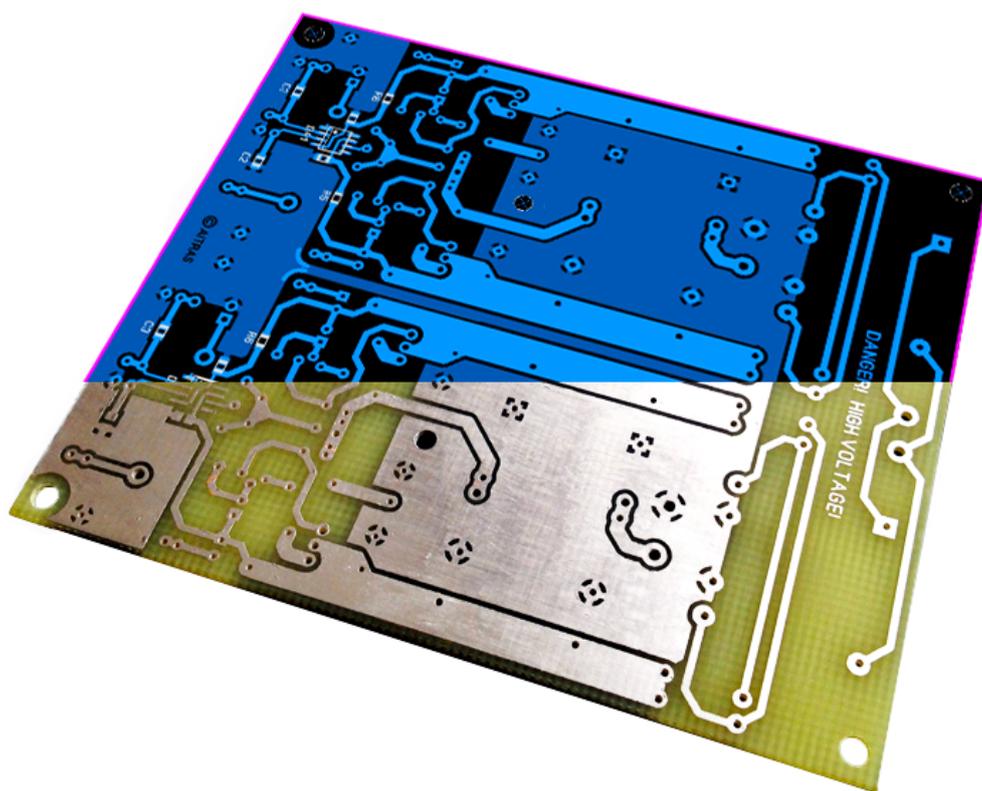


М.Г. Царёв

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В ПРОГРАММЕ SPRINT LAYOUT 6



Ульяновск
2016

УДК 658.5

Царёв, М. Г.

Проектирование печатных плат в программе Sprint Layout 6 / М.Г. Царёв. –
Ульяновск, 2016. – 97 с.: ил.

В книге описаны возможности проектирования печатных плат в программе Sprint Layout 6.

В первых трех главах подробно рассказано о интерфейсе и настройках программы, графических примитивах и инструментах, используемых при трассировке, а также о работе с библиотекой посадочных мест.

В четвертой главе описаны способы вывода рисунка платы на печать для домашнего изготовления, экспорта в графический формат для публикации и возможности получения списка компонентов.

В завершающей пятой главе рассмотрены возможности работы Sprint Layout 6 с многослойными платами. Рассказано как правильно получить набор файлов, необходимых для производства платы на специализированном заводе (Gerber-файлы и файл сверловки). Также затронуты функции импорта Gerber-файлов и экспорта Plot-файла для фрезеровки на станке с числовым программным управлением.

Книга будет полезна как начинающим, так и «бывалым» радиолюбителям.

Не для коммерческого использования!

© Царёв М.Г., 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора.....	5
Глава 1. Общие сведения о Sprint Layout 6.....	7
Основное окно	7
Слои	9
Управление платами	10
Координаты и сетки	12
Общие инструменты	14
Глава 2. Трассировка.....	15
Графические элементы-примитивы.....	15
Комбинированные графические элементы.....	22
Инструменты трассировки	26
Порядок трассировки	34
Глава 3. Библиотека компонентов.....	37
Создание макросов	38
Организация библиотеки компонентов.....	41
Глава 4. Печать рисунка платы. Список компонентов.....	43
Компоненты. Pick+Place файл.....	43
Проверка на нарушения правил проектирования	48
Вывод платы на печать	50
Экспорт платы в графические форматы	55
Получение списка компонентов	57
Перевод рисунка платы в формат laub	59
Просмотрщик файлов laub.....	60
Глава 5. Подготовка платы к производству и вывод файлов.....	62
Многослойные платы в Sprint Layout 6.....	62

Подготовка платы к производству	62
Вывод файлов для производства	63
Реперные метки	70
Вывод Plot-файла для фрезеровки	71
Комплектное изготовление плат.....	76
Возможности импорта Gerber-файлов	78
Приложение А. Описание главного меню	81
Меню «Файл».....	81
Меню «Редактировать».....	82
Меню «Проект»	82
Меню «Действия».....	83
Меню «Дополнительно»	84
Меню «Опции»	84
Меню «Информация».....	85
Приложение Б. Описание общих настроек	86
Основные установки	86
Цвета	88
Директории файлов	88
Библиотеки.....	89
Возврат.....	89
Ітах	90
Клавиши	90
Курсор.....	91
Сохранение.....	92
Приложение В. Стандарты IPC-7251 и IPC-7351	93
Выводные компоненты	93
Компоненты поверхностного монтажа	94
Нестандартные корпуса	95
Нулевая ориентация	95
Список источников	96

При разработке или повторении радиолюбителями различных электронных схем в большинстве случаев возникает необходимость разработать плату к проектируемому устройству для размещения на ней деталей схемы. Для простых схем можно на фольгированном стеклотекстолите нарисовать от руки при помощи лака или другой нерастворимой в воде краски рисунок будущей платы и начать травление. Или же воспользоваться так называемым «сухим» способом изготовления плат – лишнюю фольгу с заготовки удалить резаком 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 рядовому радиолюбителю в подавляющем большинстве случаев подойдет программа Sprint Layout, простая в освоении и использовании. Именно о ней я собираюсь рассказать вам в настоящей книге.

Книга состоит из пяти глав. Первая глава подготовительная и в ней я расскажу о программе Sprint Layout 6*, ее интерфейсе и настройках, координатах, сетках, линейках и единицах измерения.

Вторая глава книги расскажет вам о графических примитивах и инструментах, используемых при трассировке.

В третьей главе речь пойдет о создании макросов и организации библиотеки посадочных мест.

В четвертой главе вы научитесь выводить рисунок платы на печать для домашнего изготовления и экспортировать в графический формат для публикации. Дополнительно я расскажу о функции перевода любого имеющегося рисунка

*Для описания была выбрана последняя на момент написания книги версия, переведенная на русский язык пользователями форума «РадиоКот» Men1 и Sub.

платы в формат Sprint Layout 6 и о возможностях экспорта списка компонентов в любой табличный процессор.

В завершающей пятой главе 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 функции импорта Gerber-файлов и экспорта Plot-файла для фрезеровки на станке с числовым программным управлением.

Успехов в изучении! Создавайте правильные платы!

Все вопросы, отзывы и пожелания, а также информацию о найденных опечатках и неточностях, пожалуйста, отправляйте мне на электронную почту:

michael.tsaryov@gmail.com

*Михаил Царёв (aitras),
февраль 2016 года*

ГЛАВА 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О SPRINT LAYOUT 6

Программное обеспечение Sprint Layout 6 – это простой, но в то же время очень эффективный программный продукт для проектирования и ручной трассировки печатных плат малой и средней сложности. Разрабатывается немецкой компанией AVACOM.

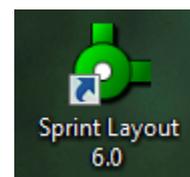


Рис. 1. Ярлык программы

Сохранение документов производится в файл с расширением *.laub (старые версии программы сохраняли с расширением *.lay). Имеется полная обратная совместимость форматов. На рис. 1 показан ярлык программы.

ОСНОВНОЕ ОКНО

После запуска окно программы имеет вид, изображенный на рис. 2.

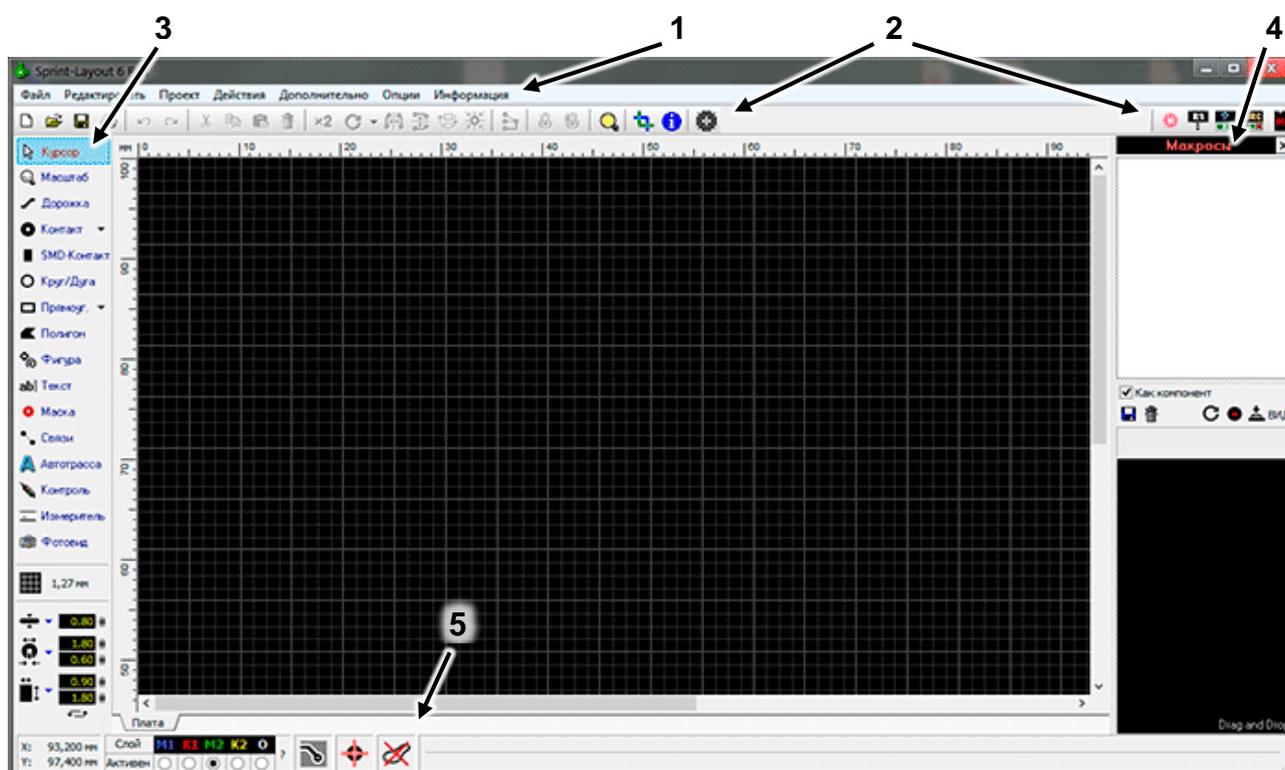


Рис. 2. Главное окно программы

1 – главное меню, 2 – панель инструментов, 3 – панель инструментов трассировки,
4 – панель макросов, 5 – статус-бар

Центральную и самую большую часть окна занимает рабочее поле, размеченное сеткой. Сразу под заголовком окна программы расположено главное меню 1 (рис. 3), стандартное для Windows-приложений.

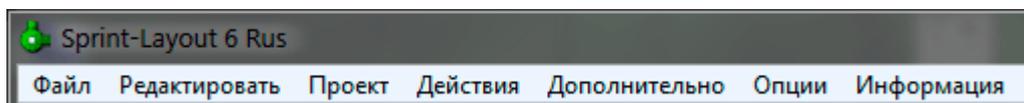


Рис. 3. Главное меню программы

Под главным меню находится панель инструментов 2 (рис. 4), содержащая в себе кнопки, большая часть которых дублирует пункты главного меню. Назначение кнопок можно увидеть во всплывающих подсказках, появляющихся при наведении на них курсора мыши.

Важно!
 Подробное описание всех пунктов главного меню содержит Приложение А.

Рассмотрим подробнее кнопки, функции которых не содержатся в меню.



Рис. 4. Панель инструментов

Кнопка «**Поворот**» (рис. 5) вращает выбранный компонент на определенный угол по часовой стрелке (против часовой стрелки с зажатой клавишей «Shift»). Есть четыре предустановленных значения угла, но можно ввести любой другой, выбрав последний пункт в выпадающем меню.

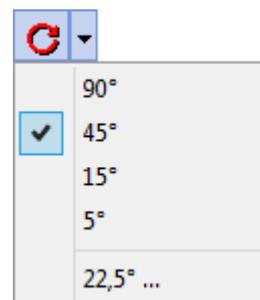


Рис. 5. Кнопка "Поворот"

Важно!
 После вращения элемента его желательно привязать к сетке, т.к. он может встать мимо сетки.

Кнопка «**Выравнивание**» позволяет выровнять выделенные элементы выбранным способом (рис. 8).



Рис. 6. Кнопка "Прозрачность"

Кнопка «**Прозрачность**»

(рис. 6) включает режим прозрачности – все слои просвечивают друг через друга (рис. 7).

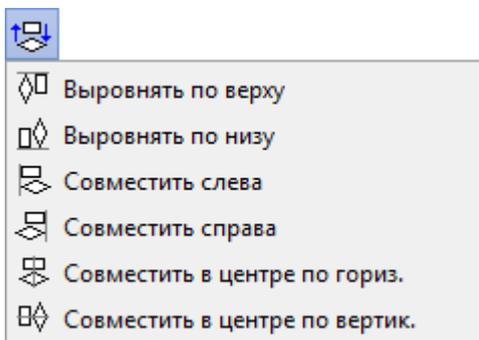


Рис. 8. Кнопка "Выравнивание"

В левой части окна – панель 3 выбора инструментов трассировки, настройки

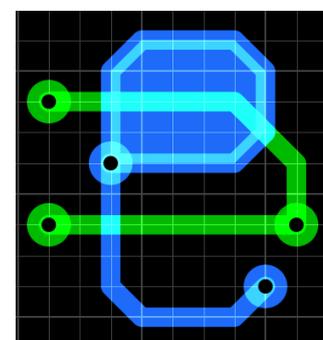


Рис. 7. Эффект прозрачности

сетки и установки свойств примитивов. Справа открыта па-

нель 4 по работе с макросами (о макросах речь пойдет в главе 3). Внизу отображается статус-бар 5 с координатами курсора, кнопками управления слоями платы и тремя дополнительными инструментами трассировки.

СЛОИ

В Sprint Layout для проектирования платы имеются семь слоев, шесть из которых символизируют слои реальной платы и схематично изображены на рис. 9. Седьмой слой (O) предназначен для изображения контура платы, необходимого при производстве, и на рисунке не показан.

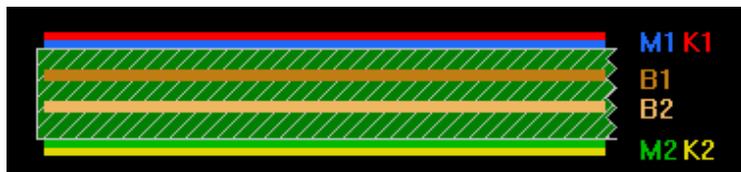


Рис. 9. Слои платы
M1 – верхний медный слой, K1 – верхний слой маркировки, B1 – внутренний медный слой 1, B2 – внутренний медный слой 2, M2 – нижний медный слой, K2 – нижний слой маркировки



Рис. 10. Кнопки управления слоями

Как уже было упомянуто ранее, управление слоями производится в статус-баре (рис. 10). Круглыми кнопками здесь выбирается слой для работы, а нажатием на имя слоя над этими кнопками производится включение/отключение видимости слоя.

Важно!
Активный слой отключить нельзя.

Как и во всех «взрослых» программах трассировки, в Sprint Layout при проектировании используется принцип «прозрачной» платы: в процессе трассировки пользователь смотрит на плату сверху сквозь все слои и видит первым слоем верхний слой маркировку.

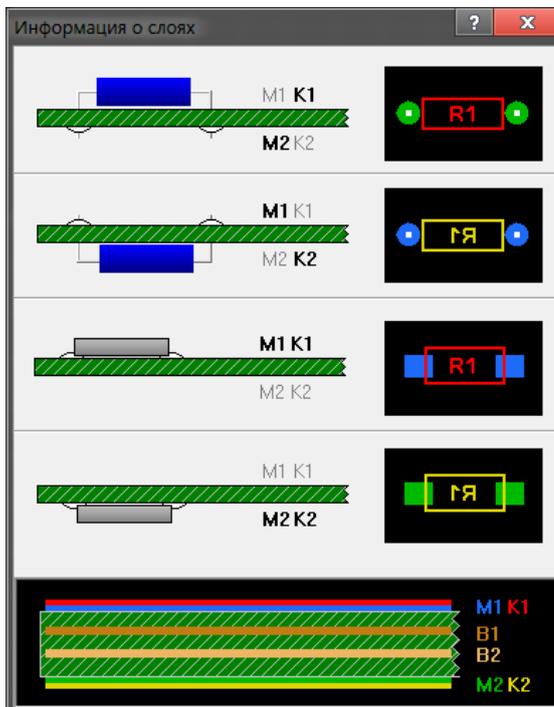


Рис. 11. Справочная информация о слоях

Важно!

«F9» – циклическое переключение слоев M1-M2,
«F11» – слоев K1-K2-O.

Следует заметить, что нижние слои (M2 и K2) должны отображаться зеркально.

При нажатии на вопросительный знак в статус-баре открывается окно (рис. 11), поясняющее назначение слоев, их цвета и пример правильного отображения выводных компонентов и компонентов поверхностного монтажа в зависимости от того, на какой стороне платы они расположены.

УПРАВЛЕНИЕ ПЛАТАМИ

Каждый документ в Sprint Layout является проектом и может содержать в себе множество отдельных печатных плат, которые отображаются как закладки в нижней части окна сразу под рабочим полем (рис. 12).

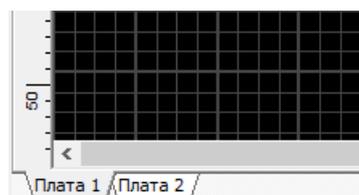


Рис. 12. Закладки печатных плат

Для управления платами в пределах документа имеется специальный пункт меню «Проект», который содержит функции создания, копирования, удаления платы, а также перемещения плат в закладках.

Шаблоны

При создании новой платы в проекте открывается окно выбора шаблона, где доступны три шаблона платы с задаваемыми параметрами и именем.

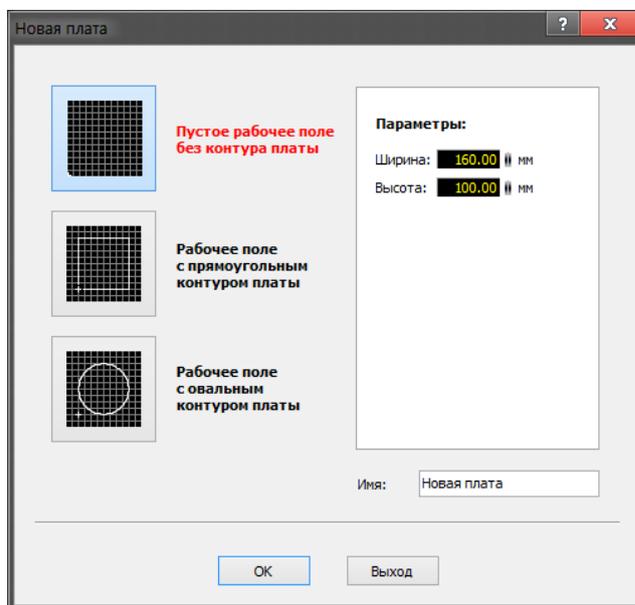


Рис. 13. Окно создания новой платы - шаблон 1

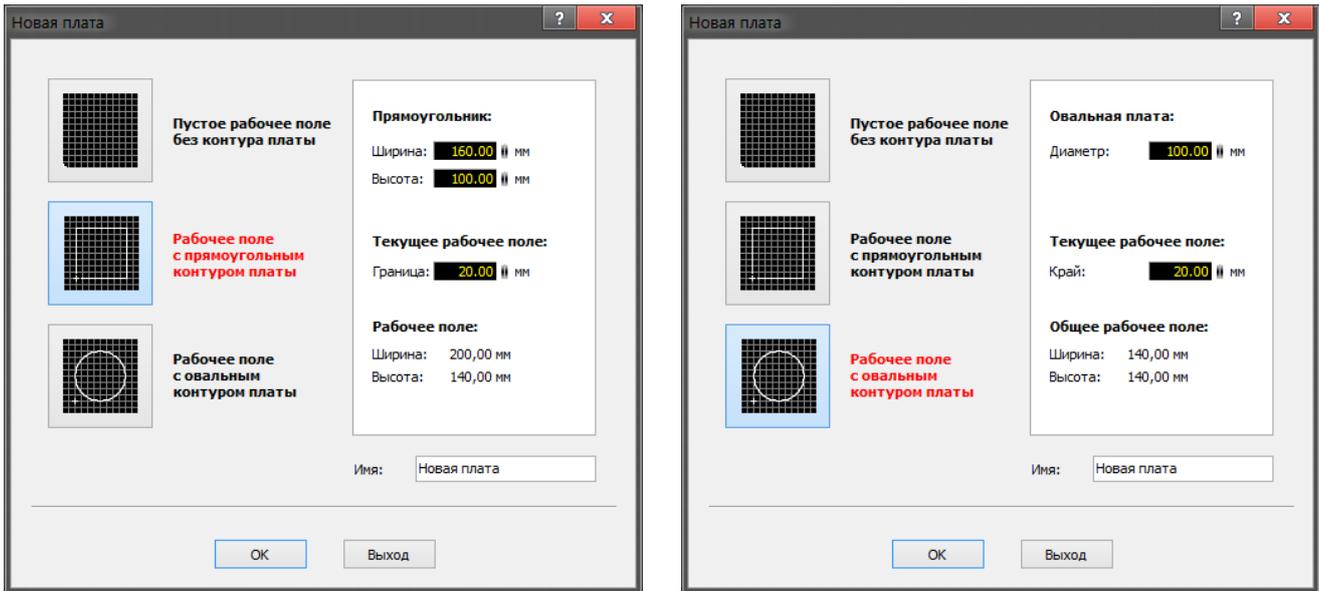
Первый шаблон **«Пустое рабочее поле без контура платы»** (рис. 13) создает полностью пустое поле, для которого можно задать размеры (на рисунке 160 на 100 мм).

