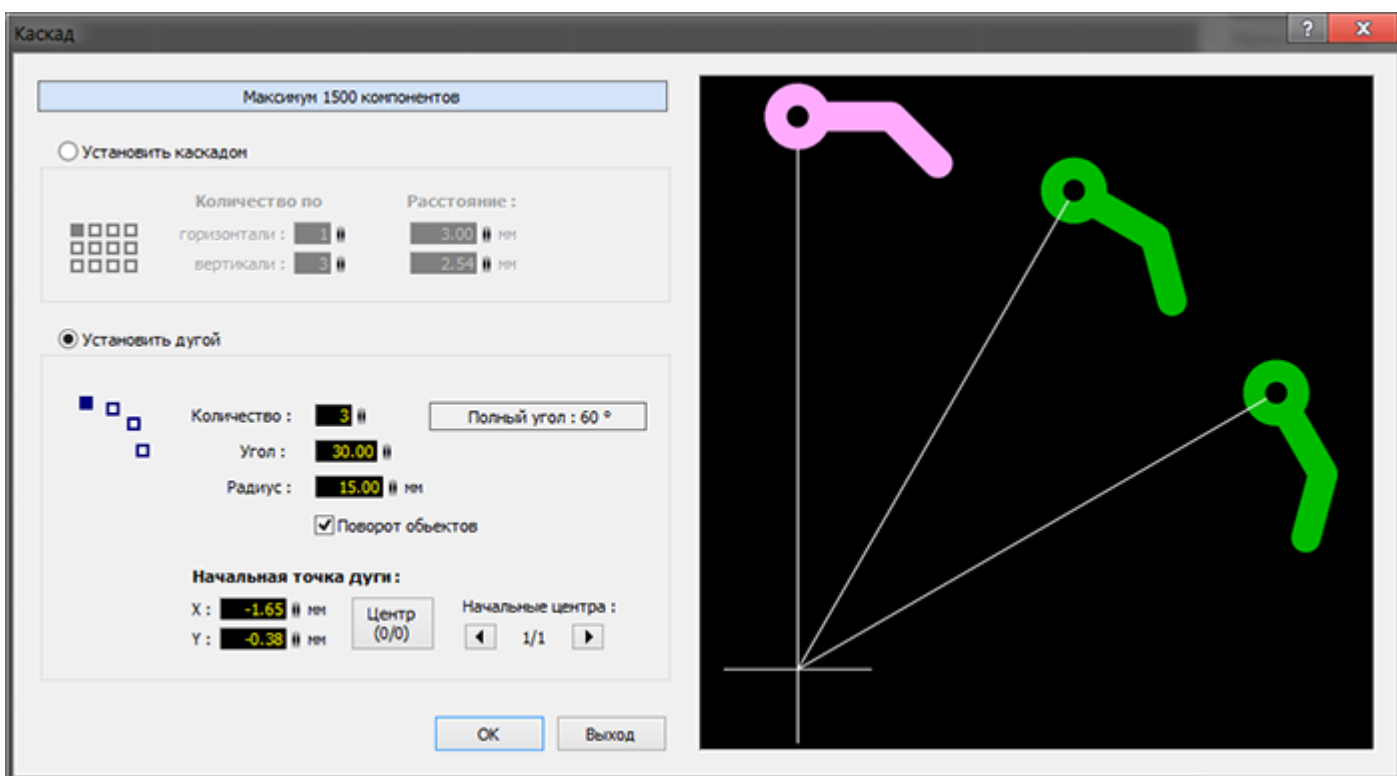
- **Повернуть** - повернуть элемент на заданный угол;
- **Зеркально по горизонтали** - отразить элемент зеркально по горизонтали;
- **Зеркально по вертикали** - отразить элемент зеркально по вертикали;
- **Группировать** - объединить выделенные элементы в группу;
- **Разгруппировать** - разделить группу на составные элементы;
- **Перенести на противоположный слой** - сменить слой выбранного элемента на противоположный (функция работает для парных слоев - M1 и M2, K1 и K2);
- **Перенести на слой** - перенести выбранный элемент на конкретный слой (выбирается из подменю);
- **Привязать к сетке** - привязать узлы элемента к узлам сетки;
- **Каскад/Каскад по кругу** - открывает окно для создания каскада из выбранных элементов;

Примечание - Предлагается два варианта размещения элементов. Первый вариант - в виде массива:



Здесь задается количество элементов и шаг размещения по горизонтали и вертикали.

Второй вариант - размещение заданного количества элементов по дуге с определенным радиусом и с шагом в заданный угол:



Также дополнительно задаются координаты размещения начальной точки дуги.

Меню "Дополнительно"

Информация о проекте
Таблица отверстий
Загрузить рисунок
Мастер площадок (Footprint)
Маска по умолчанию
Удалить вирт. соединения
Удалить элементы вне платы
Текст-ИО: Экспорт элементов
Текст-ИО: Импорт элементов

- **Информация о проекте** - открыть окно для ввода информации и текущем проекте:

Проект

Авторское право

Титул: Тестовая плата

Автор: Михаил Царёв

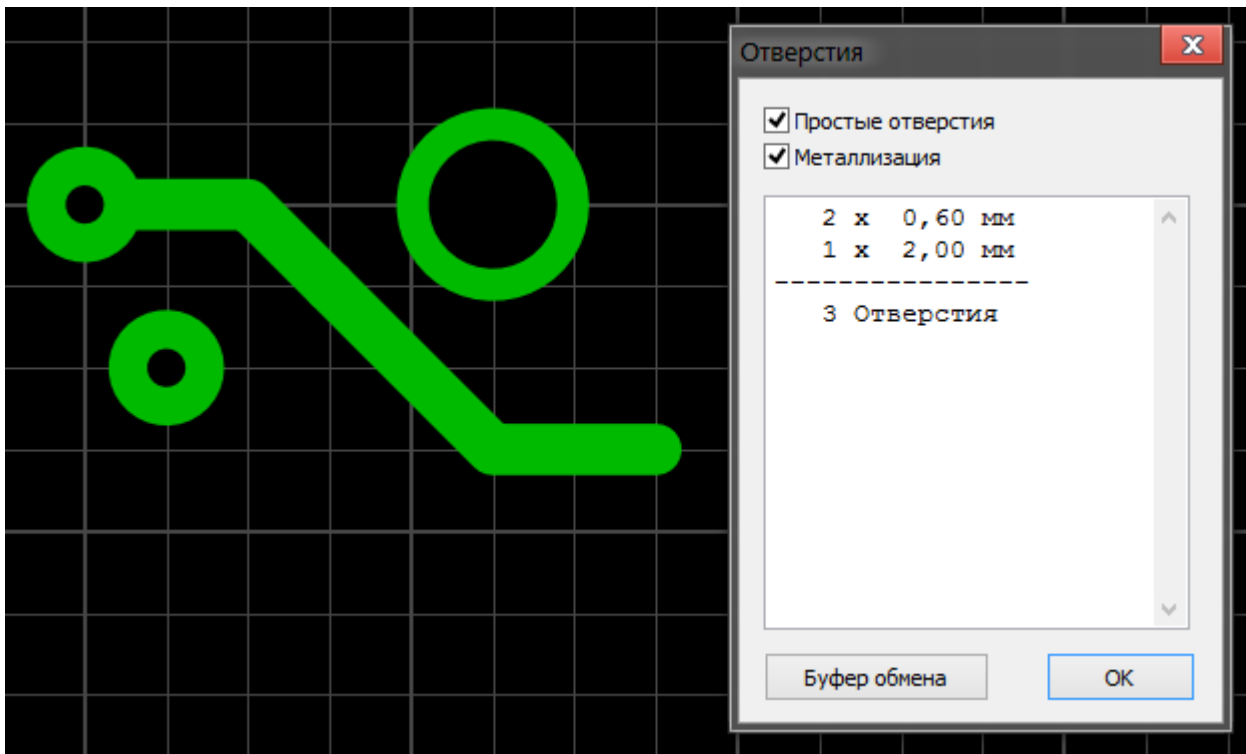
Фирма: Паяльник

Комментарий:

Плата для учебного курса на сайте "Паяльник"

OK

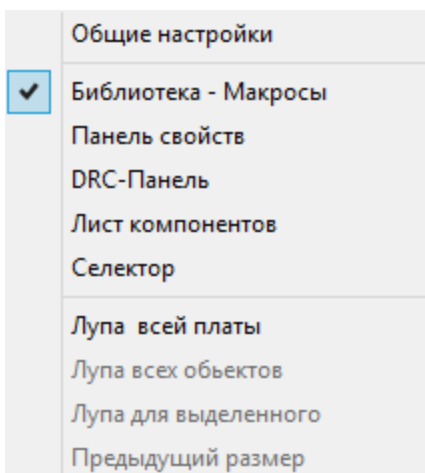
- **Таблица отверстий** - вывести окно со списком всех отверстий на текущей плате:



- **Загрузить рисунок** - загрузить рисунок в качестве фона платы (используется для отрисовки по готовому рисунку платы, функция будет описана в третьей части курса)
- **Мастер площадок (Footprint)** - запустить мастер создания посадочных мест;
- **Маска по умолчанию** - сброс паяльной маски по умолчанию (оставить только для контактных площадок);
- **Удалить виртуальные соединения** - удалить виртуальные соединения, реализованные физически (подробнее в третьей части курса);
- **Удалить элементы вне платы** - удалить элементы, которые остались за границами платы;
- **Текст-ИО: Экспорт элементов** - экспортировать элементы проекта в текстовый файл;
- **Текст-ИО: Импорт элементов** - импортировать элементы проекта из текстового файла.

Примечание - Эти текстовые файлы используются скорее для программистов, которые хотят создавать новые импорт или экспорт фильтры для Sprint-Layout, чем для обычных пользователей.

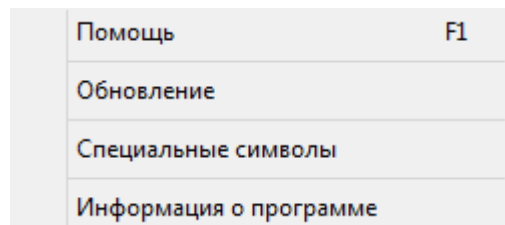
Меню "Опции"



- **Общие настройки** - открыть окно настроек программы;

- **Библиотека-Макросы, Панель свойств, DRC-панель, Лист компонентов и Селектор** - открыть дополнительные панели программы (будут рассмотрены в следующих частях курса);
- **Лупа всей платы** - изменить масштаб так, чтобы уместить всю плату в окне;
- **Лупа всех объектов** - изменить масштаб так, чтобы уместить все элементы в окне;
- **Лупа для выделенного** - изменить масштаб так, чтобы уместить все выбранные элементы в окне;
- **Предыдущий размер** - вернуть предыдущее значение масштаба.

Меню "Информация"



- **Помощь** - открыть окно справки по программе;
- **Обновление** - открыть окно обновления программы;
- **Специальные символы** - открыть окно с подсказкой по вводу специальных символов, таких как °, €, μ и т.п.;
- **Информация о программе** - открыть окно информации о программе (версия, разработчики и др.).

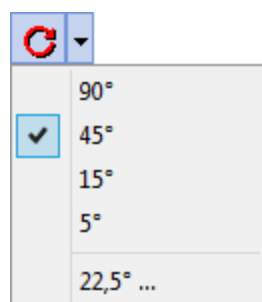
Панель инструментов

Сразу под главным меню находится панель инструментов, содержащая в себе кнопки как дублирующие некоторые функции из главного меню, так и с другими интересными функциями.



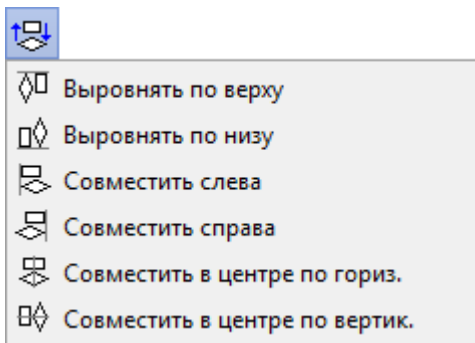
Назначение кнопок можно посмотреть во всплывающих подсказках, появляющихся при наведении на них курсора мыши. Опишу только те кнопки, функции которых мы еще не рассматривали.

Поворот



Поворачивает выбранный компонент на определенный угол. Есть четыре предустановленных значения угла, но можно ввести любой другой, выбрав последний пункт в выпадающем меню.

Выравнивание

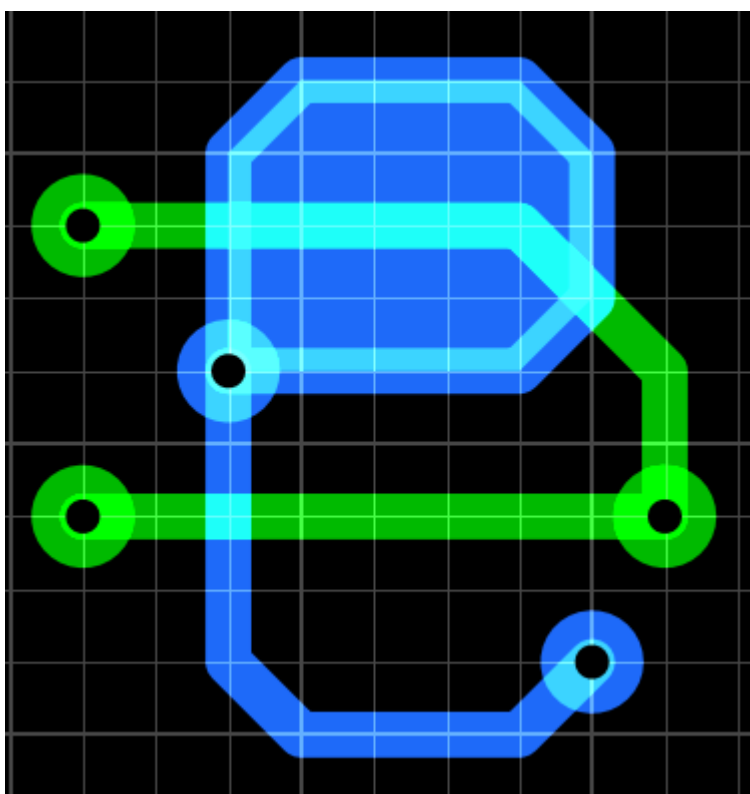


Выровнять выделенные элементы выбранным способом.

Прозрачность



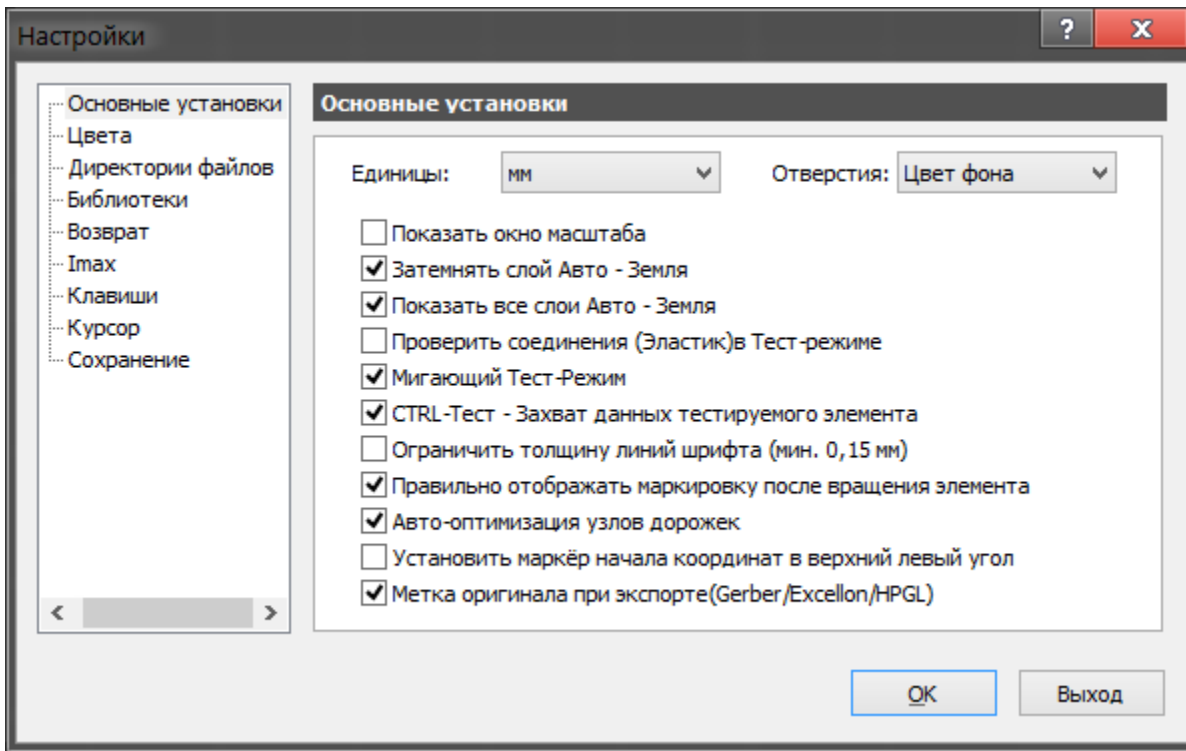
Включается режим прозрачности и все слои просвечивают друг через друга



Настройки программы

Выбрав пункт "Общие настройки" в меню "Опции" открывается окно глобальных настроек программы. В настройках имеется несколько разделов. Рассмотрим их все по очереди.

Основные установки

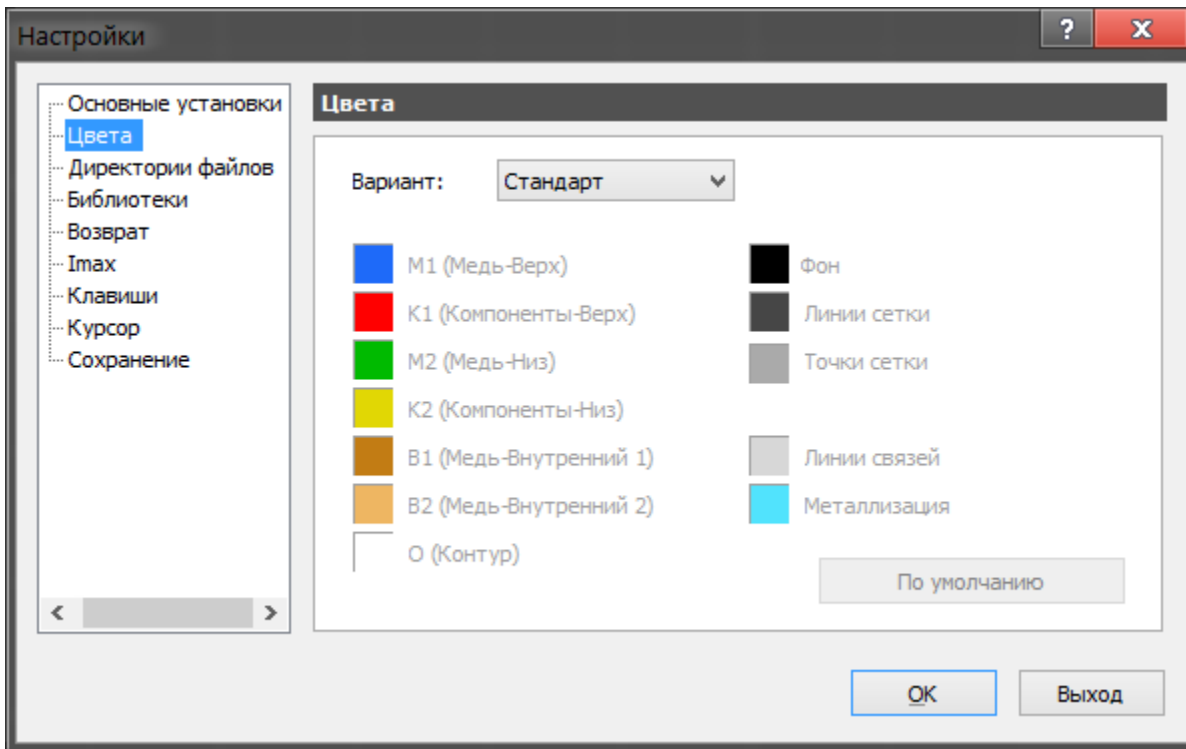


- **Единицы** - выбор единиц измерения по умолчанию;
- **Отверстия** - выбор цвета отверстий на плате (три варианта: цвет рабочего поля, белый или черный);
- **Показать окно масштаба** - отображать в левой панели миниатюрную карту платы:



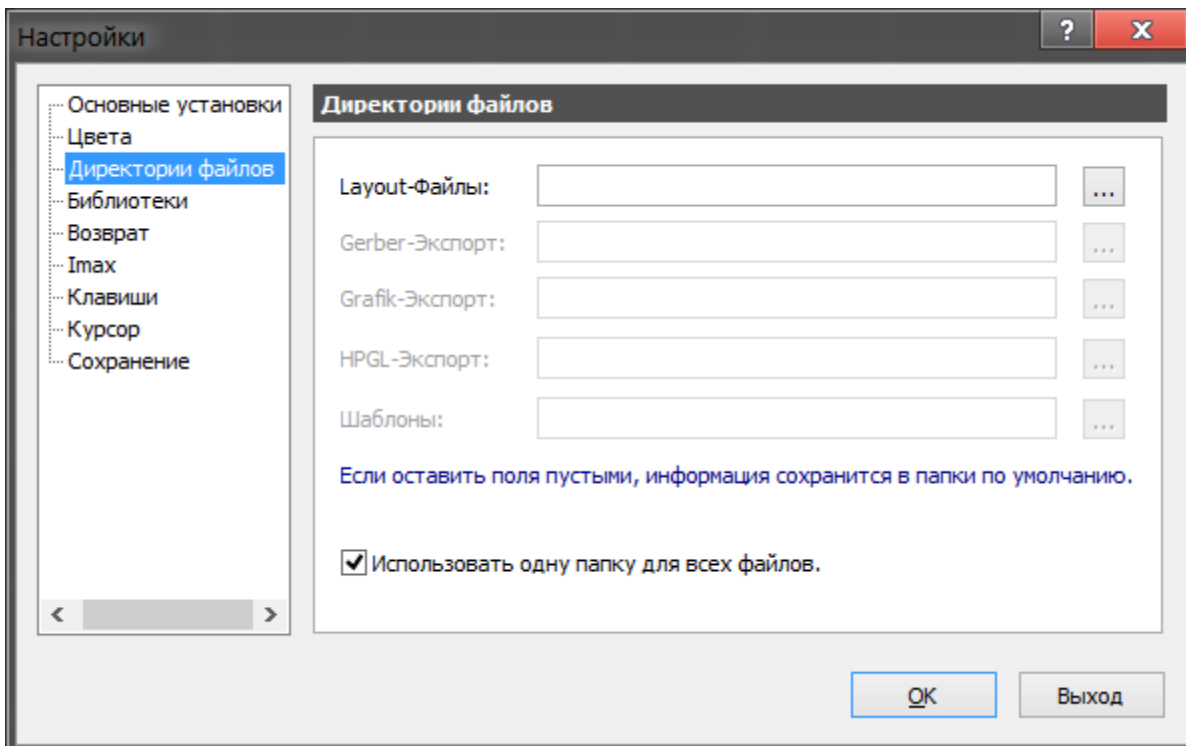
- **Затемнять слой Авто-земля** - делать полигон Авто-земли немного темнее цвета слоя, на котором он находится;
- **Показать все слои Авто-земля** - показать полигоны Авто-земли на всех слоях (отключение функции оставляет показ полигона только активного слоя);
- **Проверить соединения в Тест-режиме** - при использовании функции "Тест" будут рассмотрены все элементы, которые связаны соединениями;
- **Мигающий Тест-режим** - подсвеченные дорожки мигают в режиме Теста;
- **Ctrl-Тест - захват данных тестируемого инструмента** - выбрав элемент на рабочем поле, можно посмотреть его свойства в левой панели, а при выборе с нажатой клавишей Ctrl можно "захватить" эти значения для использования этих значений для следующего рисунка;
- **Ограничить толщину линий шрифта** - включить ограничение минимальной высоты шрифта любого текста на плате;
- **Правильно отображать маркировку после вращения элемента** - при вращении маркировка никогда не оказывается перевернутой;
- **Авто-оптимизация узлов дорожек** - автоматическое удаление неиспользуемых узлов дорожек;
- **Установить маркер начала координат в верхний левый угол** - по умолчанию, маркер начала координат устанавливается в верхний левый угол. Если эту опцию не ставить, то маркер устанавливается в нижний левый угол. Смена положения маркера происходит при новом запуске программы;
- **Метка начала координат при экспорте** - при включенной функции при САМ-экспорте в качестве начала координат будут передаваться координаты установленной точки начала координат. При отключенной функции по умолчанию в качестве начала координат передаются координаты верхнего левого угла платы.

Цвета



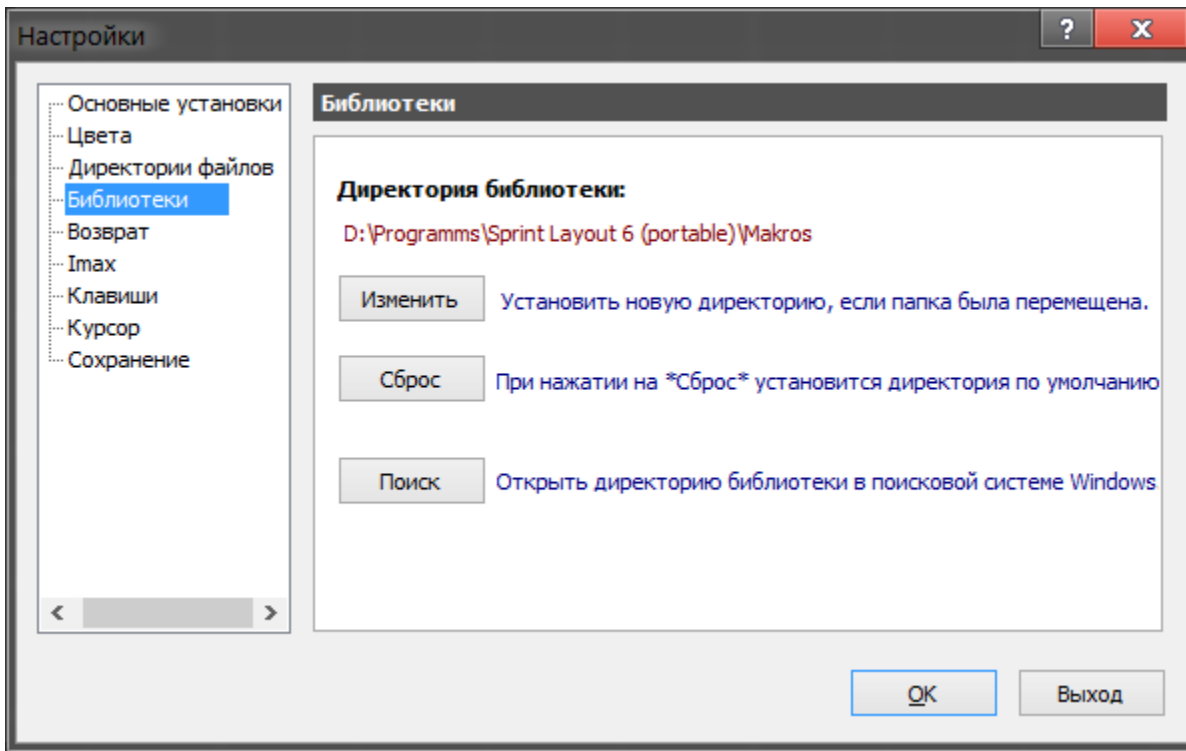
Настройка цвета для различных слоев. Доступны четыре варианта расцветки - один предопределенный "Стандарт" и три пользовательских.

Директории файлов



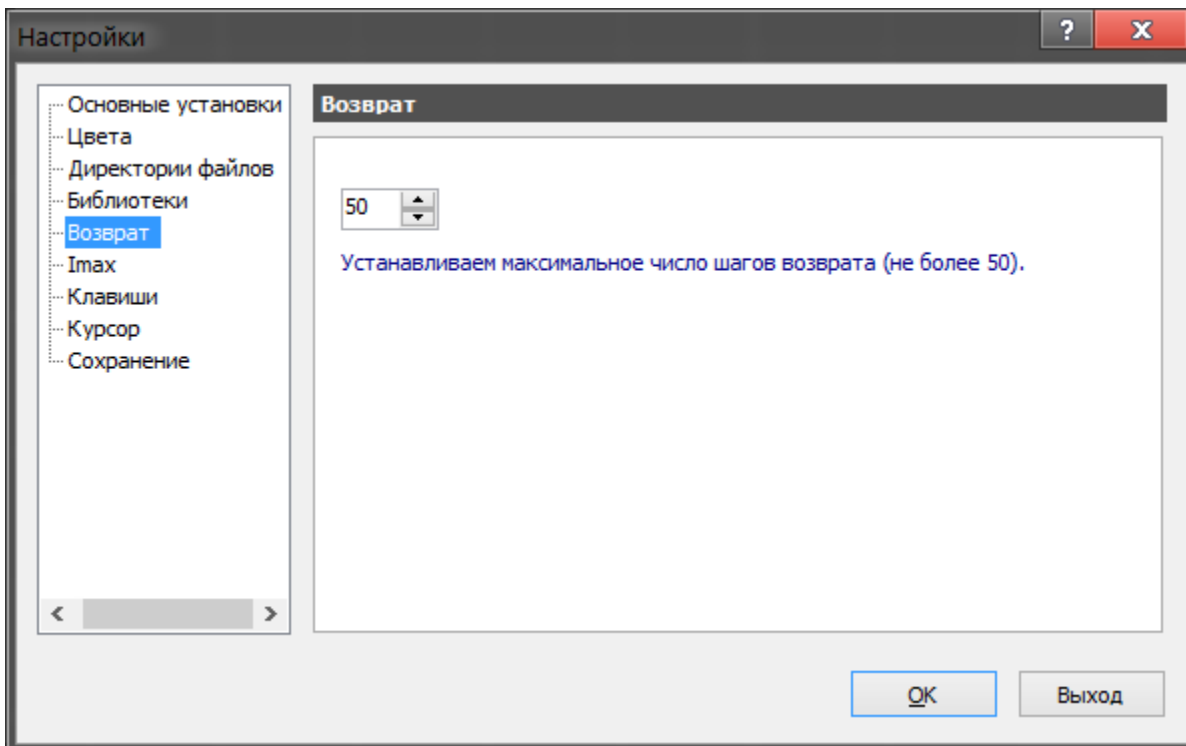
Определение директорий на диске для сохранения различных типов файлов, создаваемых программой. Можно выбрать функцию, отключающую эту сортировку.

Библиотеки



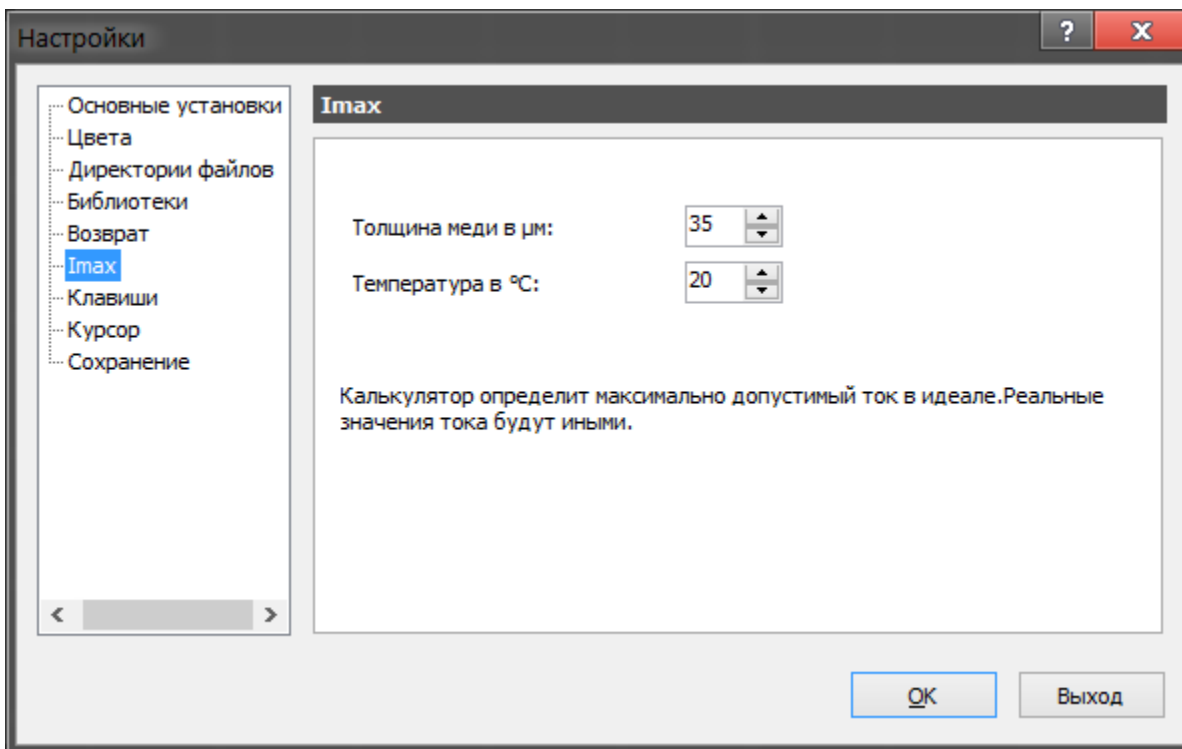
В данном разделе настроек указывается путь для библиотеки макросов.

Возврат



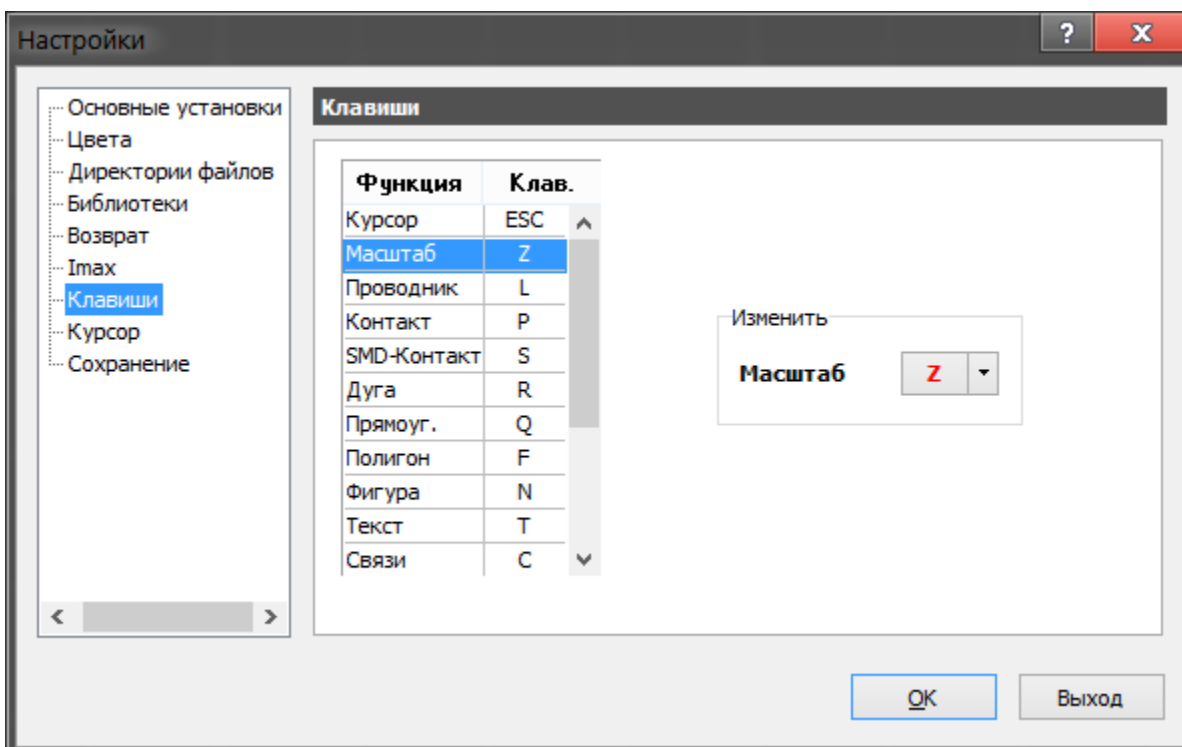
Установка максимального числа шагов отмены действий.