Второй – **«Рабочее поле с прямоугольным контуром платы»** (рис. 14а) создает плату с заданными размерами и контур платы с отступом от краев рабочего поля на заданное расстояние (на рисунке 20 мм).

Третий – **«Рабочее поле с овальным контуром платы»** (рис. 14б) создает квадратное поле с круглым контуром платы заданного диаметра (на рисунке 100 мм). Расстояние от края поля до контура также задается (на рисунке 20 мм).

Важно!

Копирование между платами участков трассировки или любых других элементов возможно только в том случае, когда обе платы находятся в одном проекте.



а б
Рис. 14. Окно создания новой платы - шаблоны 2 (а) и 3 (б)

Кроме числовых параметров, для платы можно задать имя.

Свойства проекта

Пункт меню «Проект» → «Свойства проекта» открывает дополнительную панель справа, в которой можно изменить параметры текущей платы – имя и размеры (рис. 15). Также автоматически подсчитывается площадь платы.

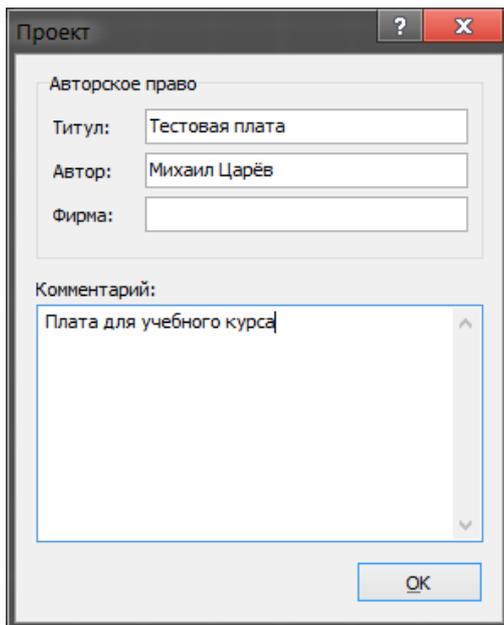


Рис. 16. Окно информации о проекте

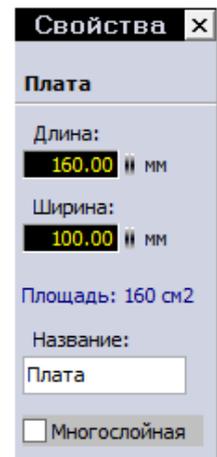


Рис. 15. Панель "Свойства проекта"

По умолчанию в программе создается двухслойная печатная плата. Опция «Многослойная» добавляет дополнительно два внутренних слоя В1 и В2. Подробнее о многослойных платах см. в главе 5.

Информация о проекте

В проекте кроме плат хранится дополнительная информация, позволяющая указать автора платы и внести какие-либо комментарии к проекту. Для внесения этих данных необходимо

выбрать пункт меню «Дополнительно» → «Информация о проекте» (Рис. 16).

КООРДИНАТЫ И СЕТКИ

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

На рабочем поле расположена точка начала координат (рис. 17, белая окружность с перекрестием), которая служит началом отсчета для линеек, расположенных над рабочим полем и слева от него.

Изменять положение начала координат можно перетаскиванием левой кнопкой мыши. Кроме того, из контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопкой мыши на рабочем поле, для положения начала координат доступны две фиксированные точки – верхний левый и нижний левый углы платы (рис. 18), а также установка начала координат в точку с курсором (пункт «Произвольно»).

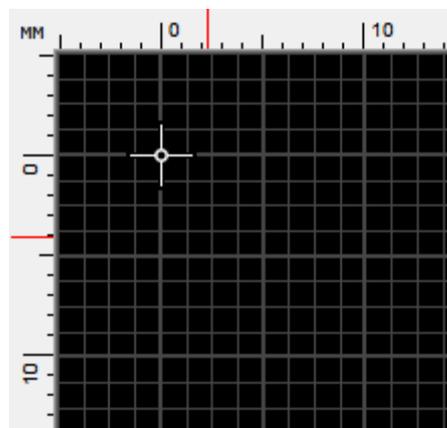


Рис. 17. Линейки и начало координат

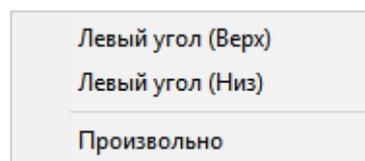


Рис. 18. Точки установки начала координат

Текущие координаты курсора показаны в виде красных полосок на линейках и в виде числовых значений в нижнем левом углу главного окна программы (рис. 19).

Все ключевые узлы графических элементов по умолчанию привязаны к узлам выбранной сетки. Настройки сетки производятся при помощи специальной кнопки на левой панели (рис. 20).

X: 2,320 мм
Y: 4,120 мм

Рис. 19. Координаты курсора

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.

Также есть возможность настроить отображение 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 выбран-

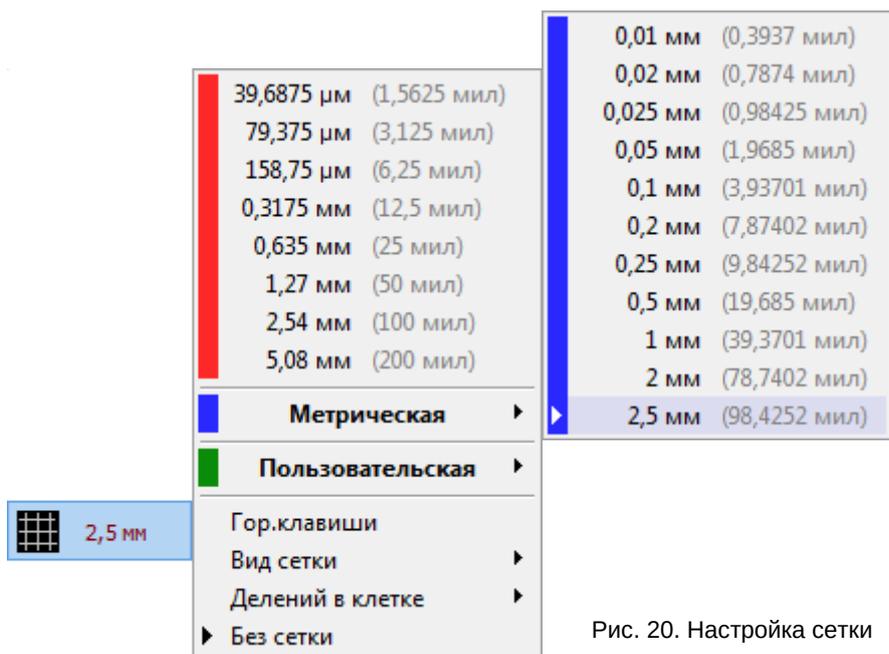


Рис. 20. Настройка сетки

ному шагу сетки не исчезает, отключается лишь отображение линий сетки.

Перемещение элементов по рабочему полю происходит с шагом, равным сетке и производится либо перетаскиванием курсором с зажатой левой кнопкой мыши, либо перемещением стрелками на клавиатуре.

Важно!

С зажатой клавишей «Ctrl» перемещение элементов стрелками происходит с шагом в 1/10 активной сетки, а перетаскиванием – вне какой-либо сетки.

Кроме всего прочего, предопределены девять горячих клавиш, на которые можно назначить часто используемые шаги сетки. Их настройка вызывается выбором пункта «Горячие клавиши» в меню сеток (рис. 21). Переопределения значения горячей клавиши производится нажатием на кнопку «Другая».

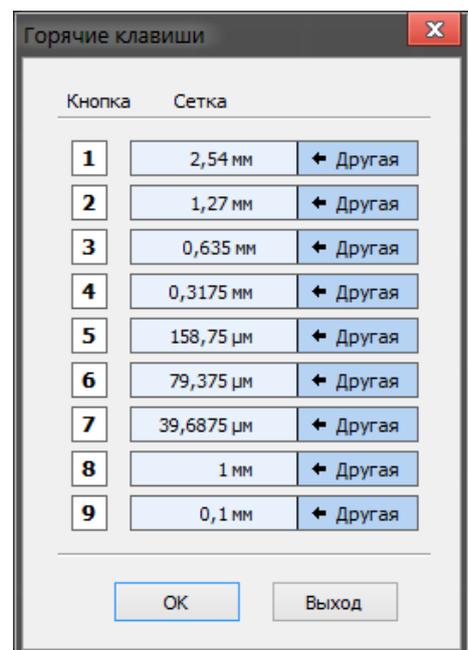


Рис. 21. Горячие клавиши выбора сеток

ОБЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

На левой панели имеются три инструмента для управления платой (рис. 22).

Курсор

Горячая клавиша «Esc».

Инструмент «по-умолчанию». Используется для выбора элементов на рабочем поле. При выделении элемент становится розового цвета.

Сброс любого инструмента в «Курсор» производится нажатием на правую кнопку мыши.

Масштаб

Горячая клавиша «Z».

При выборе этого инструмента 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 участки платы, который необходимо увеличить.

Измеритель

Горячая клавиша «M».

Зажатой левой кнопкой мыши выделяется прямоугольная область, а в специальном окне отображаются текущие координаты курсора, изменение координат по двум осям, расстояние между начальной и конечной точкой выделения, а также угол между горизонталью и диагональю прямоугольника выделения (рис. 23).

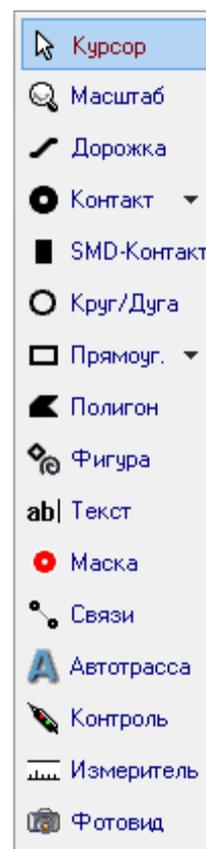


Рис. 22. Панель инструментов

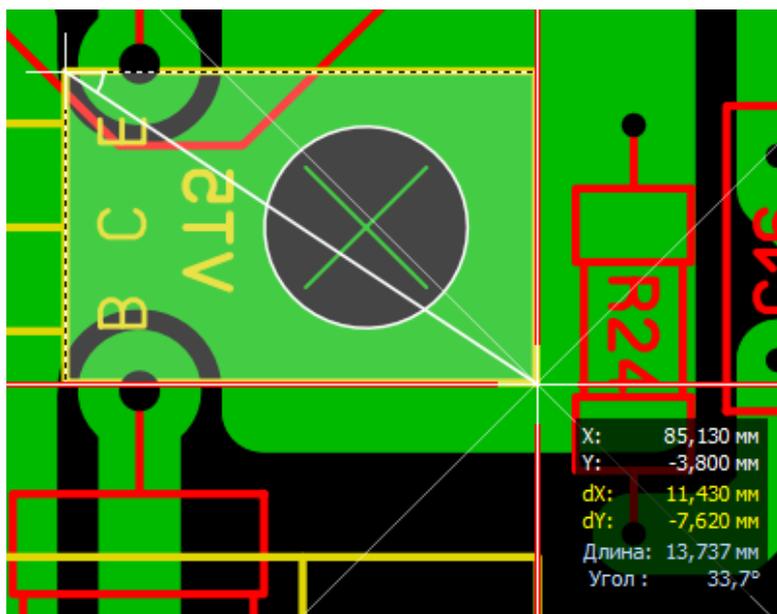


Рис. 23. Использование инструмента "Измеритель"

ГРАФИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМИТИВЫ

Любой сложный рисунок печатной платы можно разбить на отдельные неделимые элементы – примитивы. В Sprint Layout имеется несколько таких элементов, при помощи комбинирования которых и выполняется трассировка.

Дорожка

Горячая клавиша «L».

Инструмент для рисования дорожки заданной ширины. Значение ширины (в выбранных единицах измерения) задается перед началом рисования в специальном поле на панели инструментов (рис. 24).



Рис. 24. Поле ввода ширины дорожки

Кнопка слева (выделена на рис. 24) открывает подменю часто используемых, так называемых «любимых» значений ширины дорожки. Можно добавить новое значение или удалить существующее (рис. 25).

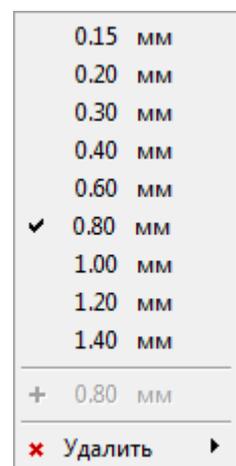


Рис. 25. "Любимые" ширины дорожек

Важно!

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

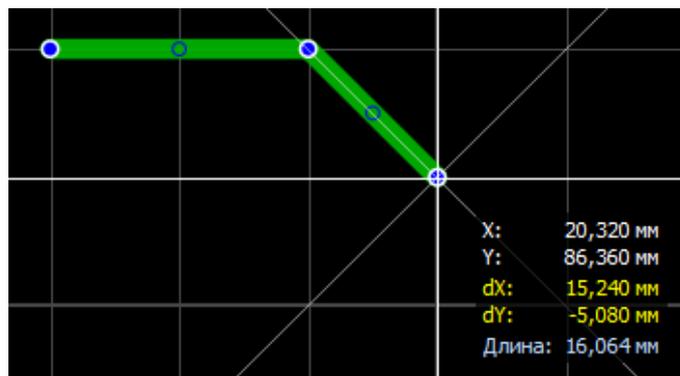


Рис. 26. Прокладка дорожки

После установки ширины, выбрав инструмент «Дорожка», можно приступить 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 (рис. 26).

Вид изгиба дорожки перебирается нажатием клавиши «Space». Доступны четыре варианта изгиба и вариант без изгиба, показанные на рис. 27. При нажатии клавиши «Space» с зажатой клавишей «Shift» перебор осуществляется в обратном порядке.

В процессе рисования можно фиксировать линию нажатием на левую кнопку мыши, формируя тем самым необходимую форму дорожки (рис. 28).

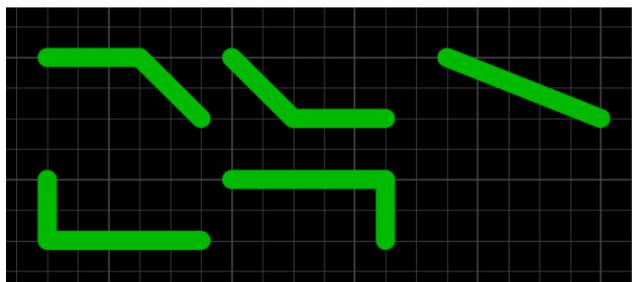


Рис. 27. Варианты изгиба дорожки

Значение длины в информационном окне у курсора отображается для последних незафиксированных сегментов.

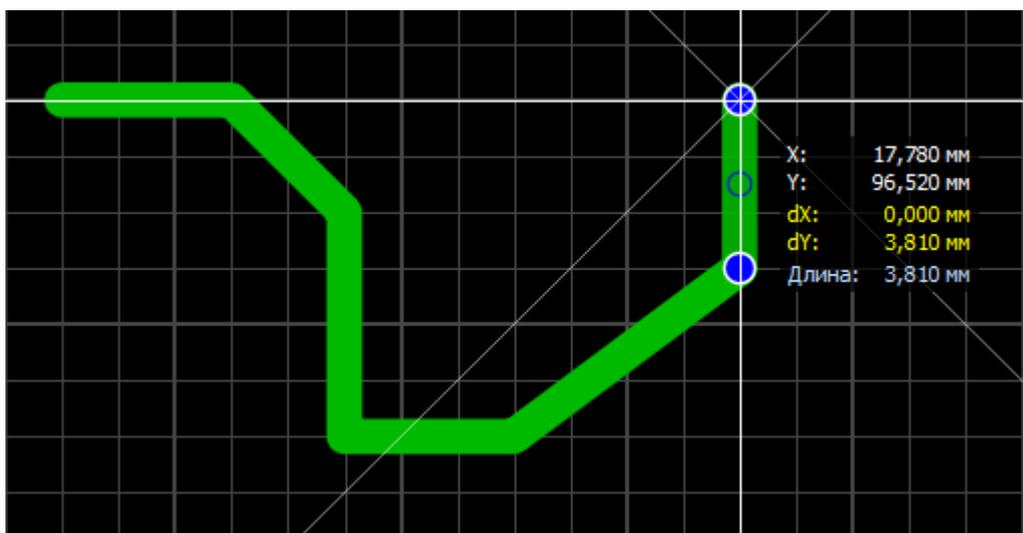


Рис. 28. Процесс формирования конфигурации дорожки

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 любой дорожки она подсвечивается розовым цветом и панель свойств (если включено ее отображение) меняет вид, отображая параметры дорожки (рис. 29). В этой панели можно изменить значение ширины линии, посмотреть ее длину, количество узлов и подсчитанный максимально допустимый ток.

Важно!
Параметры расчета (толщина слоя меди и температура) настраиваются в разделе «Imax» основных настроек программы (см. Приложение Б).

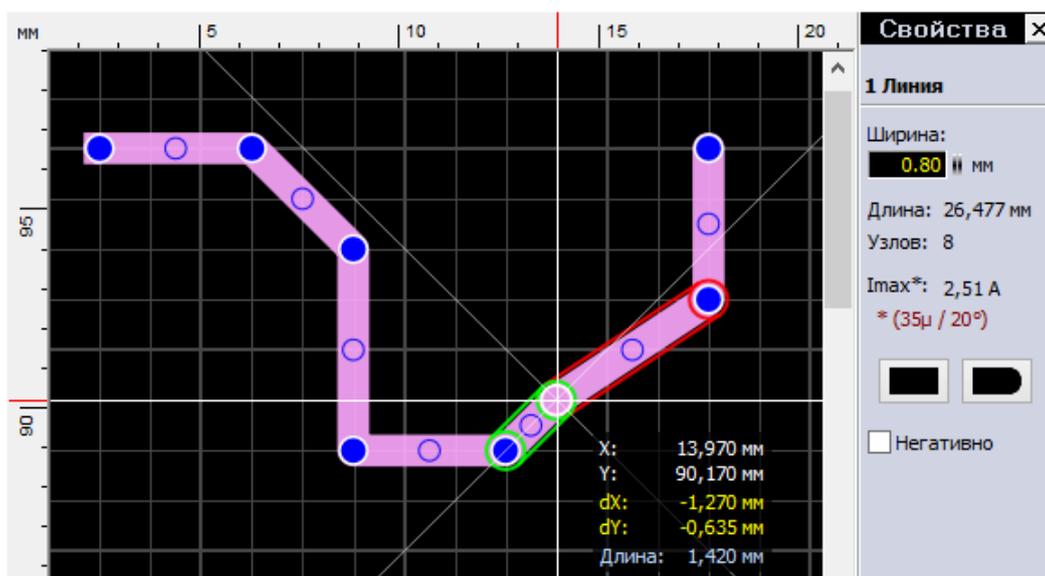


Рис. 29. Дорожка и ее параметры

Синими кругами отображены узлы – точки, где дорожка меняет направление. А еще в середине каждого сегмента дорожки видны синие окружности – т.н. виртуальные узлы. Потянув за них курсором мыши можно превратить их в полноценные узлы. Обратите внимание, что в процессе редактирования один сегмент подсвечивается зеленым цветом, а другой - красный. Зеленый цвет означает то, что сегмент расположен точно горизонтально, точно вертикально или под углом 45° (т.е. под углом, кратным 45°).

Важно!
При перемещении узлов для привязки дорожки к углам, кратным 45° , нажмите клавишу «Alt» (эффект особенно заметен при зажатом «Ctrl», т.е. при отключенной привязке к сетке).

Концы дорожек по умолчанию круглые, но на панели свойств имеются две кнопки, делающие их прямоугольными (обратите внимание на левый конец дорожки на рис. 29).

Если одна трасса представлена на плате двумя отдельными дорожками и их конечные узлы расположены в одной точке, то дорожки можно соединить (рис. 30).

Для этого следует щелкнуть правой кнопкой мыши по конечному узлу и выбрать в контекстном меню пункт «Соединить линию». Трасса станет цельной (см. рис. 30).

Возможно и совершить обратную операцию – выделить дорожку и, наведя курсор на любой узел, вызвать из контекстного меню «Разорвать линию».

В этом же контекстном меню доступны функции привязки конкретного узла к сетке и возможность удаления узла.

Галочка «Негативно» формирует из дорожки вырез (рис. 31) на полигоне Автоземли (об Авто-земле см. далее в этой главе)

Контакт

Горячая клавиша «Р».

Инструмент создания контактных площадок для выводов компонентов (рис. 32). Нажатием на маленький треугольник слева открывается меню контактов, где можно выбрать необходимую форму контакта.

Пункт «С металлизацией» делает контактную площадку на всех

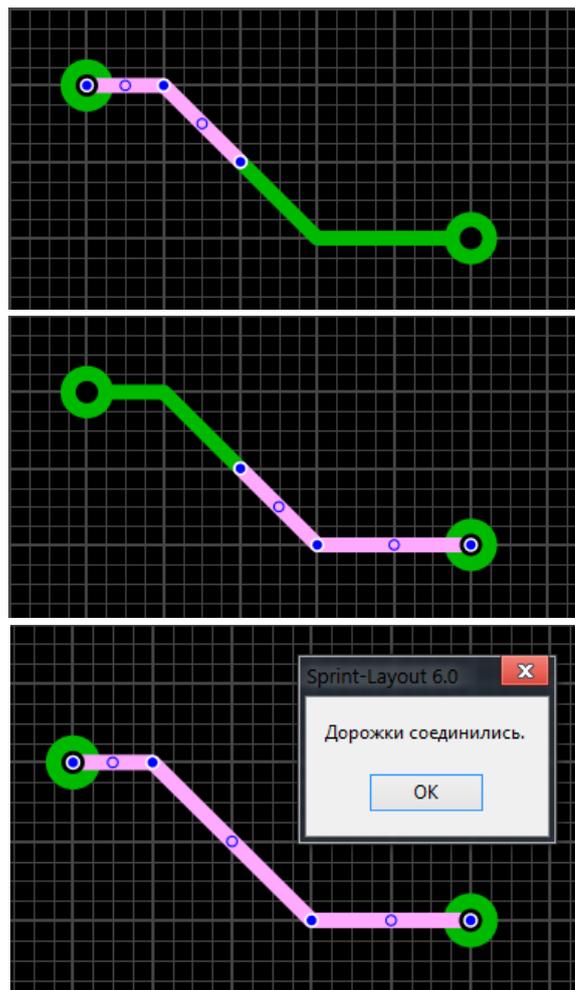


Рис. 30. Слияние дорожек

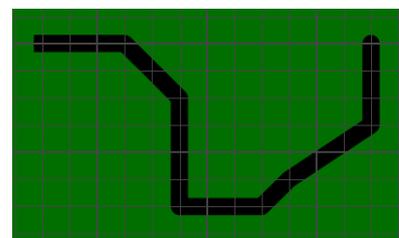


Рис. 31. Превращение дорожки в вырез

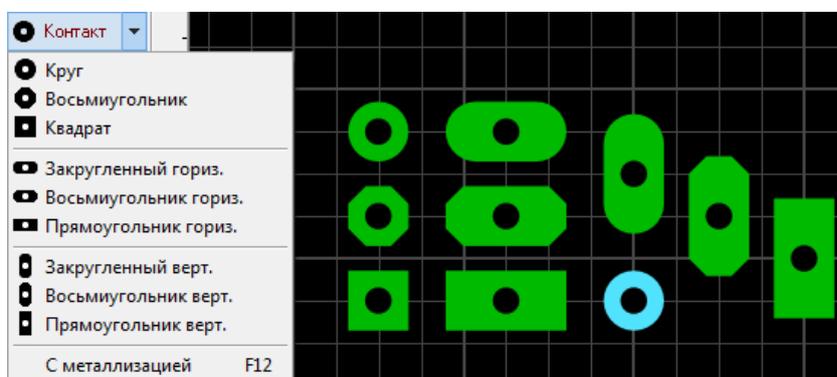


Рис. 32. Виды контактных площадок

слоях меди, а отверстие металлизированным. При этом цвет контакта с металлизированным отверстием отличается от неметаллизированных (обратите внимание на круглый голубой контакт на рис. 32). Горячая клавиша «F12» включает/отключает металлизацию у любого выбранного контакта.

Металлизированная контактная площадка, не относящаяся к компоненту, а необходимая для перевода дорожки с одного слоя на другой, называется переходным отверстием (рис. 33).

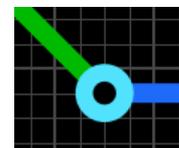


Рис. 33. Переходное отверстие

Важно!

В процессе формирования дорожки возможно поставить переходное отверстие автоматически, нажав клавишу «F9». Слой трассировки сменится на противоположный, а в месте последнего зафиксированного узла будет установлено переходное отверстие.

Формы контактных площадок не ограничиваются этим списком – их можно сделать любой формы (рис. 34). Для этого необходимо разместить обычный контакт (1), а вокруг него нарисовать площадку нужной формы (2).

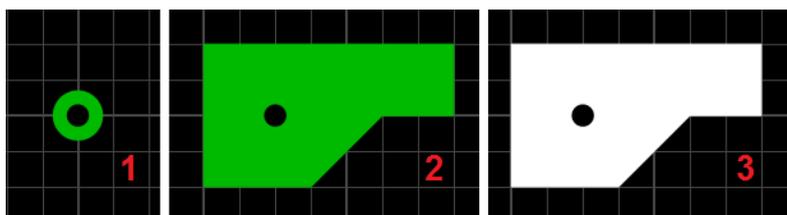


Рис. 34. Создание контакта произвольной формы

Причем следует не забывать о маске – необходимо вручную открыть от нее весь контакт (3) (о маске см. далее).

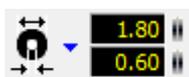


Рис. 35. Поле ввода размеров контакта

Как и у инструмента «Дорожка» у данного инструмента внизу панели есть свои настройки (рис. 35). Верхнее поле задает диаметр контактной площадки, нижнее – диаметр отверстия. Кнопка слева открывает подменю часто используемых размеров контактов.

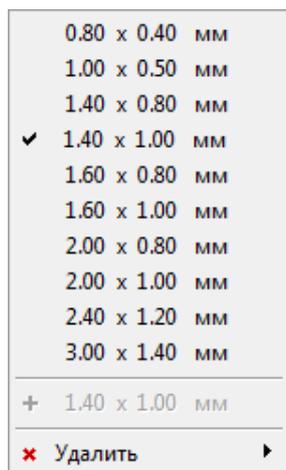


Рис. 36. "Любимые" размеры контактов

Можно добавить новое значение или удалить существующее (рис. 36).

Задав необходимые значения, нужно выбрать инструмент «Контакт» и левым щелчком мыши выполнить размещение контакта в нужной точке рабочего поля.

Параметры любого выбранного контакта (или группы контактов) всегда можно изменить на панели свойств (рис. 37).

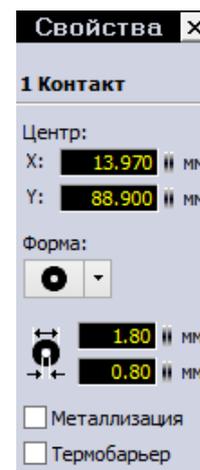


Рис. 37. Свойства контакта

Последний пункт с галочкой включает термобарьер у контакта. Подробнее данная функция будет рассмотрена далее.

Если контактная площадка не имеет гарантийного пояса, т.е. диаметр отверстия равен диаметру контактной площадки, то она меняет свое отображение (рис. 38).

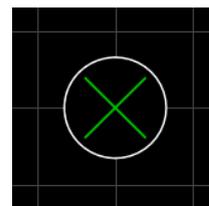


Рис. 38. Контакт без гарантийного пояса

SMD-контакт

Горячая клавиша "S".

Инструмент создания прямоугольных контактов для компонентов поверхностного монтажа. На рис. 39 показаны его настройки, расположенные на панели инструментов. 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.

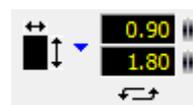


Рис. 39. Поле ввода размера SMD-контакта

Для SMD-контакта на панели свойств также доступна функция термобарьера. Но с единственным отличием – настраивается она только на одном слое.

Круг/Дуга

Горячая клавиша «R».

Чтобы нарисовать окружность при помощи данного инструмента, необходимо выбрать точку размещения и, зажав левую кнопку мыши, двигать курсор в сторону, задавая тем самым диаметр окружности (рис. 40).

Заметьте, что панель свойств в процессе рисования

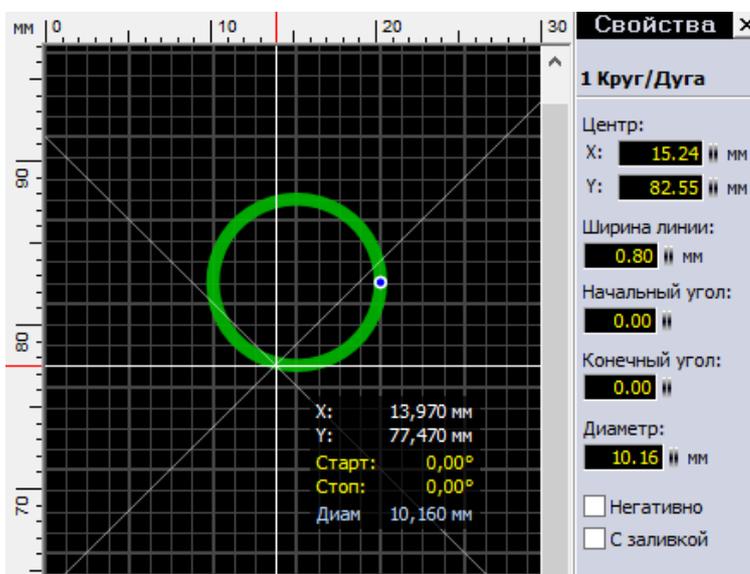


Рис. 40. Создание окружности

содержит информацию о создаваемой окружности. Отпустив левую кнопку мыши, создание окружности завершается. Выделив ее инструментом «Курсор», возможно редактировать свойства окружности в панели свойств – в частности, задать координаты центра, ширину

линии и диаметр, а также углы начальной и конечной точек, если необходимо превратить окружность в дугу.

Превратить окружность в дугу можно по-другому – потянув курсором за единственный имеющийся на окружности узел (рис. 41).

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

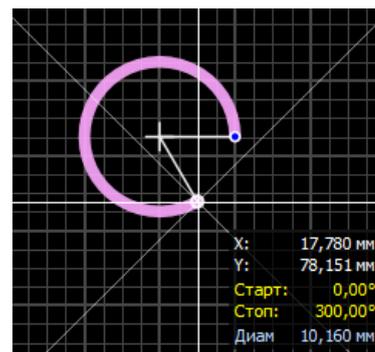


Рис. 41. Превращение окружности в дугу

Полигон

Горячая клавиша «F».

Инструмент создания участков любой формы. Рисование формы полигона происходит линией с заданной шириной (рис. 42).

После завершения полигон отображается с заливкой и, при его выборе, возможно редактирование узлов так же, как в инструменте «дорожка» (рис. 43).

Панель свойств (рис. 44) содержит еще некоторые настройки. Можно изменить ширину линии контура, увидеть количество узлов, сделать из полигона вырез на заливке Авто-земли («Негативно»), а также изменить вид заливки полигона со сплошного на сетчатый (рис. 45).

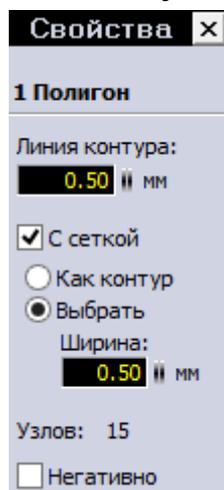


Рис. 44. Свойства полигона

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

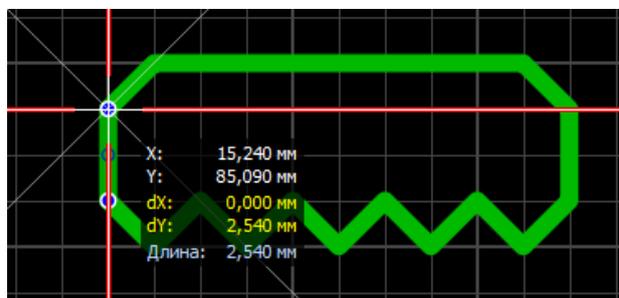


Рис. 42. Создание полигона



Рис. 43. Редактирование формы полигона

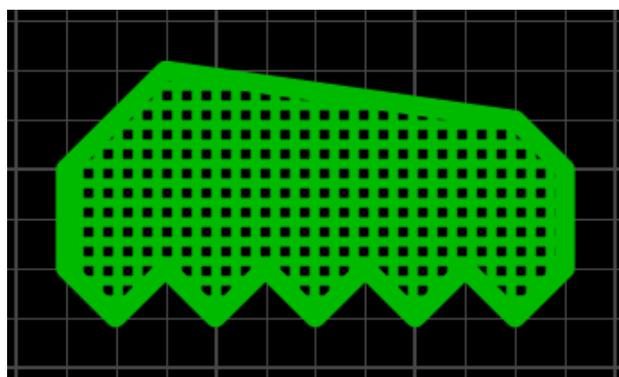


Рис. 45. Сетчатый полигон

Текст

Горячая клавиша «Т».

Инструмент создания текстовых надписей. При его выборе открывается окно настроек (рис. 46).

- **Текст** – поле ввода необходимого текста;
- **Высота** – высота строки текста;
- **Толщина** – три различных вида толщины текста;
- **Стиль** – три стиля 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 (рис. 47).

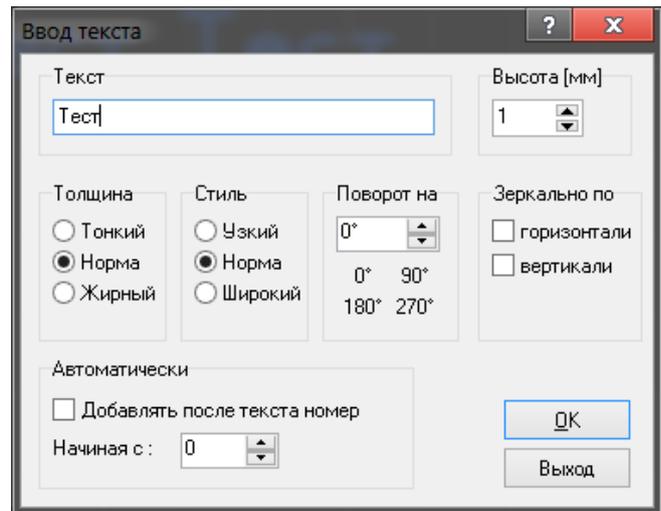


Рис. 46. Окно ввода текста и его настройки

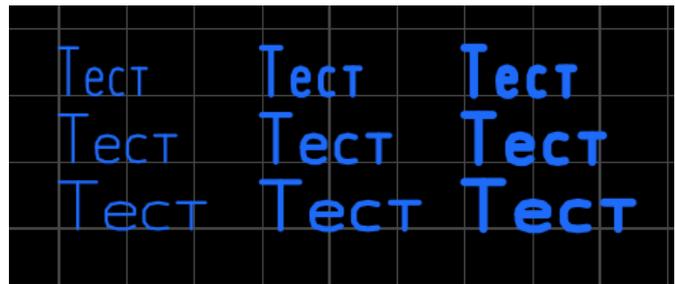


Рис. 47. Возможные виды начертания текста

Важно!

По умолчанию минимально возможная толщина текста ограничена на уровне 0,15 мм. Если толщина получается слишком маленькой, то высота текста автоматически увеличивается. Данное ограничение можно отключить в меню настроек программы.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Следующие элементы по своей структуре состоят из примитивов, хоть и вынесены при этом в отдельные инструменты. Т.е. после создания редактировать их можно как примитивы.

Прямоугольник

Горячая клавиша «Q».

Инструмент создания прямоугольного контура или прямоугольного полигона.

Для рисования следует щелкнуть левой кнопкой мыши в рабочем поле и, вести курсор в сторону не отпуская, задавая форму прямоугольника. Создание прямоугольника завершится после того, как кнопка будет отпущена (рис. 48).

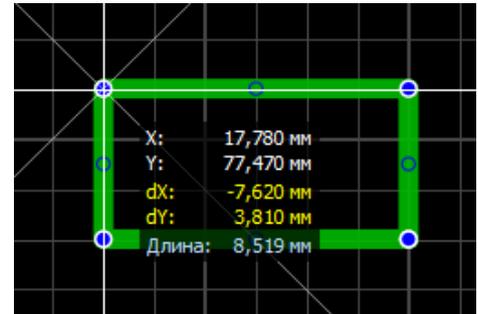


Рис. 48. Создание прямоугольника

Доступны два вида прямоугольников – в виде контура из дорожек и с заливкой (рис. 49).

Прямоугольник в виде контура есть не что иное, как обыкновенная дорожка, проложенная в форме прямоугольника, а прямоугольник с заливкой – полигон.

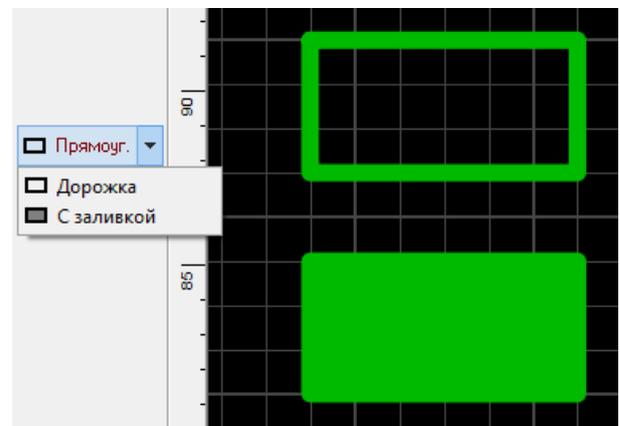


Рис. 49. Виды прямоугольника

Фигура

Горячая клавиша «N».

Инструмент создания специальных фигур.

Первый вид фигуры – **правильный многоугольник** (рис. 50).

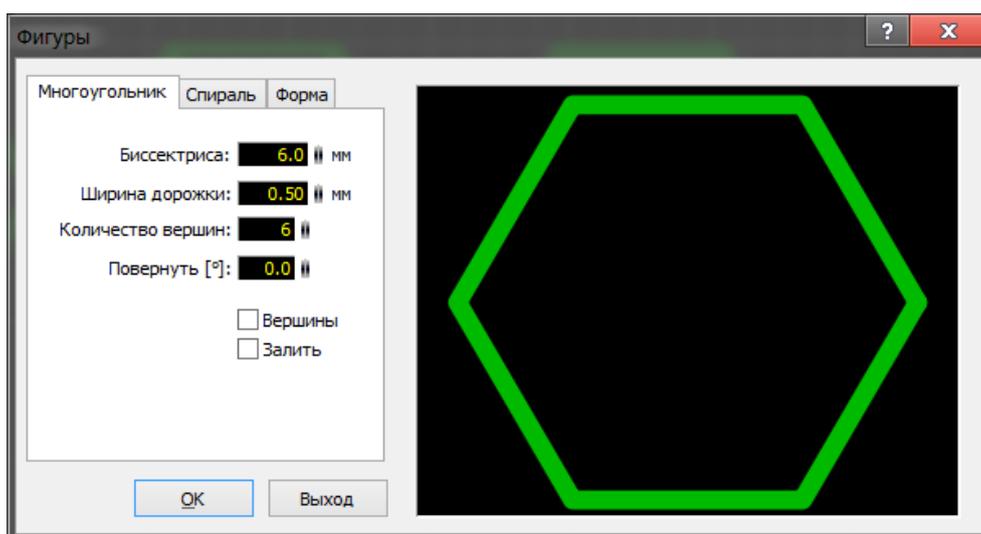


Рис. 50. Создание правильного многоугольника

Для него доступны настройки биссектрис – линий от центра до вершин, ширины дорожки, количества вершин, угла поворота.

Галочка «**Вершина**» соединяет противоположные вершины между собой (рис. 51б), «**Залить**» – закрашивает внутреннее пространство фигуры (рис. 51в)

Результат состоит из дорожек и полигона.

Второй вид фигуры – **спираль** (рис. 52). Задав параметры, можно создать круглую или квадратную спираль (рис. 53).

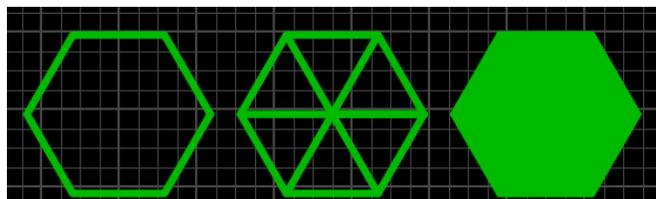


Рис. 51. Виды многоугольника

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

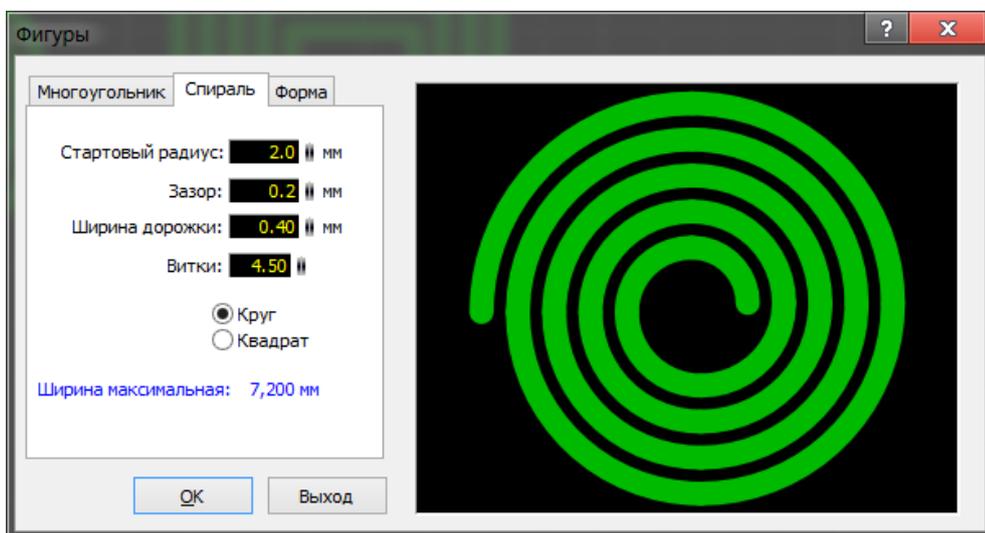


Рис. 52. Создание спирали

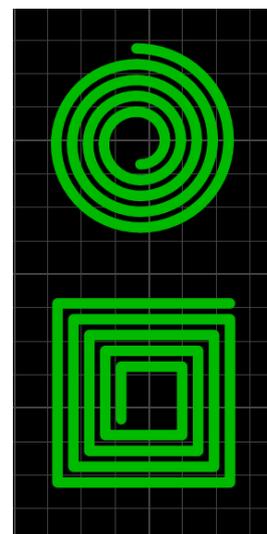


Рис. 53. Виды спирали

Третий вид фигуры – **форма** (рис. 54).

Настройки позволяют задать количество строк и столбцов, вид нумерации, ее расположение и общие размеры формы. Форма состоит из дорожки и текста.

Сразу после создания элемент представляет из себя сгруппированные примитивы. Поэтому для перемещения, вращения или изменения элемент необходимо разгруппировать, выбрав соответствующий пункт в главном или контекстном меню.

Важно!

Если требуется незначительная правка, например, немного подвинуть линию, которая входит в состав группы, то необязательно для этого разгруппировывать весь элемент. Примитив в составе группы выделяется отдельно, если была зажата клавиша «Alt».