I_{max}



Установка начальных параметров встроенного калькулятора для расчета максимального тока в проводниках.

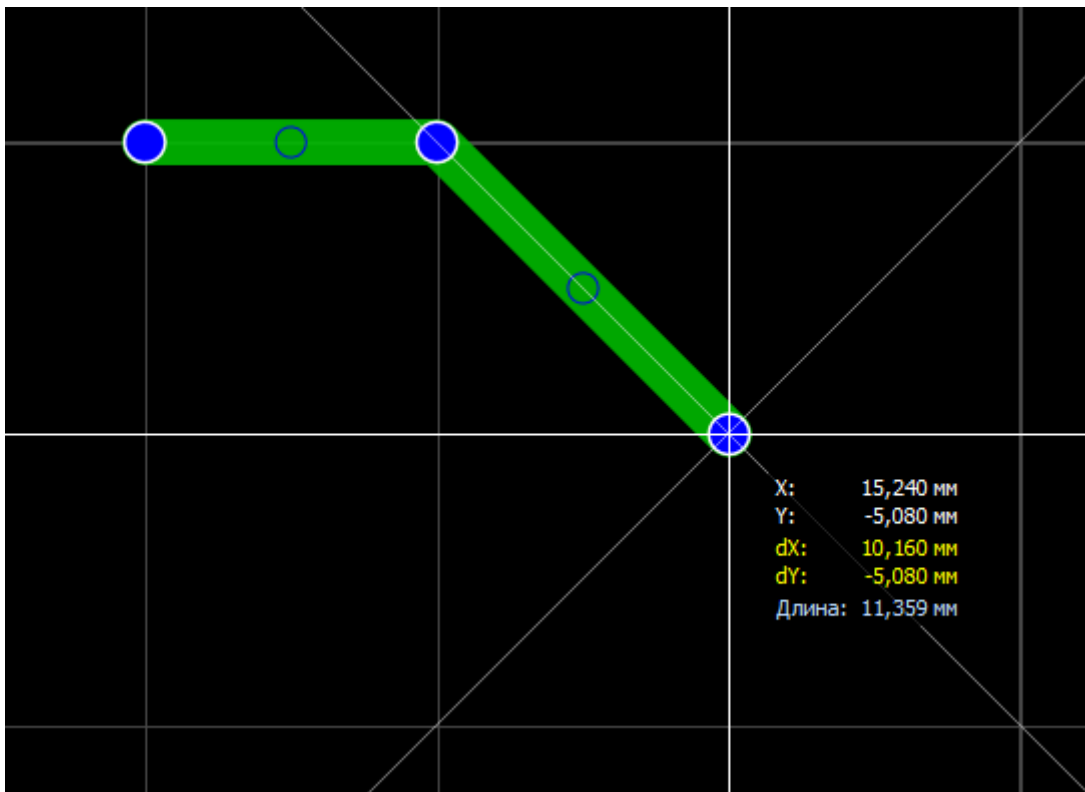
Клавиши



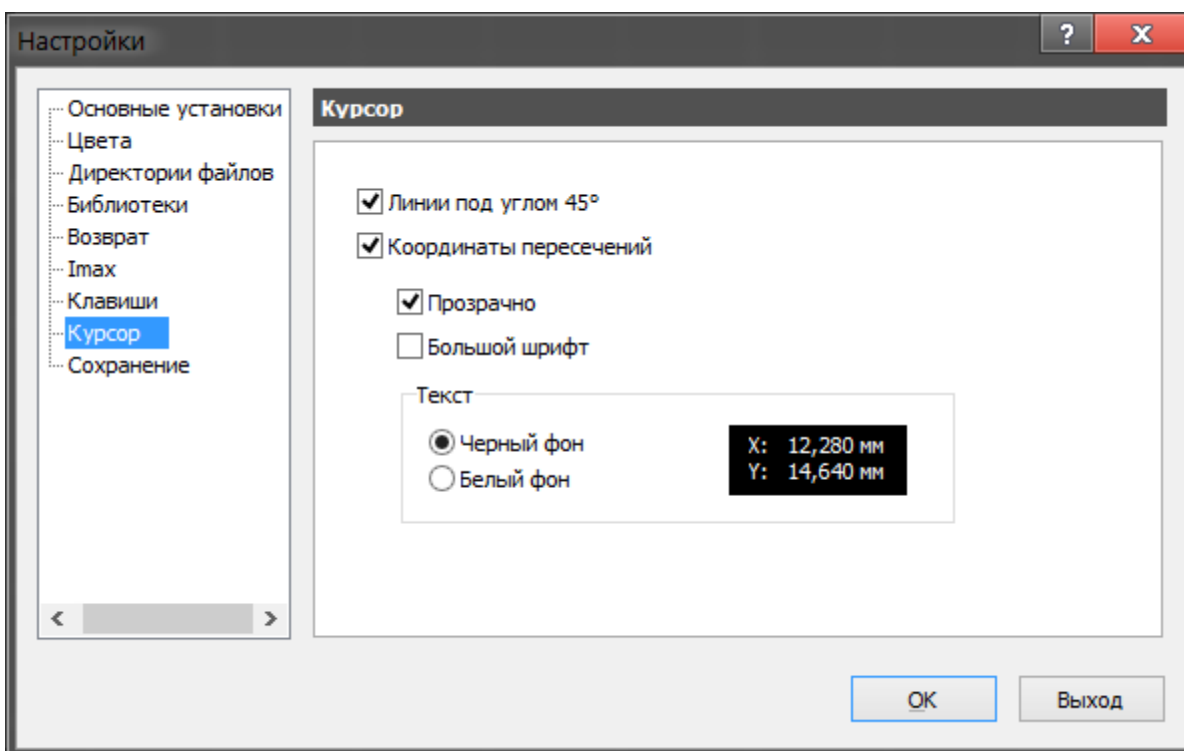
Переопределение горячих клавиш.

Курсор

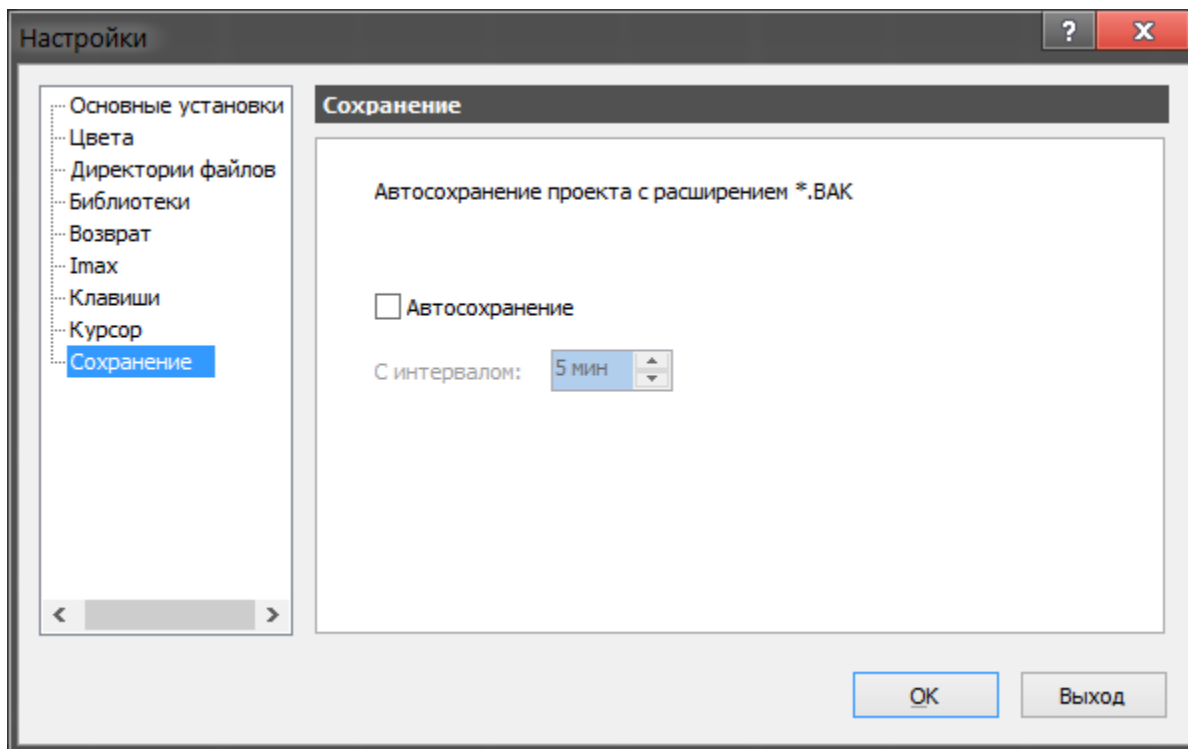
При рисовании графических элементов на плате курсор принимает форму большого перекрестия и в реальном времени отображает изменение своих координат и, дополнительно, в зависимости от рисуемого графического примитива, длины.



В данном разделе меню производятся настройки его внешнего вида.



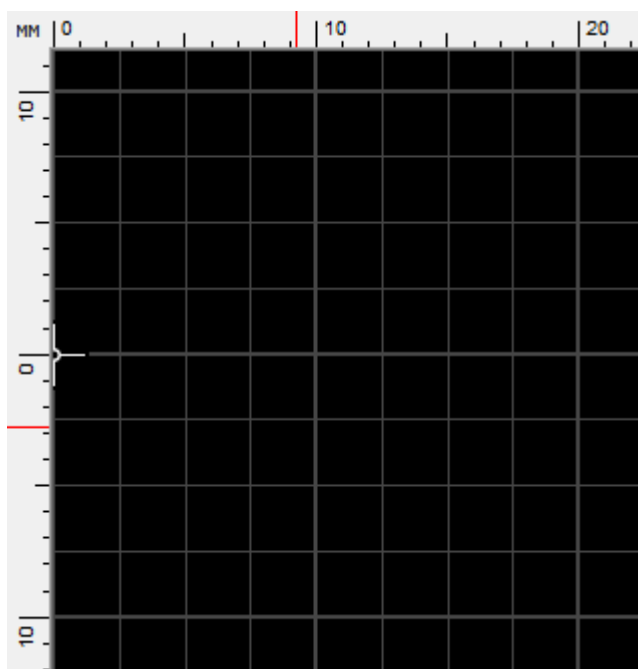
Сохранение



Параметры автосохранения файлов - выбирается интервал сохранения в минутах. Периодически сохраняемый файл будет размещён в той же папке и с тем же именем, что и исходный файл, только с расширением **.bak*, чтобы отличить его от исходного файла.

Координаты и сетки

На рабочем поле существует точка начала координат (белая окружность с перекрестием), которая служит началом отсчета для линейек, расположенных над рабочим полем и слева от него:

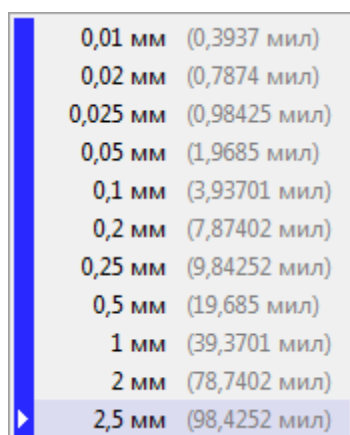
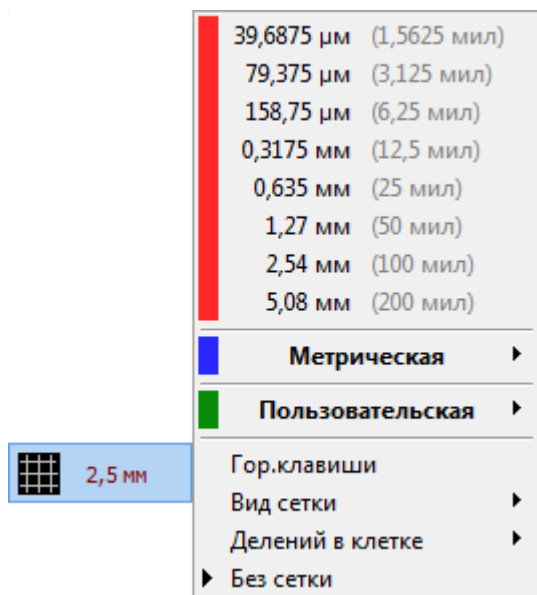


Текущие координаты курсора показаны в виде красных полосок на линейках и в виде числовых значений в нижнем левом углу главного окна программы:

X: 15,573 мм
Y: 1,704 мм

Sprint Layout позволяет работать с двумя видами единиц измерения - дюймовой (используются мили - тысячные доли дюйма) и метрической (используются миллиметры - тысячные доли метра).

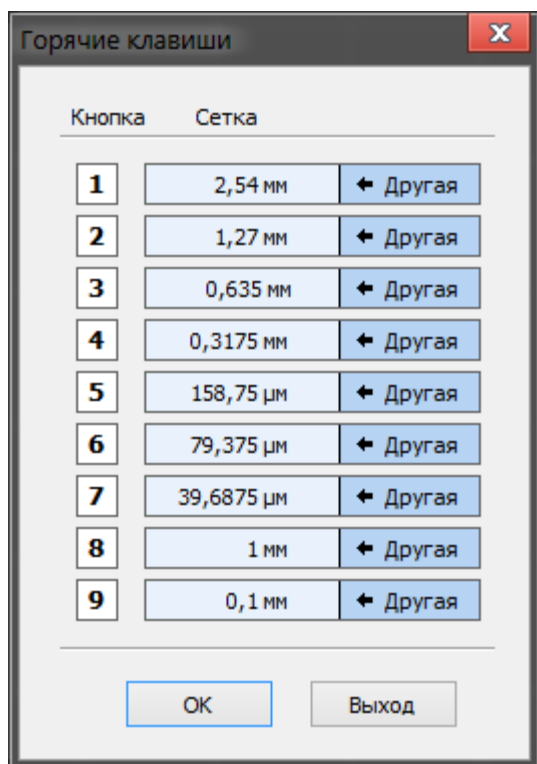
Все ключевые узлы графических элементов по умолчанию привязаны к выбранному шагу сетки. Настройки сетки производятся при помощи кнопки на левой панели:



Производителем заданы некоторые наиболее распространенные шаги сетки как для дюймовых, так и для метрических единиц измерения. Но можно без проблем добавить любой другой шаг, выбрав строчку меню "Пользовательская" и введя необходимую величину.

Есть возможность выбрать вид сетки - в виде точек или в виде линий, указать через какое количество шагов линия сетки будет утолщена или вовсе отключить отображение сетки. В случае выбора последнего пункта привязка элементов к выбранному шагу сетки не исчезает, отключается лишь отображение линий сетки.

Также существует девять горячих клавиш, на которые можно назначить часто используемые шаги сетки. Их настройка вызывается выбором пункта "Горячие клавиши" в меню сеток:



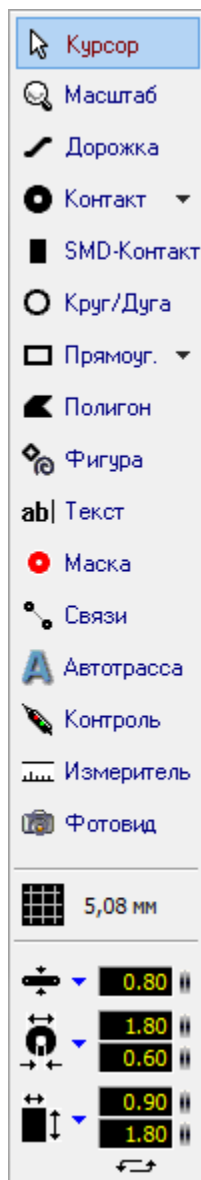
Переопределения значения горячей клавиши производится нажатием на кнопку "Другая".

Курс по Sprint Layout 6. Часть 2 - Функции рисования. Макросы и библиотека КОМПОНЕНТОВ

Функции рисования

В первой части курса [Sprint Layout](#) мы познакомились с интерфейсом программы. Вторую часть курса начнем с того, что рассмотрим какие же функции предоставляет программа для рисования плат.

Все элементы расположены на панели слева.



Рассмотрим их.

Курсор



Горячая клавиша "Esc".

Инструмент "по-умолчанию". Используется для выбора элементов на рабочем поле. Сброс любого инструмента в "Курсор" производится нажатием на правую кнопку мыши.

Масштаб



Горячая клавиша "Z".

Курсор принимает вид лупы. Нажатием на левую кнопку мыши на рабочем поле происходит увеличение масштаба платы, на правую - уменьшение.

Также с зажатой левой кнопкой мыши можно выбрать участок платы, который необходимо увеличить.

Дорожка

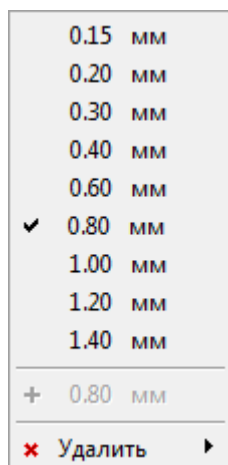


Горячая клавиша "L".

Инструмент для рисования дорожки заданной ширины. Значение ширины (в мм) задается перед началом рисования в специальном поле ниже:



Кнопка слева открывает подменю часто используемых, так называемых "любимых" ширин дорожек. Можно добавить новое значение или удалить существующее:

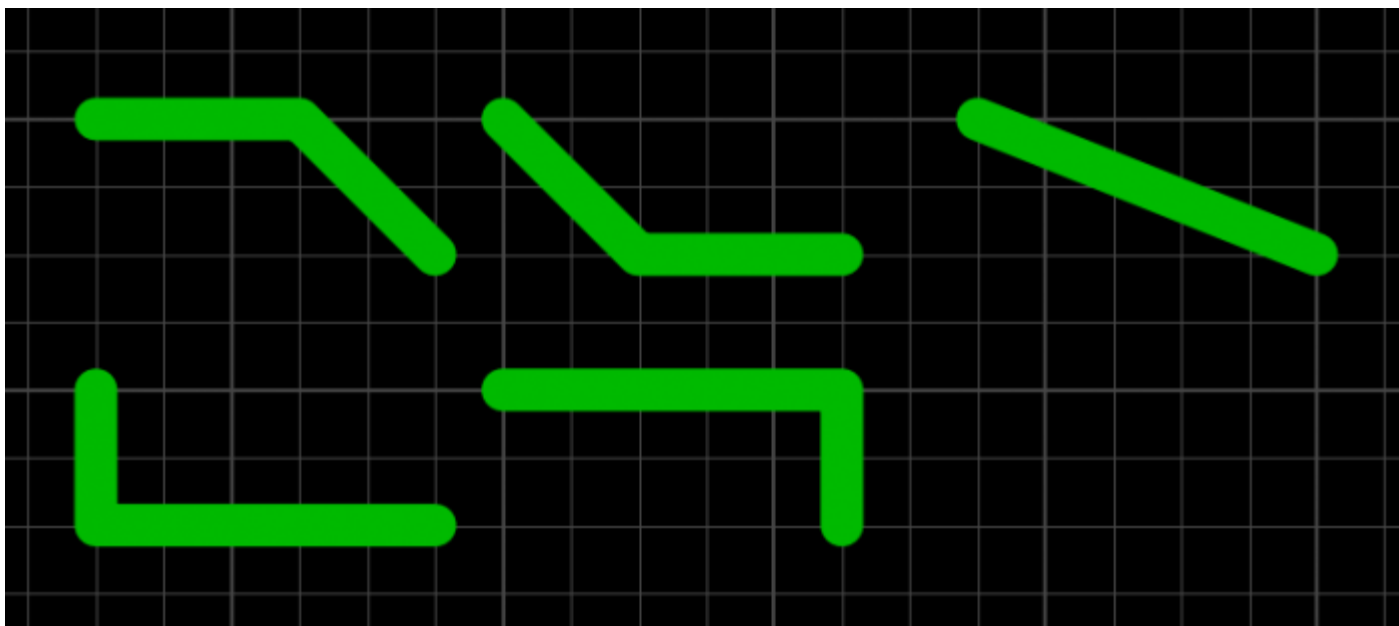


Примечание - Пункт добавления нового значения становится активным лишь в случае, если текущего значения ширины дорожки нет в списке.

После установки ширины, выбрав инструмент "Дорожка", можно приступать непосредственно к рисованию дорожки. Для этого в рабочем поле следует выбрать точку, откуда будет начинаться линия, щелкнуть левой кнопкой мыши и вести линию в точку, где она должна заканчиваться.

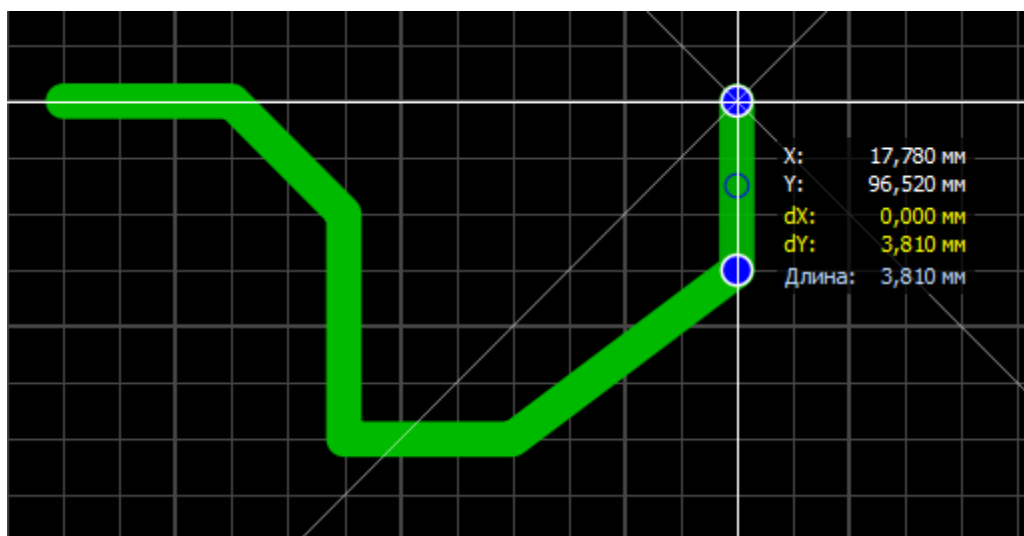


Вид изгиба дорожки перебирается нажатием клавиши "Пробел". Доступны пять вариантов:



При нажатии клавиши "Пробел" с зажатой клавишей "Shift" перебор осуществляется в обратном порядке.

В процессе рисования можно при необходимости фиксировать линию нажатием на левую кнопку мыши, формируя тем самым необходимую форму дорожки.

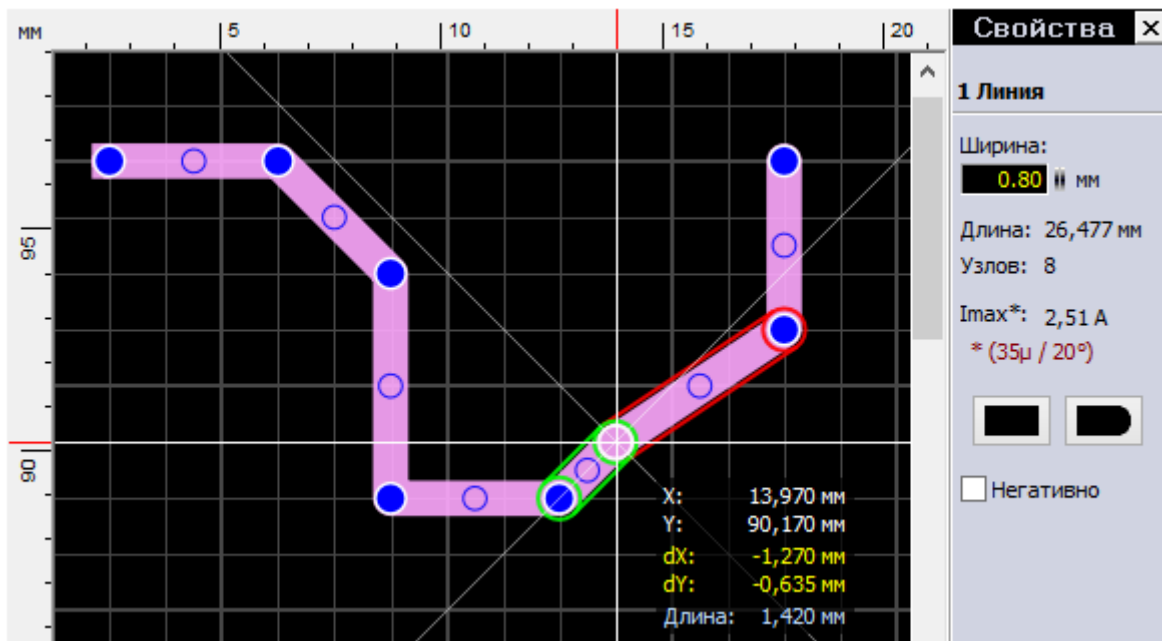


Значение длины отображается для последних не зафиксированных сегментов.

Зажав клавишу "Shift" можно временно сделать шаг сетки в два раза меньше, а зажав "Ctrl" - отключить привязку курсора к сетке.

Зафиксировав последнюю точку дорожки, можно закончить рисование дорожки нажав на правую кнопку мыши. Дорожка завершается и курсор готов к рисованию следующей дорожки.

При выборе нарисованной линии она подсвечивается розовым цветом и панель свойств меняет вид, отображая параметры дорожки:



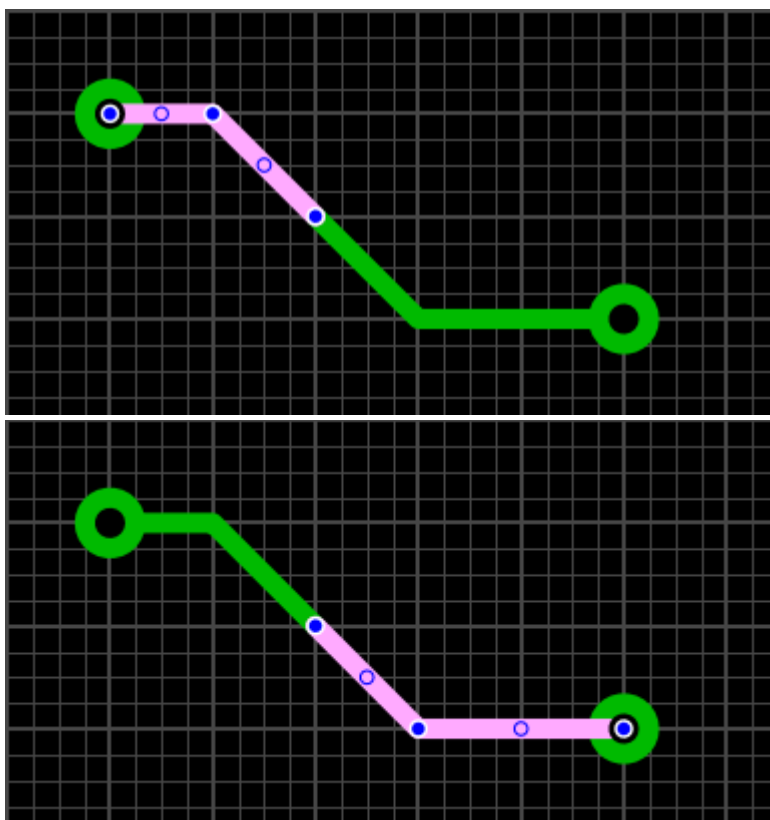
В этой панели можно изменить значение ширины линии, посмотреть ее длину, количество узлов и подсчитанный максимально допустимый ток.

Примечание - Параметры расчета (толщина слоя меди и температура) настраиваются в разделе " I_{max} " основных настроек программы (см. [первую часть цикла](#)).

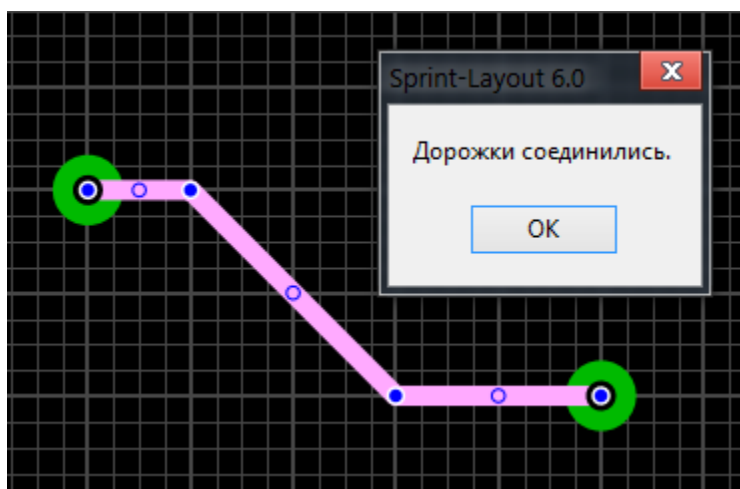
Синими кругами отображены узлы дорожки. А еще в середине каждого сегмента дорожки видны синие окружности - так называемые виртуальные узлы. Потянув за них курсором мыши можно превратить их в полноценный узел. Обратите внимание, что в процессе редактирования один сегмент подсвечивается зеленым цветом, а другой - красный. Зеленый цвет означает то, что сегмент расположен горизонтально, вертикально или под углом 45°.

Концы дорожек по умолчанию круглые, но на панели свойств имеются две кнопки, делающие их прямоугольными (обратите внимание на левый конец дорожки).

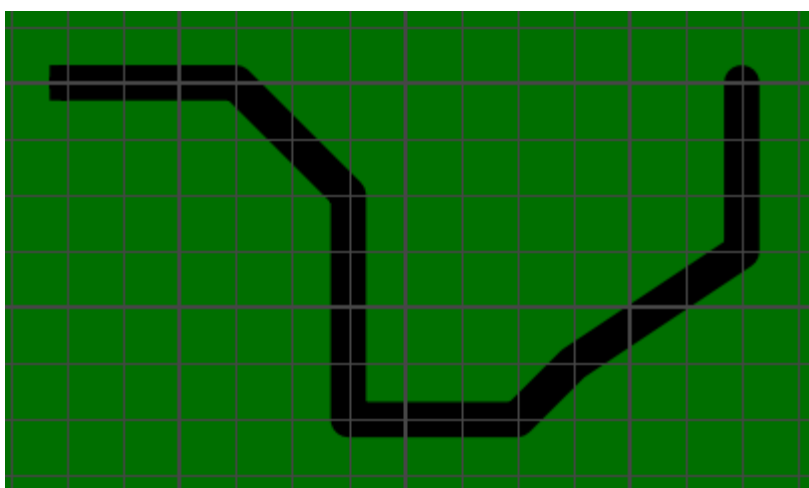
Если одна трасса представлена на плате двумя отдельными дорожками и их конечные узлы расположены в одной точке, то дорожки можно соединить.



Для этого следует щелкнуть правой кнопкой мыши по конечному узлу и выбрать в контекстном меню пункт "Соединить линию". Трасса станет цельной.



Галочка "Негативно" формирует из дорожки вырез на полигоне Авто-земли:

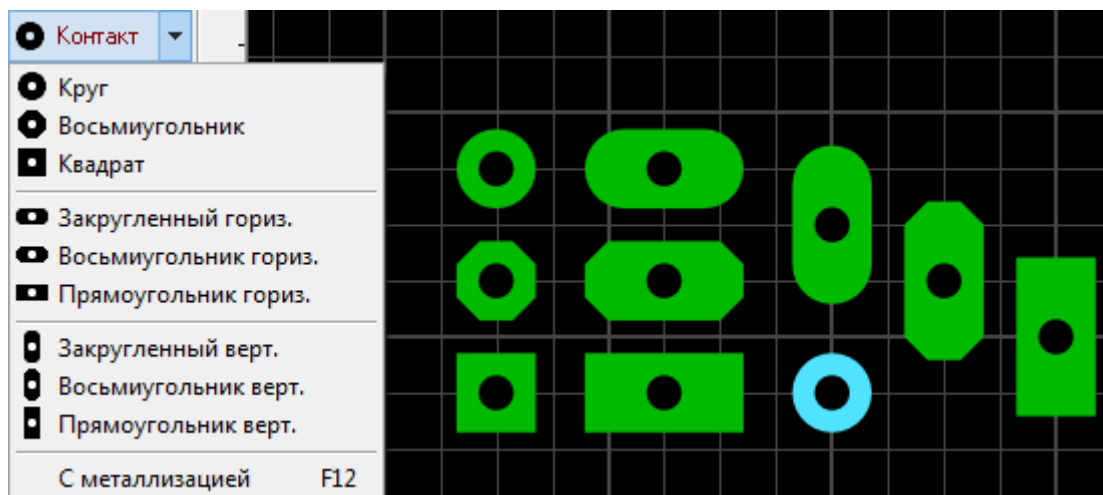


Контакт



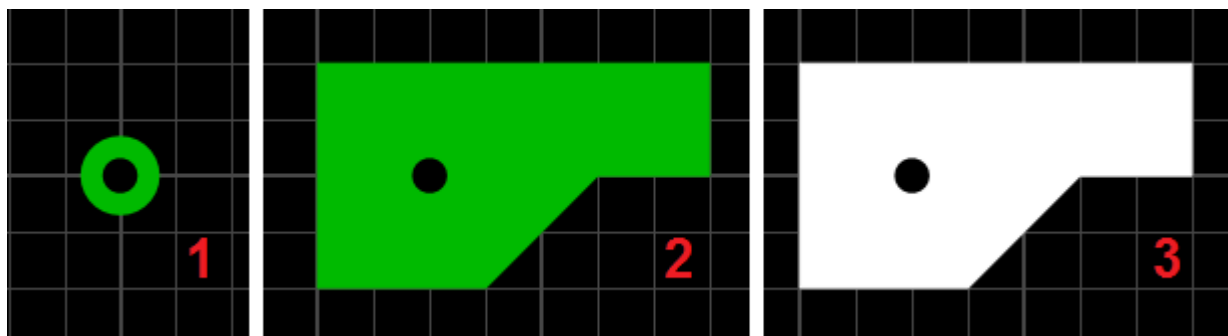
Горячая клавиша "P".

Инструмент создания контактных площадок для выводов компонентов. Нажатием на маленький треугольник слева открывается меню контактов, где можно выбрать необходимую форму контакта:

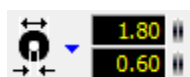


Пункт "С металлизацией" делает контактную площадку на всех слоях меди, а отверстие металлизированным. При этом цвет контакта с металлизированным отверстием отличается от не металлизированных (обратите внимание на круглый голубой контакт). Горячая клавиша F12 включает/отключает металлизацию у любого выбранного контакта.

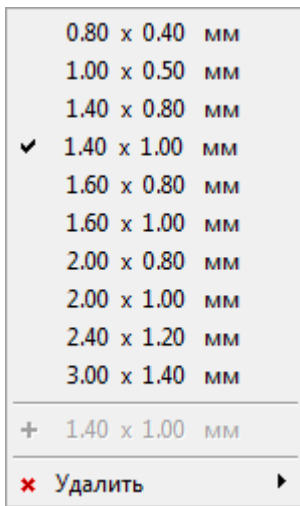
Формы контактных площадок не ограничиваются этим списком - их можно сделать любой формы. Для этого необходимо разместить обычный контакт (1), а вокруг него нарисовать площадку нужной формы (2). Причем следует не забывать о маске - необходимо вручную открыть от нее весь контакт (3) (о маске см. ниже).



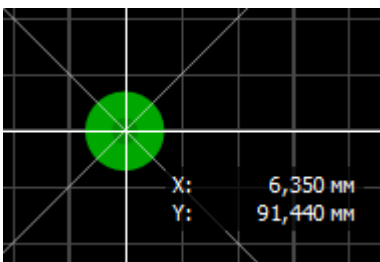
Как и у инструмента "Дорожка" у данного инструмента внизу есть свои настройки:



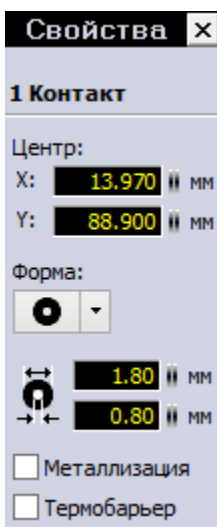
Верхнее поле задает диаметр контактной площадки, нижнее - диаметр отверстия. Кнопка слева открывает подменю часто используемых размеров контактов. Можно добавить новое значение или удалить существующее:



Задав необходимые значения, выбираем инструмент "Контакт" и левым щелчком мыши выполняем размещение контакта в нужной точке рабочего поля.