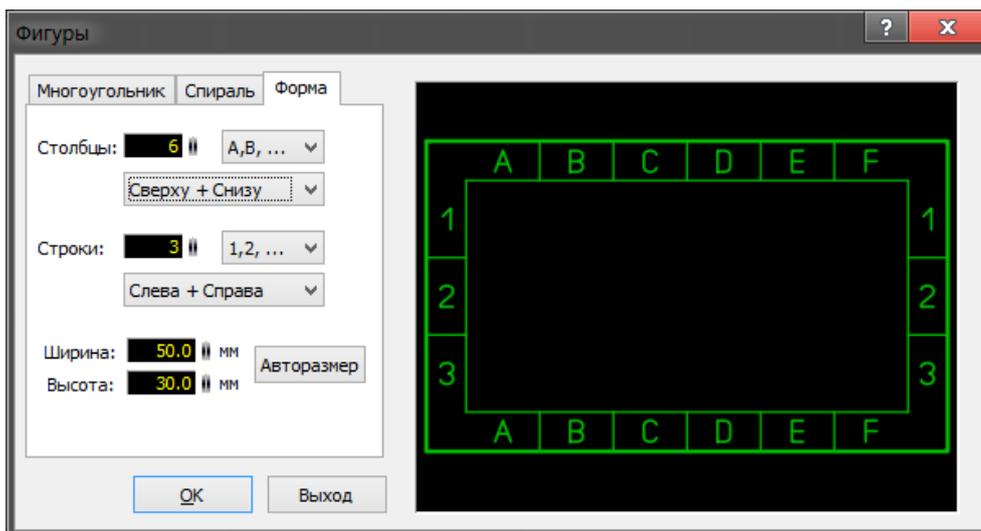


Рис. 54. Создание формы

Каскад/Каскад по кругу

Инструмент вызывается из главного меню «Действия» и выполняет размещения копий выбранных элементов либо линейным, либо круговым массивом.

В **линейном массиве** задается количество элементов и шаг размещения по горизонтали и вертикали (рис. 55).

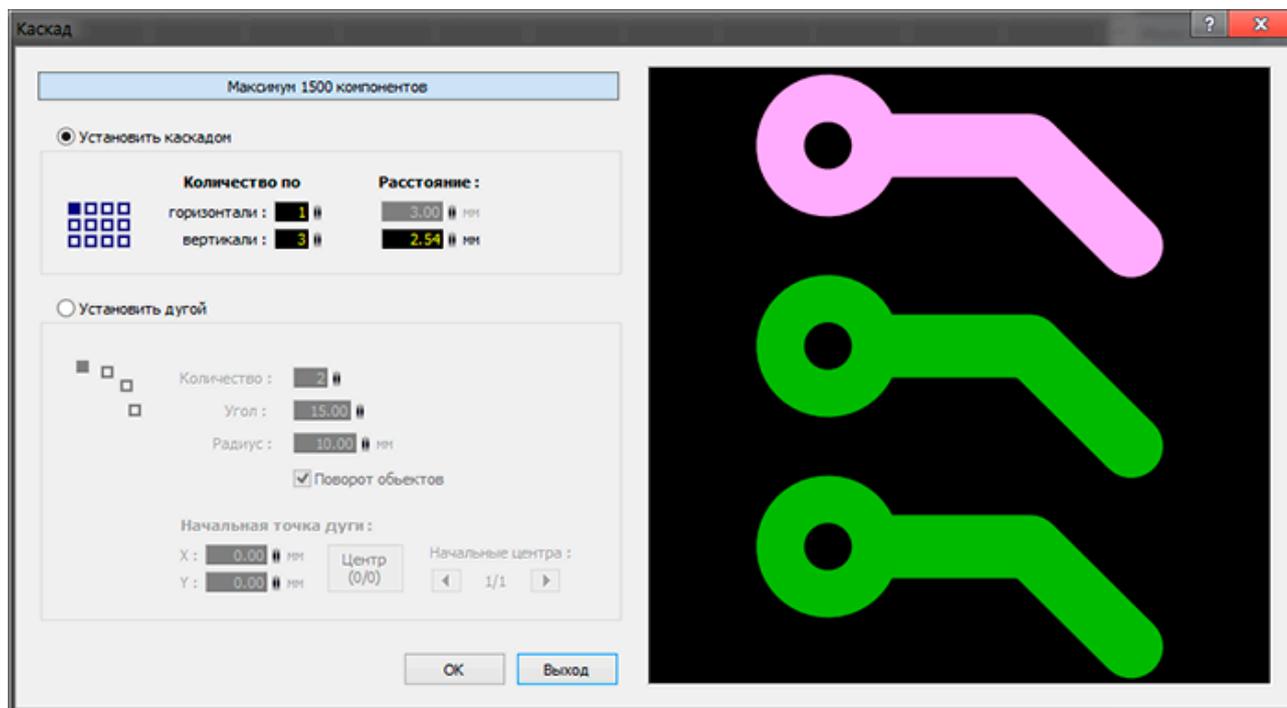


Рис. 55. Линейный массив элементов

В **круговом массиве** размещение элементов происходит по дуге с определенным радиусом и с шагом в заданный угол (рис. 56). Дополнительно задаются координаты размещения начальной точки дуги.

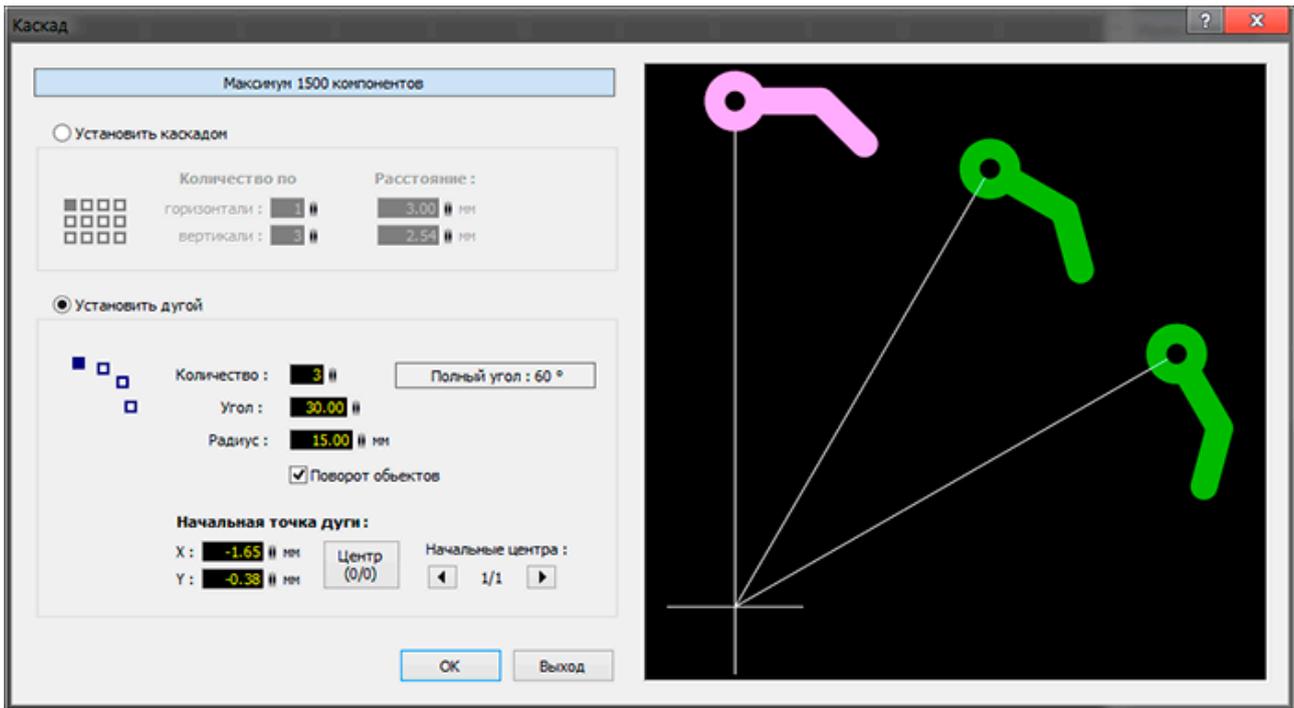


Рис. 56. Круговой массив элементов

ИНСТРУМЕНТЫ ТРАССИРОВКИ

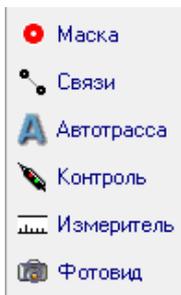


Рис. 57. Инструменты трассировки

Все инструменты, которые программа предоставляет для трассировки плат, расположены на левой панели основного окна (рис. 57). Также несколько специфичных инструментов расположены в статус-баре.

Связи

Горячая клавиша «С».

Инструмент позволяет установить виртуальную связь, не разрывающуюся при перемещении или повороте компонентов, между любыми контактами на плате (рис. 58). Для удаления связи нужно щелкнуть по ней левой кнопкой мыши при активном инструменте «Связь».

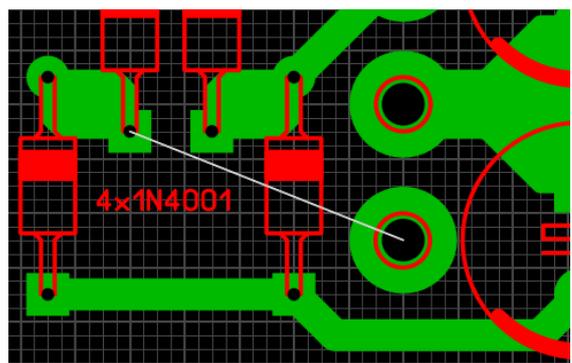


Рис. 58. Проложенная связь

Автотрасса

Горячая клавиша «А».

Примитивный автотрассировщик. Позволяет трассировать расставленные связи (рис. 59).



Рис. 59. Настройки автотрассировщика

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 автоматически (рис. 60).

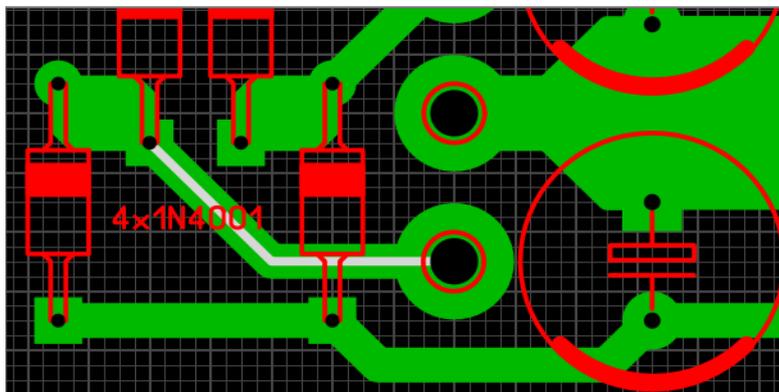


Рис. 60. Результат работы автотрассировщика

При этом автоматически проложенная трасса будет отображаться с дополнительной линией по центру дорожки (цвет линии такой же, как у связей). 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.

Автополигон и термобарьеры

Автополигон (Авто-земля) – функция, которая автоматически заполняет неиспользуемые области медного слоя на плате. Создается полигон, который не подключен ни к одному из сигналов на плате. Активируется кнопкой в статус-баре, показанной на рис. 61.

Важно!
Данная функция работает только для медных слоев.

Примеры платы до и после заливки показаны на рис. 62.

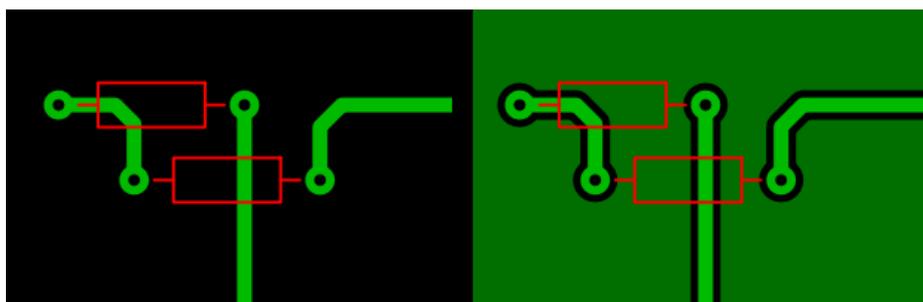


Рис. 62. Плата до и после заливки



Рис. 61. Кнопка включения автоматической 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 (рис. 63).

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

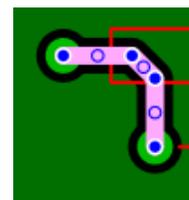


Рис. 63. Изменения зазора

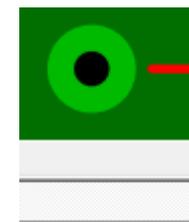


Рис. 64. Прямое подключение контакта к автополигону

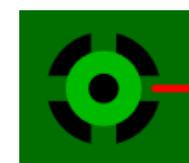


Рис. 66. Термобарьер



Рис. 67. Послойная настройка термобарьеров

Важно!

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 «Затемнить 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 (рис. 64).
2. Сделать подключение с помощью термобарьера. Понять, что это такое, легко из рис. 66. Термобарьер 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 (рис. 65).

Параметр «Ширина» настраивает ширину соединительных лучей, а колесо с белыми и черными квадратиками отвечает за включение лучей того или иного направления. На рис. 65 активны вертикальные и горизонтальные лучи.

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

Важно!
Термобарьеры работают только совместно с полигоном Авто-земли.

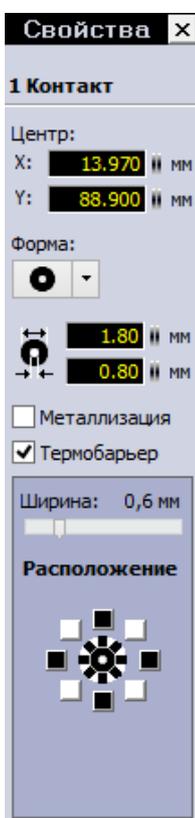


Рис. 65. Настройка термобарьера

слоев (конечно же только на тех слоях, где есть заливка), изменяя активный слой (рис. 67).

3. Создать термобарьер ручным способом – проложить через контакт дорожки с нулевым зазором. Они соединят его с полигоном (рис. 68).

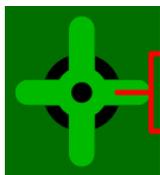


Рис. 68. Создание термобарьера вручную

Важно!

Размещение двух неметаллизированных контактных площадок на смежных слоях меди не аналогично созданию металлизированного контакта. Хотя, на первый взгляд, для трассировки разницы нет, 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 «Контроль» (см. далее) не будет «знать» что эти два контакта электрически соединены между собой.

Способ неудобный, но иногда он может быть полезнее автоматического варианта.

Часто требуется силовые цепи на плате выполнить в виде широких полигонов. Для удобства это можно выполнить при помощи автополигона, а цепи отделить друг от друга при помощи вырезов.

Контроль

Горячая клавиша «X».

Инструмент позволяет увидеть разведенную цепь целиком, подсветив ее (рис. 69). Применяется для анализа соединений на плате.

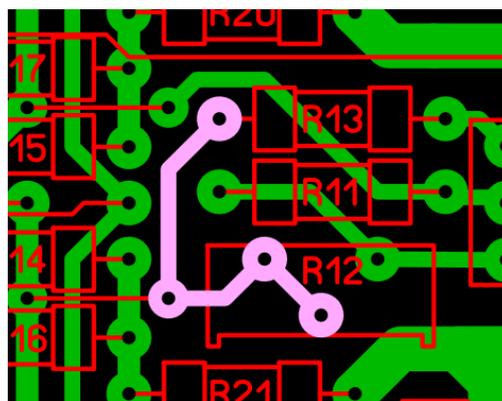


Рис. 69. Подсветка цепи инструментом "Контроль"

Маска

Горячая клавиша «O».

Инструмент для работы с паяльной маской. При его использовании плата меняет расцветку (рис. 70).

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 рис. 70 дорожка в центре рисунка принудительно открыта от маски). Повторное нажатие на элемент снова закрывает его маской.

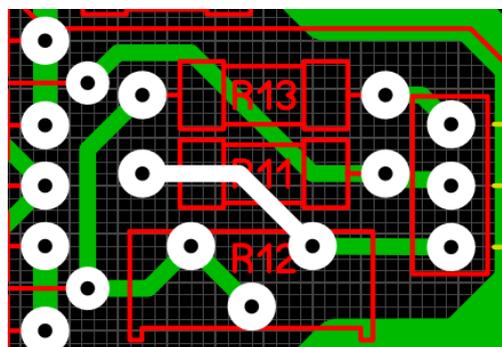


Рис. 70. Плата в режиме редактирования маски

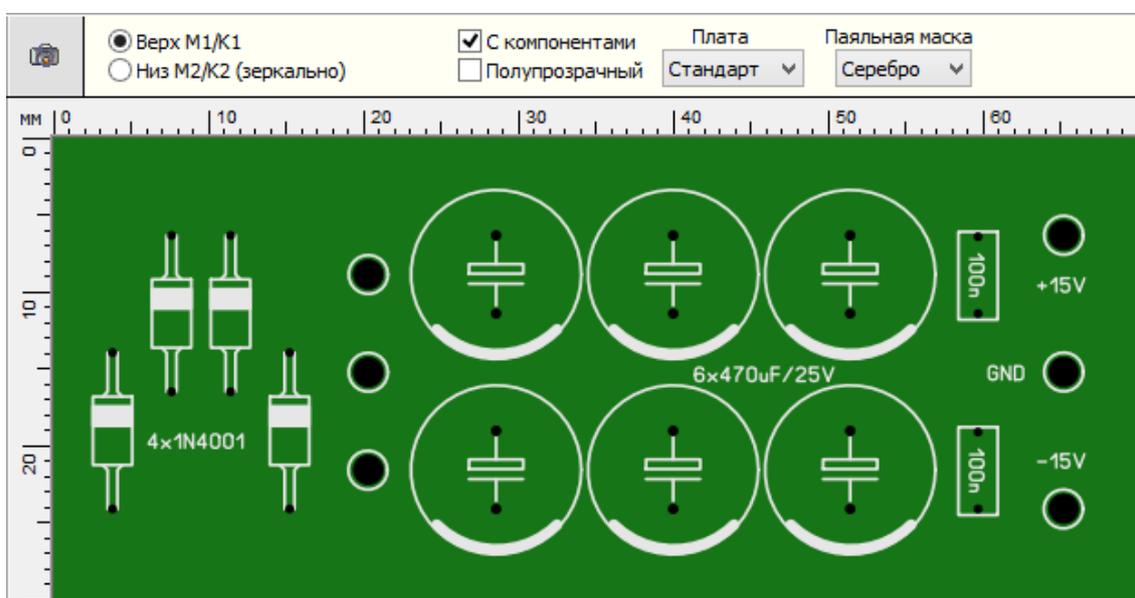
ФОТОВИД

Горячая клавиша «V».

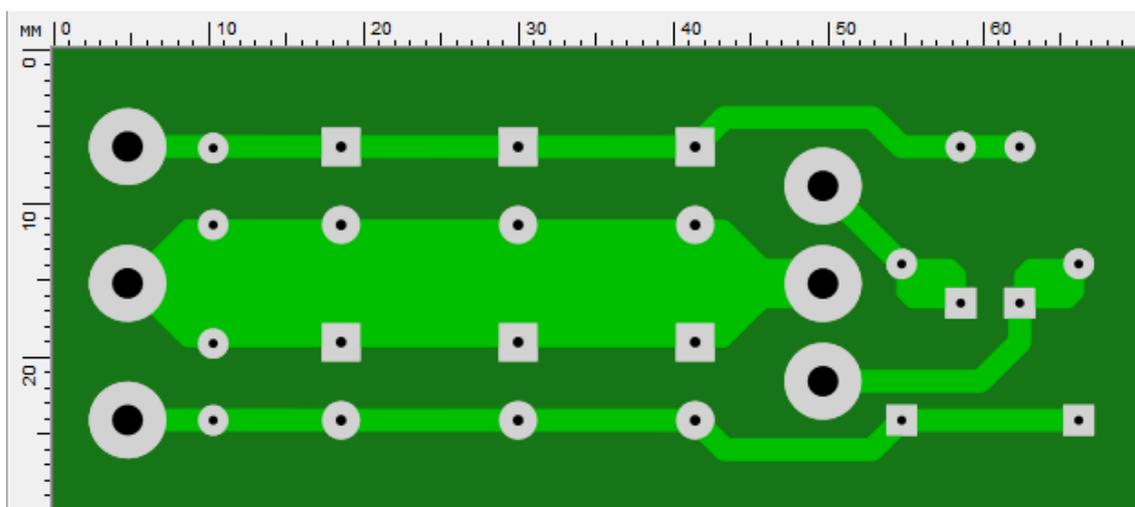
Удобный инструмент, позволяющий посмотреть, как будет выглядеть плата после изготовления (рис. 71). Переключатель «Верх/Низ» меняет сторону платы для отображения.

Важно!
Нижний слой при отображении зеркалится по сравнению с отображением при трассировке. Инструмент «Фотовид» работает аналогично тому, как если бы Вы крутили в руках готовую плату.

Опция «С компонентами» включает отображение слоя маркировки, а опция «Полупрозрачный» делает плату полупрозрачной – сквозь нее просвечивает нижний слой (рис. 72).



а



б

Рис. 71. Псевдо-реалистичный вид платы
а – верхняя сторона, б – нижняя сторона

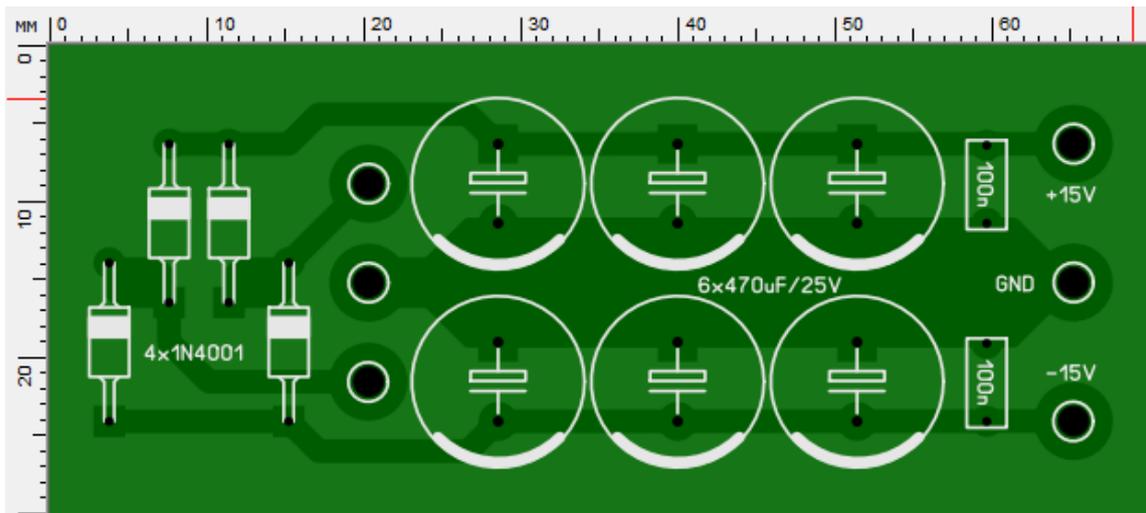


Рис. 72. Прозрачность платы

Два выпадающих меню – «Плата» и «Паяльная маска» меняют цвет маски и цвет непокрытых маской контактов (рис. 73). Пункт «---» отображает контакты в виде покрытых маской.

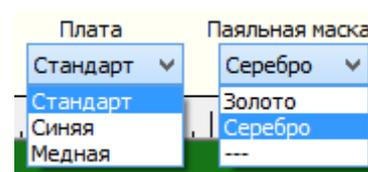


Рис. 73. Настройка оформления платы

Автозахват

Автозахват 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 в центре. Эта функция особенно полезна, если контакт стоит вне активной сетки.

Кнопка включения находится в статус-баре (рис. 74).

Когда происходит фиксация, курсор выделяется красным цветом (рис. 75).



а б

Рис. 74. Кнопка управления автозахватом
а – включено, б – выключено

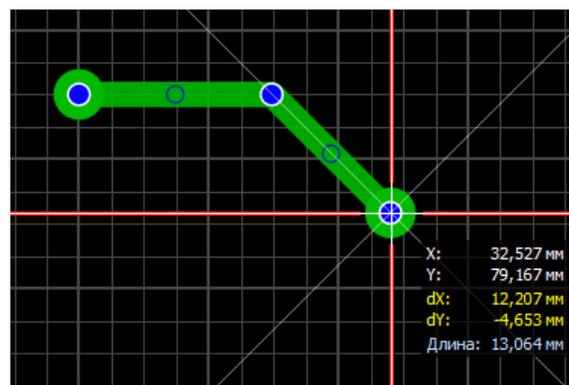


Рис. 75. Работа автозахвата

Важно!

В процессе соединения дорожки с контактом можно временно отключить автозахват, нажав и удерживая сочетание клавиш «Ctrl+Shift».

Эластик

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 приходится редактировать.



Рис. 76.
Эластик
отключен

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

1. Большая область привязки (дорожки могут быть подключены к контактам не совсем точно, главное, чтобы они хотя бы частично пересекались с контактами) (рис. 77а).



а



б

Рис. 77. Эластик включен
а – большая, б – малая
область привязки

2. Малая область привязки (дорожки должны быть подключены точно в центр контактной площадки) (рис. 77б).

Селектор

Селектор – очень удобный инструмент для анализа платы. Его панель активируется значком в меню инструментов (рис. 78) и содержит три выпадающих списка (рис. 79), при помощи которых производится сортировка элементов:



Рис. 78.
Кнопка
селектора

- **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 рис. 79 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.

Важно!

Если на плате выбраны несколько элементов, то открыв панель свойств, можно редактировать общие для них свойства.

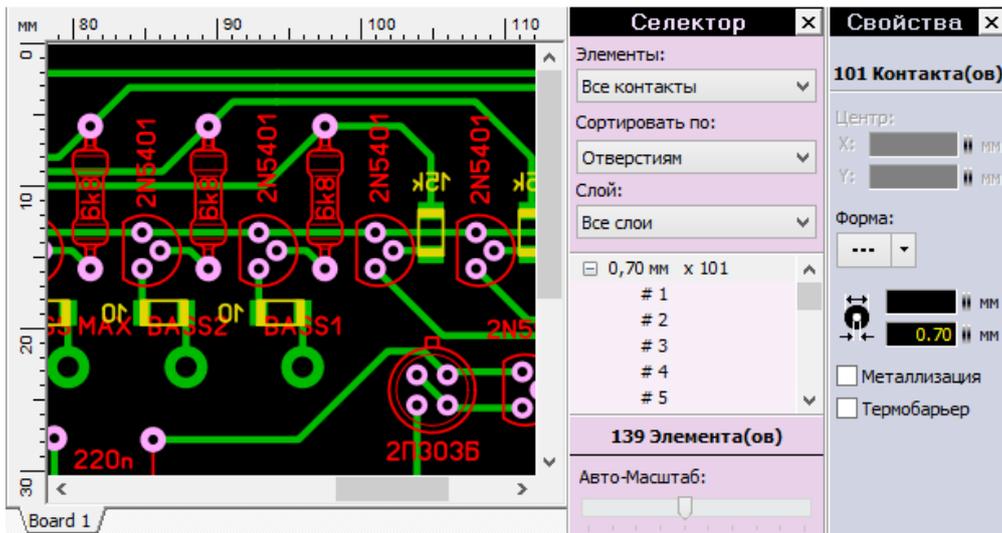


Рис. 79. Панель селектора

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.

Таблица отверстий

Инструмент вызывается из главного меню «Дополнительно» и выводит окно со списком всех отверстий на текущей плате (рис. 80).

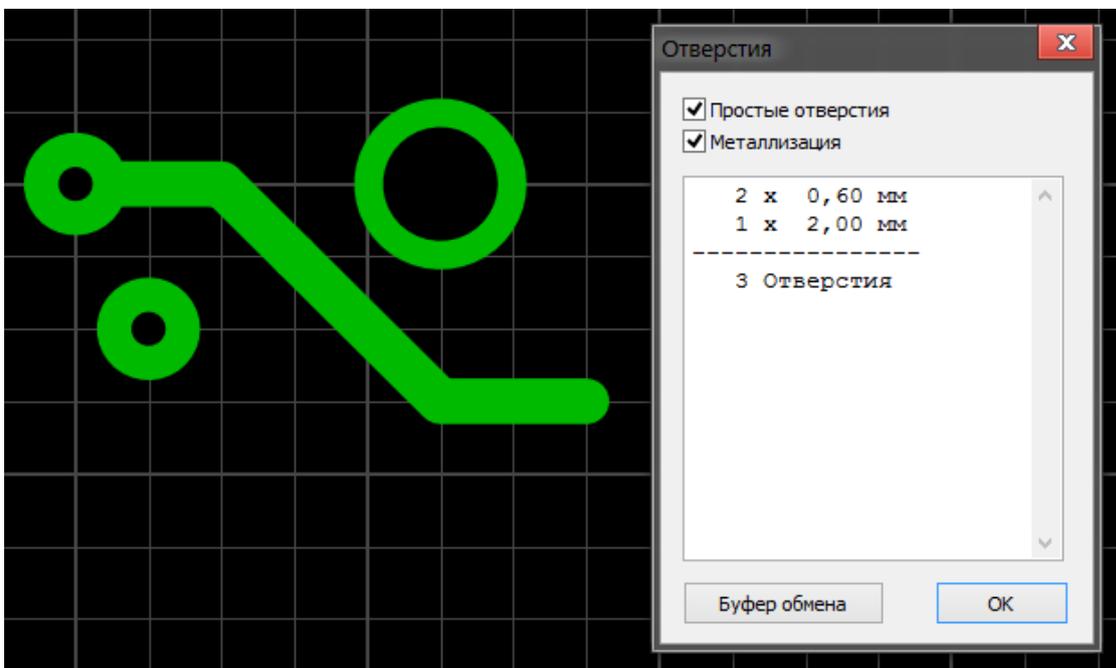


Рис. 80. Таблица отверстий

Кнопка «Буфер обмена» копирует таблицу отверстий в буфер обмена.

Объединения элементов

В Sprint Layout 6 имеется возможность объединять элементы по функциональному назначению (либо по любому другому удобному критерию). Для этого нужно выделить элементы, попадающие под критерий и вызвать их контекстное меню, где выбрать пункт «Название». Откроется окно, в котором требуется ввести имя и нажать на кнопку «ОК» (рис. 81). Теперь данное название будет появляться при наведении курсора на элемент в виде всплывающего сообщения.

Кроме этого, в дальнейшем возможно без труда выделить всю группу. Для этого нужно выделить любой элемент, входящий в объединение и выбрать из контекстного меню пункт «Выбрать» (рис. 82). Будут выбраны все элементы с таким же названием признака.

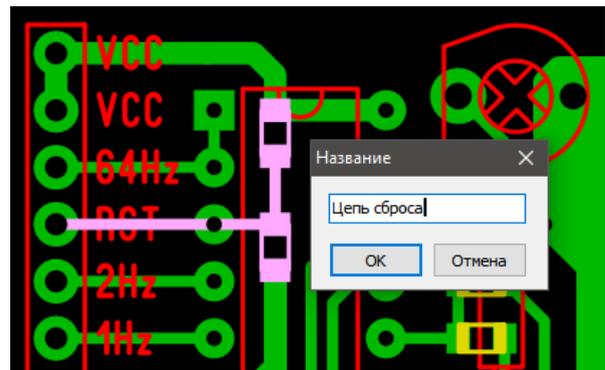


Рис. 82. Объединение элементов по признаку

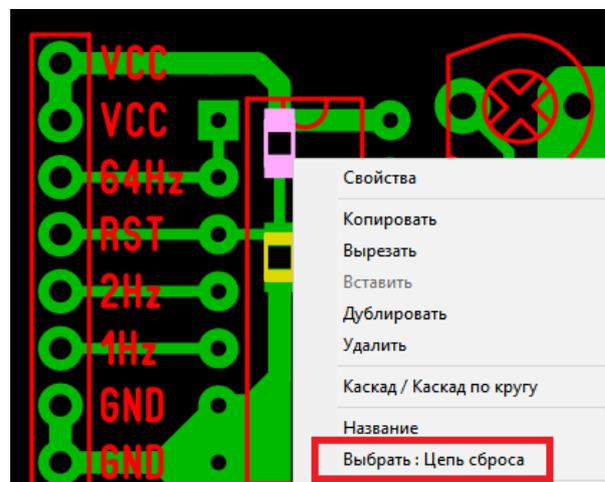


Рис. 81. Выделение элементов, объединенных признаком

ПОРЯДОК ТРАССИРОВКИ

Первое, о чем следует задуматься при создании платы, это техническое задание. Нужно определить для себя сколько слоев будет иметь плата, есть ли какие-либо ограничения на ее габариты (скорее всего плата трассируется под определенный корпус или нужно соблюсти расположение крепежных отверстий), имеются ли запретные зоны для трассировки. Также нужно определиться с расположением и крепление разъемов, дисплеев, регуляторов и т.п. Составив техническое задание, можно приступать к проектированию.

В первую очередь выполняют предварительную расстановку компонентов и соединяют их связями. Причем элементы, положение которых обусловлено

конструктивными особенностями, в дальнейшем не перемещают. При необходимости прямо на месте создаются недостающие посадочные места компонентов. На данном этапе также рисуется контур будущей платы, если он известен.

Далее проводят расстановку компонентов таким образом, чтобы длина связей между ними была минимальной. Также учитывают взаимное расположение слаботочных и сильноточных, высокочастотных и низкочастотных цепей схемы и многое другое.

После этого приступают непосредственно к трассировке – соединению компонентов дорожками по проложенным связям. Процесс творческий, но требует соблюдения многих правил, останавливаться на которых в данной книге нет возможности. При необходимости одну или несколько цепей выполняют в виде автополигона и делают вырезы в заливке.

После того, как трассировка закончена, можно расставить обозначения компонентов в слое маркировки таким образом, чтобы после изготовления платы не был затруднен монтаж радиокомпонентов, а также наладка и последующий возможный ремонт.

И последнее, что необходимо осуществить перед изготовлением платы – это провести ее контроль на соответствие технологическим нормам изготовления, порядок выполнения которого будет рассмотрен в следующей главе.

Пример выполненного проекта печатной платы показан на рис. 83.

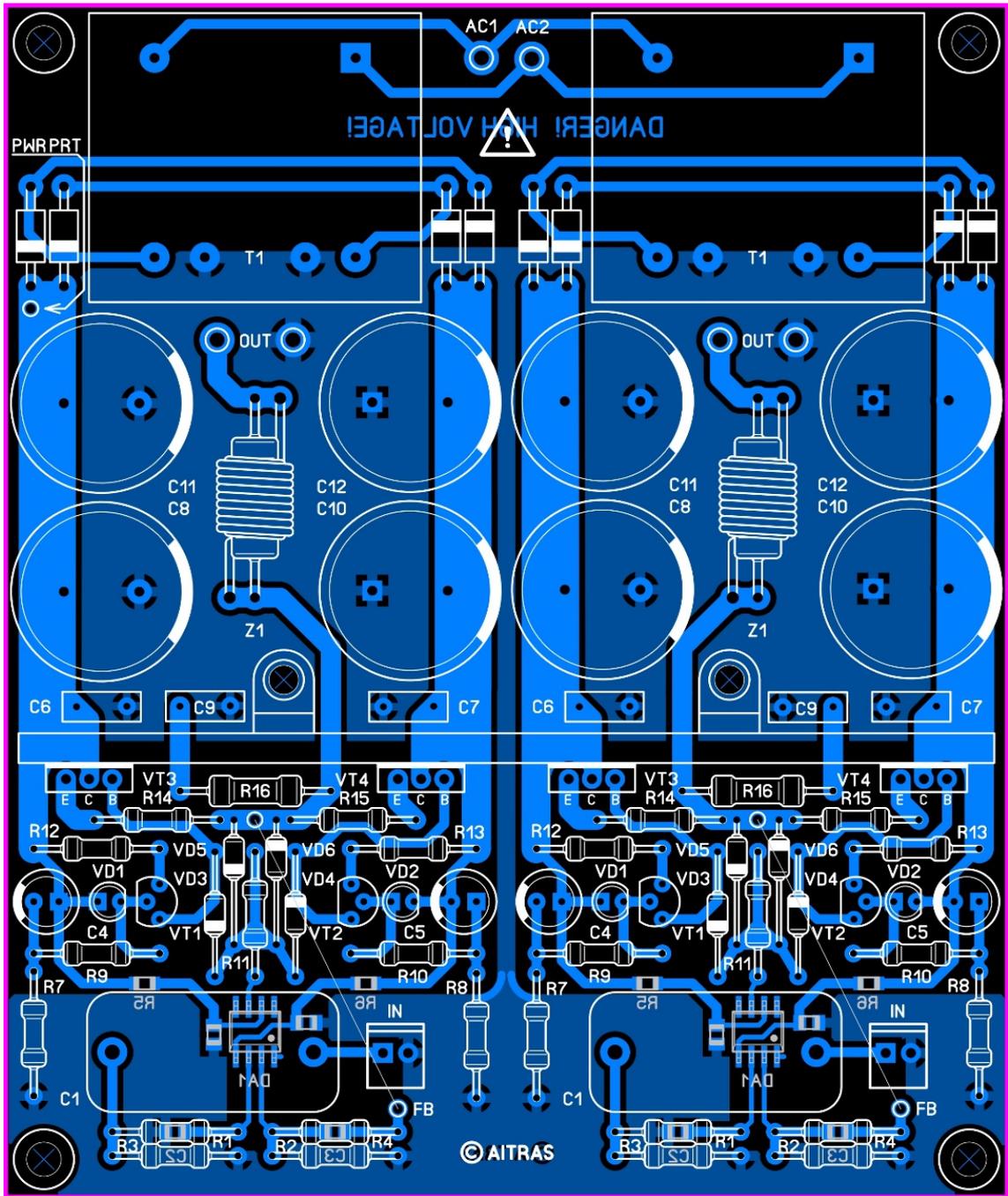


Рис. 83. Пример трассировки платы

ГЛАВА 3 БИБЛИОТЕКА КОМПОНЕНТОВ

В Sprint Layout библиотека посадочных мест компонентов организована в виде макросов.

Макрос – это сохраненный участок платы, готовый к повторному использованию, т.е. это набор сгруппированных примитивов.

После запуска программы по умолчанию справа открыта панель макросов (рис. 84). Открытием/закрытием этой панели управляет кнопка на панели инструментов в правой части окна (рис. 85).

Для подключения скачанного набора макросов достаточно его распаковать и поместить в папку, указанную в настройках программы (см. Приложение Б). После этого программа, просканировав указанную 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 (рис. 86).

Чтобы отредактировать макрос, нужно вынести 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 готовый).

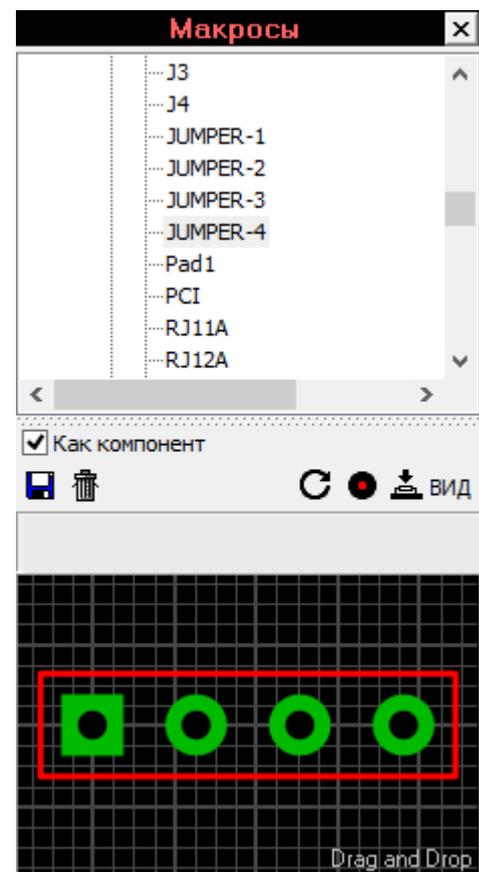


Рис. 84. Панель макросов

Важно!

Ширину панели можно менять, перетаскивая ее левую границу.



Рис. 85. Кнопка "Макросы"



Рис. 86. Кнопки сохранения и удаления макросов

Кроме этого, рядом с кнопками сохранения и удаления макроса расположена опция «**Как компонент**». Она позволяет во время трассировки при выносе макроса на рабочее поле сразу создавать компонент (о компонентах см. в главе 4).

СОЗДАНИЕ МАКРОСОВ

Прежде чем начать создание макроса, необходимо найти документацию на деталь, чтобы знать все ее размеры. Если документации найти не удастся, то нужно аккуратно снять все необходимые размеры штангенциркулем.

Порядок создания макроса

Процесс создания макроса состоит нескольких этапов.

Во-первых, согласно чертежу детали выполняется расстановка контактов на рабочем поле. Диаметры отверстий необходимо брать на 0,2..0,3 мм больше диаметра вывода, если отверстие неметаллизированное, и на 0,3..0,5 мм, если с металлизацией. Подробнее об этом написано в стандарте РД 50-708 от 1991 года. Для прямоугольного вывода прибавка идет к самой широкой части вывода – диагонали прямоугольника. Кроме всего прочего учитывайте стандартный ряд диаметров сверл (подробнее в ГОСТ 885-77).

Также нужно определиться с диаметром самой площадки, т.е. какой шириной оставить гарантийный пояс – ширину полоски меди, остающуюся от контактной площадки после сверления. При качественном изготовлении платы 0,2 мм гарантийного пояса вполне достаточно, он не отваливается даже при сильном нагреве. Но если вы делаете плату вручную или знаете, что производство не блещет качеством (например, ультра-дешевый «китай»), то лучше не оставлять пояски менее 0,4 мм.

Если выводы у детали изначально неформованные (например, у маломощных резисторов), то контакты под них можно расставить на различном расстоянии. В таком случае необходимо соблюдать всего одно правило – от корпуса до места сгиба вывода всегда нужно отступать как минимум 3 мм.

Во-вторых, рисуется графика для слоя маркировки. Рисунок обычно представляет из себя упрощенную проекцию детали и обозначает ее габариты (рис. 87), что при трассировке уменьшает вероятность размещения

двух соседних деталей слишком близко друг к другу. Также необходимо обозначить либо первый (у микросхем, разъемов и т.п.), либо положительный (у конденсаторов, диодов и т.п.) вывод для правильной ориентации компонента при монтаже. Кроме того, будет нелишним этот вывод делать другой формы, например, квадратным. Это позволит правильно сориентировать компонент при монтаже даже без маркировки на плате.

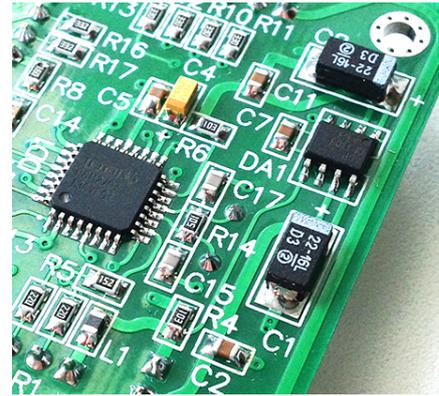


Рис. 87. Пример маркировки на плате

Хорошим тоном является отсутствие линий маркировки на контактных площадках, т.к. при производстве эти участки с контактных площадок все равно будут удалены.

И, наконец, в-третьих, макрос необходимо сохранить в отдельный файл на диске под уникальным именем и в определенный каталог.

Мастер создания контактных площадок

При создании макросов многовыводных компонентов, таких как микросхемы или разъемы, удобно использовать мастер создания контактных площадок, который вызывается из главного меню «Дополнительно».

Мастер поддерживает пять видов расположений контактов – **однорядное** (рис. 88), **двухрядное** (рис. 89), **четырёхстороннее** (рис. 90), **круговое** (рис. 91), **двойное круговое** (рис. 92).

Для каждого из видов имеются свои параметры, определяющие расположение элементов, назначение которых поясняет рисунок в верхнем левом углу окна. Кнопка «Стандарт» сбрасывает все значения на заводские.

После нажатия на кнопку «ОК» группу контактов можно устанавливать на рабочее поле и продолжать создание макроса обычным способом.