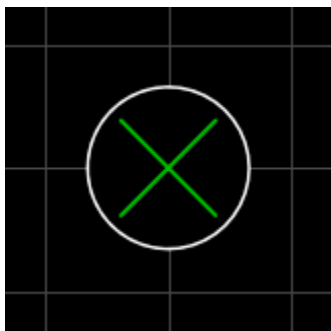


Параметры любого выбранного контакта (или группы контактов) всегда можно изменить на панели свойств:



Последний пункт с галочкой включается термобарьер у контакта. Подробнее рассмотрим эту функцию в следующей части курса.

Если контактная площадка не имеет гарантийного пояса, т.е. диаметр отверстия равен диаметру контактной площадки, то она отображается следующим образом:

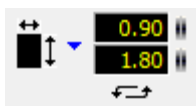


SMD-контакт

■ SMD-Контакт

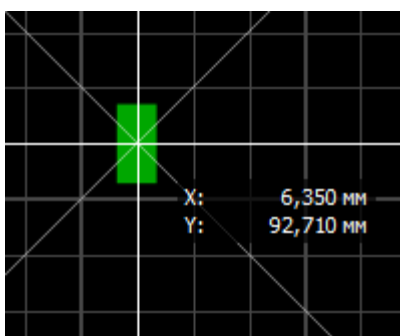
Горячая клавиша "S".

Инструмент создания прямоугольных контактов для компонентов поверхностного монтажа. Настройки:



Справа поля для ввода значений ширины и высоты контакта. Под ними кнопка смены значений в этих двух полях. Кнопка слева открывает подменю часто используемых размеров контактов.

Задав необходимые размеры и выбрав данный инструмент, контакт можно размещать на рабочем поле:



Для SMD-контакта также доступна функция термобарьера на панели свойств, с тем лишь отличием, что настраивается она только на одном слое.

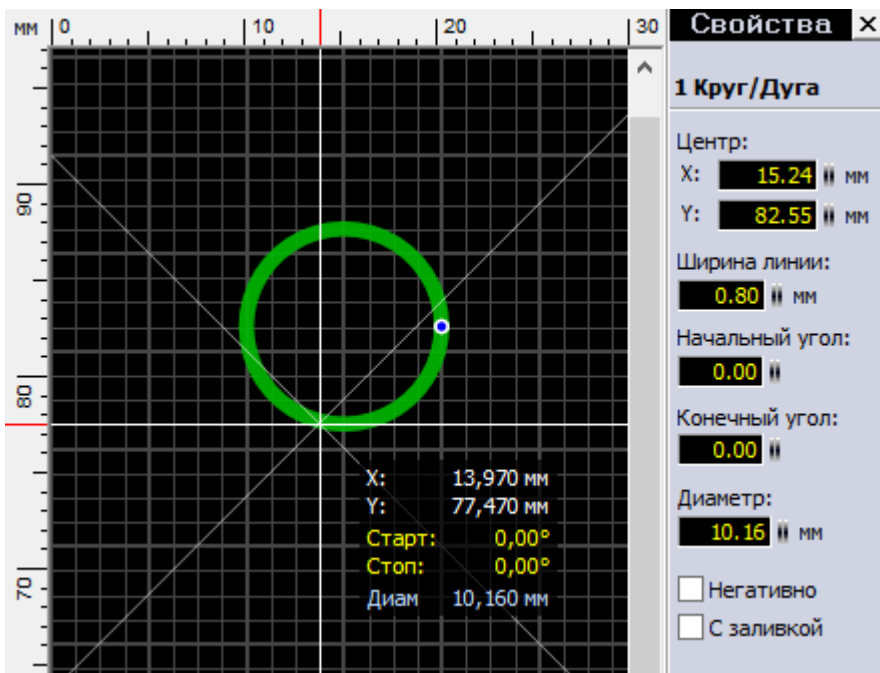
Круг/Дуга

Горячая клавиша "R".

○ Круг/Дуга

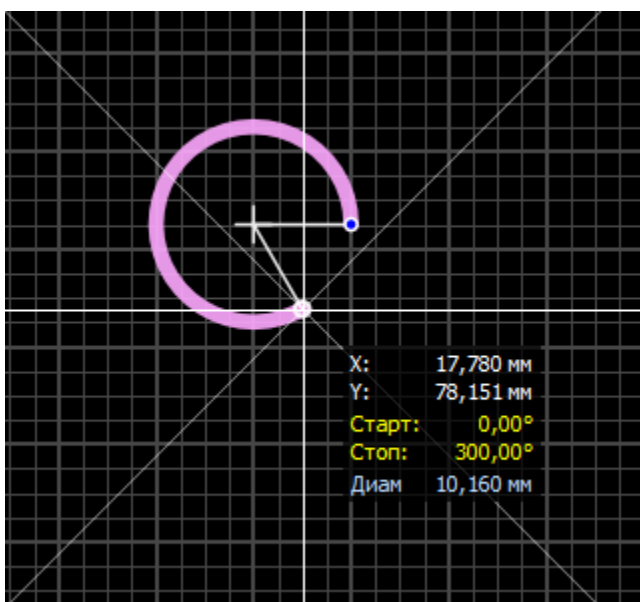
Примитивы - окружность, круг, дуга.

Выбираем точку размещения и зажав левую кнопку мыши двигаем курсор в сторону, задавая тем самым диаметр окружности.



Заметьте, что панель свойств в процессе рисования содержит информацию о создаваемой окружности. Отпустив левую кнопку мыши, мы завершим создание окружности. Выделив ее инструментом "Курсор" мы сможем редактировать свойства окружности в панели свойств - в частности задать координаты центра, ширину линии и диаметр, а также углы начальной и конечной точек, если хотим превратить окружность в дугу.

Превратить окружность в дугу также можно потянув курсором за единственный имеющийся на окружности узел:



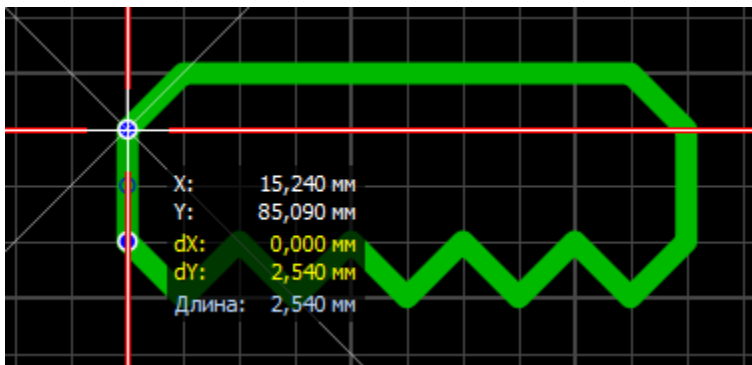
Галочка "С заливкой" делает из окружности круг, заливая внутреннюю область, а "Негативно" по аналогии с дорожкой превращает элемент в вырез на полигоне Авто-земли.

Полигон

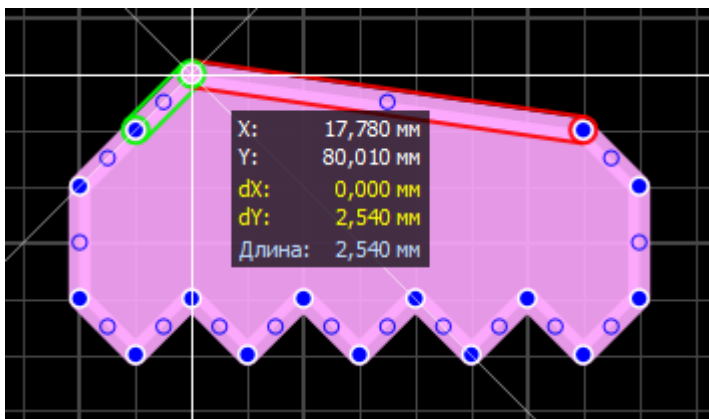


Горячая клавиша "F".

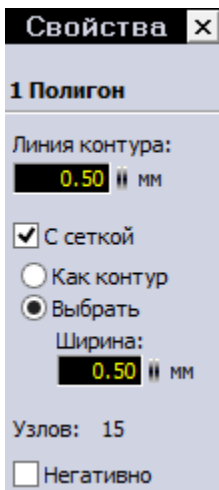
Инструмент создания участков любой формы. Рисование происходит дорожкой с заданной шириной:



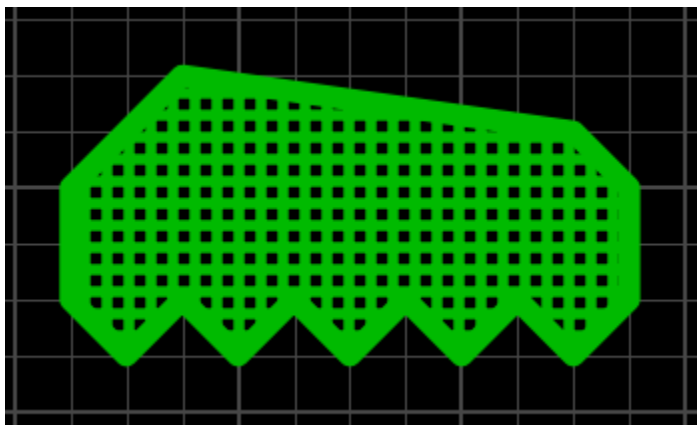
После завершения полигон отображается с заливкой и, при его выборе, возможно редактирование узлов (так же как в инструменте "дорожка"):



Панель свойств содержит еще некоторые настройки:



Можно изменить ширину линии контура, увидеть количество узлов, сделать из полигона вырез на заливке Авто-земли (галочка "Негативно"), а также изменить вид заливки полигона со сплошного на сетчатый.



Толщину линий сетки можно оставить как у контура полигона, либо задать свое значение.

Текст

ab| Текст

Горячая клавиша "Т".

Инструмент создания текстовых надписей. При его выборе открывается окно настроек:

Ввод текста

Текст: Текст

Высота [мм]: 1

Толщина: Тонкий Норма Жирный

Стиль: Узкий Норма Широкий

Поворот на: 0° 90° 180° 270°

Зеркально по: горизонтали вертикали

Автоматически: Добавлять после текста номер

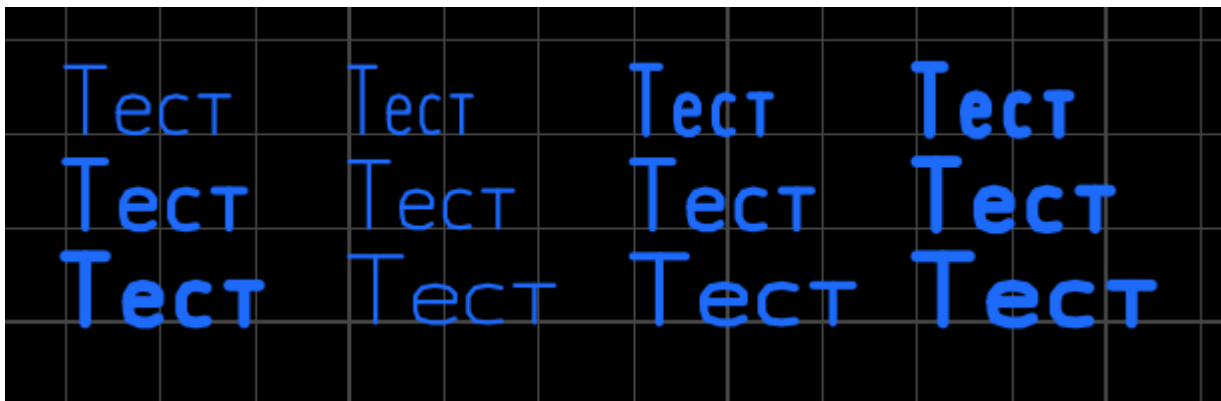
Начиная с: 0

OK

Выход

- **Текст** - поле ввода необходимого текста;
- **Высота** - высота строки текста;
- **Толщина** - три различных вида толщины текста;
- **Стиль** - стиль текста;
- **Поворот на** - повернуть текст на определенный угол;
- **Зеркально по** - отразить текст по вертикали или горизонтали;
- **Автоматически** - дополнительно добавлять номер после текста, начиная с определенного значения.

Три вида толщины текста и три вида стиля дают девять вариантов начертания (правда некоторые получаются одинаковыми):



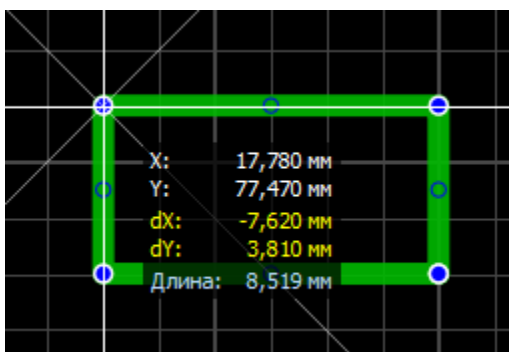
Примечание - По умолчанию минимально возможная толщина текста ограничена на уровне 0,15 мм. Если толщина получается слишком маленькой, то высота текста автоматически увеличивается. Это ограничение можно отключить в меню настроек программы (см. [первую часть цикла](#)).

Прямоугольник



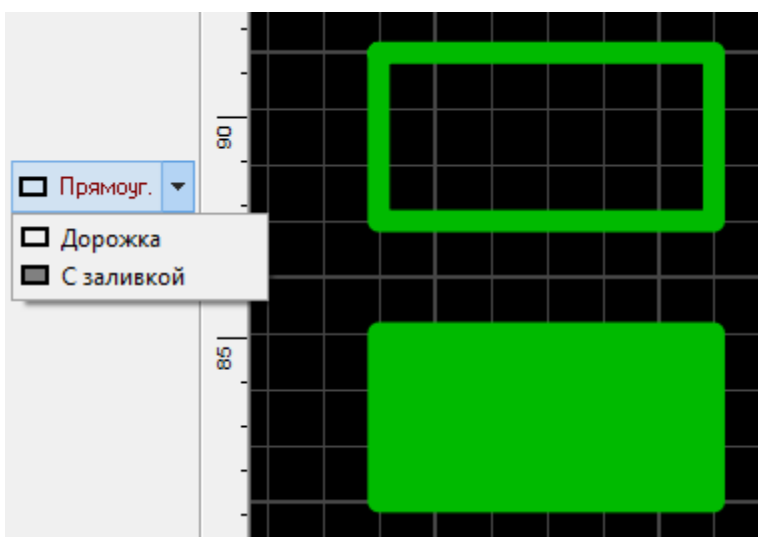
Горячая клавиша "Q".

Инструмент создания прямоугольного контура или прямоугольного полигона. Для рисования следует щелкнуть левой кнопкой мыши в рабочем поле и, не отпуская, вести курсор в сторону, задавая форму прямоугольника.



Создание прямоугольника завершится после того как кнопка будет отпущена.

Как я уже сказал, доступны два вида прямоугольников - в виде контура из дорожек и с заливкой.



Причем прямоугольник в виде контура есть ни что иное как обыкновенная дорожка, проложенная в форме прямоугольника, а прямоугольник с заливкой - полигон. Т.е. после создания редактировать их можно как дорожку и полигон соответственно.

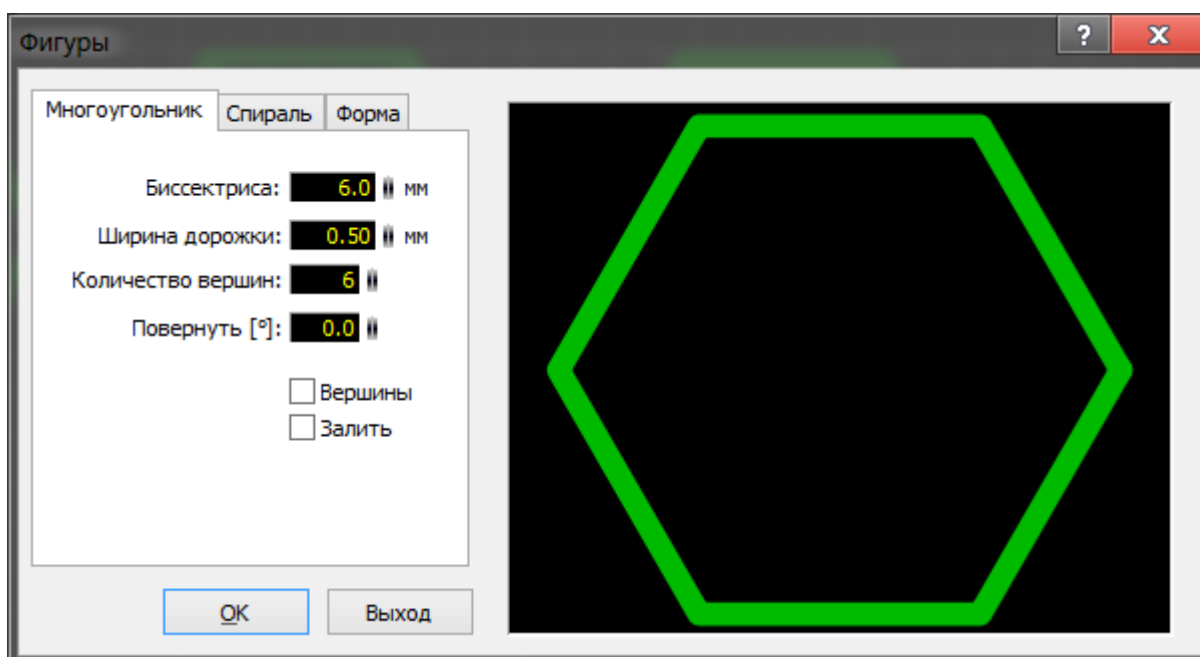
Фигура

Горячая клавиша "N".



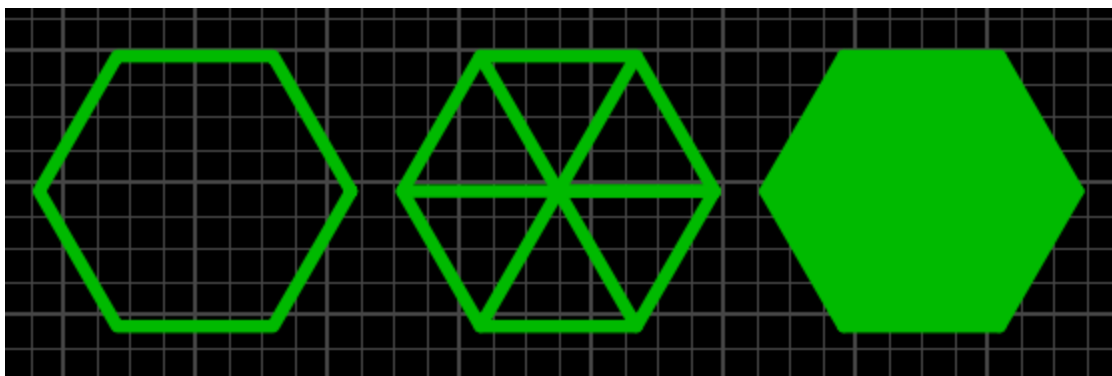
Инструмент создания специальных фигур.

Первый вид фигуры - **правильный многоугольник**:



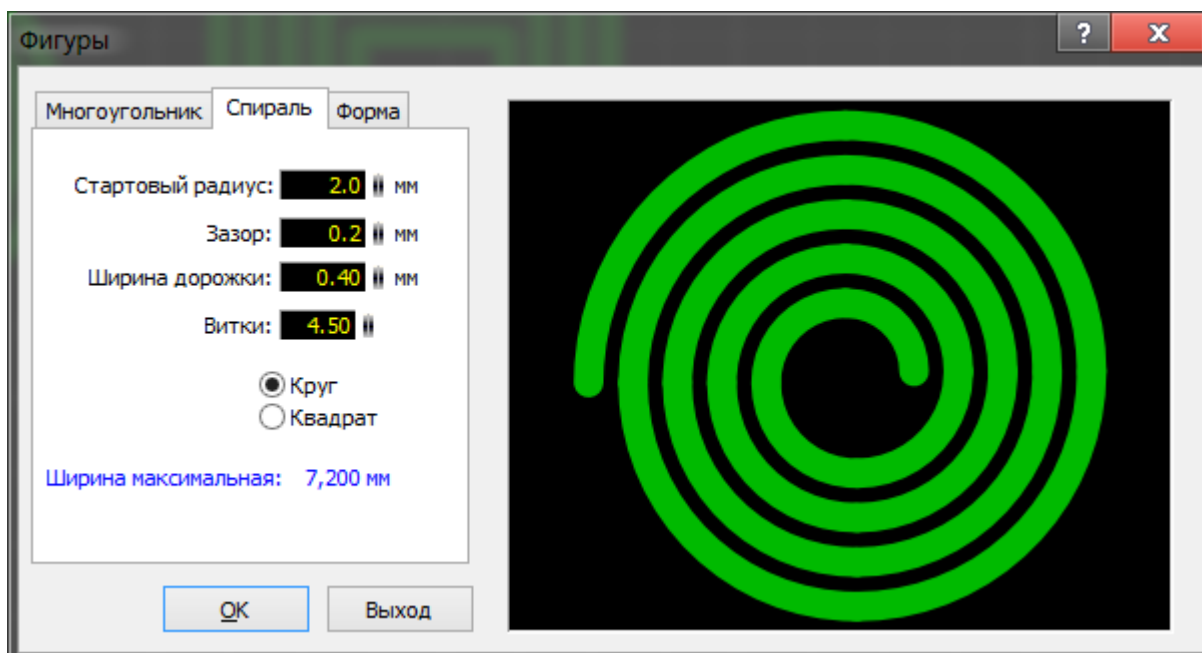
Доступны настройки биссектрисы - расстояния от центра до вершин, ширины дорожки, количества вершин, угла поворота.

Галочка "Вершина" соединяет противоположные вершины между собой (средний рисунок), "Залить" - закрашивает внутреннее пространство фигуры (правый рисунок):

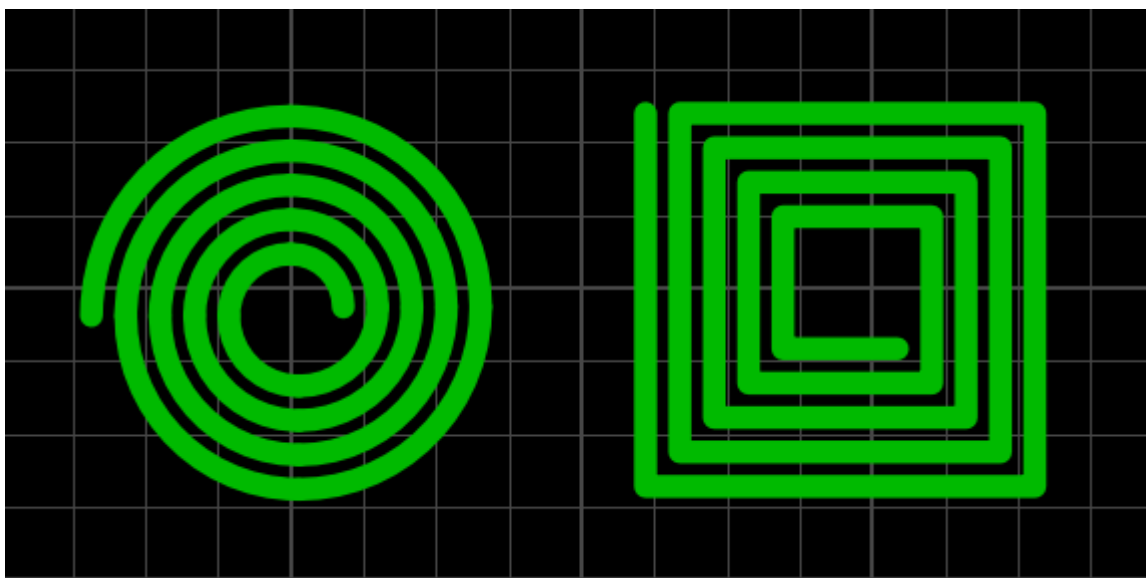


Следует отметить, что в результате получаются элементы состоящие из дорожек и полигона. Поэтому и редактируются они соответствующим образом.

Второй вид фигуры - **спираль**:

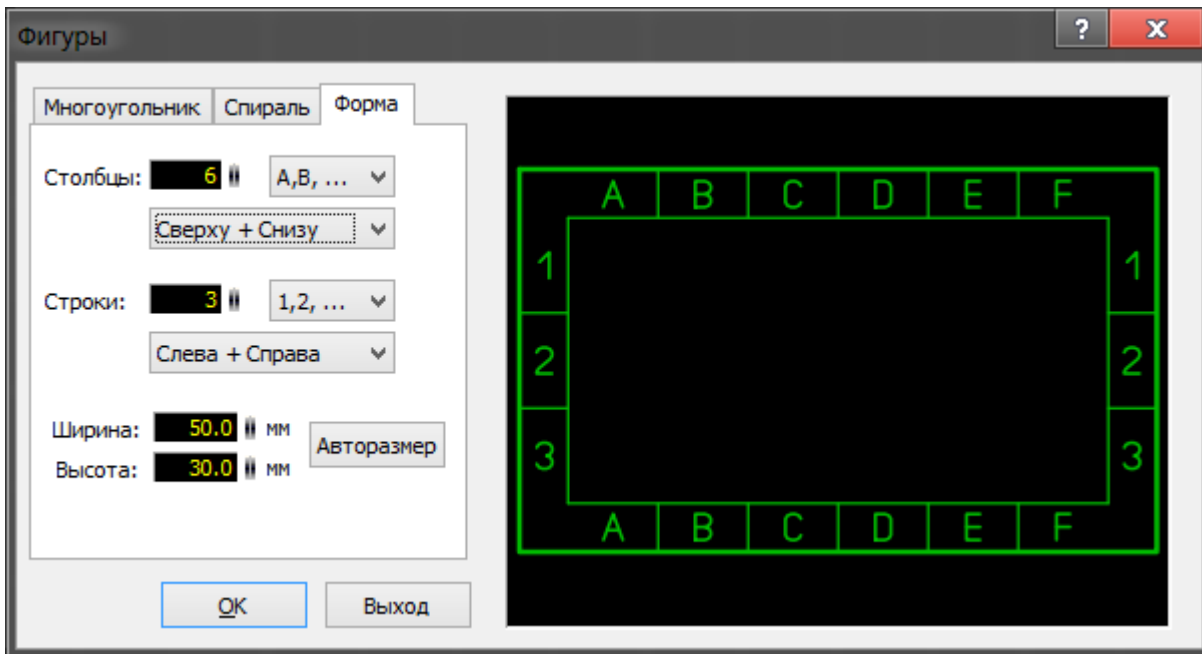


Задав параметры, можно создать круглую или квадратную спираль:

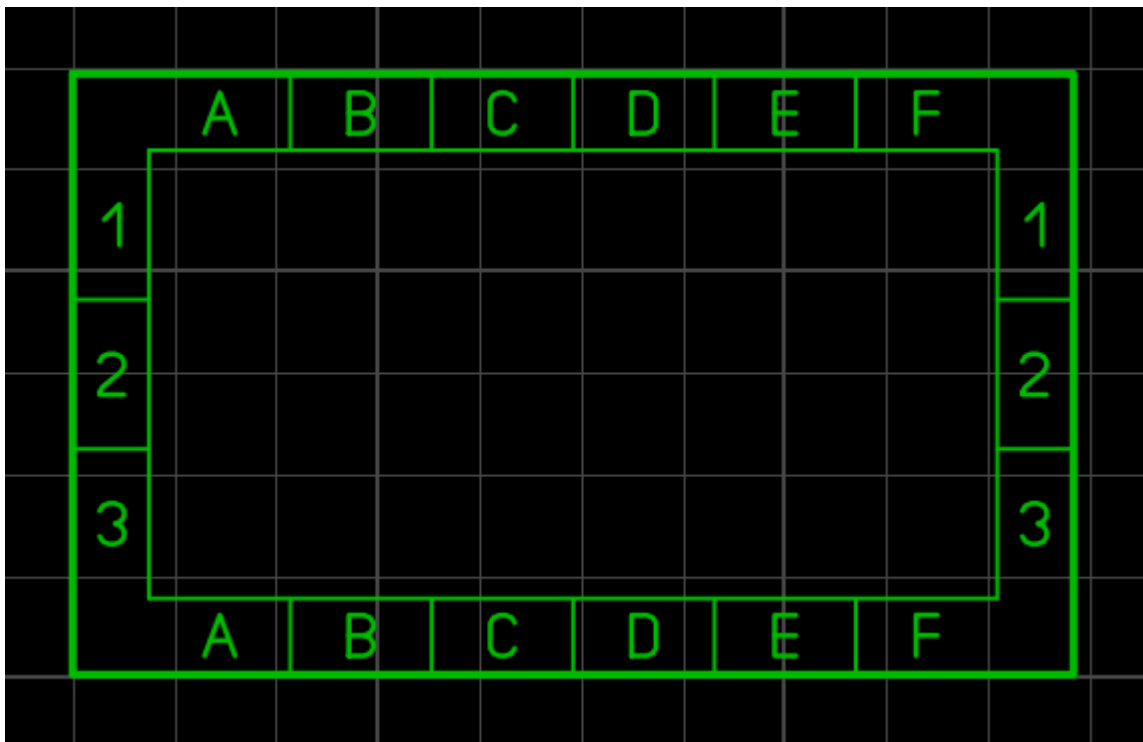


Круглая спираль состоит из четвертинок окружностей различных диаметров, а прямоугольная спираль - дорожка.

Третий вид фигуры - **форма**:



Настройки позволяют задать количество строк и столбцов, вид нумерации ее расположение и общие размеры формы. Результат:



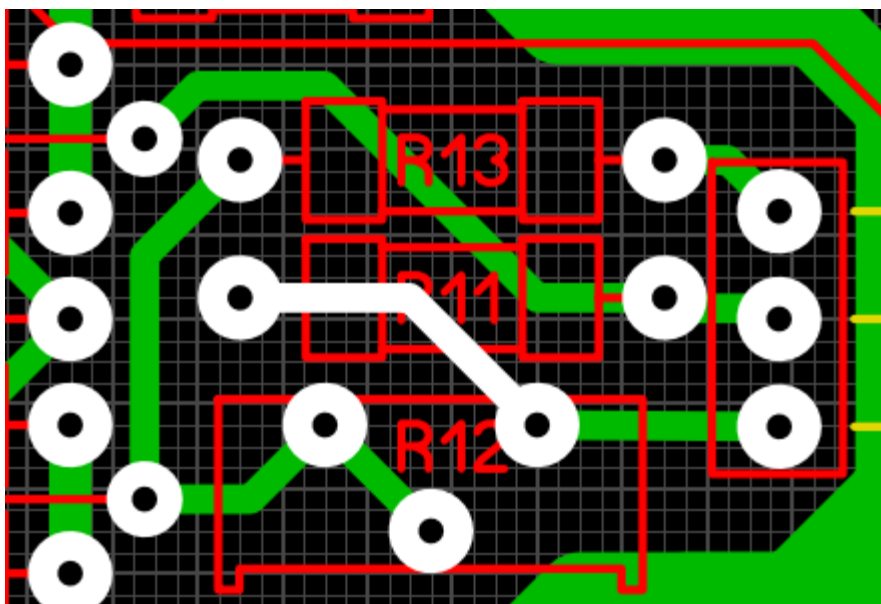
Форма также состоит из более простых примитивов - дорожка и текст.

Маска



Горячая клавиша "O".

Инструмент для работы с паяльной маской. При его использовании плата меняет расцветку:



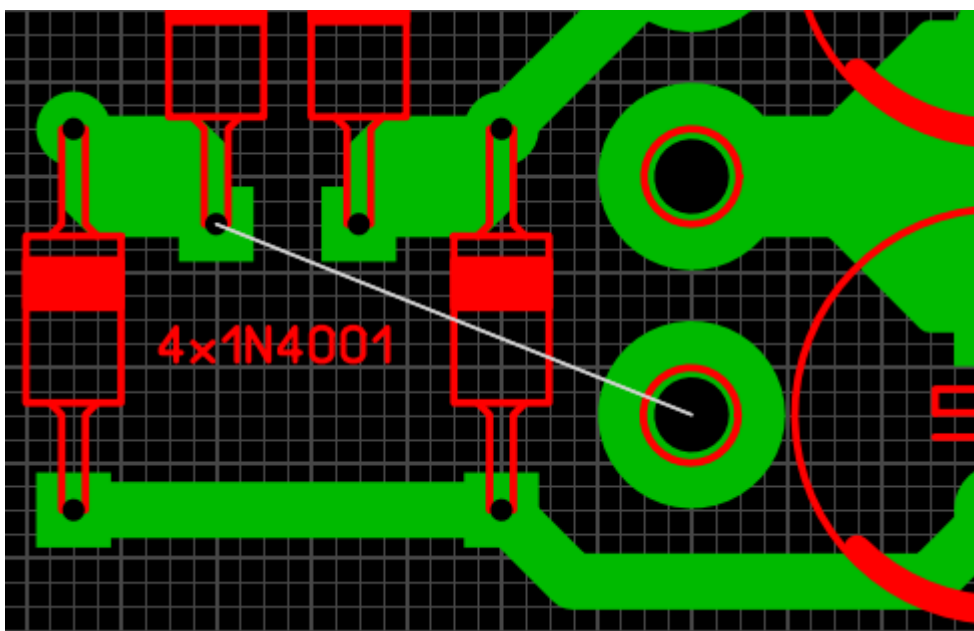
Белый цвет элементов означает, что участок будет открыт от маски. По умолчанию от маски открыты только контактные площадки. Но нажатие левой кнопкой мыши по любому элементу текущего слоя меди открывает его от маски (на рисунке я открыл от маски дорожку в центре рисунка). Повторное нажатие обратно закрывает.

Связи



Горячая клавиша "С".

Инструмент позволяет установить виртуальную связь, нерывающуюся при перемещении или повороте компонентов, между любыми контактами на плате.



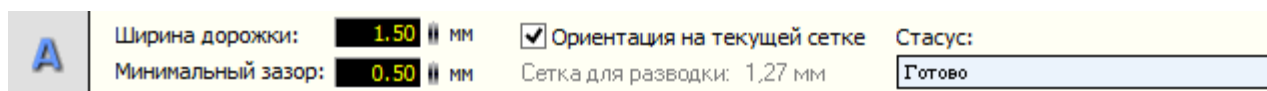
Для удаления связи нужно щелкнуть по ней левой кнопкой мыши при активном инструменте "Связь".

Автотрасса

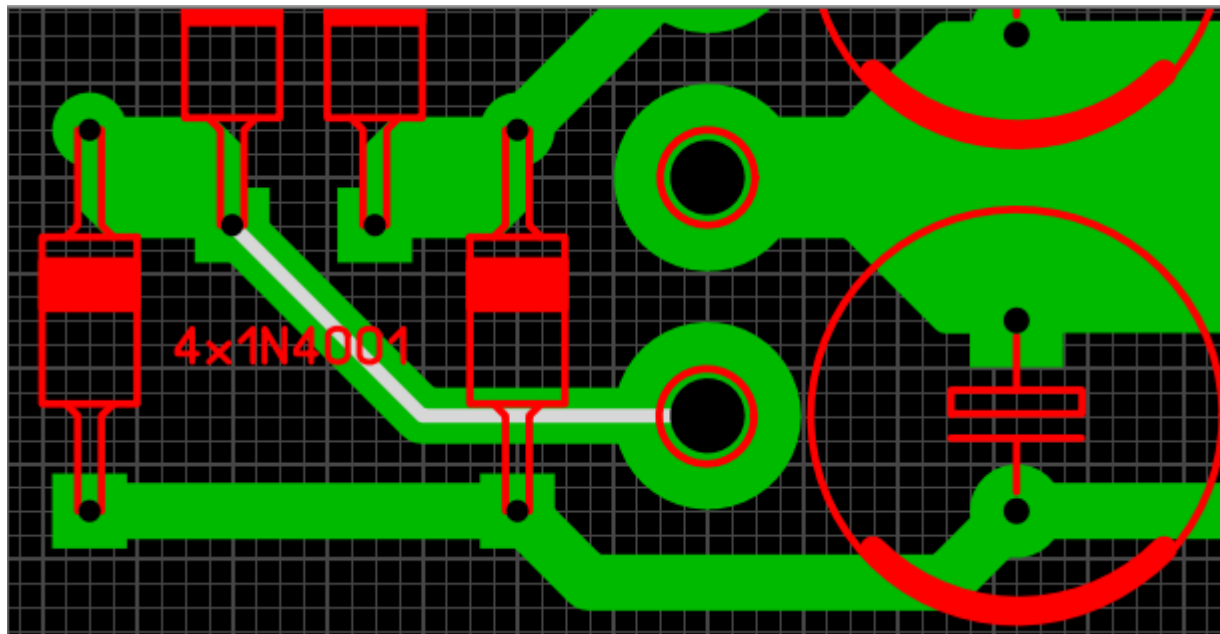


Горячая клавиша "A".