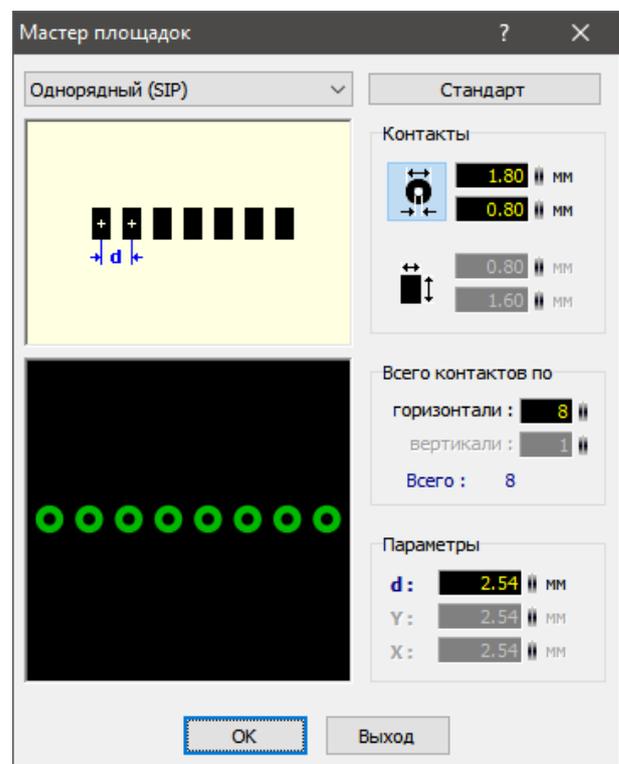


Рис. 88. Однорядное расположение контактов

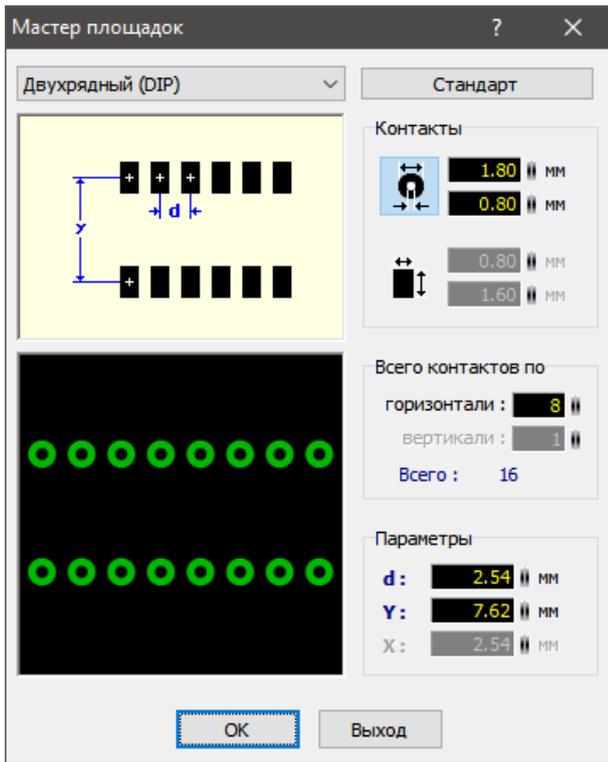


Рис. 89. Двухрядное расположение контактов

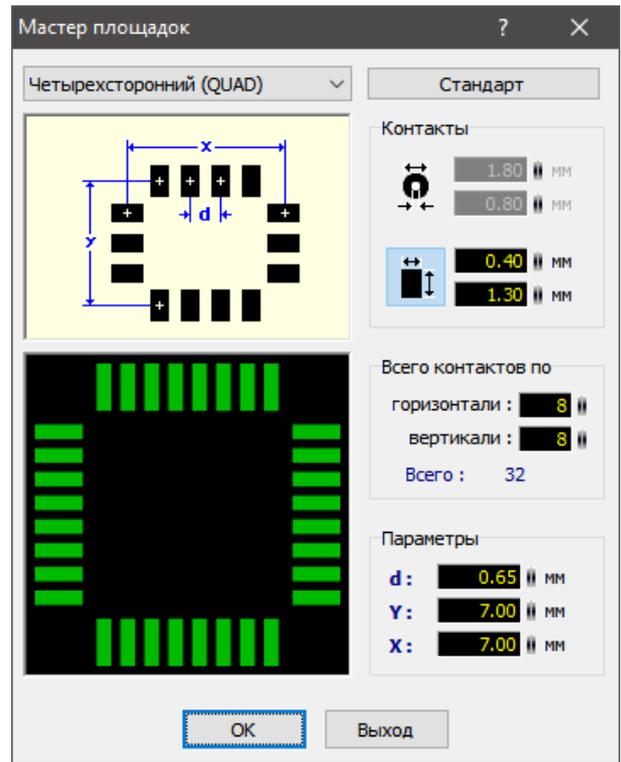


Рис. 90. Четырехстороннее расположение контактов

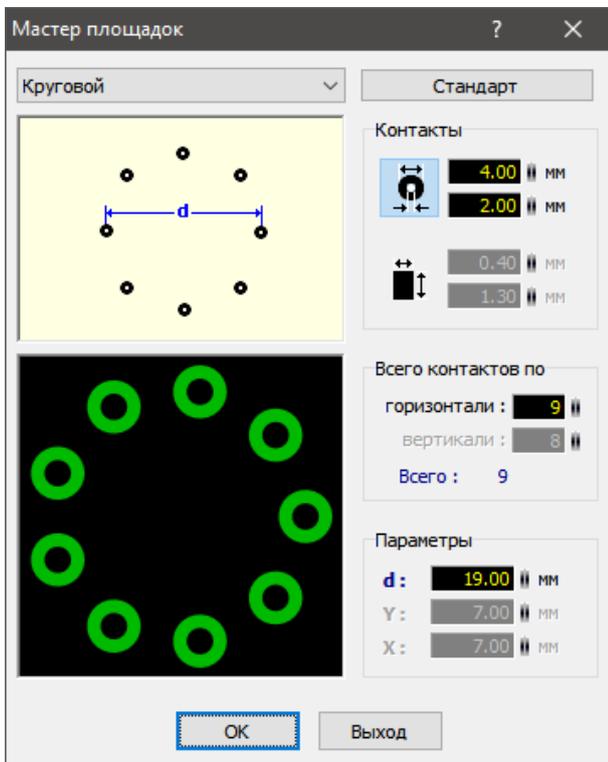


Рис. 91. Круговое расположение контактов

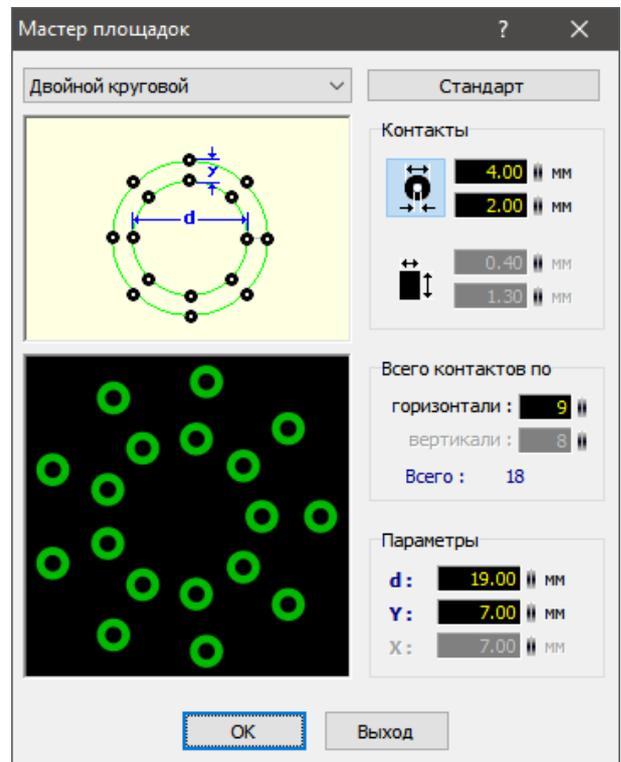


Рис. 92. Двойное круговое расположение контактов

ОРГАНИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ КОМПОНЕНТОВ

Именованние макросов

Хочется сказать несколько слов по поводу именованния макросов. Существуют зарубежные стандарты **IPC-7251** и **IPC-7351**, которые определяют размеры контактных площадок и виды посадочных мест для различных типовых корпусов. Но в данном случае отсюда понадобятся рекомендации по именованнию посадочных мест.

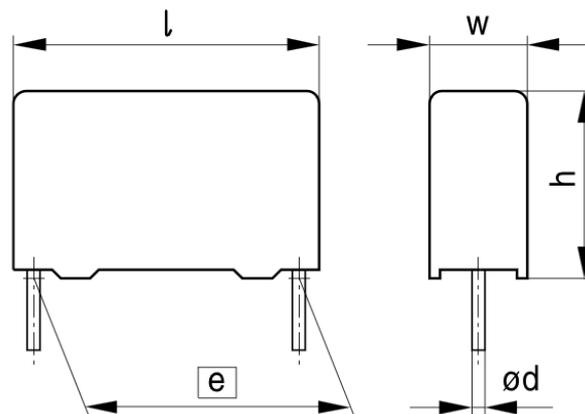


Рис. 93. Чертеж пленочного конденсатора EPCOS
l – длина, w – ширина, h – высота,
e – межвыводное расстояние, d – диаметр выводов

На рис. 93 приведен чертеж конденсатора серии В32922 фирмы EPCOS.

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

CAPRR + **Межвыводное расстояние** + **W** Диаметр выводов + **L** Длина корпуса + **T** Ширина корпуса + **H** Высота корпуса

Следовательно, согласно документации на компонент, для конденсатора, например, на 100 нФ из этой серии наименование макроса будет выглядеть следующим образом: **CA**PRR_1500_**W80**_**L1800**_**T500**_**H1050,

где **CA**PRR означает конденсатор (CA), неполярный, с радиальными выводами (R), прямоугольный (R); **1500** – межвыводное расстояние = 15,00 мм; **W80** – диаметр выводов = 0,80 мм; **L1800** – длина корпуса = 18,00 мм; **T500** – ширина корпуса = 5,00 мм; **H1050** – высота корпуса = 10,50 мм.

Последний параметр – высота корпуса – опционален, т.к. для Sprint Layout не имеет никакого значения.

Таким образом, данный тип именованния позволит уже по имени макроса узнать всю необходимую информацию о посадочном месте и избежать путаницы в библиотеке. Конечно, по желанию можно добавлять к этому названию любую другую необходимую информацию, например, для резисторов габаритную мощность.

Рекомендации стандартов IPC-7251 и IPC-7351 по именованнию наиболее распространенных корпусов приведены в Приложении В.

Важно!

Выдержки из стандартов приведены в Приложении В.

Структура библиотеки

Соблюдая вышеописанные правила именования посадочным мест, становится несложным определить со структурой библиотеке макросов – для каждой категории посадочной площадки из стандартов IPC-7251 и IPC-7351 создать отдельный каталог.

Пример такой структуры показан на рис. 94.

Для нестандартных корпусов, не имеющих деления по виду (Chip, Molded и т.п.) лучше всего создавать каталоги с названием, соответствующим типу компонента и/или имени компании-производителя (см. Приложение В).

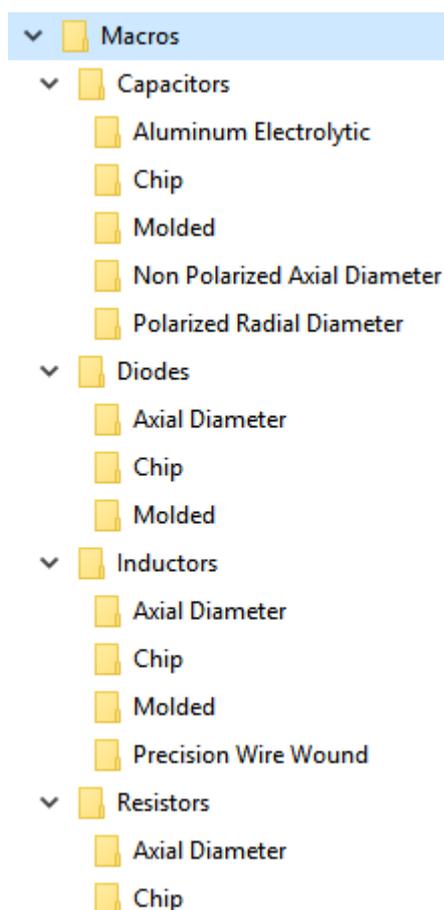


Рис. 94. Структура каталогов библиотеки макросов

ГЛАВА 4 ПЕЧАТЬ РИСУНКА ПЛАТЫ. СПИСОК КОМПОНЕНТОВ

КОМПОНЕНТЫ. PICK+PLACE ФАЙЛ

При перемещении макроса из библиотеки на плату автоматически создается такой объект как компонент и появляется окно редактирования его свойств (рис. 95).

Компонент содержит позиционное обозначение и номинал. Для этих параметров 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.

Важно!

Компонент возможно создать из любых элементов на плате – нужно их выделить и вызвать контекстное меню, в котором выбрать пункт «Компонент».

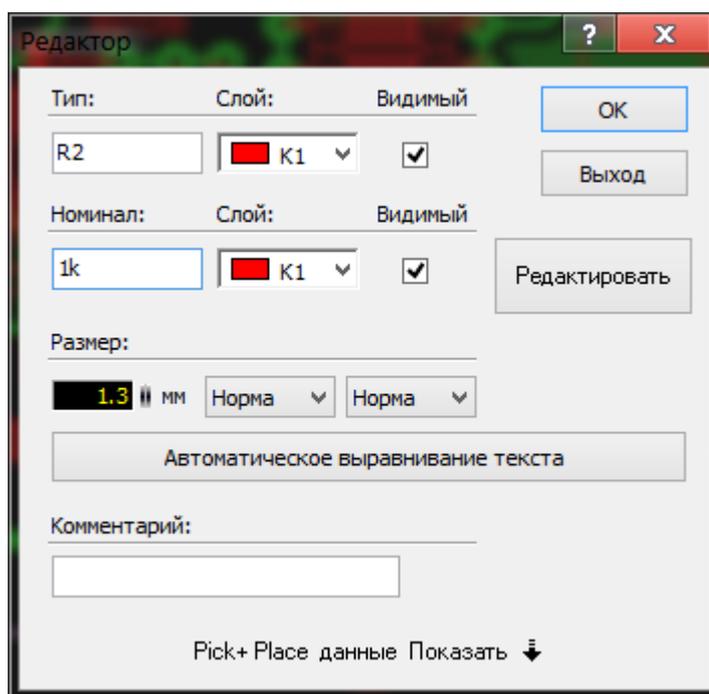


Рис. 95. Создание компонента

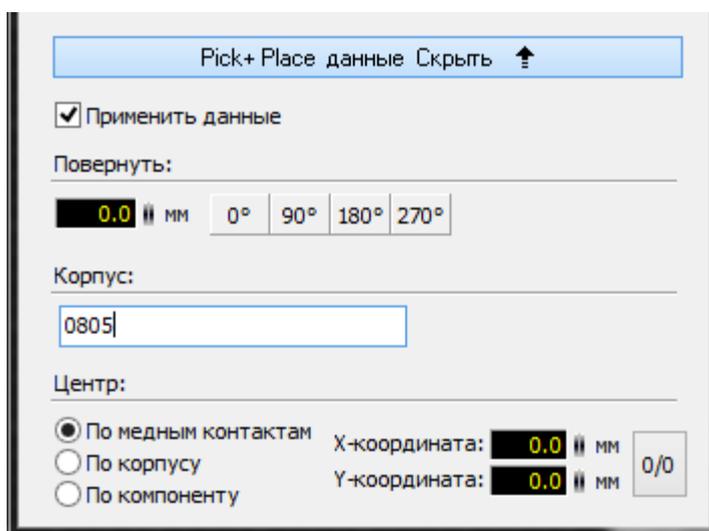


Рис. 96. Pick+Place данные

Внизу окна расположена кнопка «**Pick + Place данные**», позволяющая ввести данные, необходимые для автоматизированного размещения SMD-компонентов (рис. 96).

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.

Важно!

Информацию о нулевой ориентации SMD-компонентов можно найти в стандарте IPC-7351 (см. Приложение В).

Если компонент находится в ненулевой 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.

Также доступно редактирование **корпуса** 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.

Возможно 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 потребоваться указание смещения в виде X/Y-координат, чтобы определить правильный центр. Кнопка 0/0 сбрасывает это смещение к нулю.

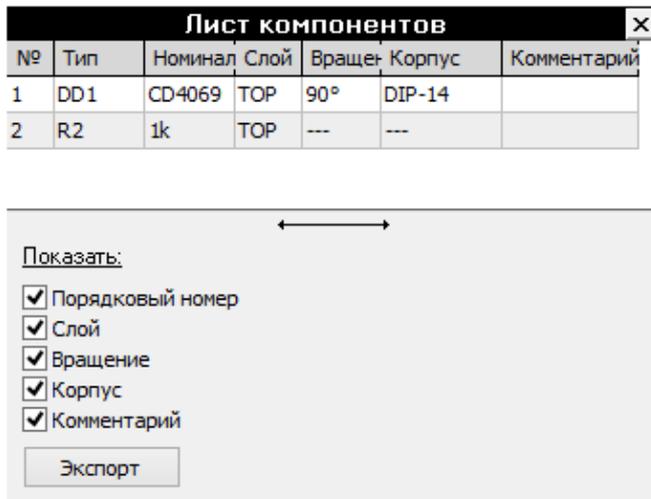


Рис. 98. Панель "Лист компонентов"

Нажав кнопку  «Лист компонентов» (рис. 97), открывается панель «Лист компонентов» (рис. 98), где можно увидеть список всех компонентов на плате.

Важно!
Кнопка в виде двухсторонней стрелки подбирает ширину панели такой, чтобы на ней умещались все столбцы.

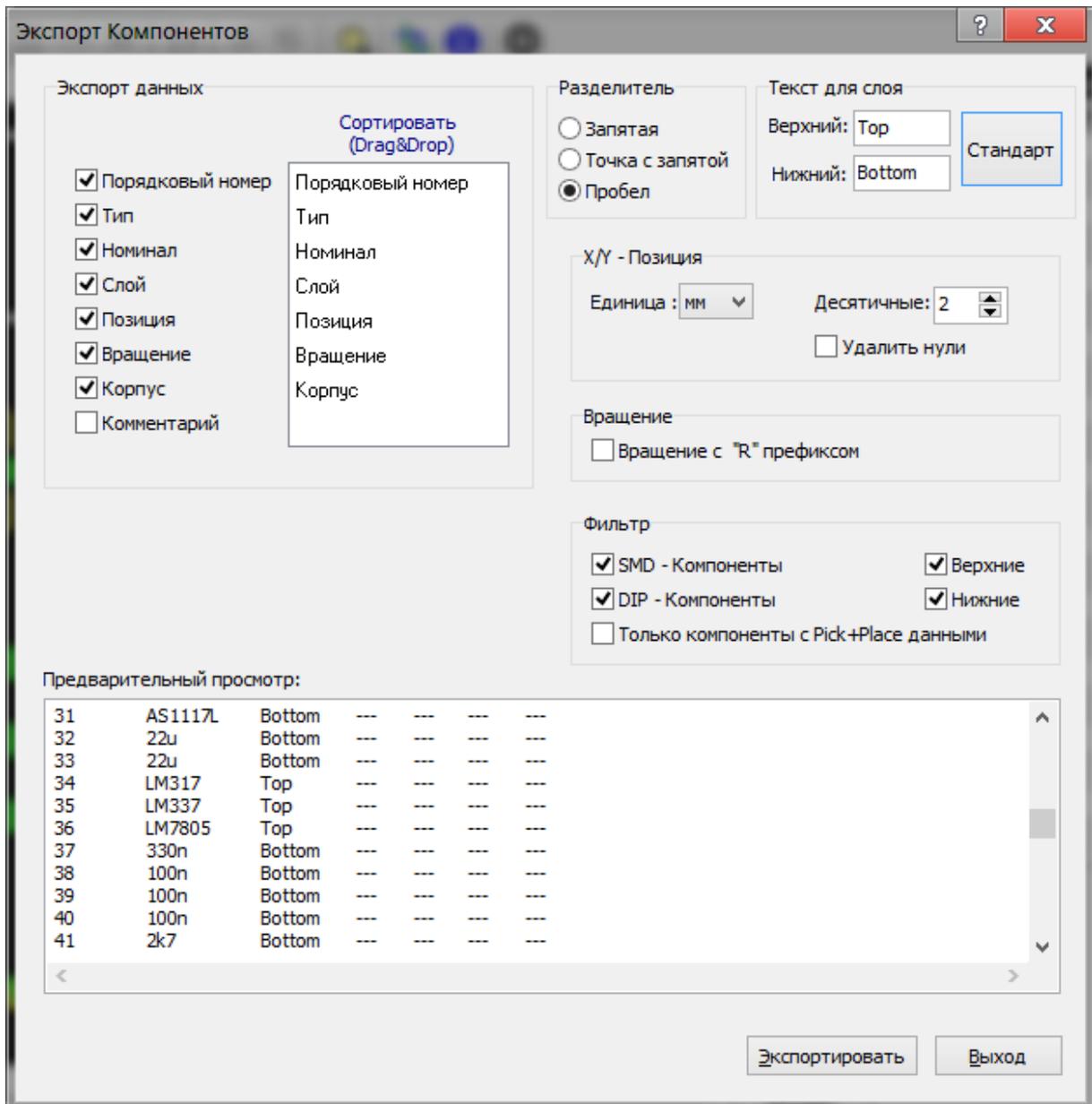


Рис. 99. Окно "Экспорт компонентов"

Кнопка «**Экспорт**» позволяет сохранить данный список в текстовый документ (т.н. Pick+Place-файл, необходимый для автоматического размещения компонентов), открывая окно экспорта (рис. 99).

Подробнее о настройках экспорта:

- **Экспорт данных** – определяются данные, которые будут экспортироваться. Порядок данных в списке настраивается перетаскиванием значений в правом поле в нужное положение;
- **Разделитель** – определяется символ, который будет использоваться для разделения данных в строке (в данном пункте ошибка перевода – вместо «Пробела» должна быть «Табуляция»);
- **Текст для слоя** – определяется формат написания имени слоя размещения компонента. Кнопка «**Стандарт**» возвращает названия слоев по умолчанию;
- **X/Y-Координаты** – определяется позиция 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. Пример такого файла показан на рис. 100.

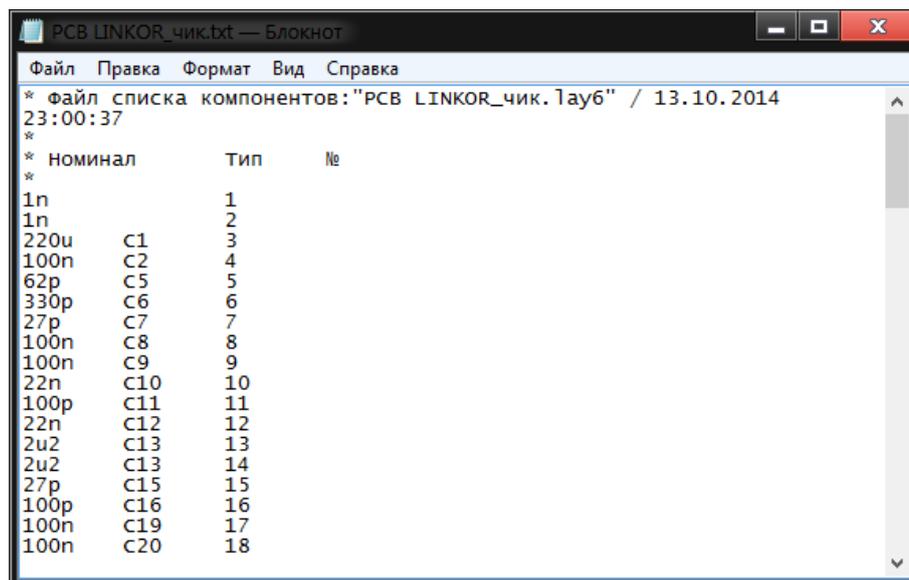


Рис. 100. Пример "Pick+Place файла"

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 заметно, к какому компоненту они принадлежат (обратите внимание на белую линию связи атрибута и компонента на рис. 101). А при выделении посадочного места, оно выделяется вместе со своими атрибутами – позиционным обозначением и номиналом. Причем, если в основных установках программы был активирован пункт «Правильно отображать маркировку после вращения элемента», то при вращении надпись никогда не оказывается перевернутой.

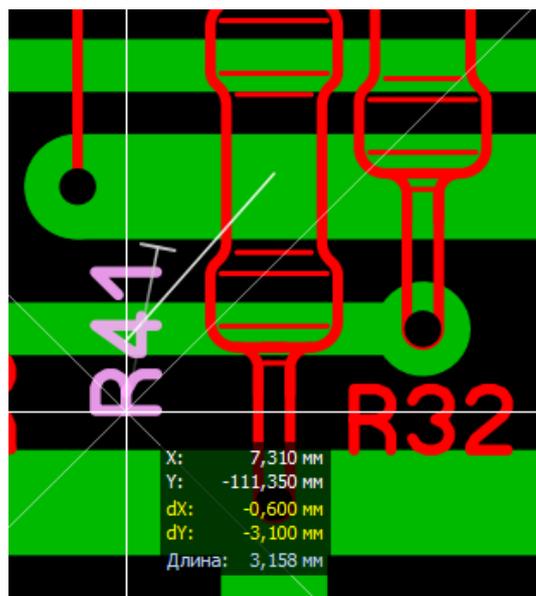


Рис. 101. Перемещение позиционного обозначения компонента

ПРОВЕРКА НА НАРУШЕНИЯ ПРАВИЛ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

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 приступать к печати рисунка платы и ее изготовлению необходимо проверить плату на отсутствие нарушений – провести т.н. DRC-контроль (от англ. «Design Rule Checking» – проверка правил проектирования).

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 (рис. 102).



Рис. 102.
Кнопка DRC-контроля

В окне «DRC» (рис. 103) следует задать требуемые параметры для контроля:

- **Расстояние между дорожками** – минимальное разрешенное расстояние между проходящими рядом проводниками;
- **Расстояние 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 на слое маркировки;
- **Метки на контактах** – запрет на наличие линий маркировки на контактных площадках;
- **Отверстие на SMD-контакте** – запрет на наличие отверстий, проходящих сквозь SMD-площадки (данный пункт должен быть отмечен, если плата нацелена на автоматический монтаж компонентов);
- **Проверка наличия маски** – запрет на отсутствие маски на контактных площадках;

- **Проверка зазора маски** – запрет на использование маски на проводниках и полигонах.

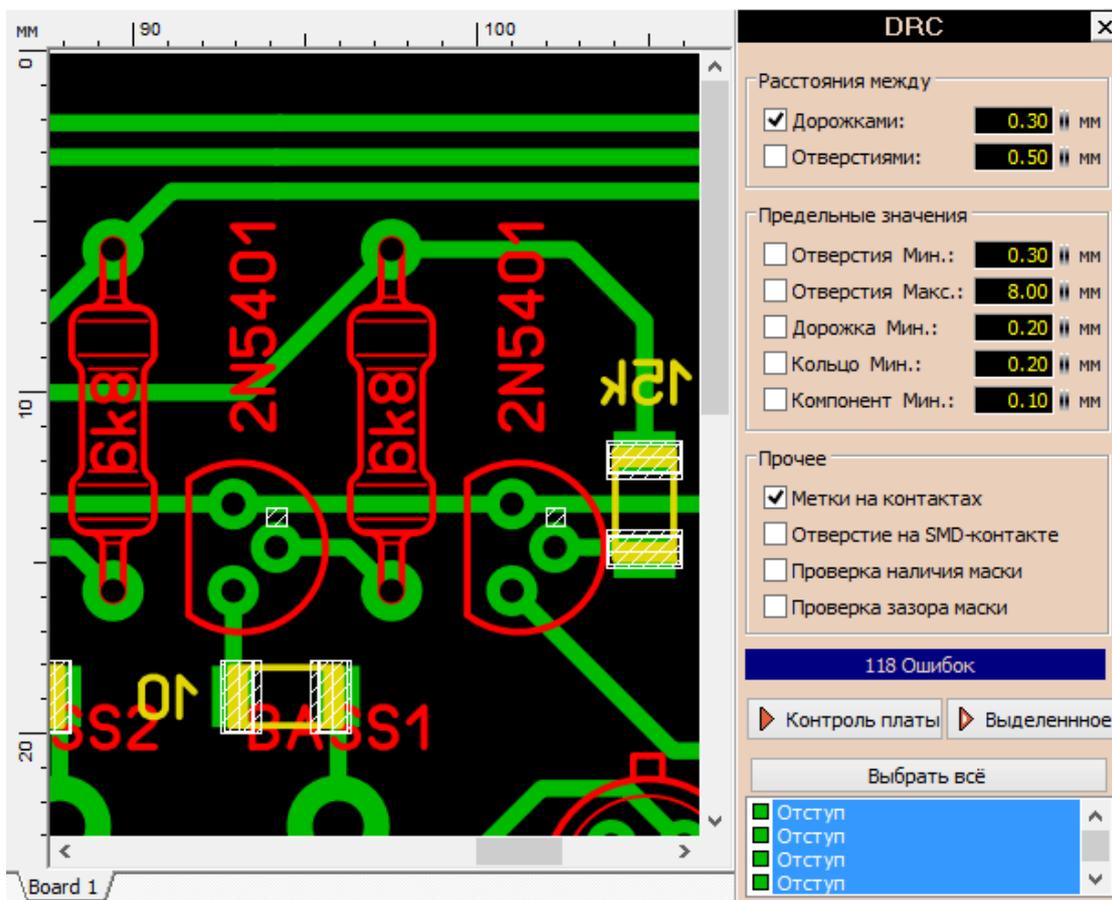


Рис. 103. Окно DRC-контроля

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 и дополнительно отобразятся на плате в виде белых заштрихованных участков (см. рис. 103). 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 все»**, на плате вновь отобразятся все ошибки.

Важно!

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

Обратите особое внимание на важную особенность работы DRC-контроля в Sprint Layout: **проверка ограничения на минимальную ширину дорожки не распространяется на полигон Авто-земли!**

Например, на рис. 104 выполнена заливка платы и размещены две дорожки шириной 1 мм и 0,3 мм таким образом, что между ними образовался «мостик» из заливки шириной менее 0,3 мм (выделен красным).

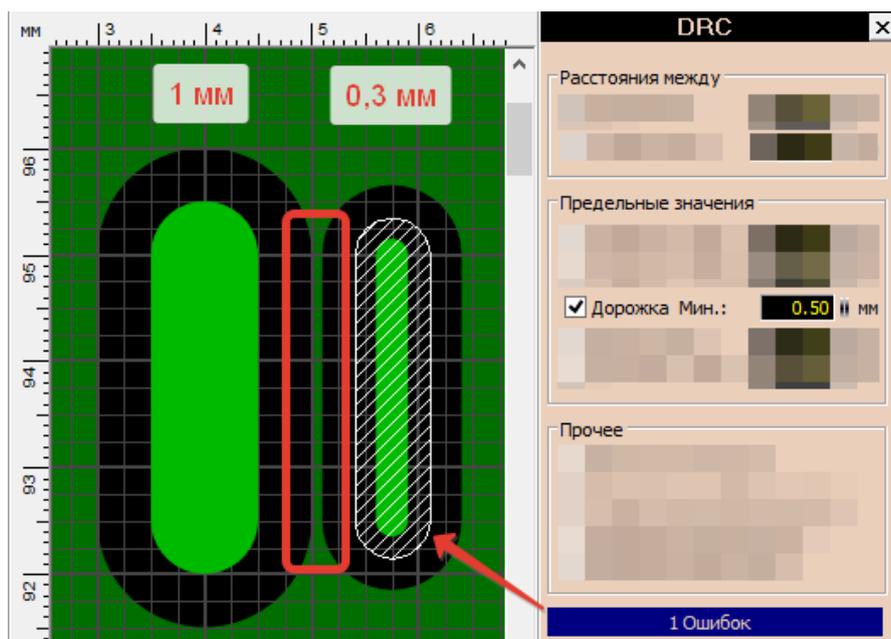


Рис. 104. Особенность DRC-контроля

Проверка DRC с ограничением на ми-

нимальную ширину дорожки в 0,5 мм указывает лишь на одну ошибку – дорожку шириной 0,3 мм, игнорируя узкий «мостик» заливки.

ВЫВОД ПЛАТЫ НА ПЕЧАТЬ

Готовый рисунок печатной платы можно вывести на печать для последующего изготовления, например, лазерно-утюжной технологией или с использованием фоторезиста. Для этого следует выбрать пункт меню «Файл» → «Печать». Откроется окно настроек печати (рис. 105).

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.

Раздел «Слои» отвечает за включение или отключение отображения слоев платы, а также выбор их цвета. Далее расположены четыре кнопки (рис. 106), 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.

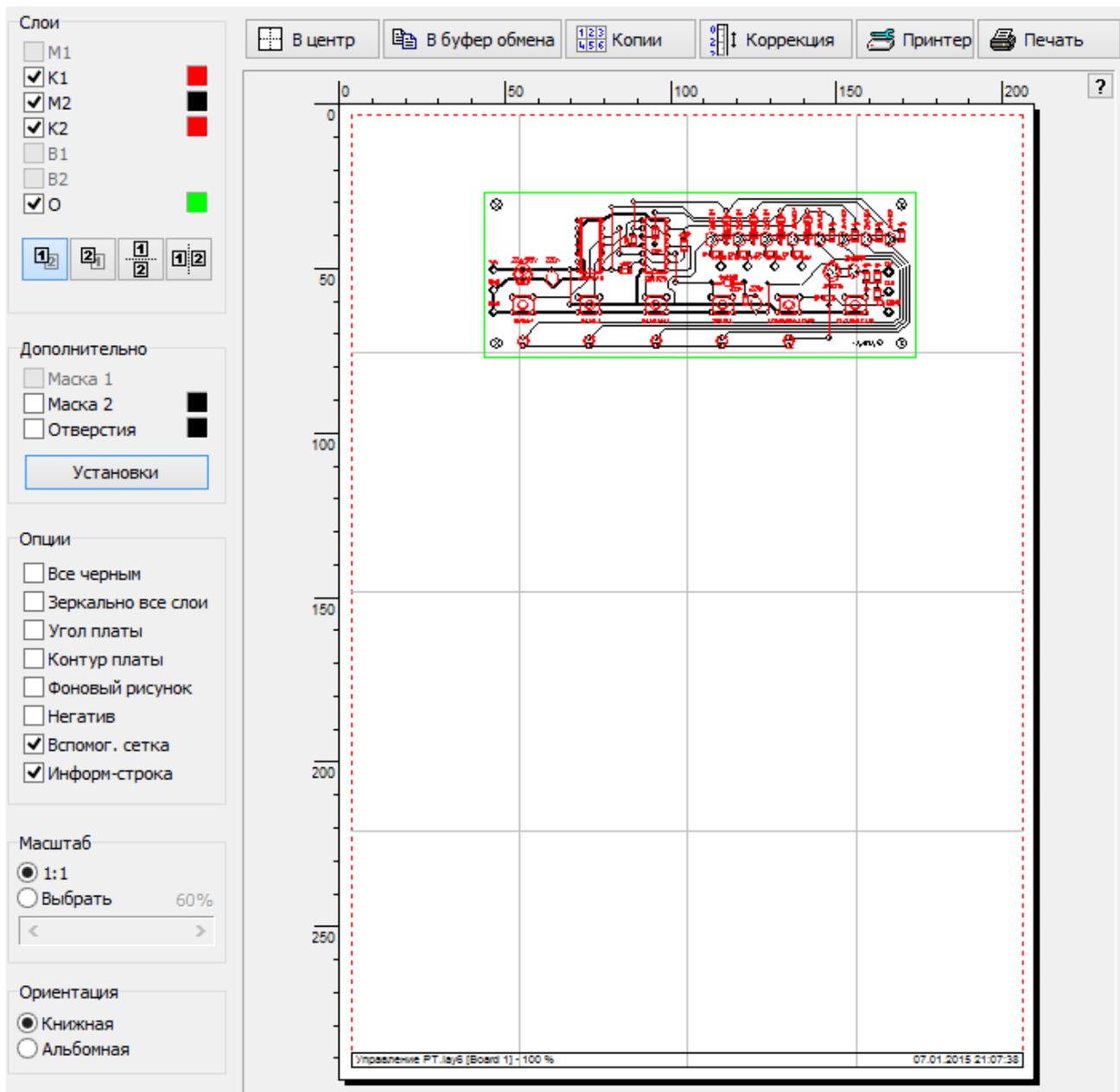


Рис. 105. Окно настроек печати

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

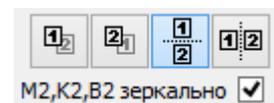


Рис. 106. Кнопки управления положением слоев

Последние две кнопки делают отображение слоев раздельно (верхние слои: V1-M1-K1-O и нижние слои: V2-M2-K2-O) двумя разными способами рядом или друг над другом (рис. 107).

Раздел «Дополнительно» управляет включением для печати слоев маски с выбором цвета, а также обозначений центров отверстий (рис. 108). Кнопка «Установки» открывает окно настроек отображения маски и текста у меток отверстий (рис. 109).

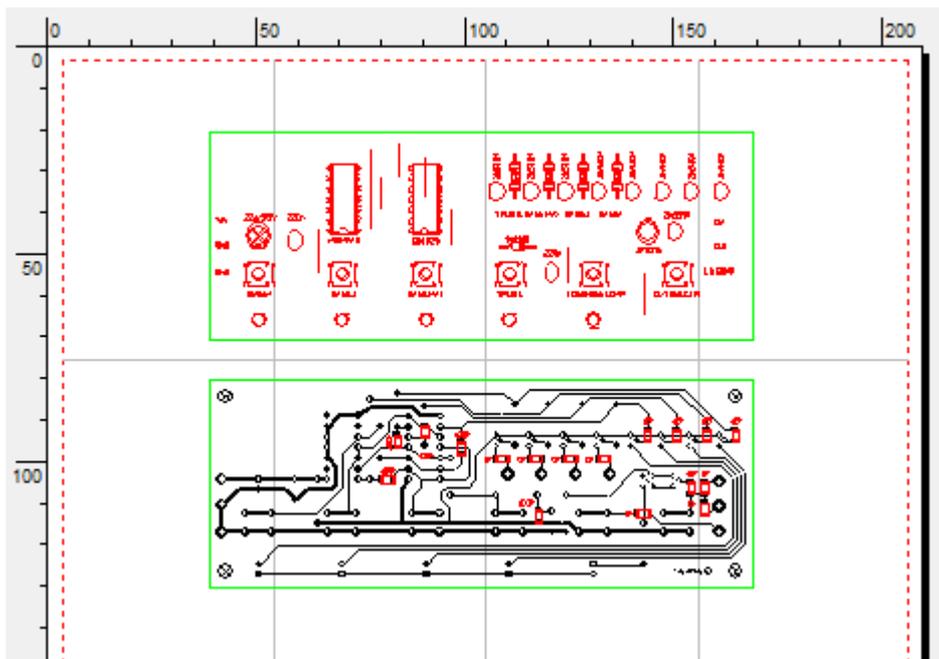


Рис. 107. Раздельное отображение слоев

Важно!
 При выборе опции раздельного отображения верхнего и нижнего слоев становится активной опция «M2, K2, B2 зеркально», которая отражает зеркально нижние слои.

Раздел «Опции» содержит 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 laub»);
- **Негатив** – негативное отображение платы (работает только для медных слоев);
- **Вспомог. сетка** – отображение (не печатается) дополнительной сетки на листе;



Рис. 108. Обозначение центров отверстий

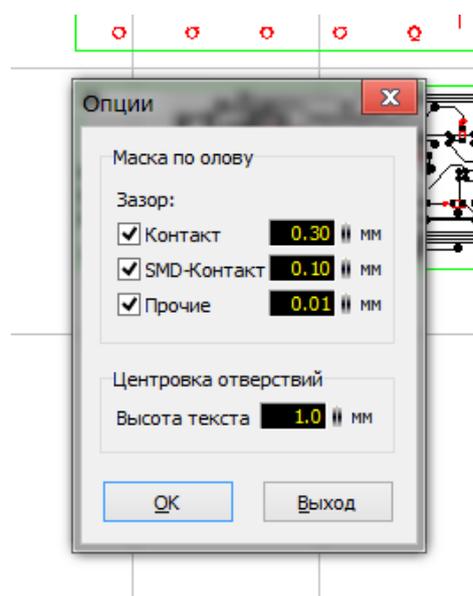


Рис. 109. Окно настроек отображения маски

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

Раздел **«Масштаб»** служит для выбора коэффициента масштабирования платы на листе: один к одному или настраиваемый.

Раздел **«Ориентация»** – выбор ориентации листа.

Вверху окна расположены еще семь (кнопка «Отмена» на рис. 105 не поместилась) 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 (рис. 110);
- **Коррекция** – коррекция масштаба рисунка по вертикали и горизонтали (рис. 111);
- **Принтер** – стандартное окно выбора принтера и его настройка;
- **Печать** – вывод рисунка на принтер;
- **Отмена** – закрывает окно печати.

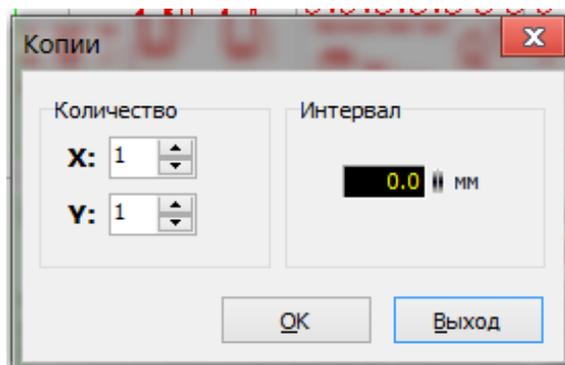


Рис. 110. Окно настроек копий платы

Важно!

Для получения максимально качественной платы должна быть отключена экономия тонера и установлено максимальное разрешение и качество печати – эти настройки различны для каждого типа принтера.

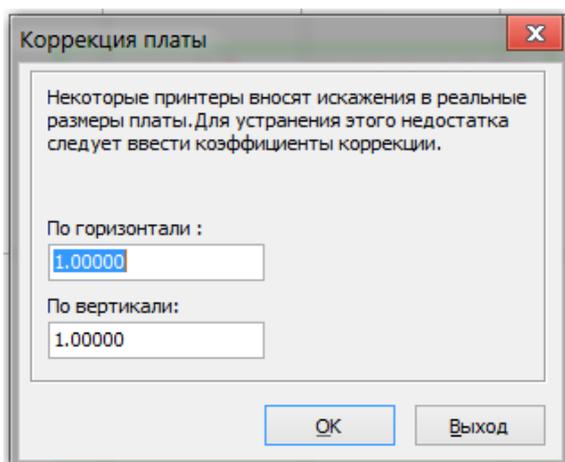


Рис. 111. Окно коррекции пропорций

Важно!

Следующие инструкции по распечатке рисунка платы имеют место быть лишь в том случае, когда все слои используются по своему назначению (см. главу 1, раздел «Слой»).

Лазерно-утюжная технология (ЛУТ)

Для изготовления односторонней (трассировка на нижнем слое – М2) платы при помощи ЛУТа необходимо включить для отображения слоя М2 и О и включить опцию «**Все черным**». Если в процессе трассировки контур платы не создавался, то можно также включить опцию «**Контур**». Масштаб должен быть 1:1. Далее по желанию можно переместить рисунок в необходимое место листа, указать количество печатаемых копий и нажать кнопку «**Печать**». Рисунок на бумаге готов для дальнейшего перевода на текстолит.

Если плата двухсторонняя, то после нижнего слоя необходимо вывести верхний. Для этого нужно включить слои М1 и О, включить опцию «**Все черным**» и опцию «**Зеркально все слои**». Дальнейшие действия аналогичны вышеописанным.



Рис. 112. Кнопки расположения слоев рядом

А можно напечатать сразу оба слоя, включив слои М1, М2 и О и расположить слои рядом, воспользовавшись одной из кнопок (рис. 112). Также нужно включить опции «**М2, К2, В2 Зеркально**», «**Зеркально все слои**» и «**Все черным**».

Многие радиолюбители делают маркировку на своих платах также при помощи ЛУТ (рис. 113).

Печать маркировки выполняется аналогично печати слоев меди с той лишь разницей, что вместо слоев меди печатаются слои К2 и К1 соответственно.

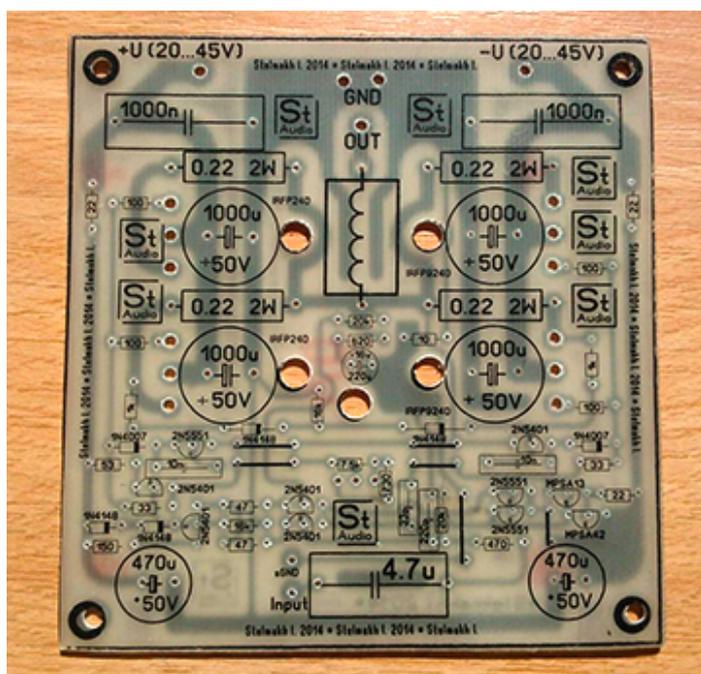


Рис. 113. Пример маркировки платы при помощи ЛУТ

Важно!