Примитивный автотрассировщик. Позволяет трассировать расставленные "Связи".



Для этого следует задать параметры трассировки (ширину дорожки и зазор) и, наведя курсор на связь (она подсветится), щелкнуть левой кнопкой мыши. Если возможность прокладки трассы с заданными параметрами имеется, то она будет проложена:



При этом автоматически проложенная трасса будет отображаться с серой линией по центру дорожки. Это позволяет отличить их от трасс, проложенных вручную.

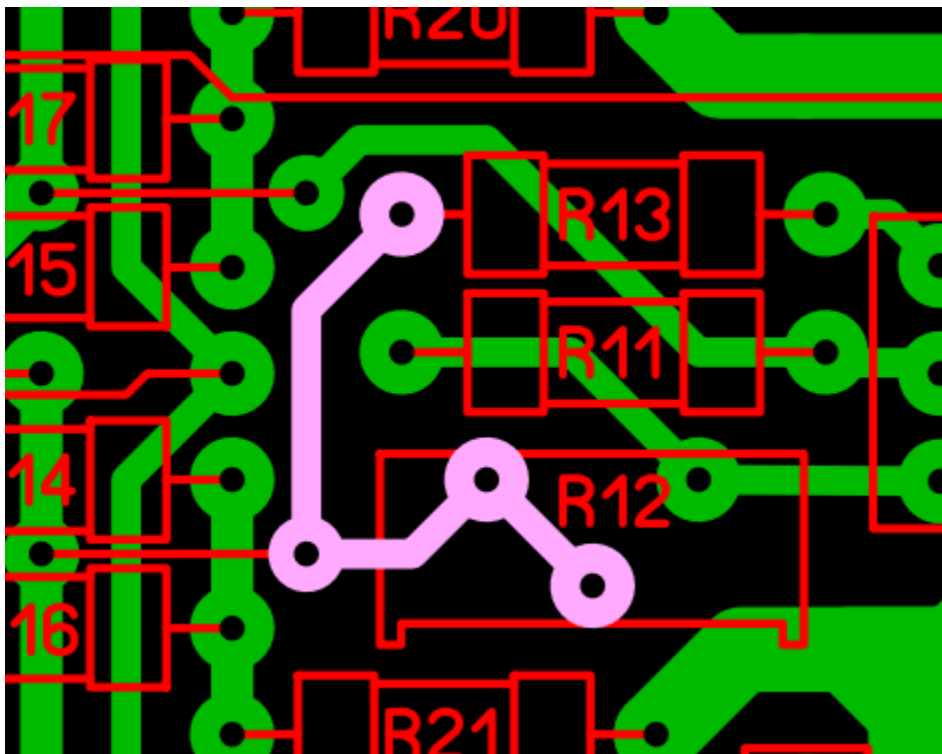
Повторный щелчок левой кнопкой мыши при активном инструменте "Автотрасса" по автоматически разведенной трассе удаляет ее и возвращает связь контактов.

Контроль



Горячая клавиша "X".

Инструмент позволяет увидеть разведенную цепь целиком, подсветив ее:



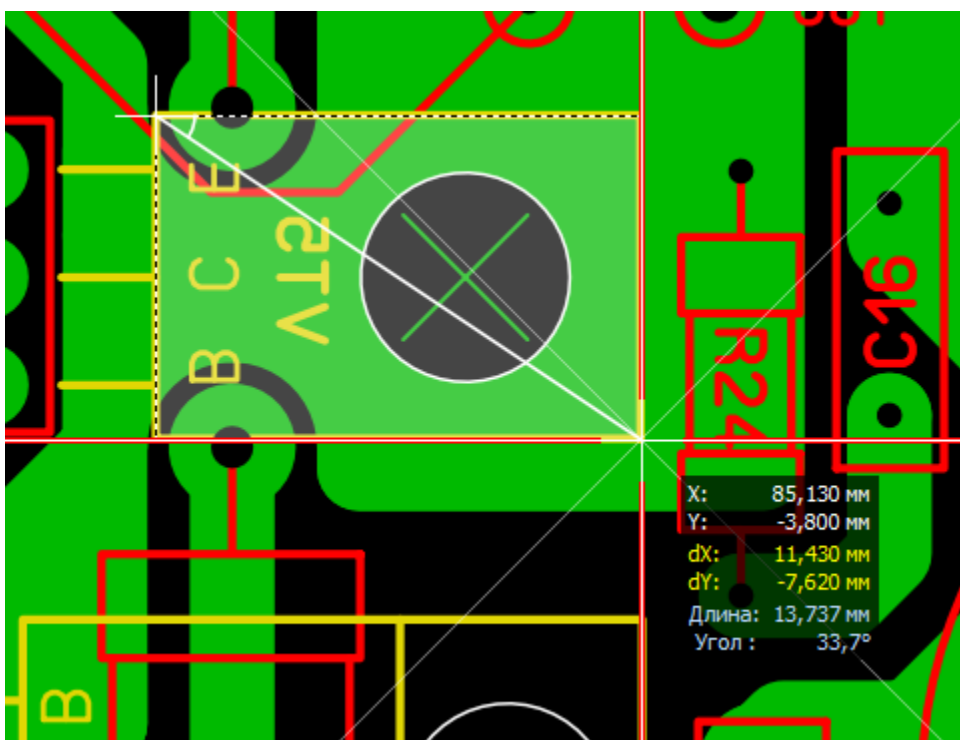
Примечание - в первой части курса я описывал настройку вида этой подсветки: мигающий/не мигающий Тест-режим.

Измеритель

 Измеритель

Горячая клавиша "M".

Зажатой левой кнопкой мыши выделяется прямоугольная область, а в специальном окне отображаются текущие координаты курсора, изменение координат по двум осям и расстояние между начальной и конечной точкой выделения, угол наклона диагонали прямоугольника выделения.

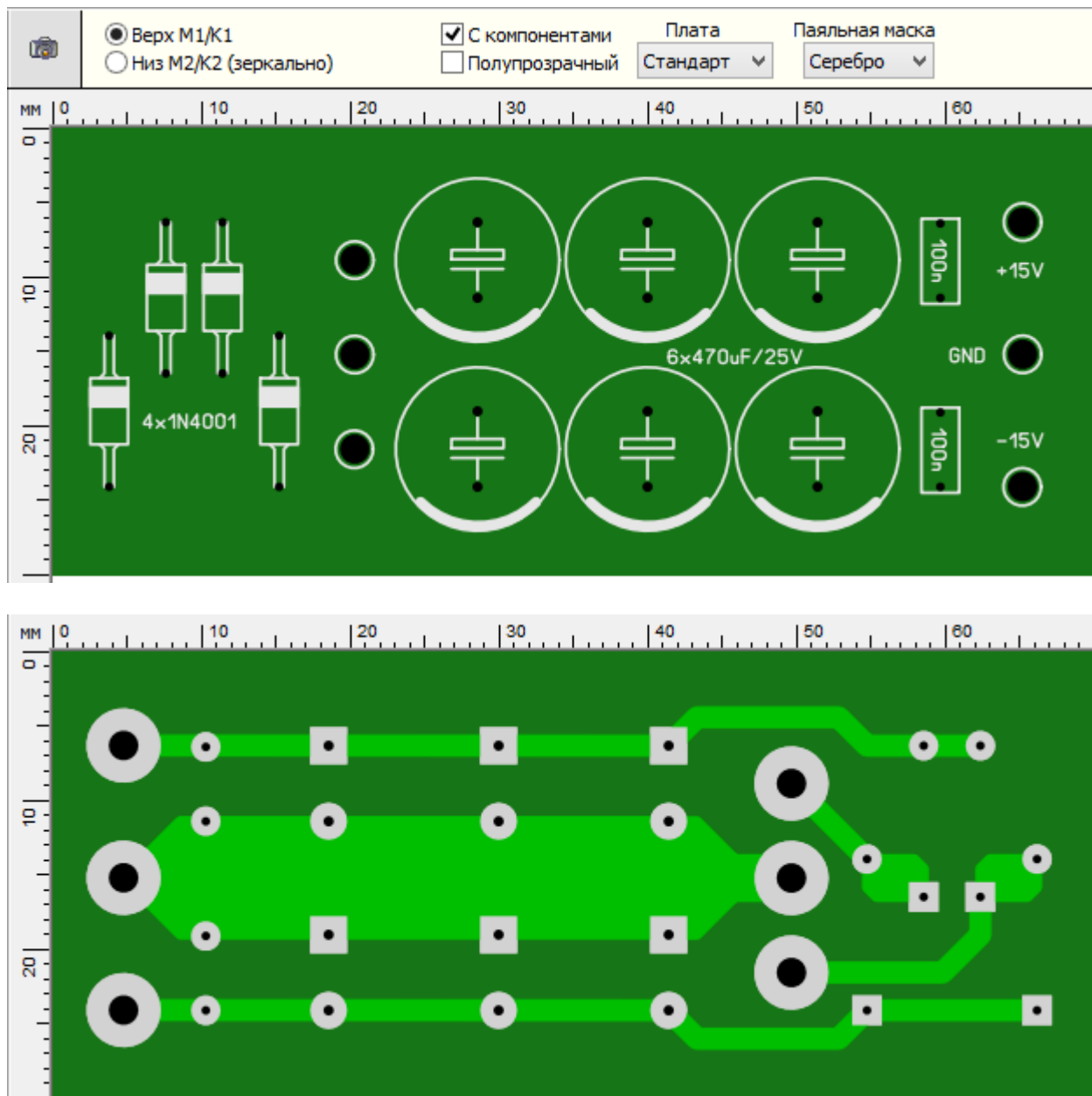


Фотовид

 Фотовид

Горячая клавиша "V".

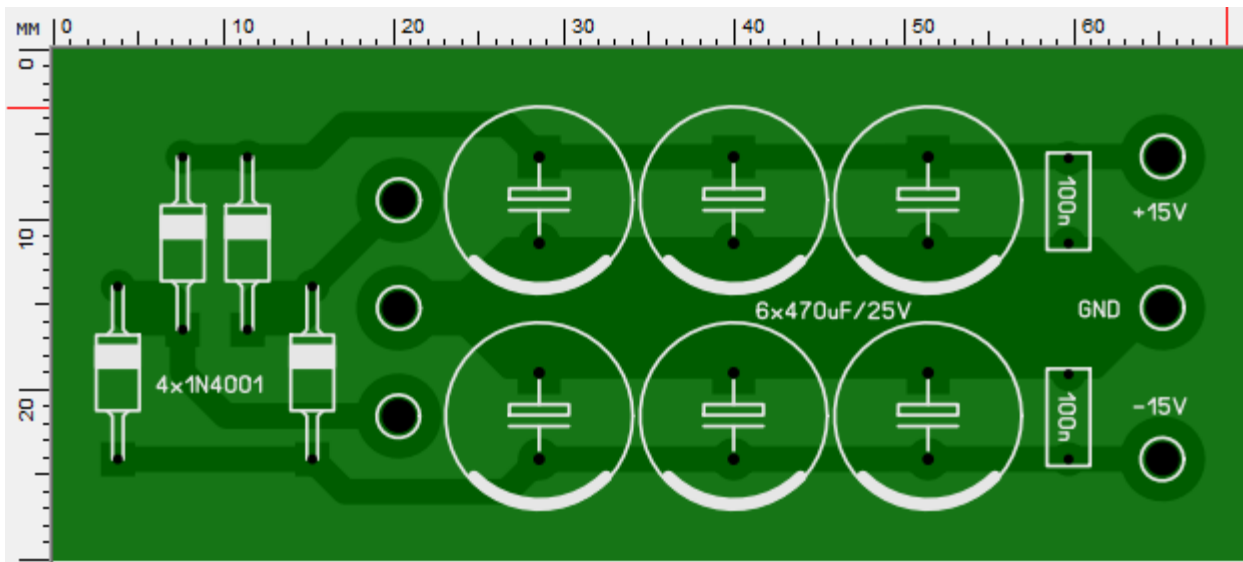
Удобный инструмент, позволяющий посмотреть как будет выглядеть плата после изготовления:



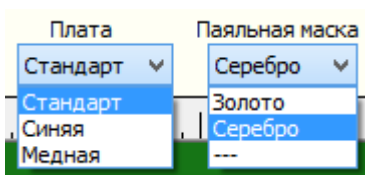
Переключатель "Верх/Низ" меняет сторону платы для отображения.

Примечание - Нижний слой при отображении зеркалится по сравнению с отображением при трассировке. Инструмент "Фотовид" работает аналогично тому, что если бы Вы крутили в руках готовую плату.

Галочка "С компонентами" включает отображение слоя маркировки, а галочка "Полупрозрачный" делает плату полупрозрачной - сквозь нее просвечивает нижний слой:



Два выпадающих меню - "Плата" и "Паяльная маска" меняют цвет маски и цвет непокрытых маской контактов:



Примечание - Пункт "---" отображает контакты в виде покрытых маской.

Макросы

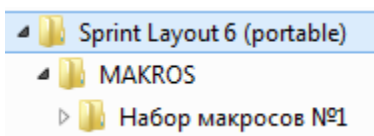
Макрос - это сохраненный участок платы, готовый к дальнейшему повторному использованию. В Sprint Layout в виде макросов организована библиотека посадочных мест компонентов.

После запуска программы по умолчанию справа открыта панель макросов. Открытием/закрытием этой панели управляет кнопка на панели инструментов в правой части окна:

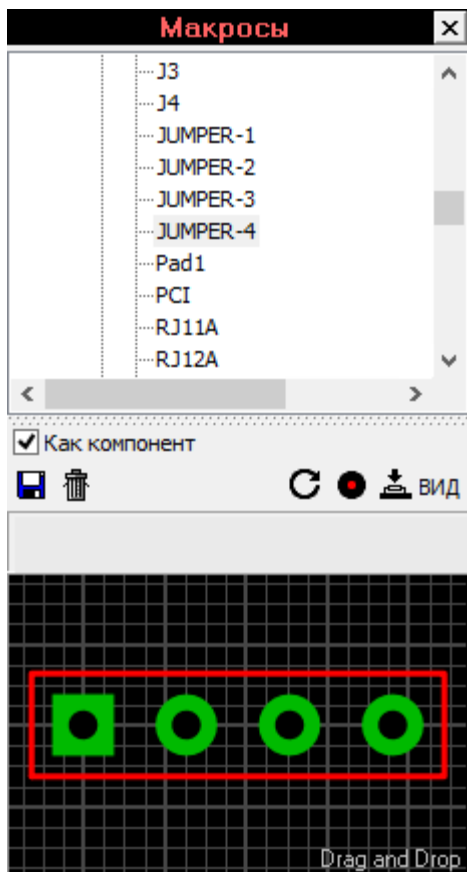


Пока эта библиотека пуста.

Для подключения скачанного набора макросов достаточно его распаковать и поместить в папку, указанную в настройках SL6 (см. [первую часть цикла](#)):



После этого программа, просканировав эту папку во время следующего запуска, отобразит макросы на панели:



Для удаления макроса из библиотеки достаточно его выбрать в дереве библиотеки и нажать на значок корзины рядом с кнопкой сохранения.

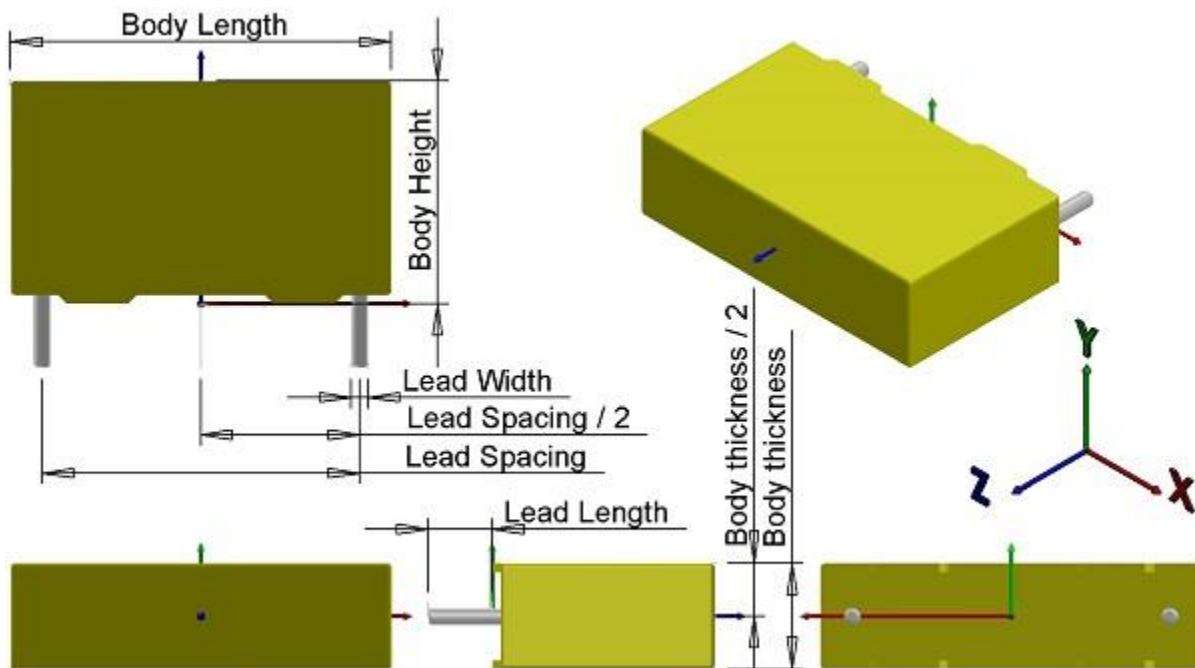


Чтобы отредактировать макрос, нужно вытащить его на рабочее поле, провести необходимые изменения и, выделив необходимые элементы, нажать на кнопку "Сохранить" и сохранить как новый макрос, задав ему имя (или заменить существующий).

IPC-7251 и IPC-7351

Хочется сказать несколько слов по поводу именования своих макросов. Существуют зарубежные стандарты IPC-7251 и IPC-7351, которые определяет размеры контактных площадок и виды посадочных мест для различных типовых корпусов. Но в нашем случае оттуда понадобятся рекомендации по именованию посадочных мест.

Рассмотрим на примере конденсатора на 100 нФ серии V32922 фирмы EPCOS:



Согласно стандарту IPC-7251, наименование его посадочного места будет формироваться следующим образом:

CAPRR + Межвыводное расстояние + W Толщина выводов + L Длина корпуса + T Толщина корпуса + H Высота корпуса

Следовательно, согласно даташиту имеем:

CAPRR_1500_W80_L1800_T500_H1050

CAPRR – Конденсатор (CAP), неполярный, с радиальными выводами (R), прямоугольный (R)

1500 – Межвыводное расстояние = 15.00mm

W80 – Толщина выводов = 0.80mm

L1800 – Длина корпуса = 18.00mm

T500 – Толщина корпуса = 5.00mm

Следующий параметр опционален - для Sprint Layout не имеет никакого значения:

H1050 – Высота корпуса = 10.50mm

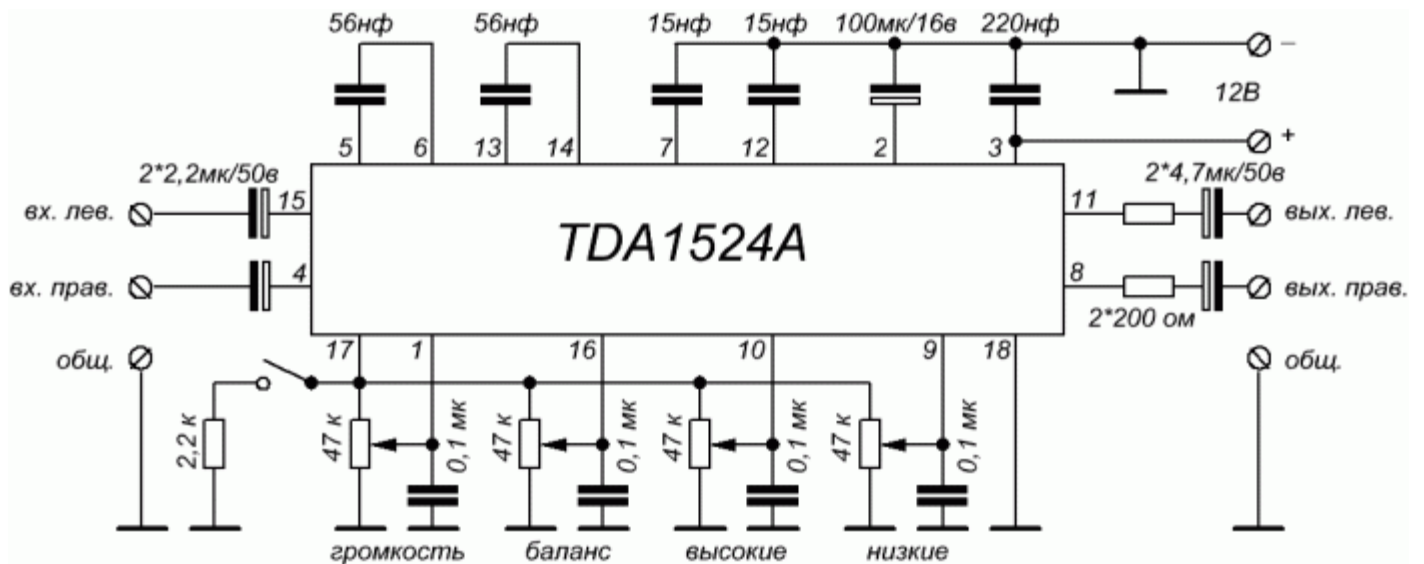
Таким образом такой тип именования после привыкания к нему позволит уже по имени макроса узнать информацию о посадочном месте и избежать путаницы в библиотеке.

Выдержки из стандартов я приложил к статье:

- Footprint Naming Convention. Surface Mount - для SMD-компонентов.
- Footprint Naming Convention. Through-hole - для выводных компонентов.

Создание макросов

В качестве наглядного примера выберем схему, для которой создадим библиотеку макросов. Пусть это будет простой регулятор тембра на микросхеме TDA1524A:



Внимательно рассмотрим схему и составим список компонентов, для которых нам понадобятся макросы:

1. Микросхема TDA1524A.
2. Постоянный резистор мощностью 0.25 Вт.
3. Переменный резистор.
4. Электролитические конденсаторы.
5. Пленочные конденсаторы.
6. Разъемы для подключения питания, а также для подключения источника сигнала и нагрузки.
7. Миниатюрный переключатель.

Процесс создания макроса состоит нескольких шагов:

1. Расстановка контактов.
2. Рисование графики для слоя маркировки.
3. Сохранение макроса в отдельный файл на диске.

Курс по Sprint Layout 6.

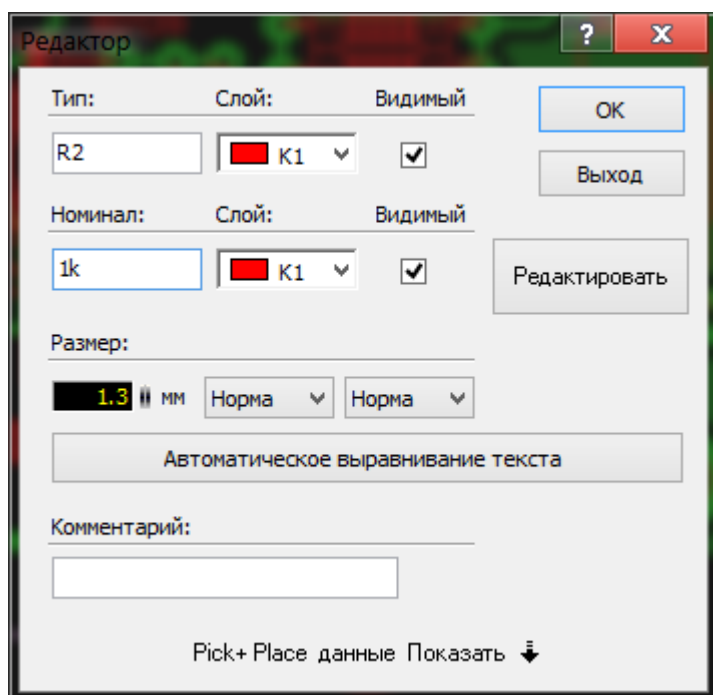
Часть 3 - Трассировка. Печать.

Список компонентов

В прошлой части курса мы познакомились с функциями рисования элементов печатной платы и макросами. Выбрали схему для трассировки и создали для нее набор макросов. В видеоролике я хочу показать пример трассировки, попутно объясняя возможности Sprint Layout 6.

Компоненты. Pick+Place файл

При перемещении макроса из библиотеки на плату автоматически создается такой объект как компонент и появляется окно редактирования его свойств:



Задаются позиционное обозначение и номинал, для которых дополнительно настраивается видимость, слой размещения, а также размер и стиль текста. Для ввода дополнительной информации доступно поле "Комментарий". Если компонент создавать не нужно (например, вы устанавливаете на плату какой-то спецзнак и т.п.), то нужно нажать на кнопку "Редактировать", отменив тем самым создание компонента.

Внизу окна расположена кнопка "Pick + Place данные", позволяющая ввести данные, необходимые для автоматизированного размещения SMD-компонентов:

Вращение определяет угол, который использует установочная машина, при установке компонента на плату. Угол вращения, равный нулю, говорит о том, что компонент располагается вертикально и его первый вывод или положительный вывод находятся сверху.

Примечание - информацию о нулевой ориентации SMD-компонентов можно найти в стандарте IPC-7351.

Если компонент находится в не нулевой ориентации, то угол поворота зависит от того, на какую сторону платы устанавливается компонент. Компоненты на верхней стороне будут вращаться против часовой стрелки, а компоненты на нижней стороне будут вращаться по часовой стрелке. В любом случае, если начальная ориентация компонента установлено правильно, то при последующих поворотах компонента на плате Sprint-Layout будет автоматически выставлять значения угла поворота.

Можно редактировать **корпус** компонента. Например "SO8" или "0805". Эти данные не являются необходимыми.

Центр определяет положение, которое используется установочной машиной, когда она помещает компонент на плату. Как правило, центр располагается точно в середине компонента,

Можно задать следующие параметры для определения центра:

- По медным контактам: Sprint-Layout определяет центр, как центр воображаемого прямоугольника вокруг всех SMD-площадок компонента.
- По корпусу: Sprint-Layout определяет центр, как центр воображаемого прямоугольника вокруг всех элементов очертания корпуса компонента.
- По компоненту: Sprint-Layout определяет центр, как центр воображаемого прямоугольника вокруг всех SMD-площадок и всех элементов очертания корпуса компонента.

Если компонент имеет асимметричную форму, может быть необходимо определить смещение в виде **X/Y-координат**, чтобы определить правильный центр. Кнопка 0/0 сбрасывает это смещение к нулю.

Список всех компонентов на плате можно увидеть на панели "Лист компонентов":

Лист компонентов						
№	Тип	Номинал	Слой	Враще-	Корпус	Комментарий
1	DD1	CD4069	TOP	90°	DIP-14	
2	R2	1k	TOP	---	---	

↔

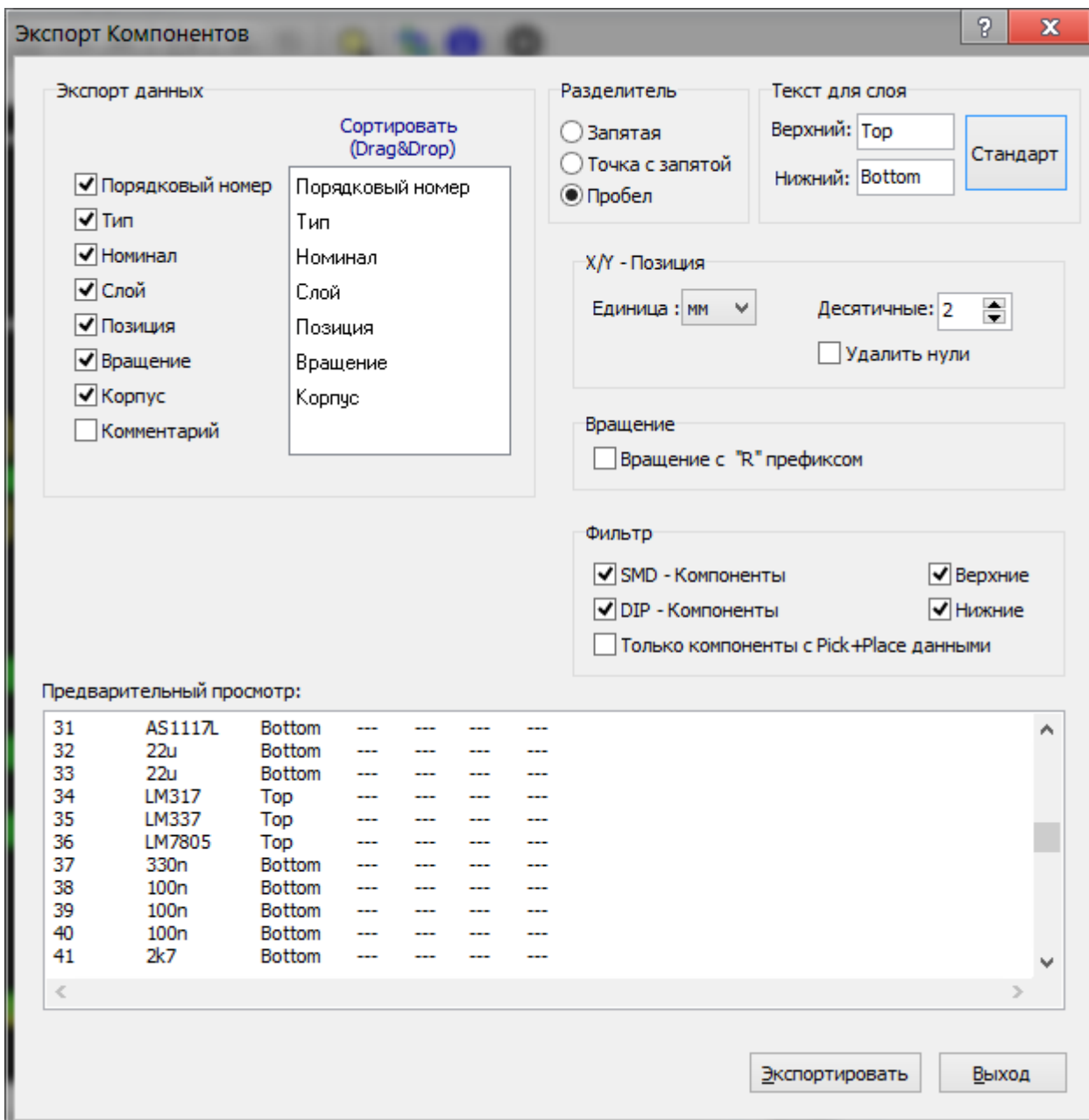
Показать:

- Порядковый номер
- Слой
- Вращение
- Корпус
- Комментарий

Экспорт

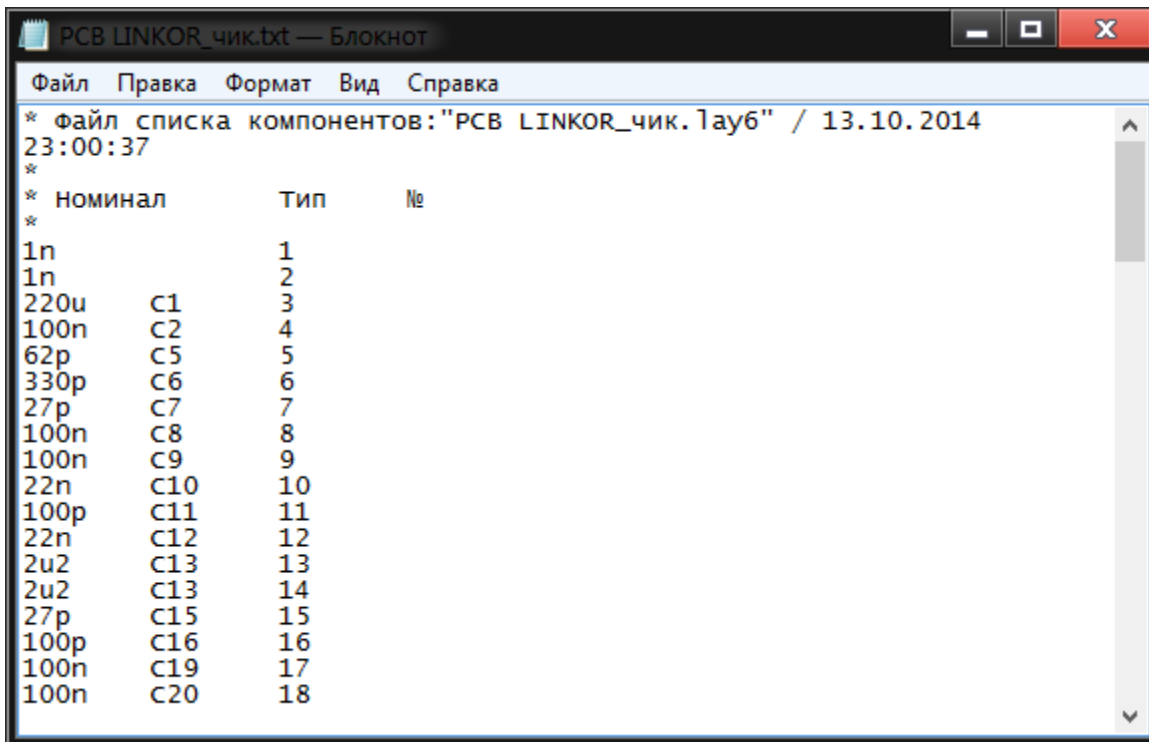
Примечание - кнопка в виде двухсторонней стрелки подбирает ширину панели такой, чтобы на ней умещались все столбцы.

Кнопка экспорт позволяет сохранить данный список в текстовый документ (так называемый Pick+Place-файл, необходимый для автоматического размещения компонентов). Открывается окно следующего вида:

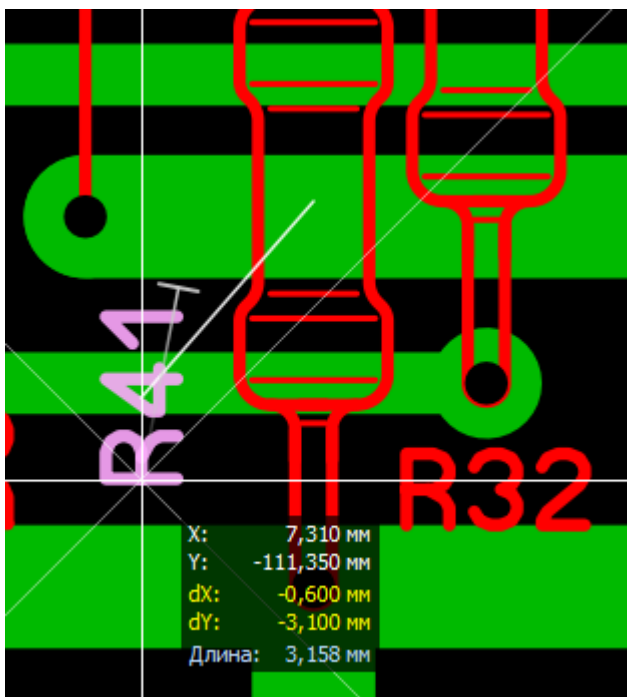


- **Экспорт данных:** определяются данные, которые будут экспортироваться. Порядок данных в списке настраивается перетаскиванием значений в правом поле в нужное положение.
- **Разделитель:** определяет символ, который будет использоваться для разделения данных в строке.
- **Текст для слоя:** определяет формат написания имени слоя размещения компонента. Кнопка "Стандарт" возвращает названия слоев по умолчанию.
- **X/Y - Координаты:** определяют позицию установки и формат заданного центра.
- **Вращение:** можно определить, будут ли экспортироваться данные вращения с R префиксом или нет (префикс R, от англ. "Rotate" - повернуть, присваивается компоненту подлежащему вращению при установке).
- **Фильтр:** можно выбрать, какие компоненты должны использоваться для экспорта.
- **Предварительный просмотр:** окно для предпросмотра экспортируемых данных.

При нажатии на кнопку "Экспортировать" файл сохраняется в следующем виде:



Размещение макросов на плате в виде компонентов дает еще одно удобство. Позиционное обозначение или номинал компонента (если они были выбраны видимыми) без проблем выделяются отдельно от своего посадочного места простым щелчком мыши и при перемещении видно, к какому компоненту они принадлежат (обратите внимание на белую линию связи атрибута и компонента на рисунке ниже):



Причем, если в основных установках программы был активирован пункт "Правильно отображать маркировку после вращения элемента", то при вращении надпись никогда не оказывается перевернутой. А при выделении посадочного места, оно выделяется вместе со своими атрибутами - позиционным обозначением и номиналом.

Функции «Автозахват» и «Эластик»

Существуют две функции, которые упрощают трассировку - «Автозахват» и «Эластик».

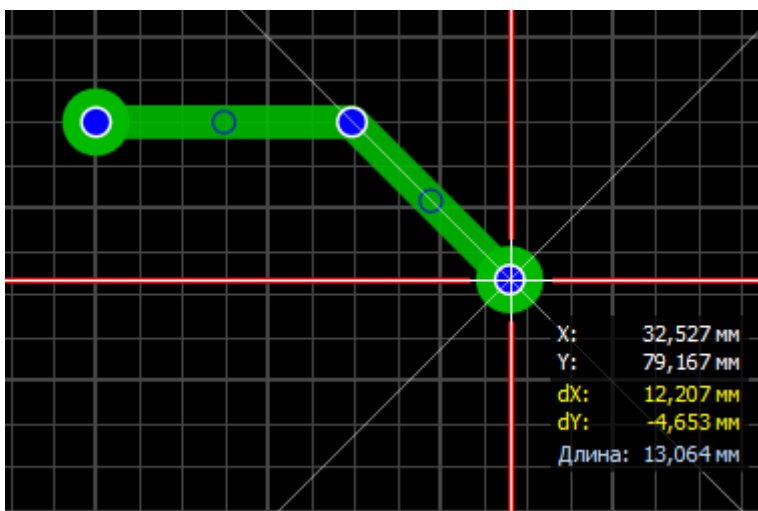
Автозахват

Кнопка включения находится в статус-баре:



Эта функция значительно облегчает точное подключение дорожки к центру контакта или узлу какого-либо элемента. Стоит только подвести курсор во время прокладки трассы к выбранному контакту, и курсор автоматически будет притянут к ее центру, гарантируя точное соединение. Эта функция особенно полезна, если контакт находится вне активной сетки.

Когда происходит фиксация, курсор выделяется красным цветом:



*Примечание - В процессе соединения дорожки с контактом можно временно отключить авто-захват нажав и удерживая сочетание клавиш **Ctrl+Shift**.*

В выключенном состоянии кнопка имеет вид:



Эластик

Функция, обеспечивающая сохранение связи дорожки и контакта при перемещении последнего. То есть соединения не разрываются, а эластично тянутся вслед за перемещаемым элементом. Как правило, эти соединения после каждого перемещения надо редактировать.

Включается данная функция также в статус-баре и имеет два режима работы, которые различаются размерами областей привязки:

- Большая область привязки (дорожки могут быть подключены к контактам не совсем точно, главное, чтобы они хотя бы частично пересекались с контактами)



- Малая область привязки (дорожки должны быть подключены точно в центр контактной площадки)



В выключенном состоянии кнопка имеет вид:



Примеры работы с данными функциями можно увидеть в видеоролике к данной статье.

Автополигон и термобарьеры

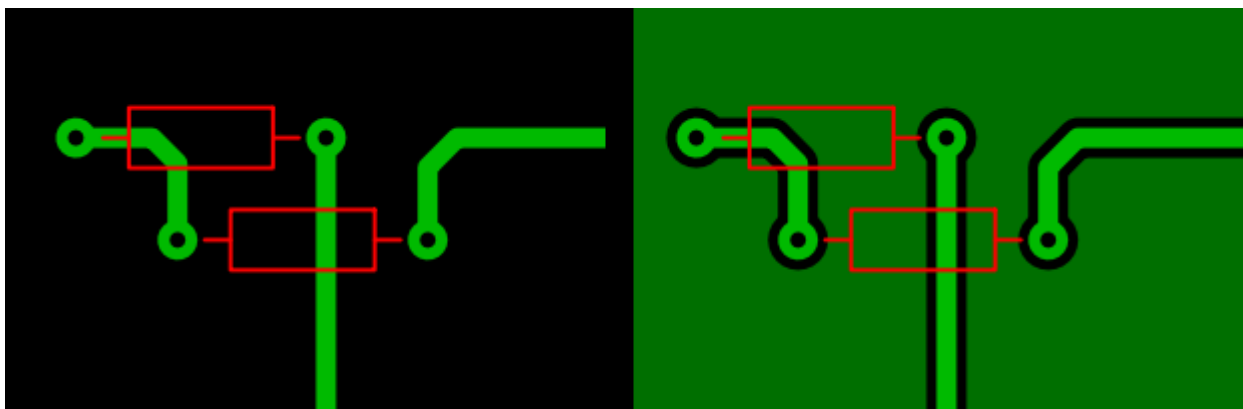
Автополигон (Авто-земля) - это функция, которая автоматически заполняет не используемые области медного слоя на плате. Создается полигон, который не подключен ни к одному из сигналов на плате.

Активируется кнопкой в статус-баре:

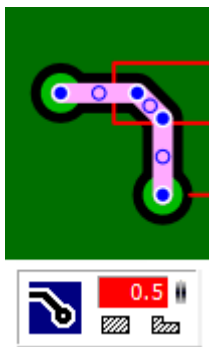


Примечание - Данная функция работает только для слоев меди.

Пример до и после заливки.



Можно настроить расстояние между автополигоном и существующими элементами на плате. Для этого следует выделить элемент на плате и задать размер отступа в статус-баре:

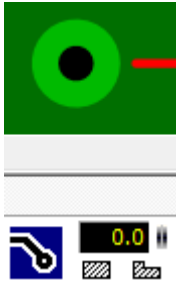


Две кнопки под полем значения отступа позволяют создать прямоугольный вырез (левая кнопка) или вырез произвольной формы (правая кнопка) на плате.

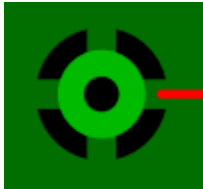
Примечание - Цвет Авто-земли темнее слоя, на котором она находится. Это позволяет отличить автоматическую заливку от полигонов, созданных вручную. Отключить затемнение можно в основных настройках программы - пункт "Затемнять слой Авто-земля".

Если необходимо подключить один из контактов к автополигону, то можно поступить тремя способами:

1. Уменьшить отступ для данного контакта до нуля. Это полностью сольет его с полигоном.

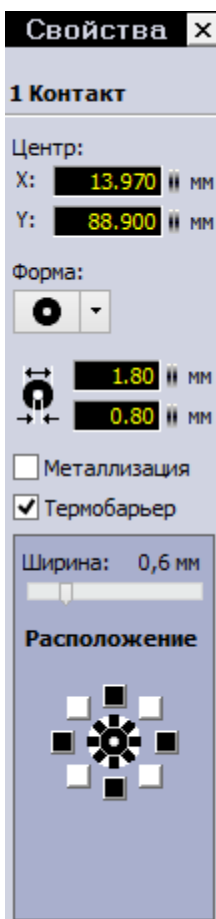


2. Сделать подключение с помощью термобарьера. Понять, что это такое, легко из рисунка:



Он необходим для уменьшения оттока тепла от контактных площадок при пайке (исключает появление «холодных» паек). Переходные отверстия к полигонам нужно подключать напрямую (т.к. они, как правило, не паяются), а контактные площадки - через термобарьеры. Конечно, бывают и исключения.

В параметрах любого контакта (или группы контактов) имеется пункт, включающий термобарьер.



Параметр "Ширина" настраивает ширину соединительных лучей, а колесо с белыми и черными квадратиками отвечает за включение лучей того или иного направления. На рисунке активны вертикальные и горизонтальные лучи.

Примечание - Данная функция работает только совместно с полигоном Авто-земли.

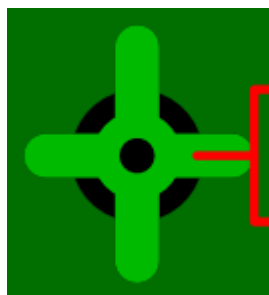
Если же отверстие с металлизацией, то параметры термобарьера можно настроить индивидуально на

каждом из слоев (конечно же только на тех слоях, где есть заливка), изменяя активный слой.



Примечание - Размещение двух не металлизированных контактных площадок на противоположных слоях меди не аналогично созданию металлизированного контакта. Хоть, на первый взгляд, для трассировки разницы не видно, но для заводского изготовления платы это очень существенно. Информация о том, что отверстие с металлизацией, передается в файл сверловки, который при заказе отправляется на завод. Плюс к этому, функция "Тест" (см. ниже) не будет "знать" что эти два контакта электрически соединены между собой.

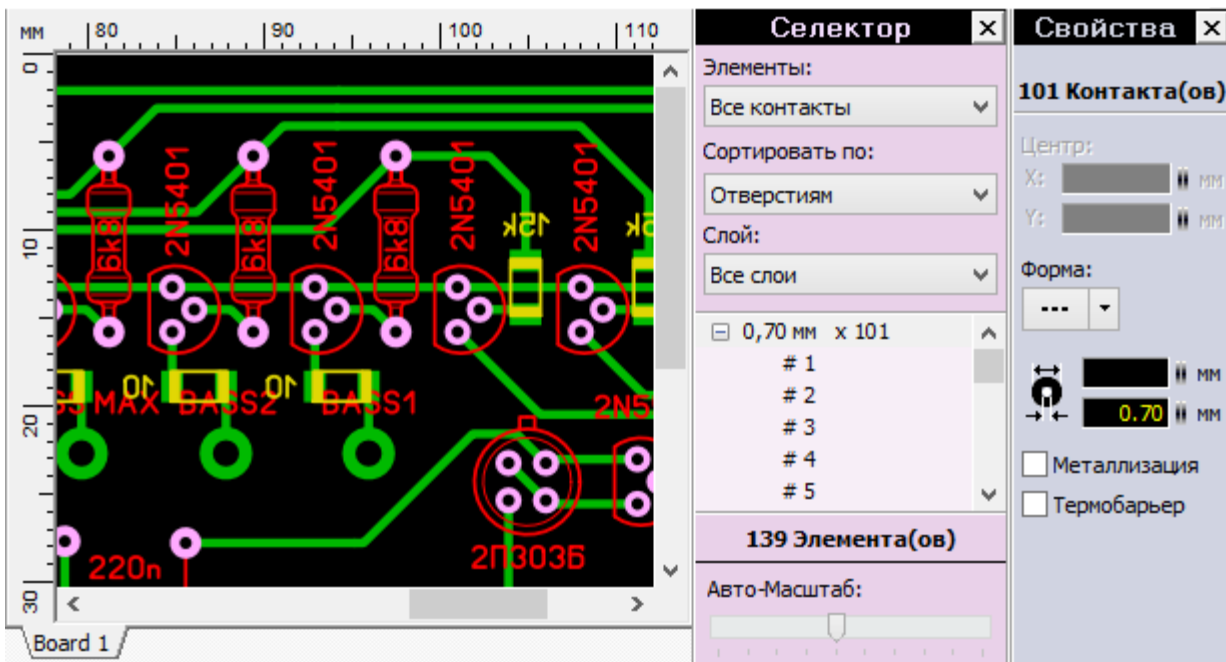
3. Создать термобарьер ручным способом - проложить через контакт дорожки с нулевым зазором. Они соединят его с полигоном. Способ "колхозный" и не совсем удобный, но знаете, что есть и такой вариант.



Селектор

Селектор - очень удобный инструмент для анализа платы. Его панель активируется значком в меню инструментов





... и содержит три выпадающих списка, при помощи которых производится сортировка элементов:

- **Элементы:** тип элемента для анализа.
- **Сортировать по:** вид сортировки. Параметры этого списка изменяются в зависимости от выбранного типа элемента.
- **Слой:** выбор слоя для элементов.

Отсортированные элементы, будут перечислены в виде списка ниже этих кнопок, а также выделены на рабочем поле.

Например, на рисунке выше выбраны все контактные площадки на всех слоях с сортировкой по диаметру отверстий. В списке раскрыта группа отверстий с диаметром 0,7 мм, внутри которой перечислены все отверстия, удовлетворяющие условиям поиска. Все они автоматически выделяются на рабочем поле и, открыв панель свойств, можно редактировать как всю группу элементов, так и каждое отверстие избирательно.

Каждый раз, когда происходит изменение условий отбора элементов, Sprint-Layout меняет масштаб отображения платы, показывая все выбранные на данный момент элементы. Ползунком "Авто-масштаб" можно изменять величину масштабирования.

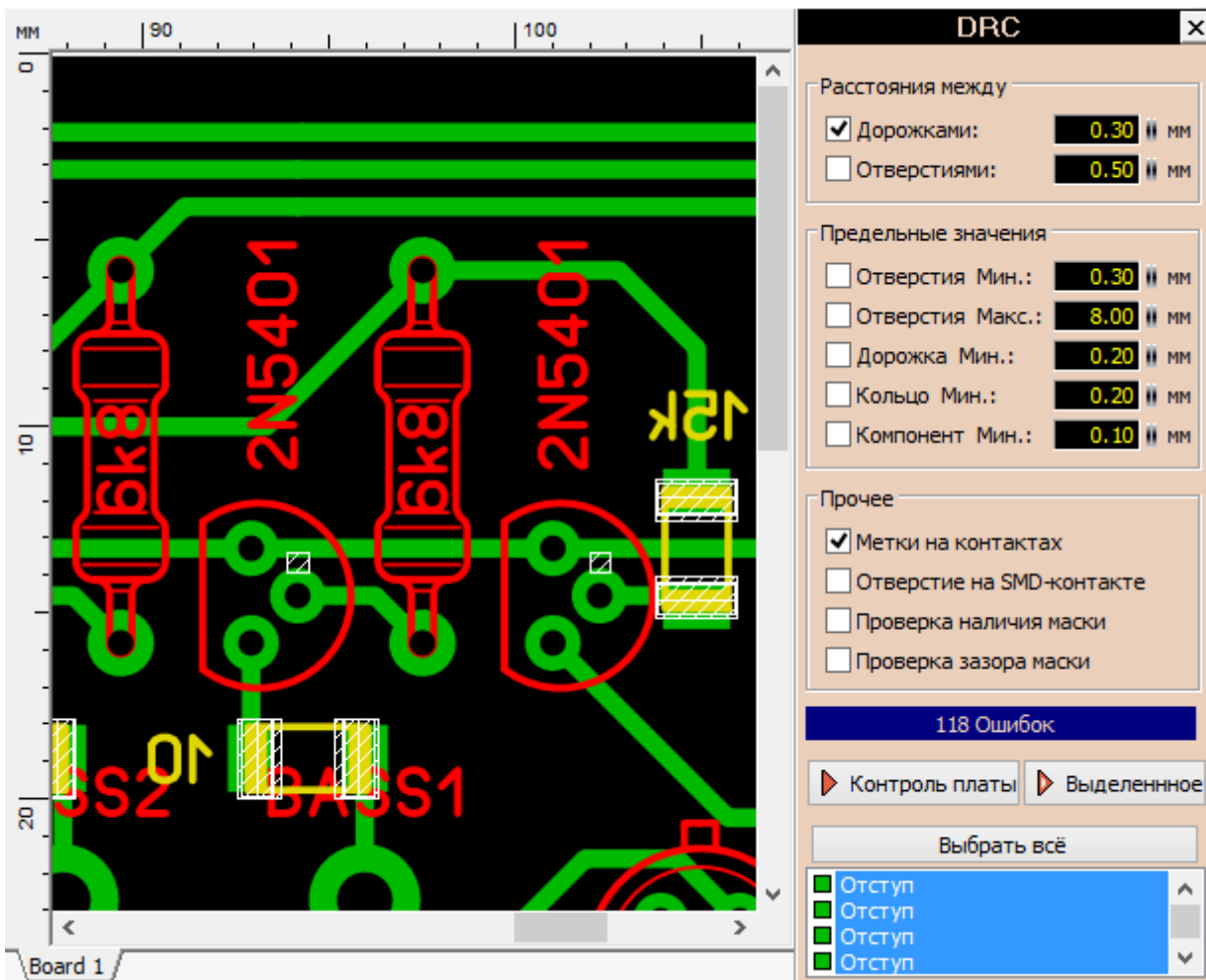
Примечание - Выбранные элементы будут выделены в мигающем режиме. Можно отключить мигающий режим основных настройках Sprint-Layout (Мигающий Тест-режим).

Проверка на нарушения правил проектирования (DRC-контроль)

Для любого производства, в том числе и домашнего, существуют некоторые технологические ограничения - минимальное расстояние между двумя медными дорожками, минимальная ширина дорожки и т.п., которые необходимо учитывать в процессе трассировки. Но ошибки неизбежны и перед тем как приступить к печати рисунка платы и ее изготовлению необходимо проверить плату на отсутствие нарушений - провести т.н. DRC-контроль.

В Sprint Layout установка правил проектирования и проверка платы на соответствие этим правилам производится на панели "DRC", которая вызывается щелчком мыши по соответствующему значку на панели инструментов:





В этом окне следует задать требуемые контролируемые параметры:

- **Минимальный зазор между проводниками** - минимальное разрешенное расстояние между проходящими рядом проводниками;
- **Минимальный зазор между отверстиями** - минимальное разрешенное расстояние между соседними отверстиями.
- **Отверстие Мин** - минимально допустимый диаметр отверстия;
- **Отверстие Макс** - максимально допустимый диаметр отверстия;
- **Дорожка Мин** - минимально допустимая ширина проводника;
- **Кольцо Мин** - минимально допустимая ширина гарантийного пояса контактной площадки;
- **Компонент Мин** - минимальная толщина линии, определяющей форму компонента.
- **Метки на контактах** - запрет на наличие линий маркировки на контактных площадках;
- **Отверстие на SMD-контакте** - запрет на наличие отверстий, проходящих сквозь SMD-площадки;
- **Проверка наличия маски** - запрет на отсутствие маски на контактных площадках;
- **Проверка зазора маски** - запрет на использование маски на проводниках и полигонах.

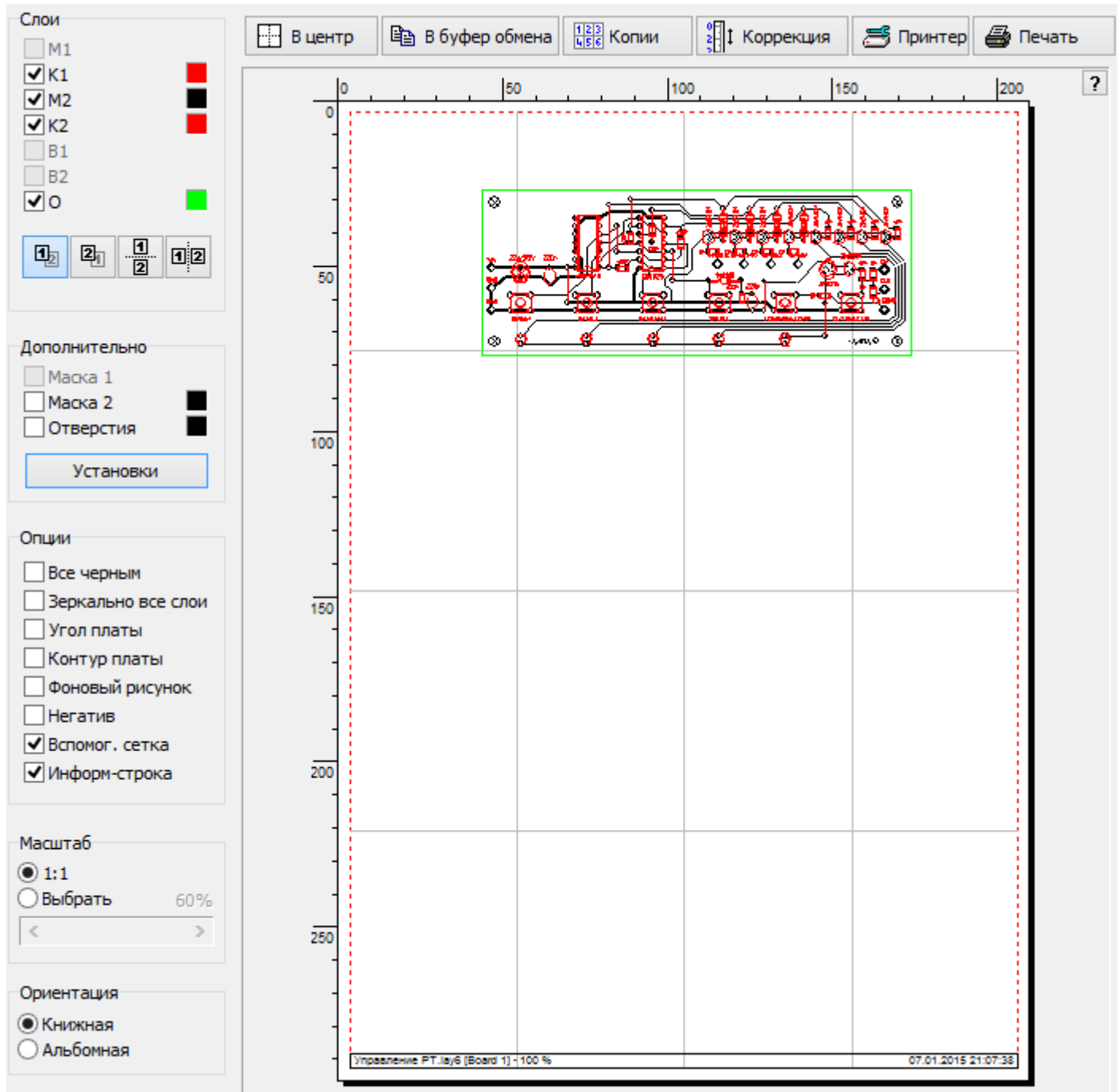
После установки всех параметров можно запустить проверку всей платы (кнопка "Контроль платы") или только видимой на экране части платы (кнопка "Выделенное").

Все обнаруженные ошибки будут выведены в списке внизу панели DRC и дополнительно отобразятся на плате в виде белых заштрихованных участков (см. рисунок выше). Каждая строка показывает соответствующий слой и обнаруженную ошибку. Каждую ошибку можно просмотреть отдельно, щелкнув левой кнопкой мыши по соответствующей строке в списке. Нажав на клавишу "Выбрать всё", на плате вновь отобразятся все ошибки.

Примечание - Двойным щелчком мыши по строке с ошибкой производится отображение участка платы с соответствующим нарушением в увеличенном масштабе.

Вывод платы на печать для домашнего изготовления

Готовый рисунок печатной платы можно вывести на печать для последующего изготовления, например, ЛУТом или с использованием фоторезиста. Для этого следует выбрать пункт меню Файл-Печать (Ctrl+P). Откроется окно настроек печати:

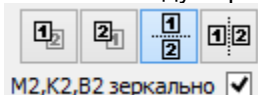


Большую часть окна занимает поле предварительного просмотра результата - на виртуальном листе бумаги расположен рисунок платы. На нем сразу видно, какой эффект для печати имеет та или иная опция. Зажав левую кнопку мыши, плату можно перемещать в пределах листа.

Слева расположена панель с настройками отображения платы.

- **Слои**
Включение или отключение отображения слоев платы, а также выбор их цвета.

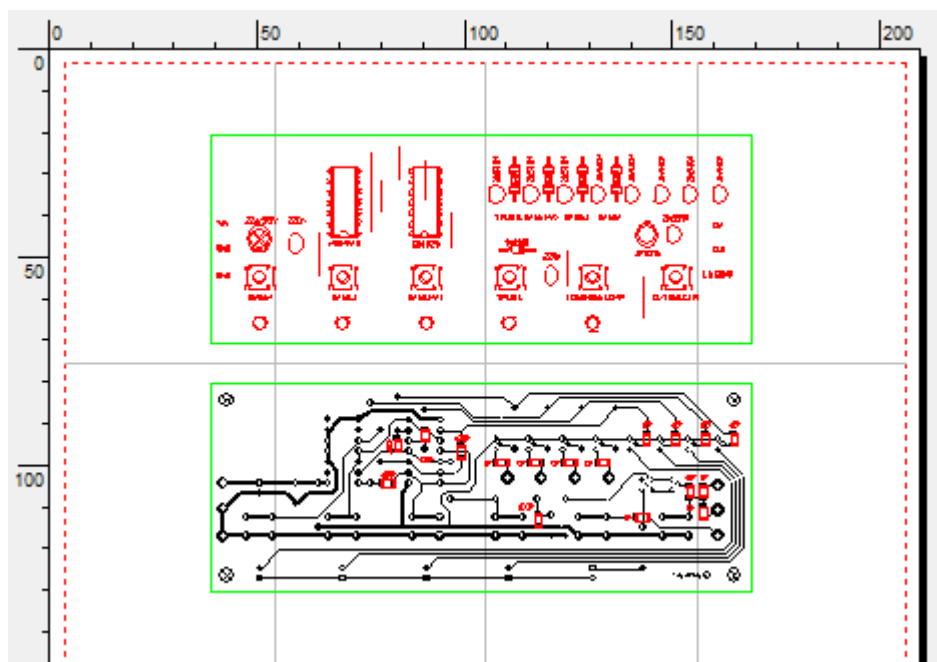
Далее расположены четыре кнопки, позволяющие управлять расположением верхних и нижних слоев (имеются ввиду пары слоев "маркировка-медь") относительно друг друга.



По умолчанию (первая кнопка) выбрано наложение слоев один на другой, начиная с нижнего: M2 - B2 - B1 - M1 - K2 - K1 - O.

Вторая кнопка делает отображение слоев наоборот - начиная с верхнего: M1 - B1 - B2 - M2 - K1 - K2 - O.

Последние две кнопки делают отображение слоев раздельно (верхние слои: B1 - M1 - K1 - O и нижние слои: B2 - M2 - K2 - O) двумя разными способами рядом или друг над другом:



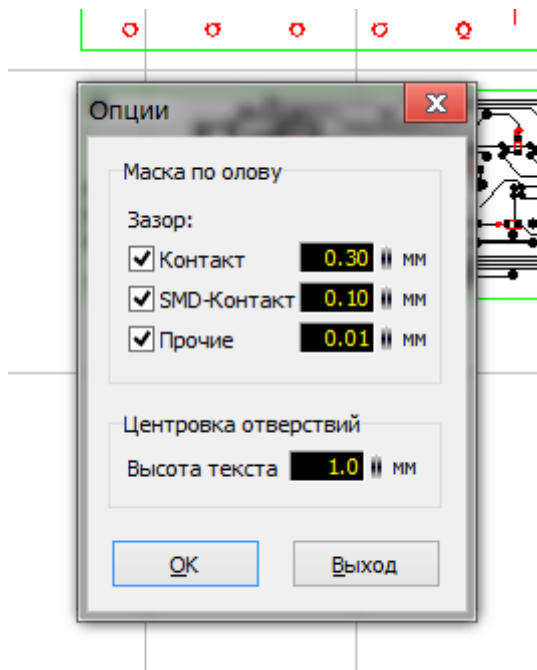
Примечание - При выборе опции раздельного отображения верхнего и нижнего слоев становится активной опция "M2, K2, B2 Зеркально", которая отражает зеркально нижние слои.

- Дополнительно**

Включение для печати слоев маски с выбором цвета а также обозначений центров отверстий:



Кнопка "Установки" открывает окошко настроек отображения маски и текста у меток отверстий:



- **Опции**

Дополнительные пункты настроек:

Все черным - установка черного цвета для всех включенных слоев;

Зеркально все слои - зеркальное отражение всех слоев платы;

Угол платы - добавление тонких перекрестий по углам платы;

Контур платы - добавление тонкого контура платы;

Фоновый рисунок - включение отображения фонового рисунка, если он был загружен (см. ниже "Перевод рисунка платы в формат SL6");

Негатив - негативное отображение платы;

Вспомог. сетка - отображение (не печатается) дополнительной сетки на листе;

Информ-строка - включение для печати внизу листа информационной строки с датой печати и именем файла с указанием масштаба.

- **Масштаб**

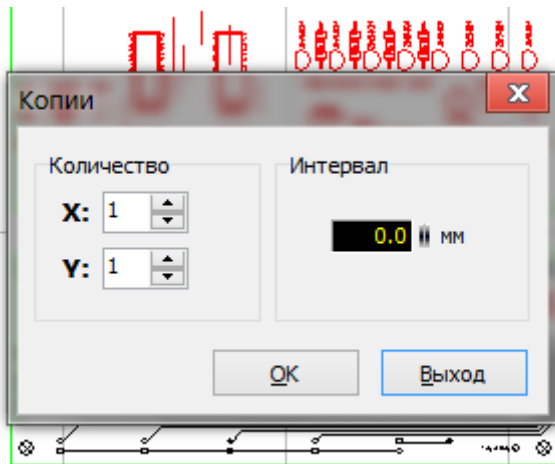
Выбор коэффициента масштабирования платы на листе. Один к одному или настраиваемый.

- **Ориентация**

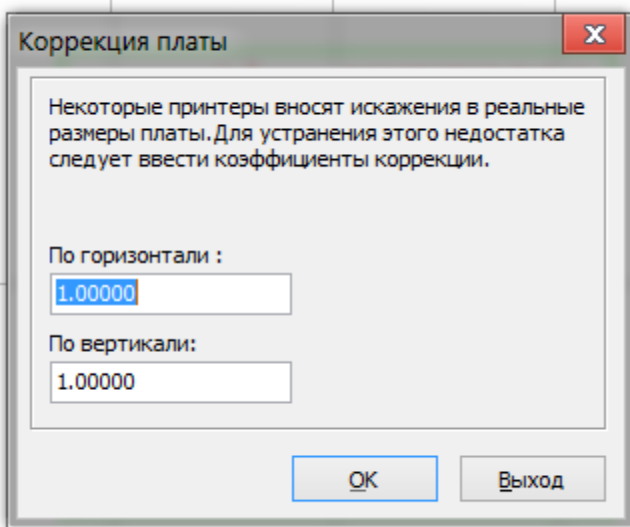
Выбор ориентации листа.

Вверху окна расположены еще семь (кнопка "Отмена" не уместилась) кнопок:

- **В центр** - перемещение рисунка платы в центр листа;
- **В буфер обмена** - копирование рисунка в высоком разрешении из окна предпросмотра в буфер обмена;
- **Копии** - настройка количества копий платы по осям X и Y с указанием интервала между копиями:



- **Коррекция** - коррекция масштаба рисунка по вертикали и горизонтали:



- **Принтер** - стандартное окно выбора принтера и его настройка (для получения максимально качественной платы должна быть отключена экономия тонера и установлено максимальное разрешение и качество печати - эти настройки различны для каждого типа принтера);
- **Печать** - вывод рисунка на принтер;
- **Отмена** - закрывает окно печати (на рисунке не поместилась).

Лазерно-утюжная технология (ЛУТ)

Для изготовления платы при помощи ЛУТа необходимо включить для отображения слои M2 и O и включить опцию "Все черным". Если в процессе трассировки контур платы не создавался, то можно также включить опцию "Контур". Масштаб 1:1. Далее по желанию можно переместить рисунок в необходимое место листа и указать количество печатаемых копий и нажать кнопку "Печать". Получаем лист бумаги с рисунком, готовым для дальнейшего перевода на текстолит.

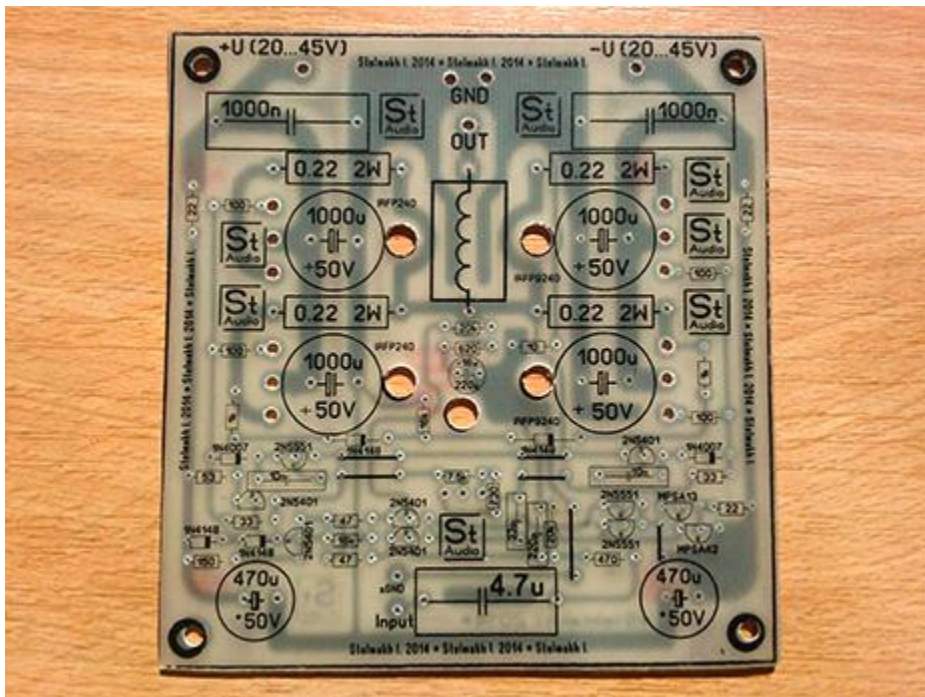
Если плата двухсторонняя, то после нижнего слоя необходимо вывести верхний. Для этого нужно включить слои M1 и O, включить опцию "Все черным" и опцию "Зеркально все слои". Дальнейшие действия аналогичны вышеописанным.

А можно напечатать сразу оба слоя, включив слои M1, M2 и O и расположить слои рядом, воспользовавшись одной из кнопок:



Также нужно включить опции "M2, K2, B2 Зеркально", "Зеркально все слои" и "Все черным".

Многие радиолюбители делают маркировку на своих платах также при помощи ЛУТ:



Печать маркировки выполняется аналогично печати слоев меди с той лишь разницей, что вместо слоев меди печатаются слои K2 и K1 соответственно.

Фоторезистивная технология

При использовании фоторезистивной технологии плата покрывается фоторезистом и при помощи прозрачной пленки с рисунком путем засвечивания нанесенного фоторезиста производится перенос рисунка трассировки на плату. И, как известно, фоторезист бывает позитивный и негативный.

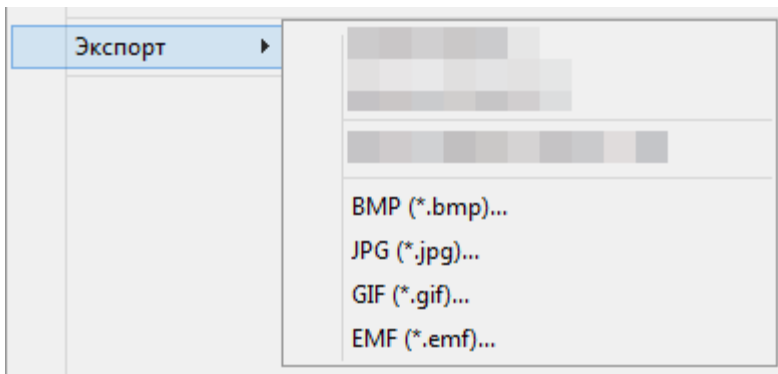
Печать рисунка в случае позитивного фоторезиста происходит так же как и для ЛУТ, но нижний слой меди должен печататься зеркально, а верхний - нет.

А для негативного фоторезиста при печати обоих слоев меди еще должна быть включена опция "Негатив".

Примечание - Если сверление будет выполняться вручную, то перед печатью нужно изменить диаметры всех отверстий до значения 0,6-0,7 мм. Это удобно сделать при помощи селектора. В результате после травления платы в каждой контактной площадке появятся вытравленные точки, по которым сверло будет точно центрироваться и не будет "гулять", облегчая сверление.

Экспорт платы в графические форматы

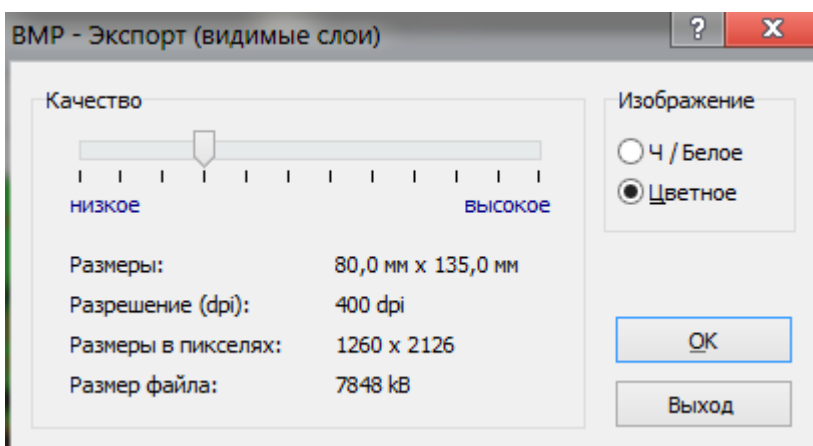
Для публикации готового рисунка платы в сети Интернет в Sprint Layout 6 существует возможность экспорта видимых на экране слоев в различные графические форматы. Для этого служит меню "Файл" - "Экспорт", в котором доступны четыре вида форматов - три растровых и один векторный:



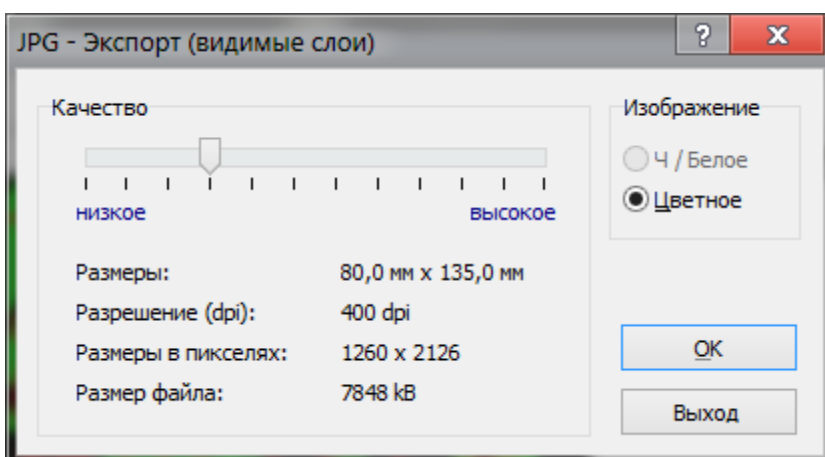
При выборе векторного формата **EMF** предлагается выбрать место для сохранения результирующего файла. Такой формат удобно использовать при создании статей, например, в формате pdf. Полученный emf-файл без проблем вставляется в текстовый редактор Microsoft Word.

При выборе растровых форматов открывается дополнительное меню с настройками качества изображения, идентичными для всех трех типов:

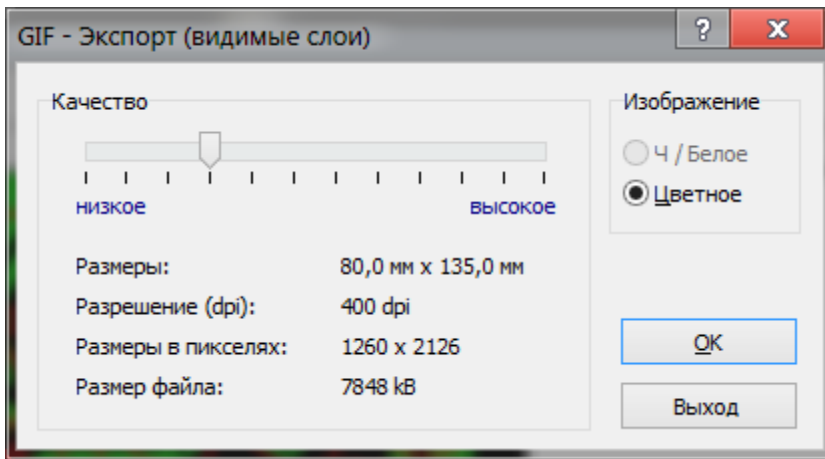
BMP



JPG



GIF



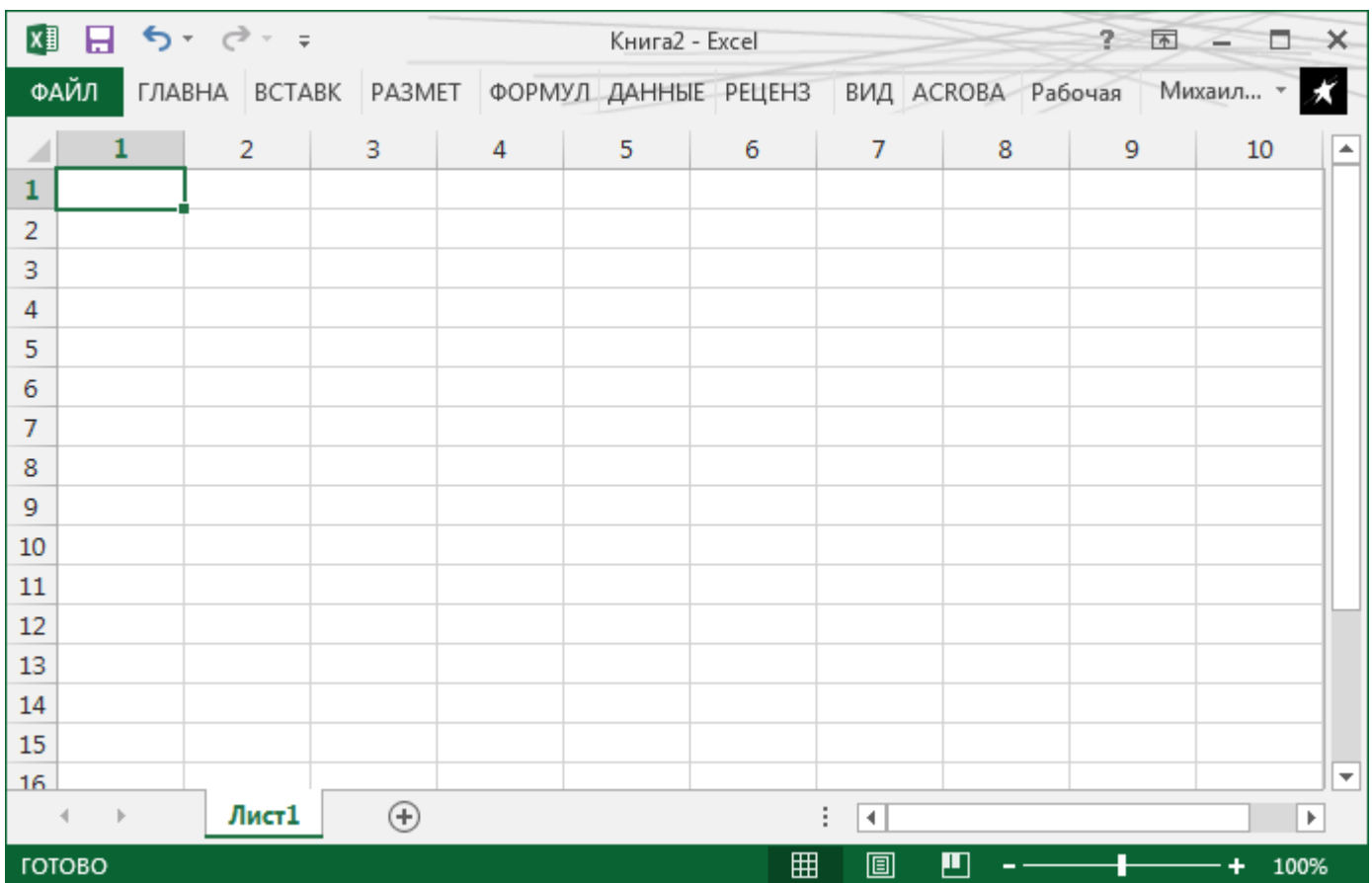
Примечание - форматы JPG и GIF не поддерживают сохранение в черно-белых цветах.

Двигая ползунок качества, можно менять разрешение результирующего файла, что в свою очередь влияет на размер получаемого файла, его разрешение и, в конечном счете - на читаемость полученного изображения.

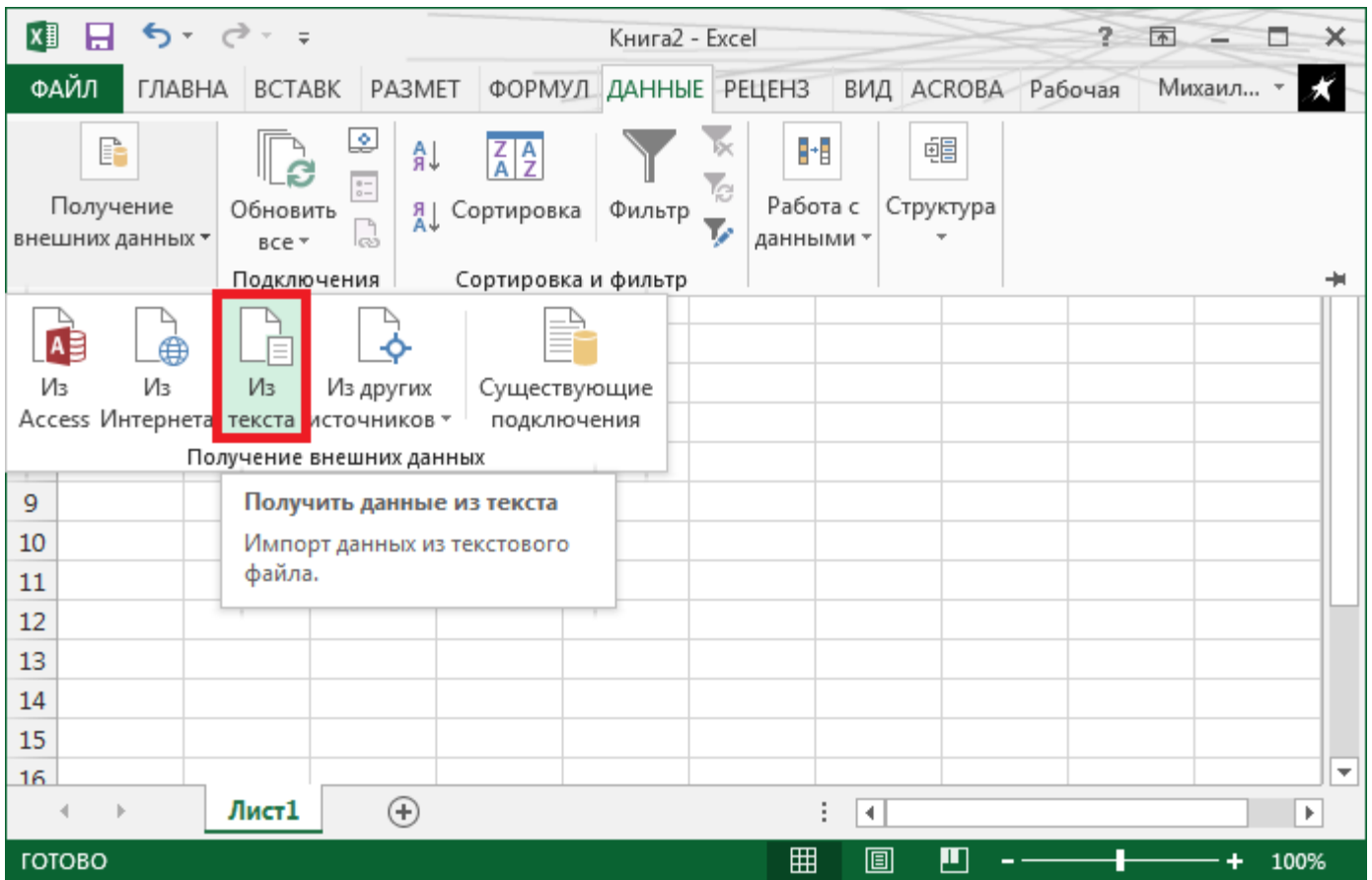
Экспорт списка компонентов в Microsoft Excel

Pick+Place-файл в дальнейшем можно использовать также для создания перечня компонентов (Bill of Materials - BOM) в формате электронных таблиц. Покажу на примере программы Excel из программного пакета Microsoft Office.

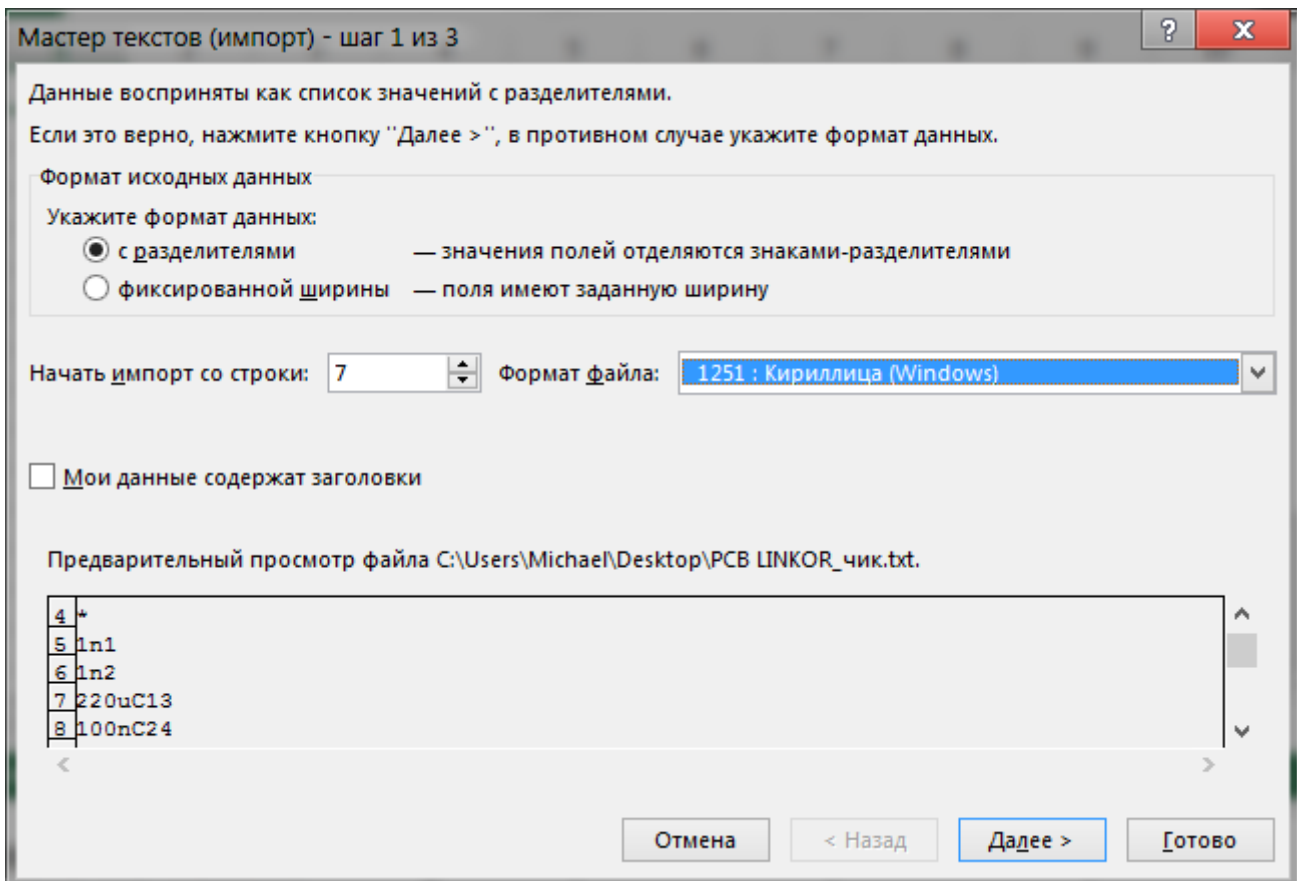
Создаем пустую таблицу:



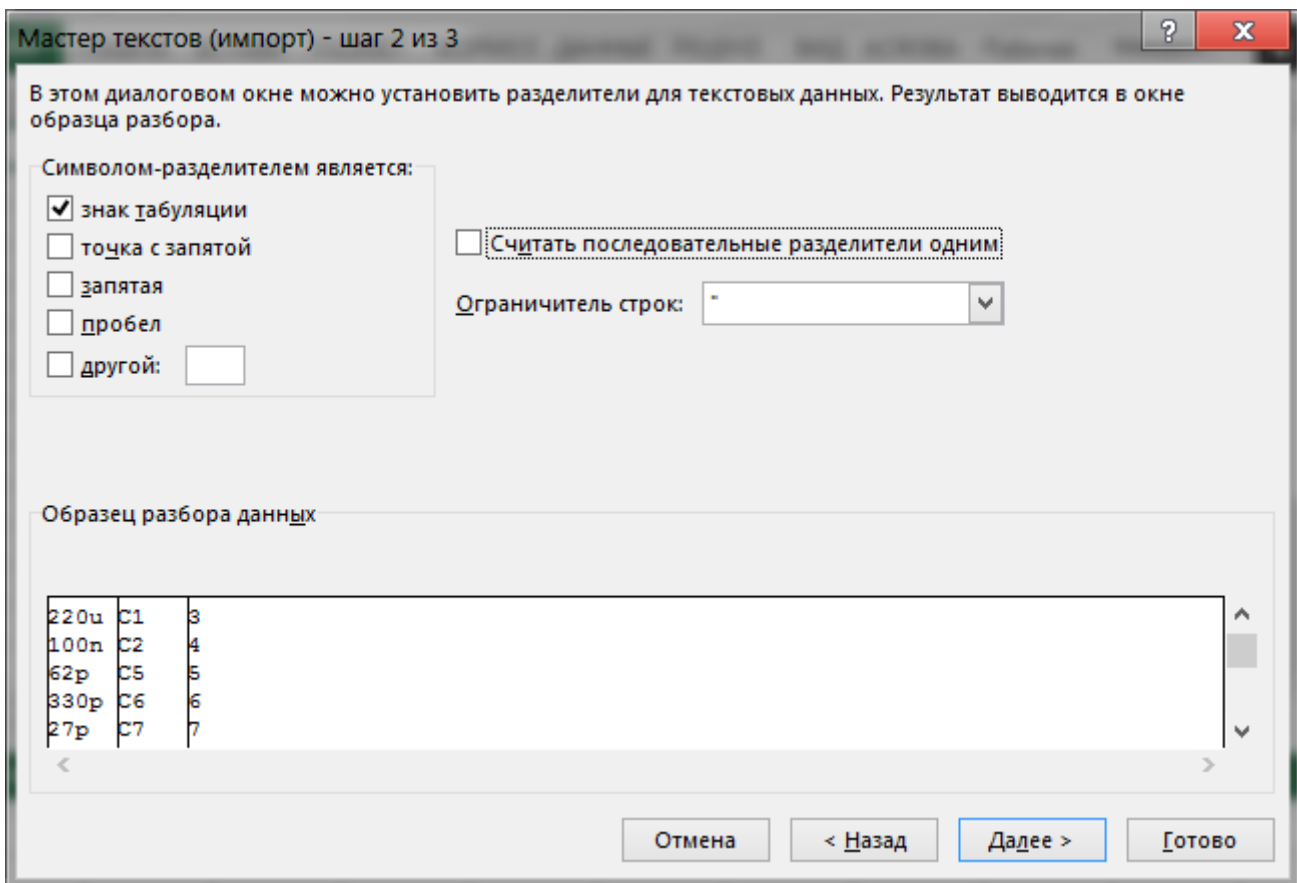
В меню "ДАННЫЕ" выбираем "Получение внешних данных" -> "Из текста":



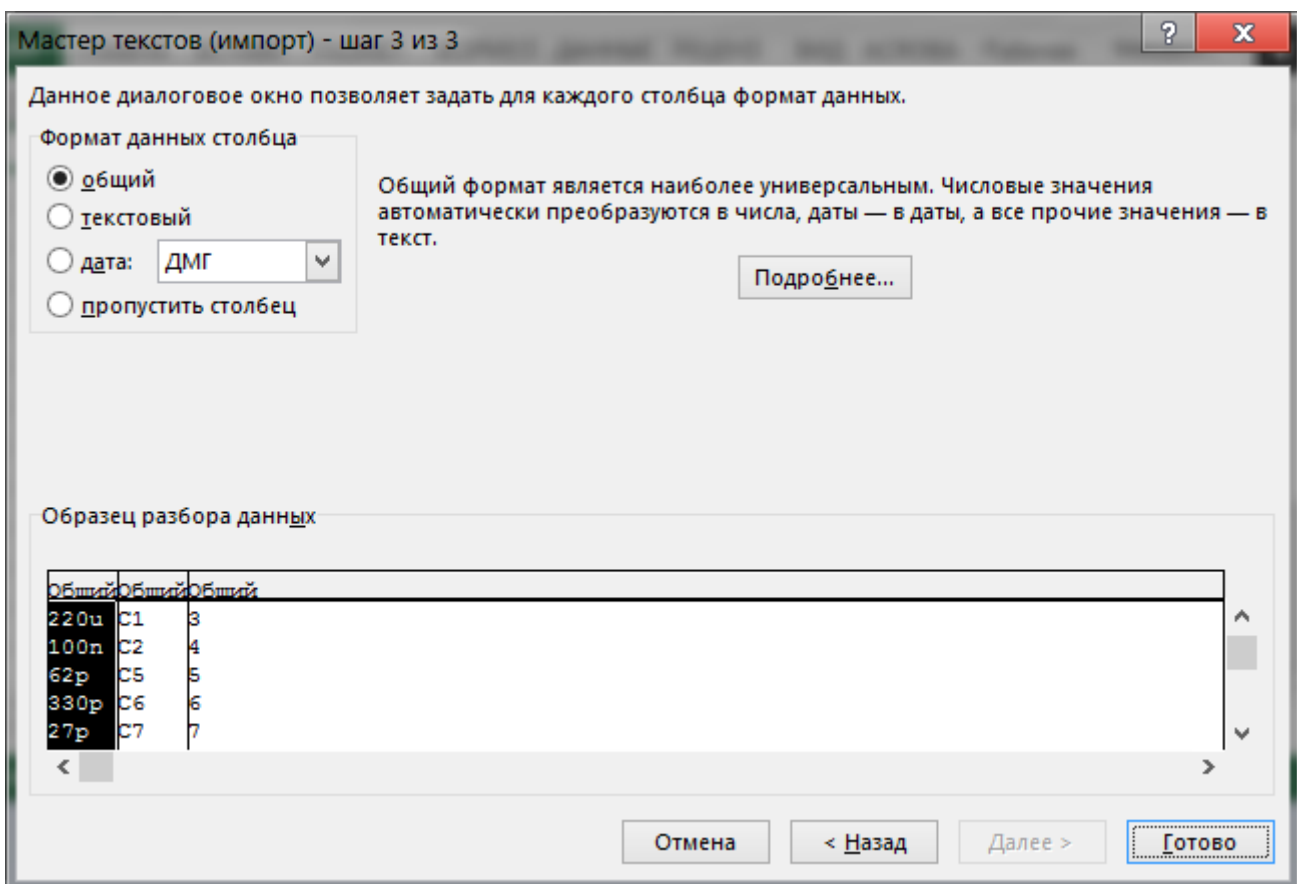
Выбираем созданный ранее risk+place-файл. Открывается мастер импорта. Тут нужно обязательно указать, что данные с разделителем и с какой строки начать импорт текста. На предварительном просмотре можно видеть, что корректные данные начинаются с седьмой строки. Жмем "Далее":



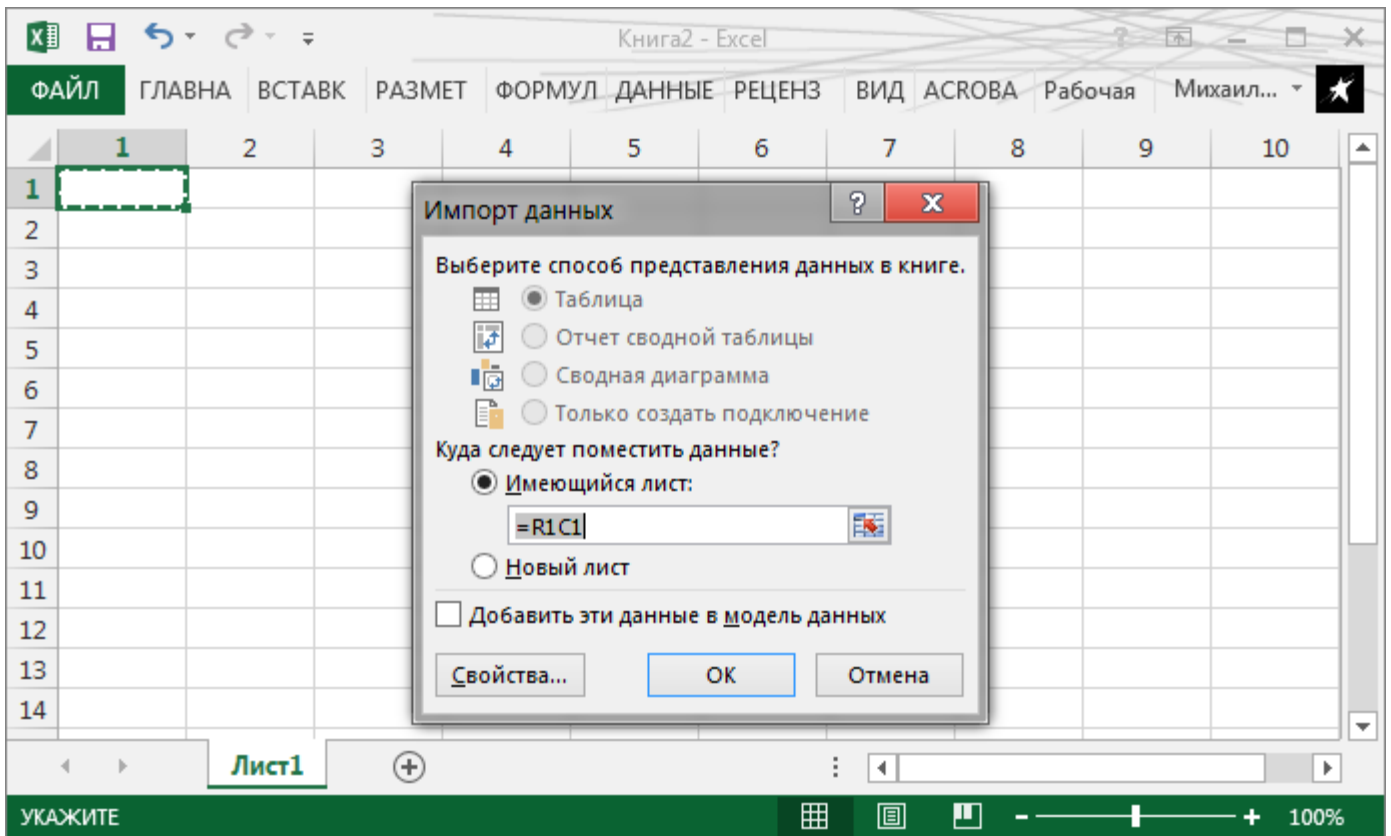
На следующем шаге нужно указать какой символ является разделителем. В нашем случае это знак табуляции:



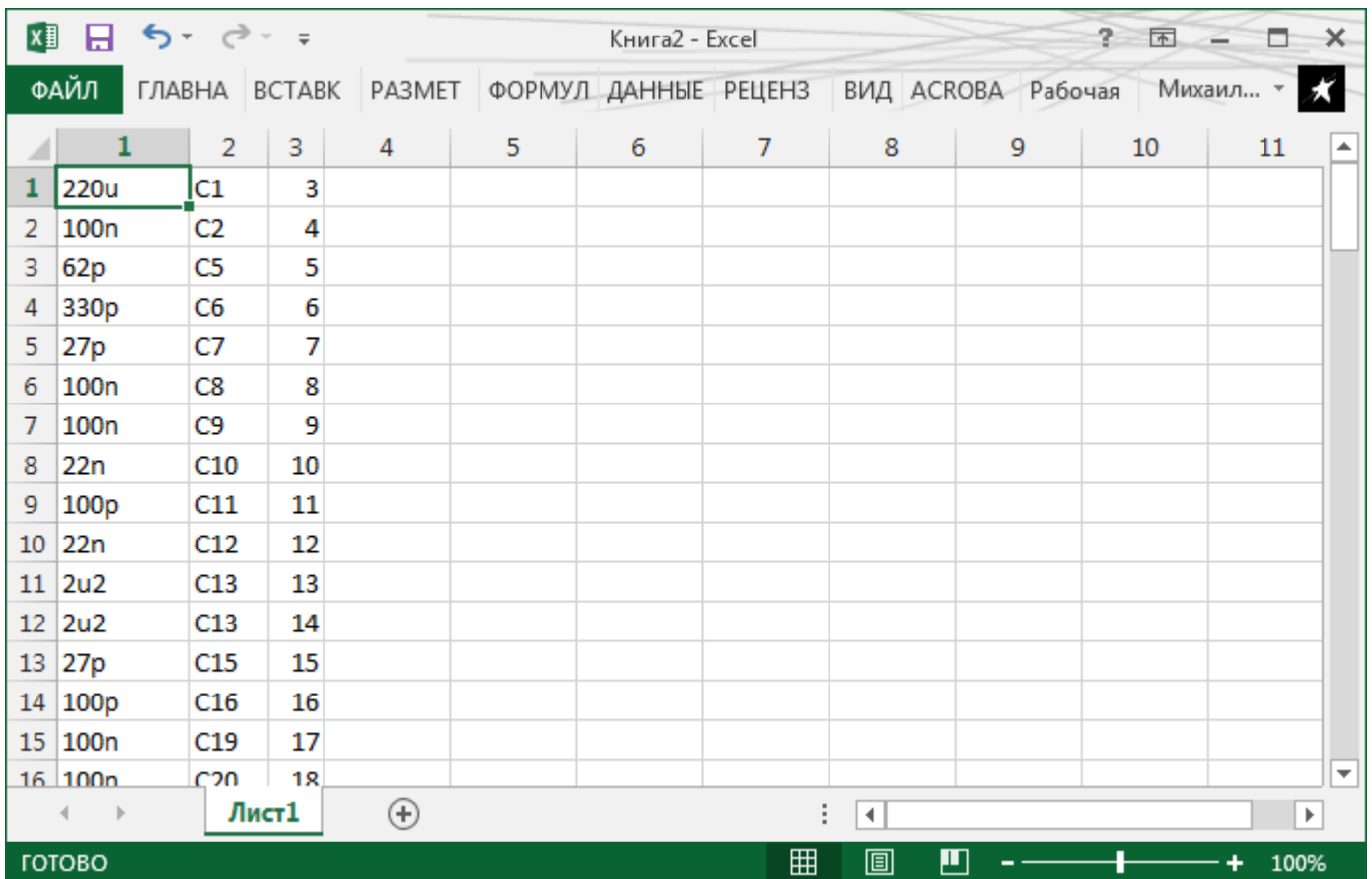
На последнем шаге при желании можно задать формат данных для столбцов. Советую оставить для всех столбцов "общий":



После нажатия на кнопку "Готово" появляется окно, в котором нужно указать с какой ячейки начать вставку данных:



И, после нажатия на кнопку "OK", данные будут вставлены в таблицу:



Далее уже можно настроить формат и внешний вид ячеек и оперировать полученными данными по своим предпочтениям.

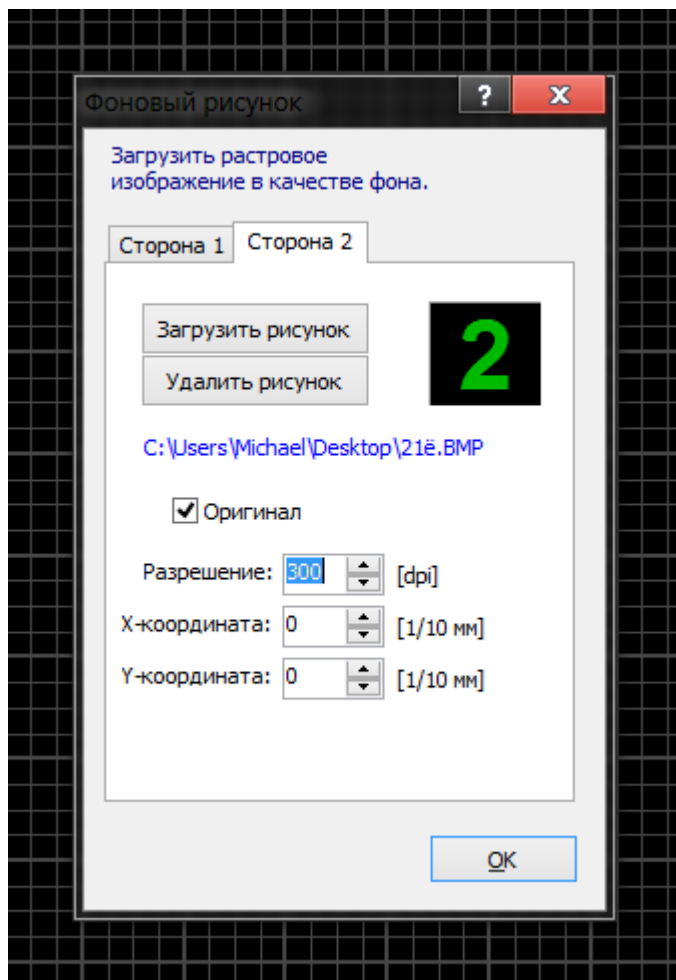
Перевод рисунка платы в формат *.laub

В Sprint Layout существует еще одна интересная и полезная функция, позволяющая в качестве фона рабочего поля установить рисунок. Это можно использовать для отрисовки платы по готовому рисунку из журнала или интернета.

Нажмите на соответствующую кнопку на панели инструментов:



Откроется меню загрузки и настройки рисунка:

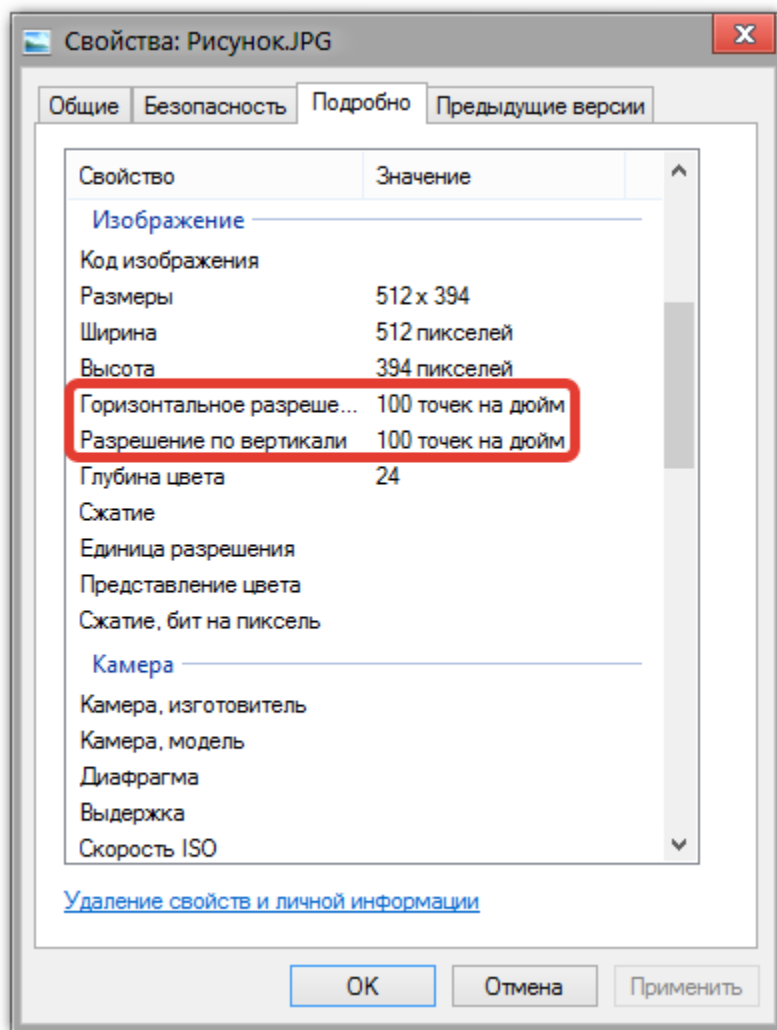


Растровое изображение, должно быть в виде графического файла (BMP или JPG). Поддерживаемое разрешение 20-2400 dpi.

Для каждой из сторон (Сторона 1 - верхняя, Сторона 2 - нижняя) возможно загрузить свой рисунок.

- **Загрузить рисунок** - кнопка открывает диалоговое окно выбора файла;
- **Удалить рисунок** - кнопка удаляет загруженный рисунок;
- **Оригинал** - опция показывает или скрывает загруженный рисунок;
- **Разрешение** - Sprint-Layout пытается распознать разрешение рисунка автоматически, но это происходит не всегда корректно. Поэтому, если изображение не отображается в правильном масштабе, то нужно изменить разрешения до такого значения, когда рисунок отображается корректно.

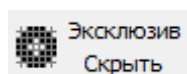
У файлов JPEG разрешение можно узнать в свойствах на вкладке "Подробно":



- **X/Y-координаты** - указание координат расположения изображение на плате, чтобы получить правильную позицию по отношению к текущей сетке.

Описанное диалоговое окно можно вызвать в любое время.

Когда фоновый рисунок загружен и виден на рабочем поле, в статус-баре отображаются две дополнительные кнопки.



При нажатии на кнопку "Эксклюзив" скрываются все прочие элементы проекта и загруженное фоновое изображение становится приоритетным для просмотра. Кнопкой "Скрыть" временно (пока кнопка нажата) скрывается фоновое изображение.

урс по Sprint Layout 6.

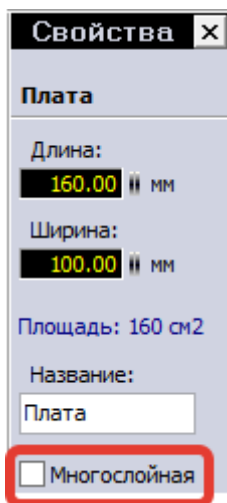
Часть 4 - Подготовка платы к производству и вывод файлов

В [прошлой части курса](#) мы создали рисунок платы, вывели его на печать и создали список элементов для схемы. Эта часть курса будет последней и в ней я хочу рассказать как правильно подготовить плату для изготовления ее на заводе и вывести необходимые для изготовления файлы.

Многослойные платы в Sprint Layout 6

До этого момента мы оперировали на плате лишь двумя медными слоями. Но количество слоев платы может достигать 8, 12 и даже 24 штук.

Sprint Layout, ввиду своей простоты, дает возможность использовать лишь два дополнительных внутренних слоя B1 и B2, о которых я уже упоминал в самой первой статье курса. Чтобы их включить для использования, следует открыть панель свойств платы и включить опцию "Многослойная":



В статус-баре появляются внутренние слои и их можно использовать как обычные медные M1 и M2:



Подготовка платы к производству

При трассировке, направленной на дальнейшее фабричное изготовление, необходимо соблюдать некоторые правила и нормы:

Во-первых, диаметры всех отверстий должны соответствовать диаметрам выводов компонентов, устанавливаемых в эти отверстия. Как выбрать диаметр отверстия в зависимости от диаметра вывода я рассказывал [во второй части курса](#). Также, если используются 2 и более медных слоев, нужно не забыть о включении металлизации у необходимых отверстий.

По возможности, сведите количество используемых диаметров к минимуму. Например, если на плате присутствуют отверстия с диаметрами 0,7 мм и 0,8 мм, то совершенно безболезненно отверстия диаметром 0,7 мм можно увеличить до 0,8 мм. Для этих целей очень удобно использовать Селектор.

Во-вторых, в слое контура О обязательно нужно изобразить контур платы. Он будет использоваться для фрезеровки (или скрайбирования) платы. Ширина линии не критична - фреза пройдет вдоль центра этой линии.

В-третьих, необходимо подготовить паяльную маску - открыть от маски нужные для пайки участки и закрыть ненужные. Например, можно закрыть маской переходные отверстия.

И, наконец, **в-четвертых**, обязательно провести DRC-контроль платы, введя в качестве проверяемых параметров технологические ограничения конкретного производства. Если правила будут нарушены, производство будет вынуждено вернуть плату на доработку.

Дополнительно хочу заметить важный момент – если в панели DRC какие-то технологические ограничения производства не учтены, это не значит, что нужно их игнорировать. Обязательно учитывайте их при трассировке.

Примечание - На форуме имеется [тема](#) с часто задаваемыми вопросами по подготовке файлов печатных плат к промышленному изготовлению.

Вывод файлов для производства (Gerber-файлы и файл сверловки)

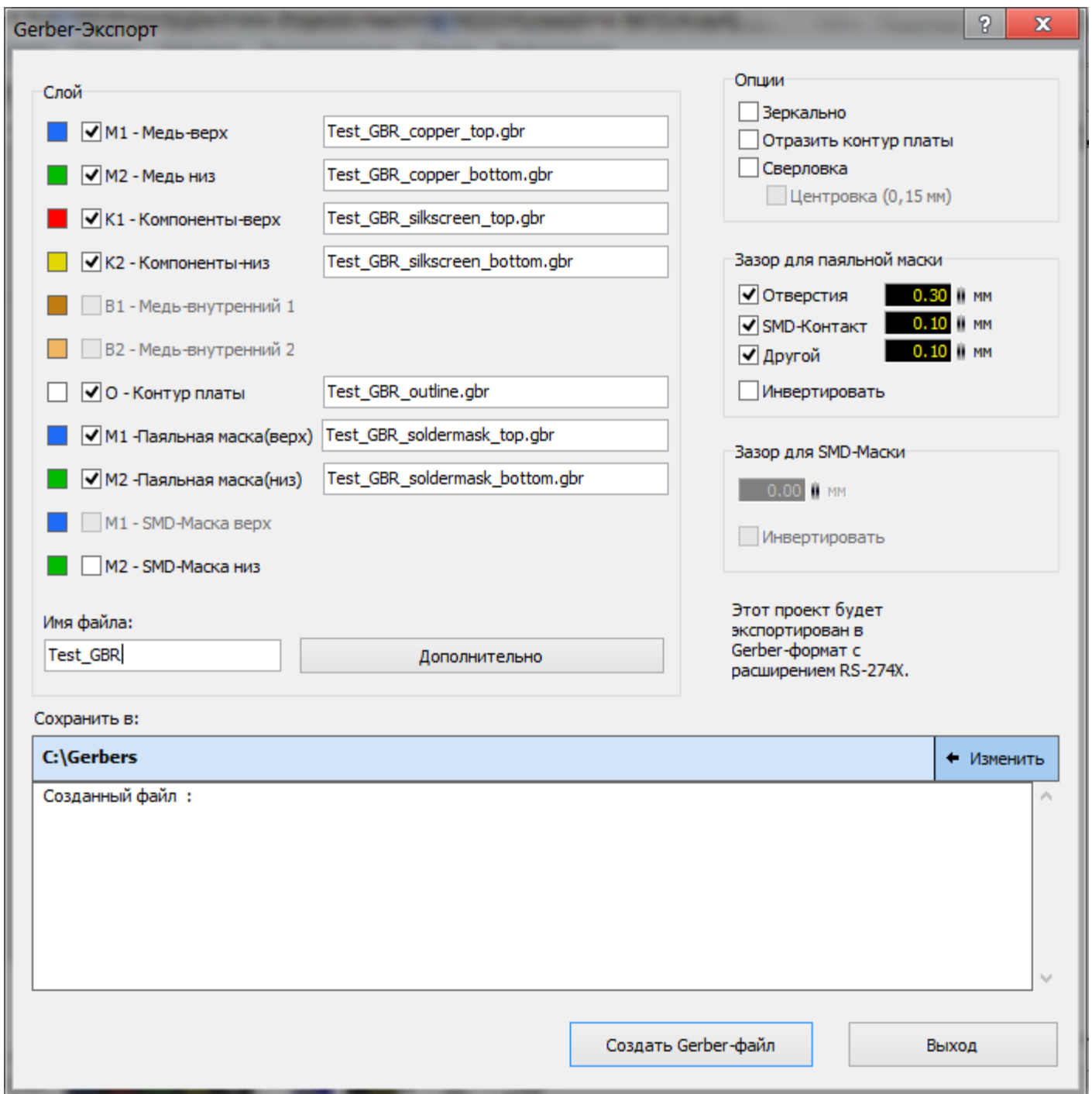
Плата готова, DRC-контроль проведен - можно приступить к выводу необходимых для завода файлов. Для производства нужны файлы двух типов:

- **Gerber** - файловый формат, представляющий собой способ описания проекта печатной платы для изготовления фотошаблонов.
По сути файл представляет собой текстовое описание последовательности команд, направленных на прорисовку различных элементов топологии (контактных площадок, переходных отверстий, линий, дуг, текстовых надписей) с помощью графопостроителя. Фактически данные в формате Gerber представляют собой программный код, управляющий выбором инструмента рисования, перемещением его в точку с заданными координатами и выполнением самой операции рисования. При изготовлении фотошаблонов, рисование на светочувствительной плёнке производится световым пятном заданной формы — апертурой.
- **Excellon** - файловый формат, представляющий собой способ описания данных о диаметрах и координатах отверстий на печатной плате в виде текста.

То есть, говоря простым языком, Gerber-файлы описывают рисунок слоев платы, что необходимо для изготовления фотошаблонов, а Excellon содержит всю информацию по отверстиям - координаты, диаметры, наличие металлизации.

Экспорт Gerber файлов

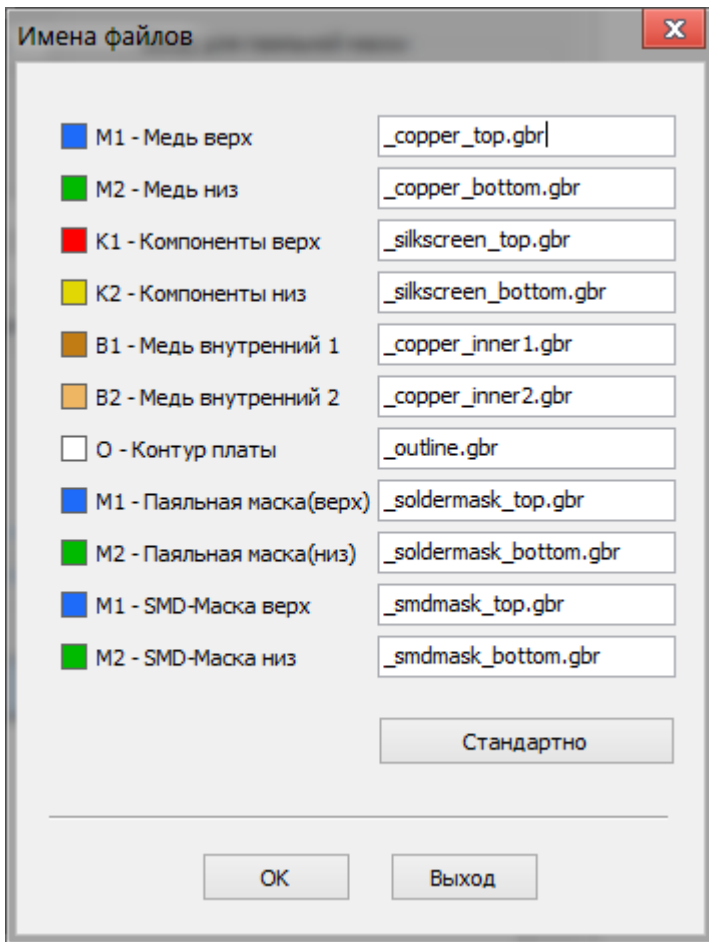
Для получения Gerber-файлов необходимо выбрать меню "Файл - Экспорт - Gerber-формат". Откроется окно настроек экспорта:



В разделе "Слой" выбираются слои для экспорта. На рисунке выше я выбрал слои, необходимые для изготовления двухсторонней платы с маской и маркировкой.

Нужно сделать пояснение по слоям "SMD-маска". Это слои для изготовления трафаретов для паяльной пасты. К изготовлению платы они не имеют отношения и нужны в случае, если вы планируете наносить паяльную пасту на площадки, расставлять компоненты и запаивать всю плату в специальной печи или феном.

Имя файла каждого слоя отображается рядом с названием слоя. Ниже вводится первая часть имени файла - как правило это название проекта (общая для всех слоев). Вторая часть - название слоя, настраивается нажатием на кнопку "Дополнительно" и по умолчанию устанавливается такая, как вы видите на рисунке:

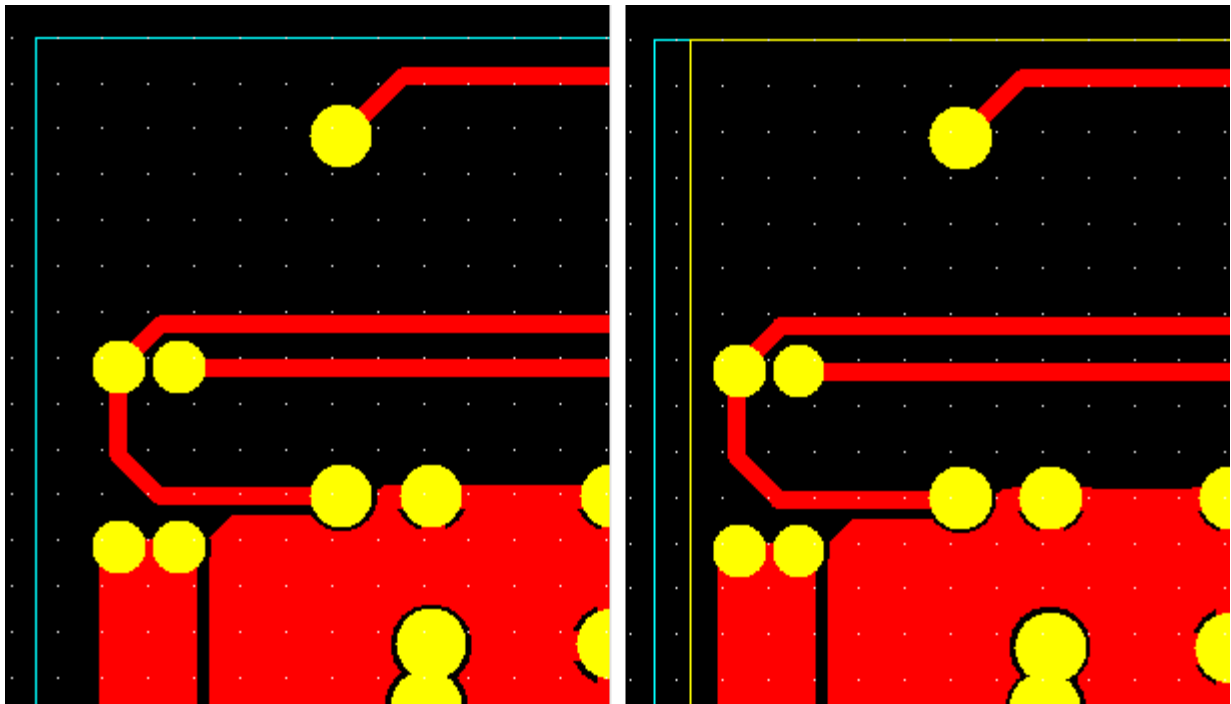


Названия слоев всегда можно сбросить в значения по умолчанию кнопкой "Стандартно". Здесь же можно задать свое расширение для каждого из слоев.

*Примечание - Так как выходные файлы текстовые, то их расширение может быть различным. Некоторые САПР присваивают разным слоям разные расширения, но Sprint Layout независимо от слоя присваивает всем Gerber файлам расширение *.gbr, а файлу сверловки (забегая вперед) - *.drl. Поэтому, если вдруг изготовитель требует, например, файл сверловки в формате *.txt, можно без каких либо последствий переименовать расширение.*

Раздел "Опции":

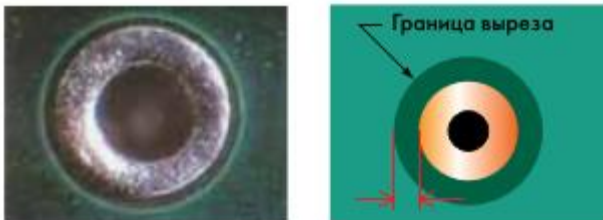
- **Зеркально** - зеркальное отражение слоев. Как правило, при заказе никакие слои не нужно отражать зеркально если производитель об этом не просит.
- **Отразить контур платы** - записать в файлы маски (для обоих слоев) данные о контуре (контур формируется автоматически). Ненужная, на мой взгляд, функция. Правильнее будет нарисовать контур в отдельном слое. На рисунке светло голубым цветом показан контур (передан отдельным слоем). Желтым - маска, красным - медный слой. Обратите внимание на добавившуюся линию в слое маски после включения этой опции.



- **Сверловка** - определить, где надо сверлить отверстия. То есть в местах отверстий останутся протравленные участки. Как правило, этот параметр не нужен. Сверловка передается отдельным файлом. Но эта опция может быть полезна если сверлить отверстия вручную.
- **Центровка (0,15 мм)** - опция доступна совместно с опцией "Сверловка". Наносятся только метки центра отверстий для сверловки (кернение), что облегчает сверловку вручную.

Раздел "**Зазор для паяльной маски**". Так как, в отличие от профессиональных САПР, Sprint Layout не имеет возможности настроить маску при проектировании, зазоры маски настраиваются при экспорте в Gerber.

Зазор паяльной маски - отступ края маски от края контактной площадки:



Зазор для контактной площадки сквозного отверстия и SMD-площадки настраиваются отдельно. Можно отключить экспорт паяльной маски для обычной контактной площадки, и/или для SMD-площадки (а так же для других элементов, если они включены в паяльную маску) при необходимости. О том как правильно выбрать зазор вы можете почитать в статье "Паяльная маска: особенности проектирования и изготовления" (приложил файлом к данной статье). Оптимальное значение - 0,1-0,2 мм.

Как правило, рисунок маски, в отличие от остальных слоев, передается в инвертированном виде - при изготовлении фотошаблонов закрашиваются открытые от маски участки. Но если производитель требует наборот, то поможет опция "**Инвертировать**".

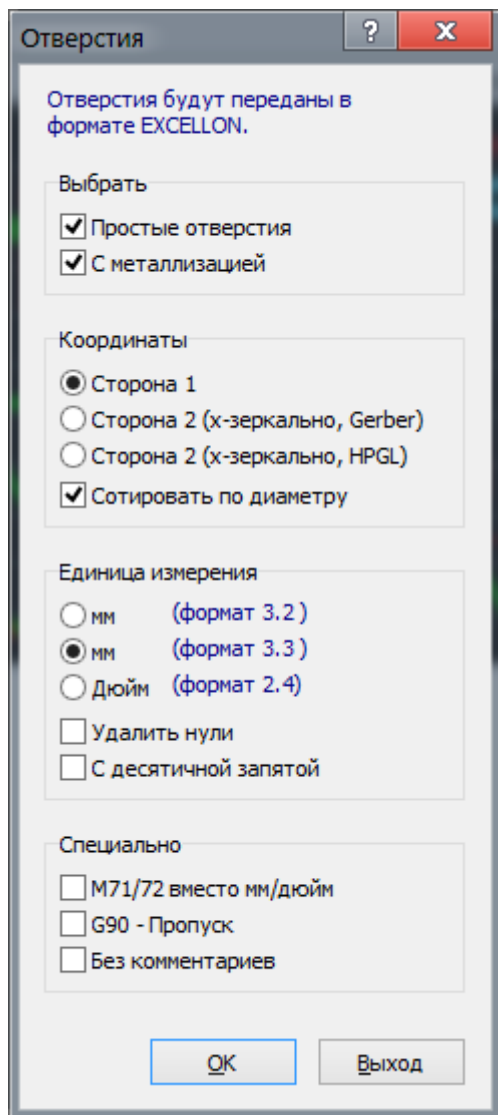
Раздел "**Зазор для SMD-маски**" содержит настройки зазора между краями SMD-площадок и краями окон в трафарете для паяльной пасты. Также имеет опцию инверсии.

Как правило, зазор трафарета достаточно сделать равными нулю, но для компонентов с мелким (менее 0,5 мм) шагом рекомендуется все-таки заузить апертуры на 0,05 мм с каждой ее стороны для предотвращения образования перемычек между соседними выводами компонента, т.е. установить зазор минус 0,1 мм.

В нижней части окна экспорта необходимо выбрать папку для сохранения файлов (по умолчанию это папка, где хранится файл текущей платы) и нажать кнопку "Создать Gerber-файл". Файлы будут созданы и сохранены в указанную папку. В списке ниже, можно видеть протокол для каждого сгенерированного файла.

Экспорт файла сверловки

Теперь выведем файл сверловки. Для этого нужно выбрать меню "Файл - Экспорт - Данные отверстий". Откроется окно экспорта:



Иногда производитель требует отдельные файлы сверловки для металлизированных и не металлизированных отверстий. Раздел "**Выбрать**" позволяет это сделать.

Раздел "**Координаты**". Выбирается с какой стороны будет производиться сверление. Для сверления снизу (Сторона 2) возможно выбрать формат Gerber или HPGL. Опция "**Сортировать по диаметру**" будет сортировать отверстия по диаметру и позволит свести к минимуму перемещения сверлильного станка.

Раздел "**Единица измерения**". Выбор единиц измерения для координат и диаметров. САМ-системы, на которых на заводе происходит обработка файлов и подготовка производства, работают в своих внутренних единицах, а отображают и выдают "наружу" метры или дюймы в зависимости от того, какой флажок установил пользователь. Переключение с одной системы счисления на другую происходит абсолютно безболезненно. Но так как отверстия мы проектировали для метрических диаметров сверл, то и выводить лучше в миллиметрах.

Опция "**Удалить нули**" удаляет незначащие нули в координатах и, как правило, воспринимается машинами без проблем. Но если вдруг возникают проблемы, то можно отключить данную опцию.

Обычно, координаты экспортируются без десятичной запятой. Но некоторые машины понимают координаты только с десятичной запятой. Опция "**С десятичной запятой**" добавит запятую в значениях координат.

Синим цветом в скобках на рисунке выше указаны различные форматы записи координат. Формат показывает сколько цифр до и после запятой будет использоваться при записи координат и диаметров. Например, координаты в формате 3.3 будут выглядеть как 023.250 мм, а в формате 2.4 - 23.2500 мм. Соответственно, это влияет на точность расположения отверстий.

Раздел "**Специальные опции**" содержит дополнительные опции для Excellon-файла. Чтобы лучше понять на что они влияют, посмотрим первые несколько строк файла сверловки:

```
1 ; Drill file
2 ; Format: 3.2 (000.00)
3 M48
4 METRIC
5 T01C0.7
6 T02C1
7 T03C1.5
8 T04C3.5
9 %
10 G05
11 G90
12 T01
13 X01200Y-04674
14 X01200Y-04444
15 X02602Y-03434
```

Со знака ";" начинаются строки с комментариями. Видно, что Sprint Layout во второй строке указывает формат записи координат в виде комментария. В четвертой строке указаны единицы измерения - метрические. А в одиннадцатой строке - код G90, указывающий на то, что используются абсолютные координаты.

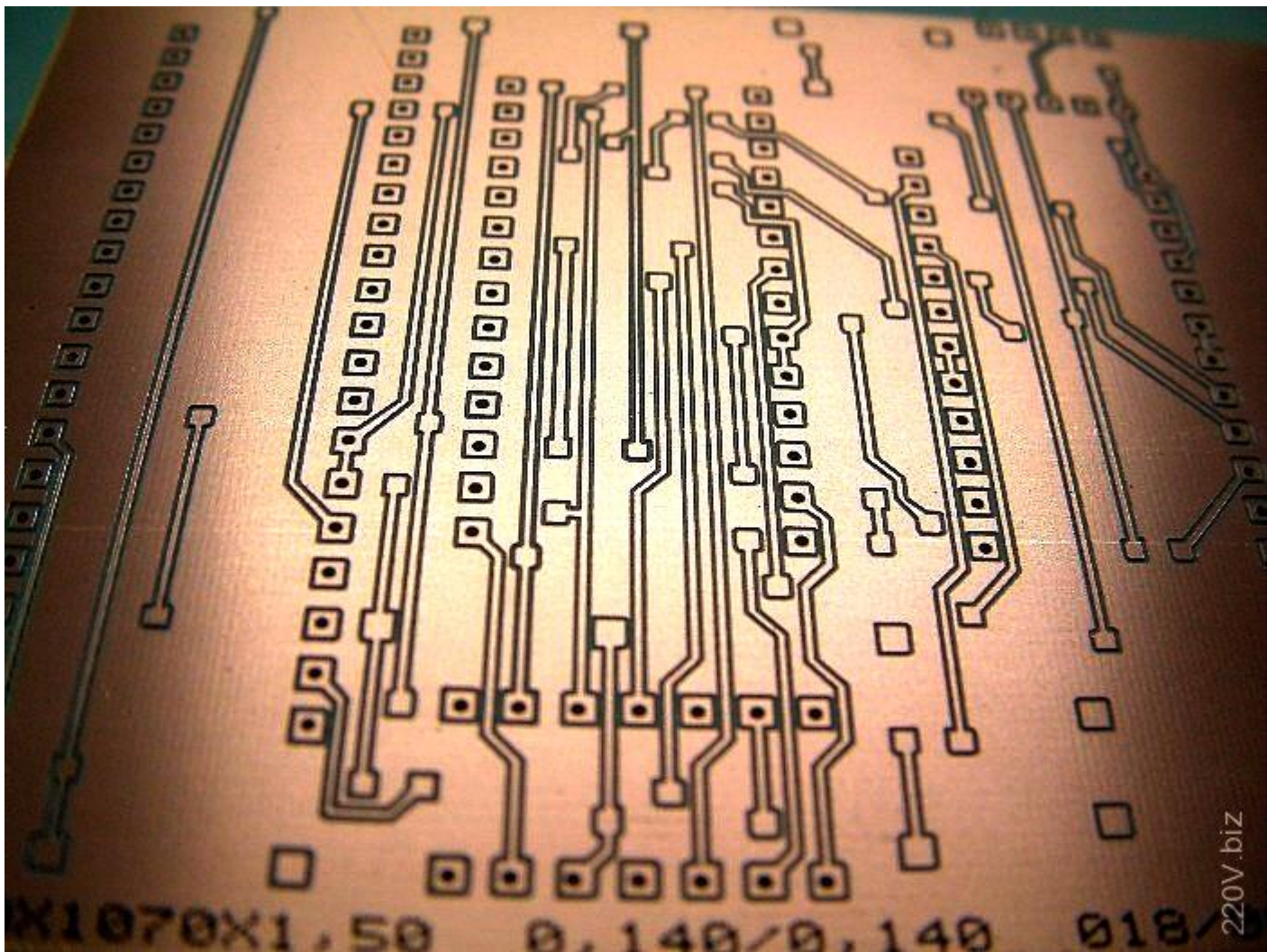
Так вот опция "**M71/72 вместо мм/дюйм**" будет записывать единицы измерения в виде кодов M71/M72, "**G90 - пропуск**" - удалит код G90, т.е. будут использоваться относительные координаты, "**Без комментариев**" - удалит все комментарии. Данные опции не стоит включать без требования производства.

Подробнее о кодах Excellon файла, если вам это интересно, можно почитать, например, [по этой ссылке](#).

Далее следует запаковать файлы в архив и приложить к бланку заказа. Любые неявные особенности платы - внутренние вырезы, их металлизацию и т.п. нужно обязательно пояснять дополнительно при заказе в письме текстом и рисунками.

Экспорт Plot-файла для фрезеровки на станке с ЧПУ

Получать рисунок дорожек на текстолите можно не только методом травления, но и фрезеровкой при помощи специальных фрезерных станков с числовым программным управлением (ЧПУ) - рисунок платы вырезается на медном слое платы тонкой фрезой.



Sprint-Layout поддерживает экспорт рисунка в Plot-файл формата HPGL (*.plt), который используется станком с ЧПУ при изготовлении.

Для создания Plot-файла необходимо выбрать в меню "Файл - Экспорт - Данные фрезер. (HPGL, *.plt)...". Откроется окно настроек:

Фрезерование

● **Ширина дорожки** : 0.30 мм

M1 - Верх ■ Не отражать Наметить отверстия

M2 - Низ ■ Отразить гориз. Наметить отверстия

Дорожка

Номер : 1

Совпадения : 25 %

Сортировка заданий - Drag&Drop

Перо	Список заданий	Сторона
# 2	Фрезеровка	Верх
# 3	Фрезеровка	Снизу
# 4	Отверстия (12)	Верх
# 5	Контур платы	Верх

Сохранить задания в файл (txt)

Создать файл для каждой операции

Отверстия

■ Отверстия на M1

Фрезеровать все отверстия (SI-команда) Ширина фрезы : 0.00 мм

Сверлить все отверстия одним сверлом (PD-команда)

Сверлить каждый диаметр соответствующим сверлом (PD-команда)

Фрезеровка контура

■ На слое M1 Слой O (контур)

Данные для точной привязки к плате

Номер : 0

Расстояние от края : 0.0 мм

Текст

Норма : С контуром 1 линия

Выбрать : С контуром 1 линия

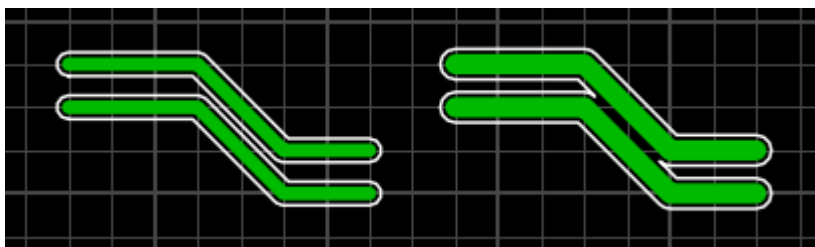
Опции

Фрезеровать выбранные элементы Шкала : 1 HPGL-единица = 0,025 мм (1/40 мм)

Сверлить с минимальной подачей

Рассмотрим отдельные элементы окна подробнее.

- **Ширина дорожки** - при помощи этой ширины программа задаёт параметр коррекции для расчета изоляционных каналов (дорожек). Sprint-Layout не может определять параметр таким образом, чтобы вырезать широкие, сплошные изоляционные каналы между элементами. Для фрезерного станка необходимо указывать минимальное расстояние между 2 элементами. Если минимальное расстояние не указано, изоляционный канал не будет прорезан, см. правый рисунок:

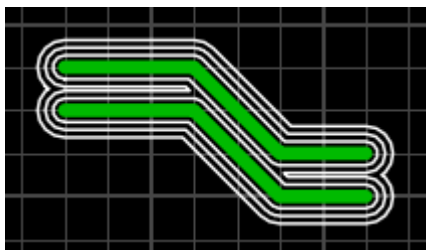


В этом случае можно уменьшить ширину дорожки фрезерования, но обратите внимание, что все другие элементы, будут немного меньше, если реальный фрезерный инструмент больше, чем указанная ширина фрезерования.

- **M1 - Верх / M2 - Низ** - выбор стороны фрезерования. Как правило, верхняя сторона не отражается зеркально, и фрезеруется, как изображено на реальном рисунке, а нижняя сторона должна быть отображена зеркально, т.к. фрезеруется сразу после первой. В зависимости от того, в какой очередности и положении (горизонтально или вертикально) будет производиться подача платы для фрезеровки, надо определить вид зеркального отражения.

Опция **Наметить отверстия** позволяет наметить центры отверстий для последующего сверления, что обеспечит выравнивание ЧПУ дрели в процессе сверления и снижает вероятность поломки тонких и гибких свёрл на высоких оборотах.

- **Дорожка** - количество фрезерных дорожек, которое по умолчанию равно единице. Можно увеличить это число, чтобы получить большую ширину фрезерования. Также указывается процент перекрытия рядом расположенных линий фрезерования.



- **Отверстия** - определяет с какой стороны надо начинать сверлить отверстия. Есть 3 варианта сверления:

- **Фрезеровать все отверстия (SI-команда):** все отверстия выполняются фрезой одного диаметра. Отверстия, диаметр которых больше диаметра установленной фрезы, тоже будут выполнены этим же инструментом, но будут вырезаться по его окружности в соответствии с заданным диаметром отверстия. ЧПУ фрезерный станок, определяет координаты отверстия на плате, и фреза движется по окружности, производя вырезание большого отверстия. В зависимости от диаметра установленной фрезы, размер отверстия может быть немного меньше или немного больше. Чтобы этого не происходило, необходимо сделать коррекцию на диаметр фрезы. Опция «ширина фрезы» определяет ширину вырезаемой линии, и вносит поправку. Необходимо выбирать фрезу точно соответствующую малому диаметру отверстий, но не больше.

- **Сверлить все отверстия одним сверлом (PD-команда):** все отверстия сверлятся одним и тем же сверлом. Отверстия большего диаметра будут просверлены только в центре, т.е. отмечен их центр. Команда закладывается в plot-файл. Sprint-Layout будет игнорировать другие размеры диаметра, и создаст одно задание для всех отверстий.

- **Сверлить новый диаметр новым сверлом (PD-команда):** команда в plot-файл записывается, как для обычного сверления, но с сортировкой по диаметру. Sprint-Layout будет сортировать все отверстия по диаметру, и записывает задания для каждого размера диаметра в один файл.

- **Фрезеровка контура** - определяет необходимость фрезеровки контура (слой O), а так же сторону, на которой фрезеруется контур.

Примечание - Данные для фрезеровки контура записываются в Plot-файл по его реальному размеру. В зависимости от диаметра установленной фрезы, размер контура может получиться немного меньше или немного больше, чем заложено при проектировании. Чтобы этого не происходило, необходимо сделать коррекцию на диаметр фрезы или предусмотреть корректировку при создании проекта в Sprint Layout.

- **Данные для точной привязки к плате** - запись в файл дополнительных отверстий для точной привязки координат платы. Это необходимо для точной координации платы при фрезеровании двухсторонней платы, чтобы было полное совпадение рисунка. Можно определить количество базовых отверстий (2 или 3) вне платы. Данные этих отверстий будут записаны в Plot-файл как данные сверловки.

Чтобы выбрать дополнительные отверстия, переведите курсор мышки на поле с красным прямоугольником и серыми точками. Выберите нужные отверстия (точки) щелчком по ним левой кнопкой мыши. Серая точка (отверстие) поменяет цвет на красный что указывает на то, что отверстие активировано и будет записано в файл. Повторный щелчок мыши по отверстию деактивирует отверстие.

Также должно быть определено расстояние от края платы до отверстий - параметр «Расстояние от края».

- **Текст** - может выполняться с очертанием (будет очерчен фрезерованным контуром вокруг текста, слева) - "С контуром" или одноколейный (фрезерованная дорожка будет нанесена по самому тексту, справа) - "1 линия":



Если надо обработать тексты по разному, то нужно предварительно выделить текст с обработкой одного типа на плате, а затем выбрать для него параметр. В этом случае, можно установить различные параметры, для выбранного и для не выбранного текста:

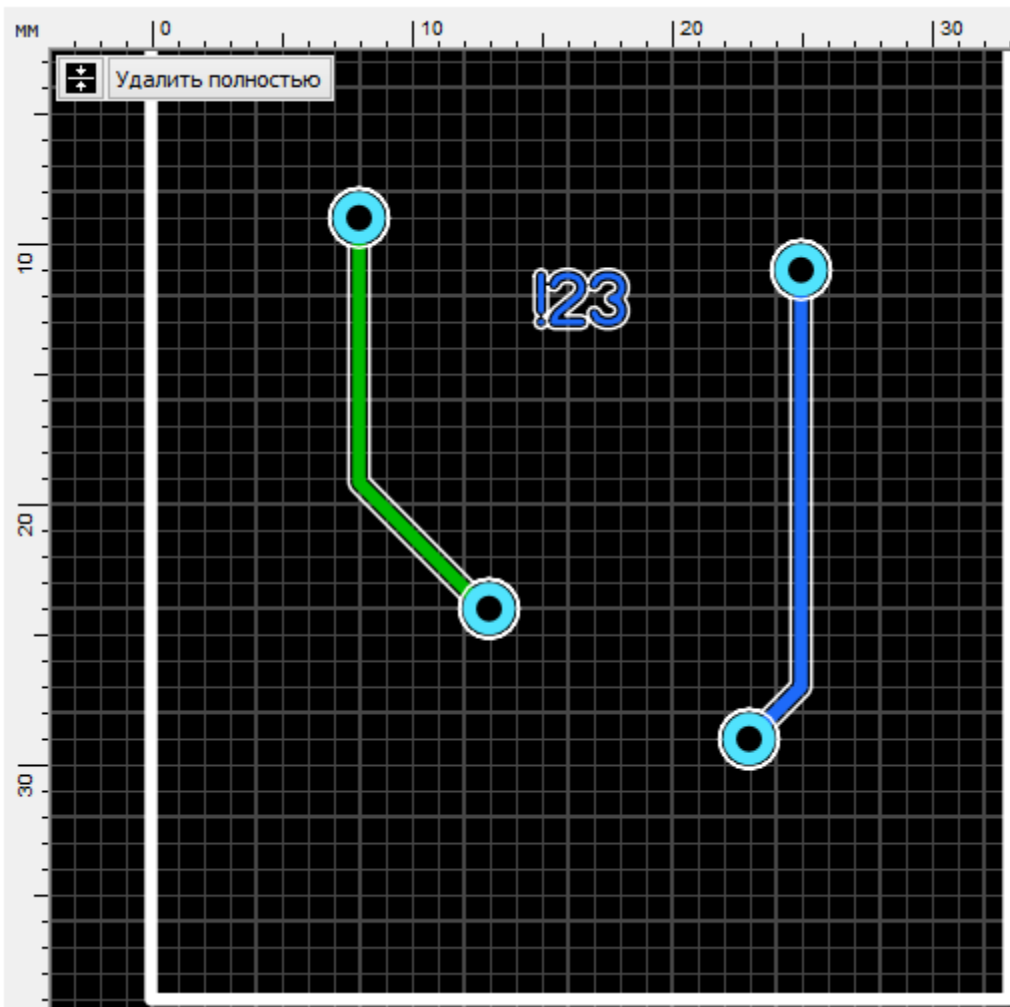
Текст

Норма : С контуром 1 линия

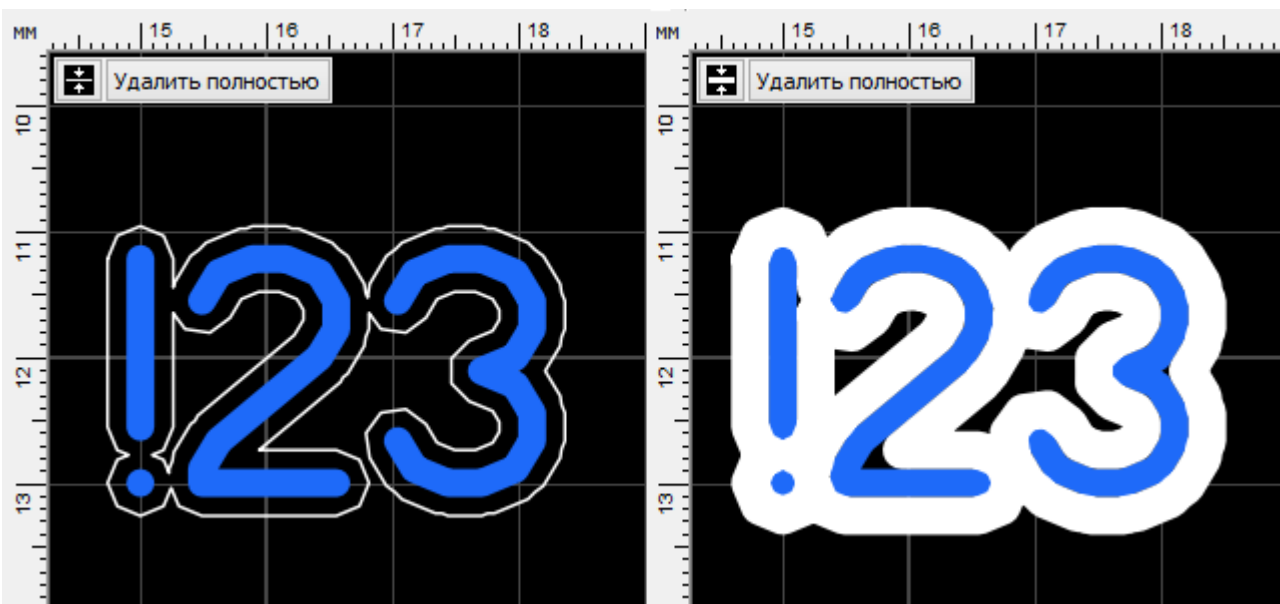
Выбрать : С контуром 1 линия

- **Опции**
 - **Фрезеровать выбранные элементы** - Если выберете несколько элементов, перед вызовом окна «Фрезеровка», нужно определить, что только эти выбранные элементы будут фрезероваться.
 - **Сверлить с минимальной подачей** - Некоторые ЧПУ фрезерные станки, могут игнорировать данные для сверловки, если они установлены в режим для сверления с минимальным шагом подачи сверла. В этом случае, нужно активировать эту опцию, и Sprint-Layout запишет команду для управления минимальной подачей сверла.
 - **Шкала** - Некоторые ЧПУ фрезерные станки, используют округлённые масштабные HPGL-единицы = 0,025 мм (вместо HPGL-единицы=0,0254 мм). В этом случае можно выбрать эту масштабную единицу здесь.
- **Сортировка заданий** - справа отображены все задания для станка согласно заданным настройкам. Plot-файл будет содержать все эти задания в том порядке, как они указаны в листе заданий. Sprint-Layout располагает задания в надлежущей последовательности, но можно изменить порядок этих заданий по своему усмотрению перетаскивая строки захватив из левой кнопкой мыши (Drag&Drop).
- Опция **Сохранить задания в файл (txt)** в дополнение к Plot-файлу сохраняет второй текстовый файл (*.txt) (либо отдельные файлы для каждого задания при выборе опции "**Создать файл для каждой операции**"), который содержит все задания включенные в Plot-файл.

Нажмите кнопку ОК, чтобы создать и сохранить задания в Plot-файл. После этого на рабочем поле отобразится результат в качестве предварительного просмотра:



В верхнем левом углу можно заметить две кнопки. Правая "Удалить полностью" удаляет рисунок фрезерования с рабочего поля. Левая переключает отображение фрезеровки - тонкими линиями или линиями с шириной записанной в задании:

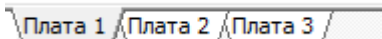


Объединение нескольких плат на одной заготовке для комплектного изготовления

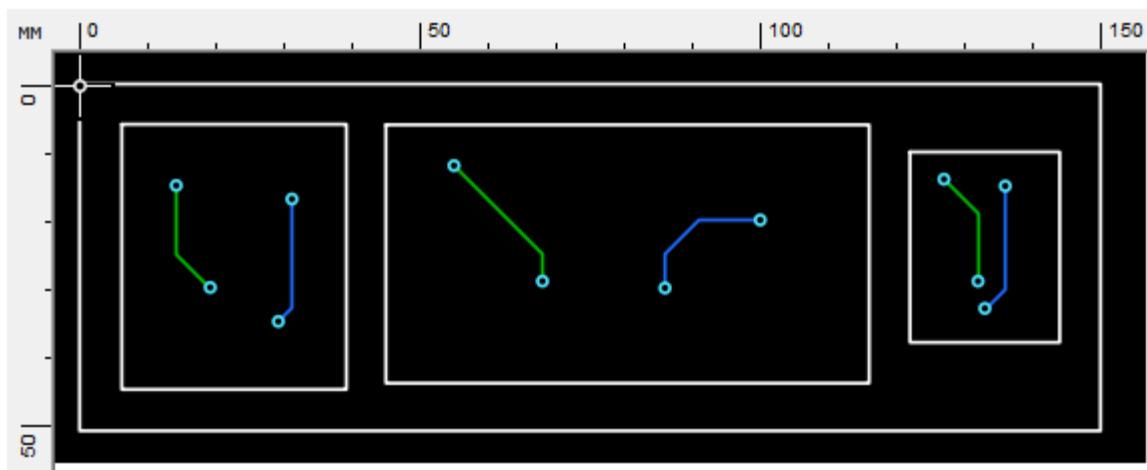
Часто для удешевления производства нескольких плат (особенно, если они принадлежат одному проекту - например, плата усилителя, плата защиты АС и плата блока питания) их объединяют в один комплект, который заводом изготавливается как одна плата и потом разделяются выбранным способом.

Профессиональные САПР предлагают встроенные инструменты для осуществления такой возможности, но в Sprint Layout придется создавать комплект вручную.

1. Нужно добавить вторую (третью, четвертую и т.д.) плату в проект при помощи пункта меню "Проект - Импортировать из файла". Они отобразятся в виде вкладок в текущем документе.



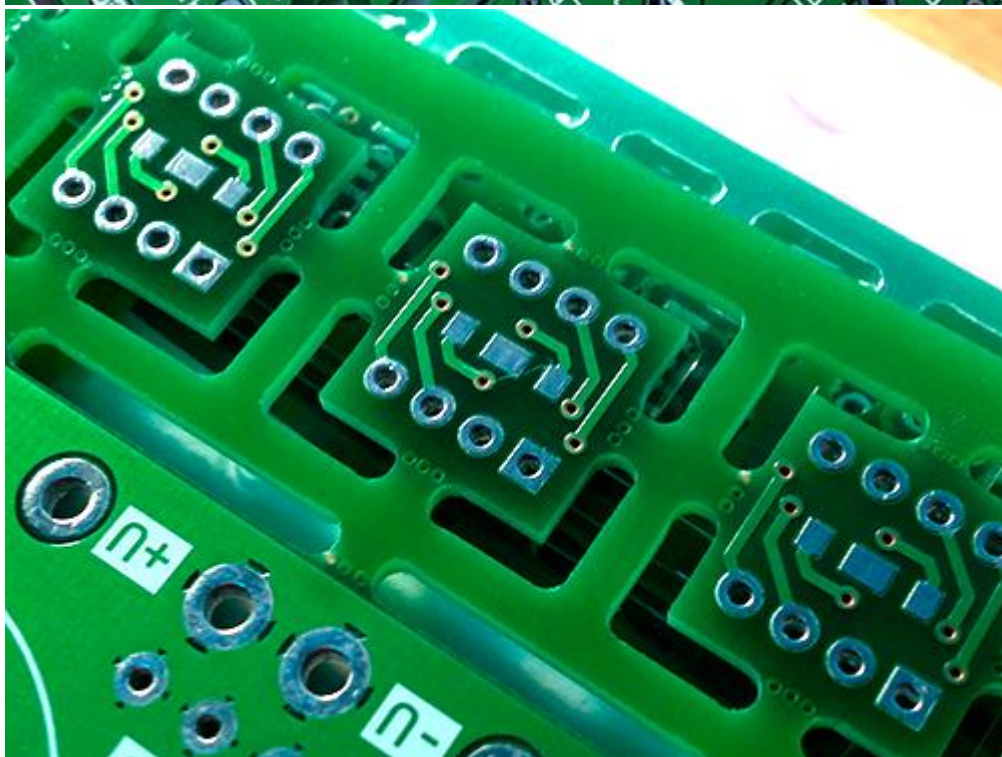
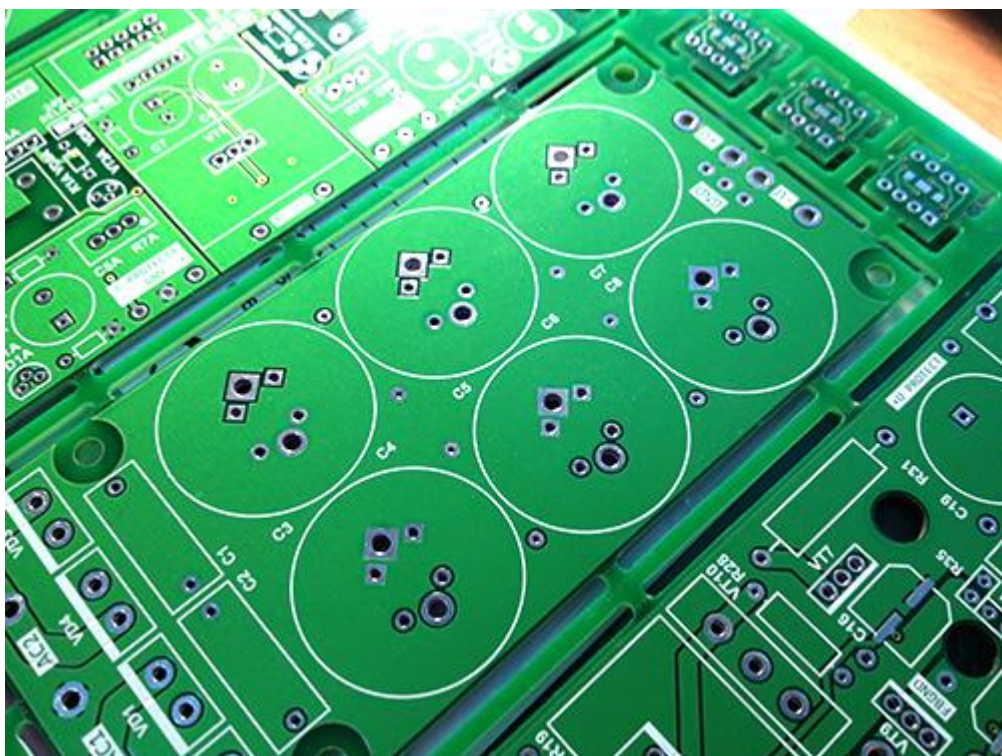
2. Далее нужно создать новую плату в документе, например, с именем "Комплект" и скопировать туда все загруженные платы, разместив их с зазором, минимальное значение которого зависит от фрезы, используемой при изготовлении (для Резонита, например, зазор должен быть 2 или 6 мм). По внешнему общему контуру будет фрезерован весь комплект, а по внутренним контурам будут фрезерованы каждая из плат:



Примечание - Контур нужно обозначать как для каждой из плат, так и общий для всего комплекта.

3. Далее можно выводить файлы для производства и заказывать.

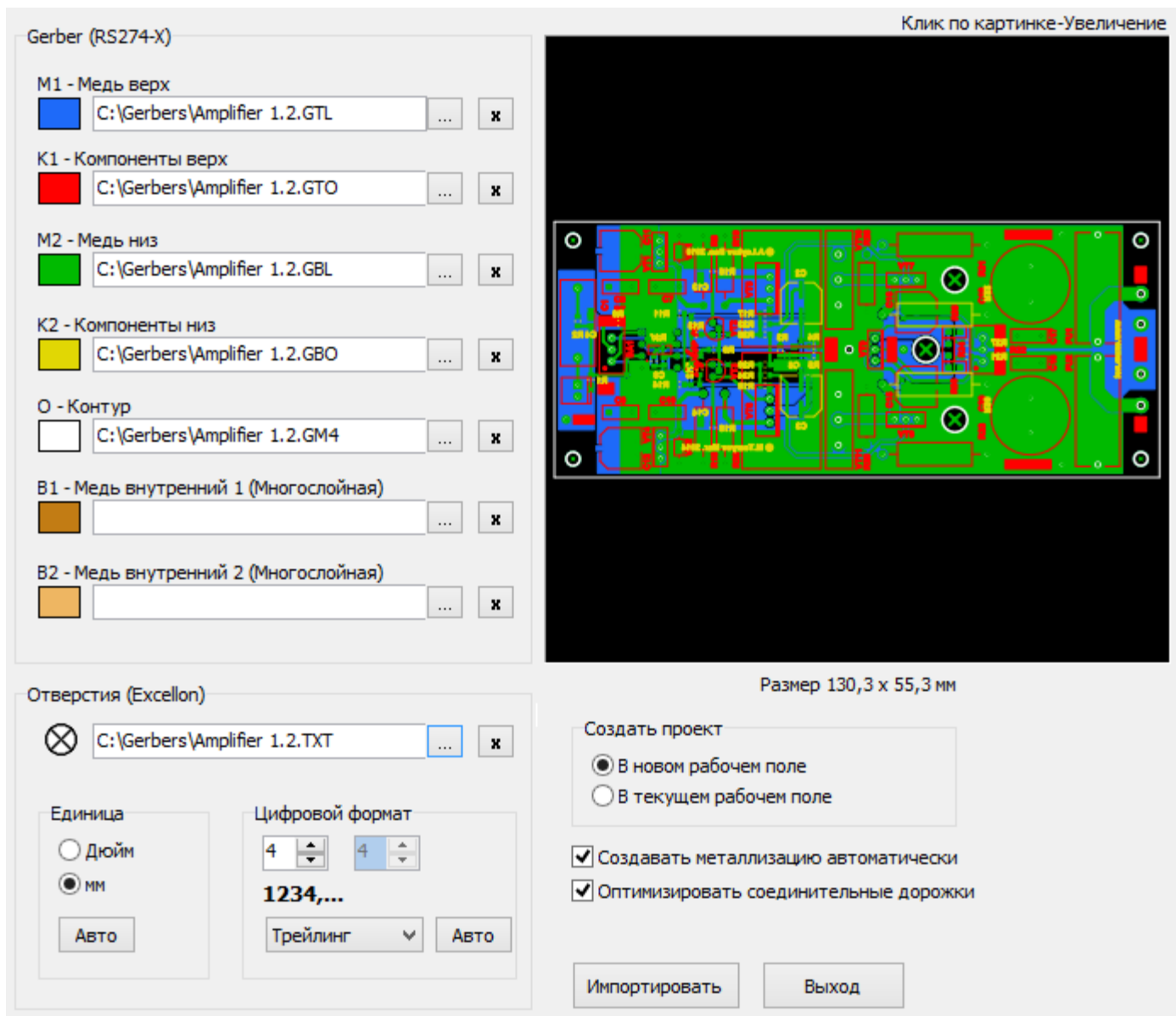
Пример результата подобного комплекта можно увидеть на фото ниже. Платы разделены фрезеровкой, но между платами технологами оставлены перемычки с перфорацией, чтобы платы не рассыпались, но без труда разламывались. Заказать можно и без перемычек, но это, скорее всего, потребует дополнительной оплаты.



Примечание - Если для разделения плат заказывать скрайбирование, а не фрезеровку, то зазора между платами оставлять не требуется.

Возможности импорта Gerber-файлов

Начиная с шестой версии, Sprint Layout поддерживает импорт файлов формата Gerber RS274-X в проект. Для этого нужно выбрать меню "Файл - Gerber импорт". Откроется окно настроек импорта:



Слева, в разделе "**Gerber (RS274-X)**" находятся поля для ввода пути к каждому из файлов Gerber. Справа - **окно предпросмотра** результата, которое динамично обновляется по мере выбора файлов. По клику левой кнопкой мыши в окне предпросмотра происходит его разворачивание на весь экран. Повторный клик (или клавиша Esc) восстанавливает размер окна.

Если файл не распознаётся, как Gerber, то в окне предварительного просмотра будет изображен большой крест, а имя файла будет отображаться серым цветом.

В разделе "**Отверстия (Excellon)**" указывается файл сверловки в формате Excellon. Результат распознавания будет также изображен в окне предпросмотра. Дополнительно нужно указать параметры, касающиеся единиц измерения (дюймы/мм) и цифрового формата. Sprint-Layout распознаёт лишь определённый цифровой формат файла Excellon. В подразделе "Цифровой формат" можно сделать необходимые настройки, выбирая из выпадающего списка какую часть вводить - целую или дробную. Если формат неизвестен, то можно открыть файл сверловки текстовым редактором и поискать формат в комментариях или попробовать различные варианты, ориентируясь на результат в окне предпросмотра.

Раздел "**Создать проект**" определяет где должен быть создан проект - в новой вкладке, или в текущем рабочем поле.

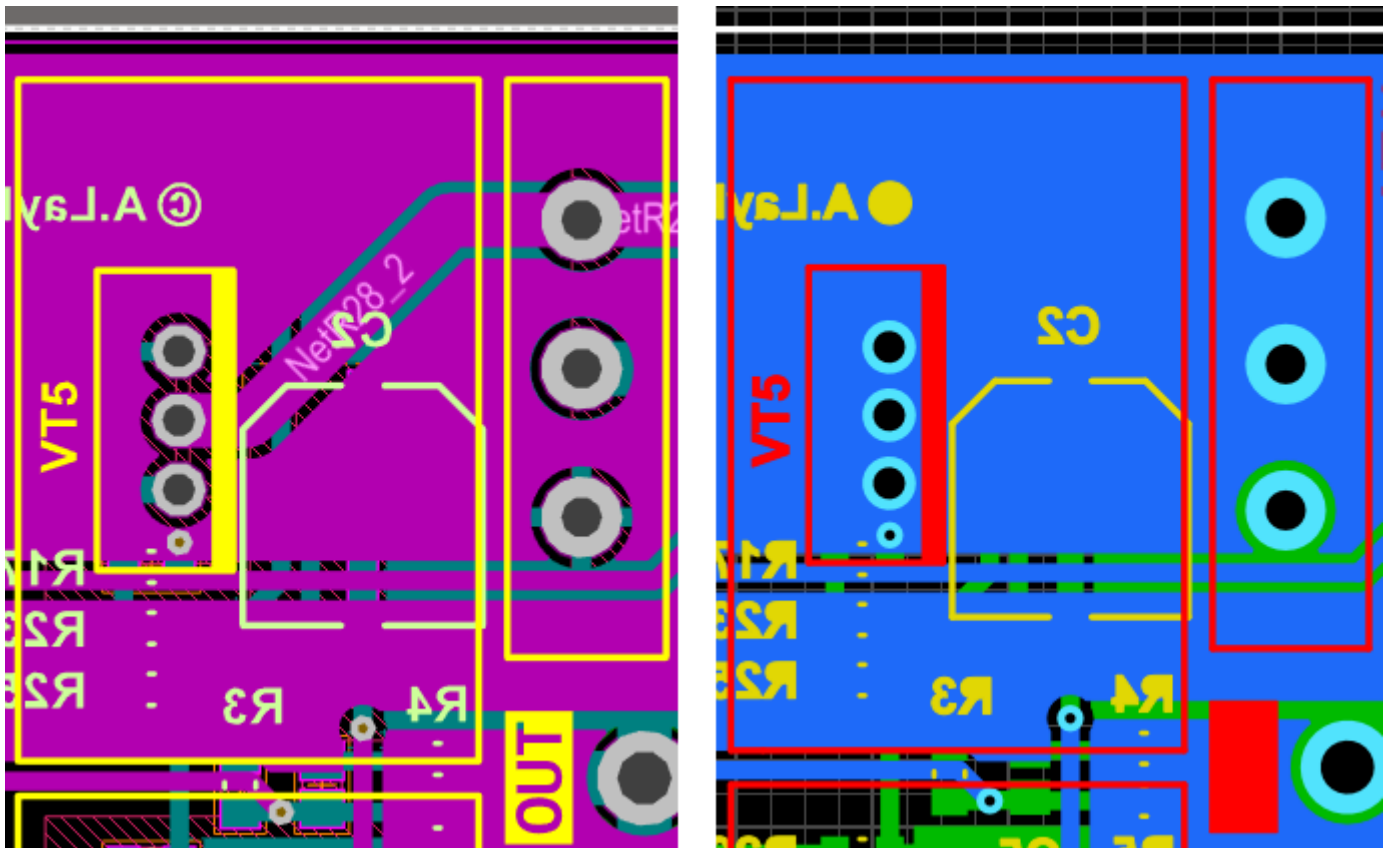
Также имеются два дополнительных параметра:

- **Создать металлизацию автоматически** - Sprint-Layout будет пытаться распознавать сквозные металлизированные отверстия автоматически;
- **Оптимизировать соединительные дорожки** - Sprint-Layout будет распознавать соединительные дорожки, состоящие из одного сегмента до сложных сочетаний из нескольких сегментов, и оптимизировать их.

Для завершения импорта нажмите на кнопку **"Импортировать"**.

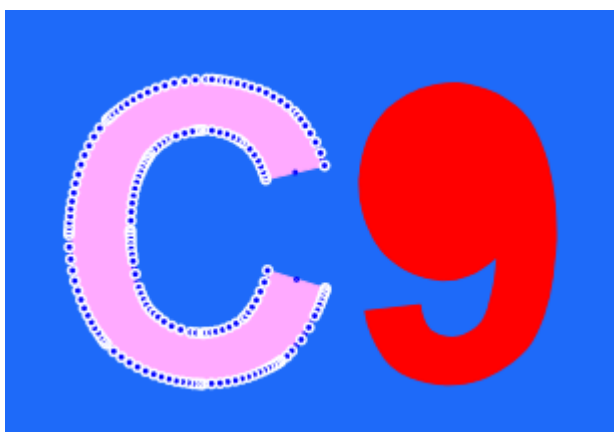
Сразу нужно предупредить, что **импорт полигонов происходит некорректно!** Пропадают термобарьеры, а трассы, которые были окружены со всех сторон полигоном, сливаются с ним. После импорта обязательно нужна корректировка получившегося рисунка на соответствие схеме.

Сравните исходный файл из стороннего САПР (слева) и работу Gerber-импортера (справа):

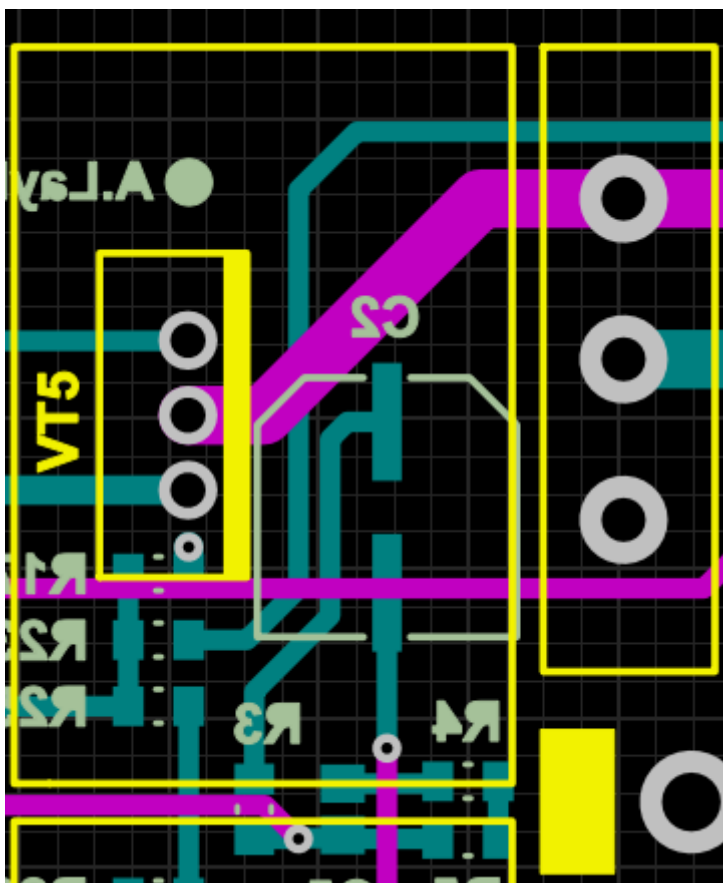


Трасса "NetR28_2" исчезла, а некоторые контакты слились с полигоном. То же произошло и с надписями.

Вообще, текст импортируется не как текст, а как полигоны, но это уже особенность формата Gerber:

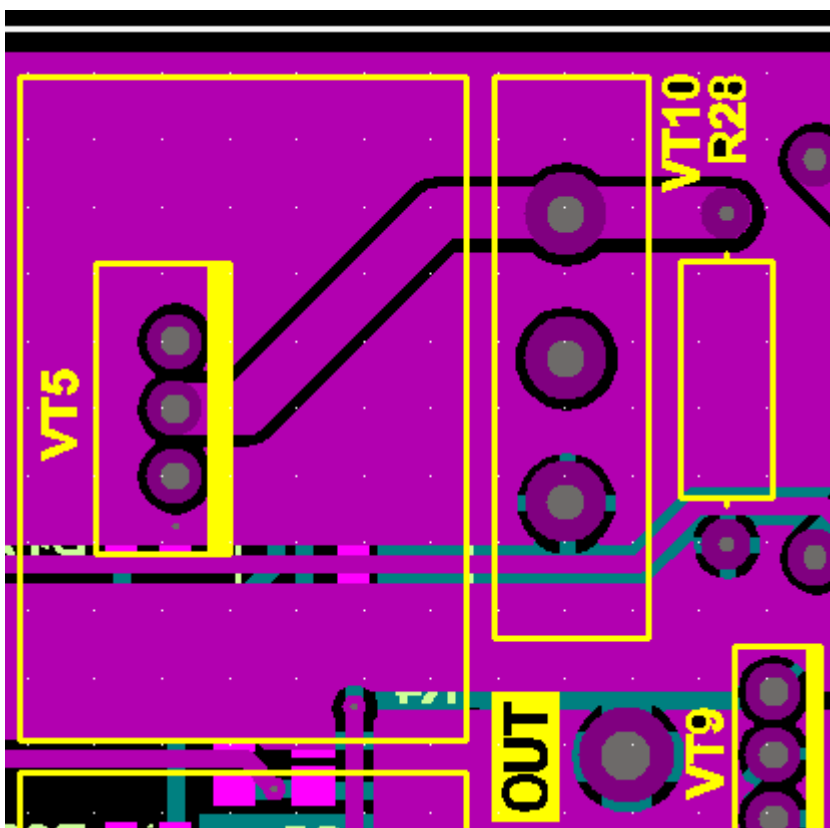


После некоторых экспериментов выяснилось, что дорожки все-таки никуда не исчезли - они просто "спрятались" под полигоном.



Поэтому полигоны следует удалять и рисовать их заново.

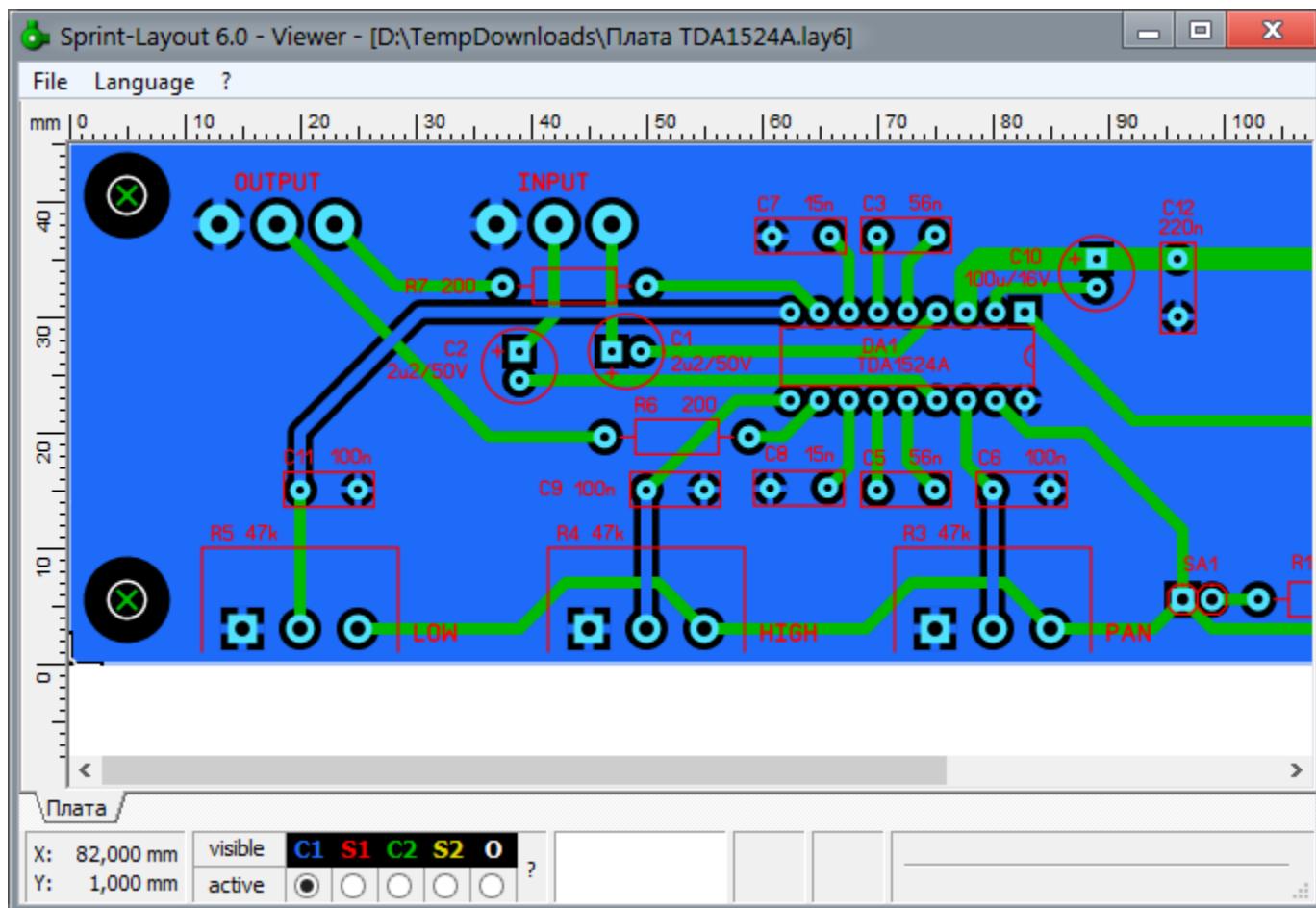
А вот в стороннем редакторе Gerber все выглядит корректно:



Sprint Layout 6 Viewer

Компанией AVACOM также выпускается [бесплатный просмотрщик файлов lay6](#). В заключение хочется сказать пару слов о нем - что это такое и как может пригодиться.

Просмотрщик представляет из себя сильно урезанный оригинальный вариант программы Sprint Layout 6 и предназначен для открытия, просмотра и печати файлов *.lay6:



Перемещать элементы платы или редактировать надписи невозможно, нажатие левой и правой кнопками мыши увеличивает и уменьшает плату соответственно. Увеличение или уменьшение также можно выполнять колесиком мыши. Если зажать левую кнопку мыши и выделить участок платы, то он будет увеличен.

Слои платы можно скрывать, но смена их цвета недоступна. Рассмотрим элементы главного меню.

Меню "File"

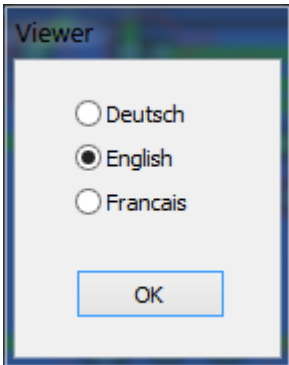
File	Language ?
Open...	Strg+O
Printer Setup...	
Print...	Strg+P
1 D:\TempDownloads\...\Плата TDA1524A.lay6	
Exit	

Здесь остались только пункты открытия и печати файлов, настройка принтер, выход из программы и список недавних файлов.

Окно печати оставлено без изменений и содержит все необходимые функции.

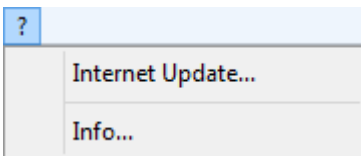
Меню "Language"

Открывает окно выбора языка. Доступны немецкий, английский и французский.



Меню "?"

Меню содержит два пункта: обновление программы и пункт вызова окна с информацией о программе:



Данный просмотрщик будет удобен тем, кто не работает в Sprint Layout 6, но хочет иметь возможность просматривать платы в формате этой программы. Также программа не требует установки и занимает всего 3,1 Мб, благодаря чему ее удобно иметь на съемном носителе, если вы распечатываете шаблоны для плат не со своего компьютера.

Итоги курса

Ну, вот и подошел к концу наш курс по программе Sprint Layout 6. Я рассказал об интерфейсе программы и всех ее функциях. Показал как создавать макросы и работать с ними, привел пример трассировки и вывод готовой платы на принтер и в формат Gerber для фабричного изготовления и многое-многое другое.

Надеюсь, курс получился исчерпывающим и к данному моменту у вас уже не осталось вопросов по работе в данной программе. Но если все же остались, то заходите на форум в [тему по Sprint Layout](#) и задавайте интересные вопросы.

Всем пока и удачи! Создавайте правильные платы!