Если сверление будет выполняться вручную, то перед печатью нужно изменить диаметры всех отверстий до значения 0,5..0,6 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, облегчая сверление.

Фоторезистивная технология

При использовании фоторезистивной технологии плата покрывается фоторезистом и, используя прозрачную пленку с рисунком в качестве маски, засвечивается нанесенный фоторезист. После проявки лишние участки защитного слоя фоторезиста удаляются. Тем самым 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 дополнительно должна быть включена опция «Негатив».

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 (рис. 114).

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.

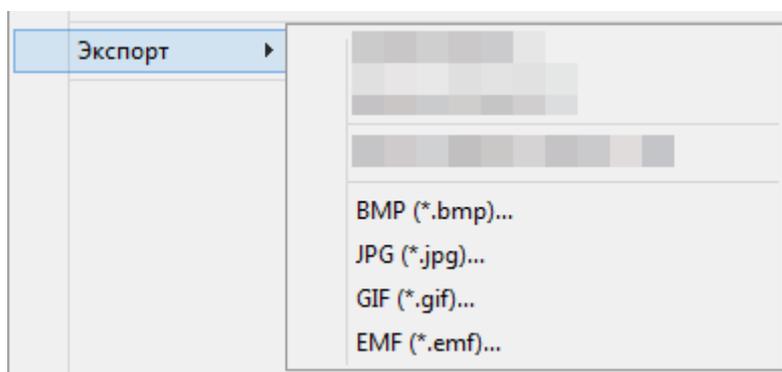


Рис. 114. Меню экспорта в графический формат

Важно!

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

При выборе растровых форматов открывается дополнительное меню с настройками качества изображения, идентичными для всех трех типов – BMP (рис. 115), JPG (рис. 116), GIF (рис. 117). 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.

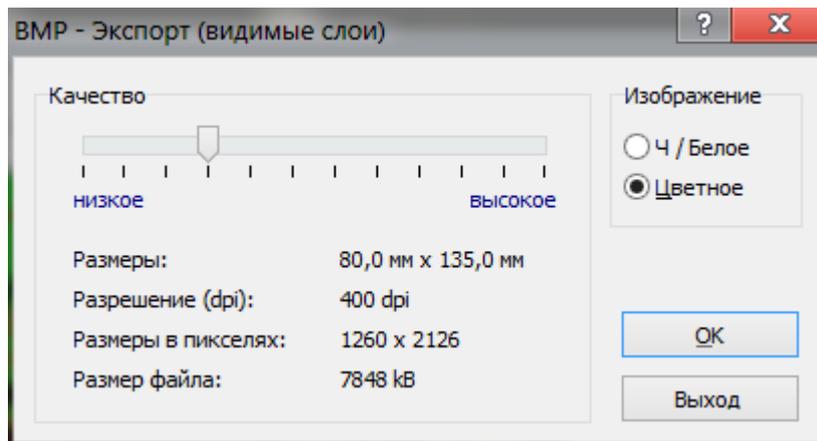


Рис. 115. Экспорт платы в формат BMP

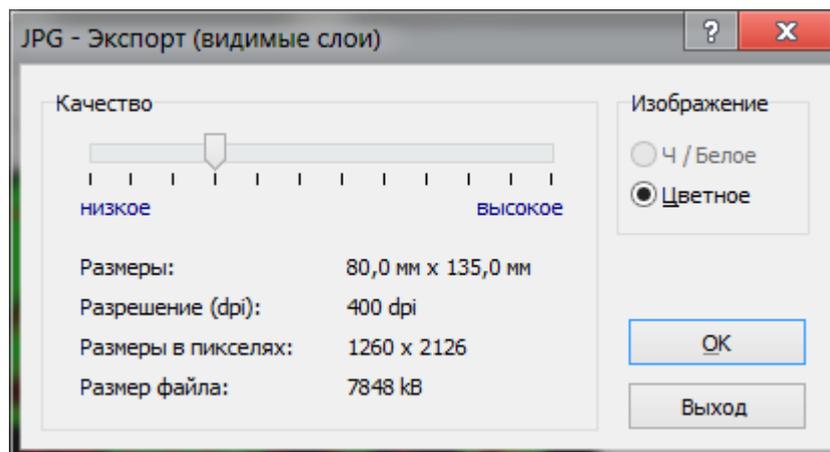


Рис. 116. Экспорт платы в формат JPG

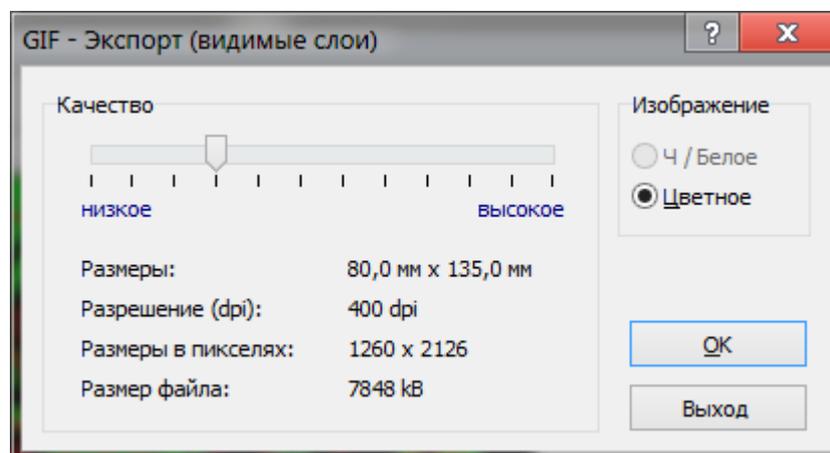


Рис. 117. Экспорт платы в формат GIF

ПОЛУЧЕНИЕ СПИСКА КОМПОНЕНТОВ

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

Сначала необходимо открыть Excel и создать пустую таблицу. Затем в меню «Данные» выбрать «Получение внешних данных» → «Из текста» (рис. 118). В открывшемся окне выбрать созданный ранее Pick+Place-файл.

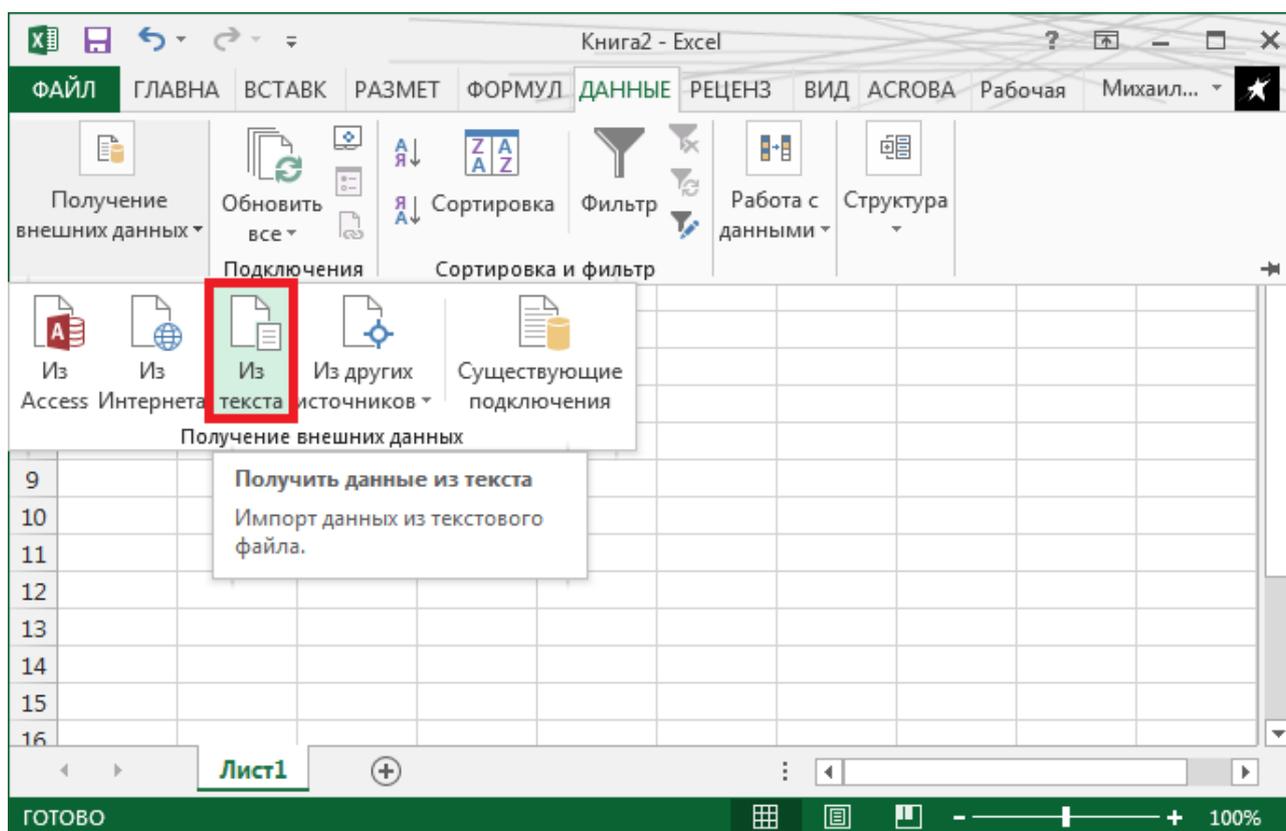


Рис. 118. Импорт данных в Microsoft Excel

Открывается мастер импорта (рис. 119). На данном шаге нужно обязательно указать, что данные с разделителем и с какой строки начать импорт текста. На предварительном просмотре можно заметить, что корректные данные начинаются с седьмой строки.

На следующем шаге нужно указать какой символ является разделителем (разделитель задавался при экспорте Pick+Place-файла, см. главу 4, раздел «Компоненты. Pick+Place файл»). В данном случае это знак табуляции (рис. 120).

На последнем шаге при желании можно задать формат данных для столбцов. Рекомендуется оставить для всех столбцов «Общий» (рис. 121).

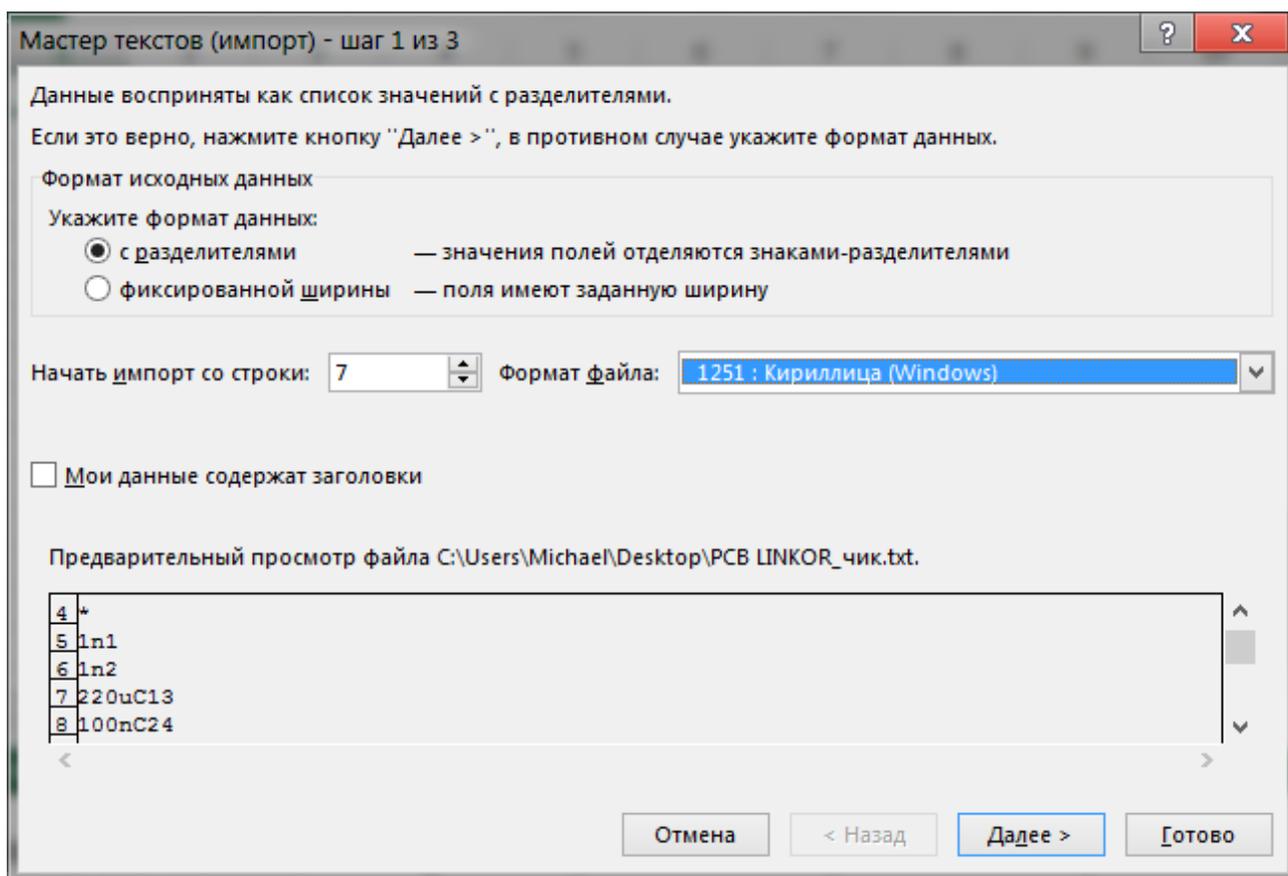


Рис. 119. Мастер импорта данных – шаг 1

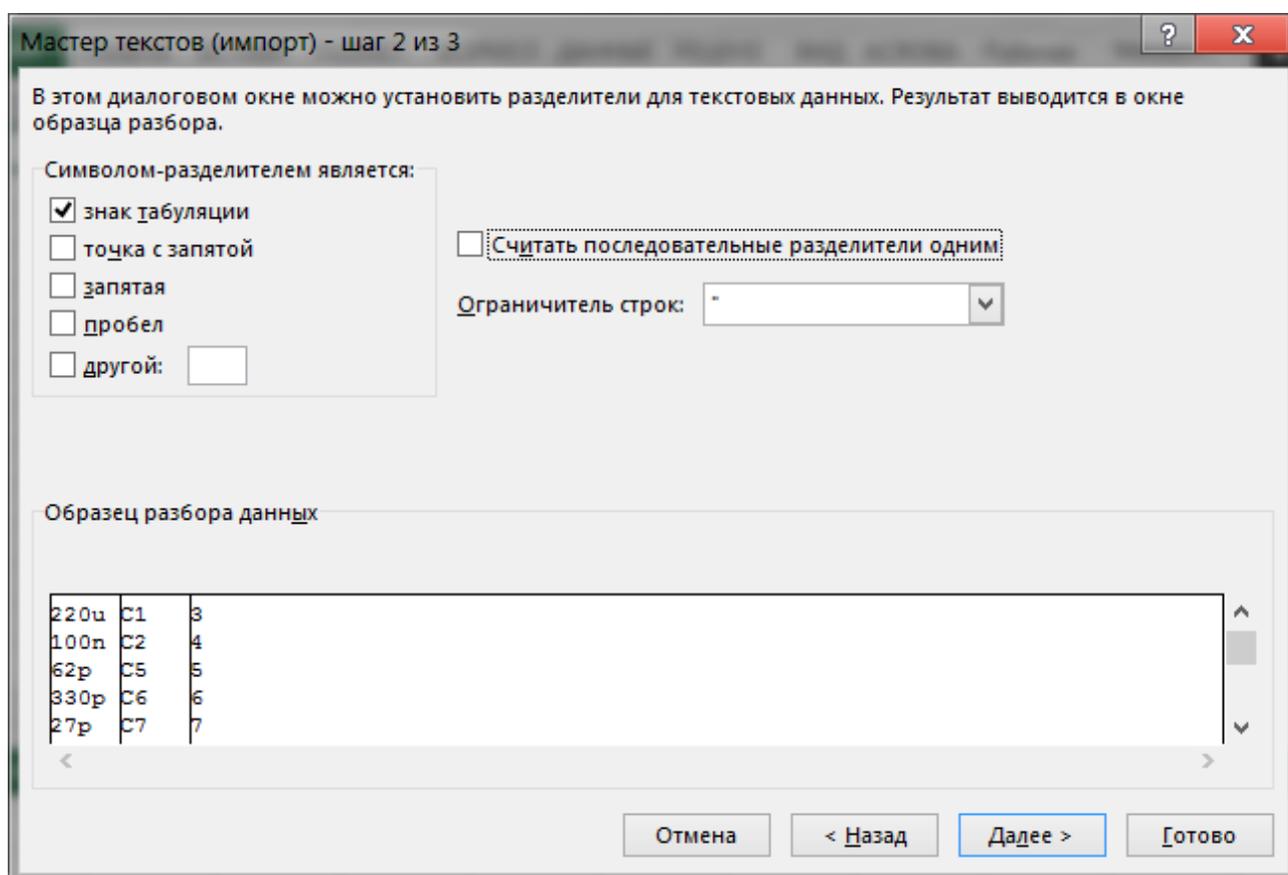


Рис. 120. Мастер импорта данных – шаг 2

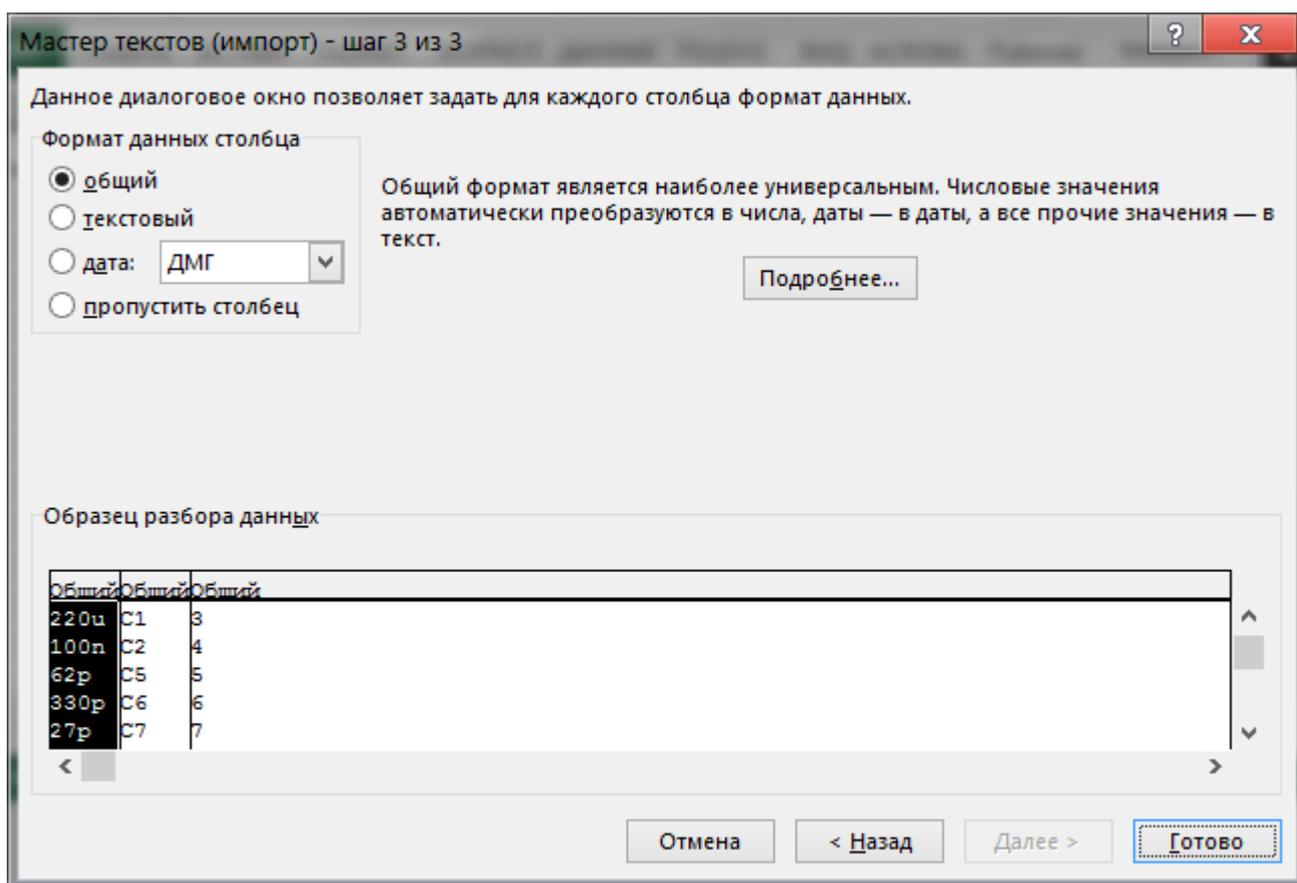


Рис. 121. Мастер импорта данных – шаг 3

После нажатия на кнопку «Готово» появляется окно, в котором нужно указать с какой ячейки начать вставку данных. После нажатия на кнопку «ОК» 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 LAY6

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

Инструмент активируется при нажатии на соответствующую кнопку на панели инструментов (рис. 122). Откроется окно загрузки и настройки рисунка (рис. 123).

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



Рис. 122. Кнопка загрузки рисунка на фон

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

Кнопки «**Загрузить рисунок**» и «**Удалить рисунок**» служат для загрузки и удаления рисунка соответственно. Опция «**Оригинал**» показывает или скрывает загруженный рисунок.

Sprint Layout пытается распознать разрешение рисунка автоматически, но это происходит не всегда корректно. Поэтому, если изображение не отображается в правильном масштабе, то нужно изменить значение в поле «**Разрешение**» до такого значения, когда рисунок отображается корректно.

Поля ввода X и Y координат служат для ввода координат расположения изображения на плате, чтобы получить правильную позицию по отношению к текущей сетке.

Когда фоновый рисунок загружен и виден на рабочем поле, в статус-баре отображаются две дополнительные кнопки (рис. 124).

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



Рис. 124. Кнопки управления фоновым рисунком

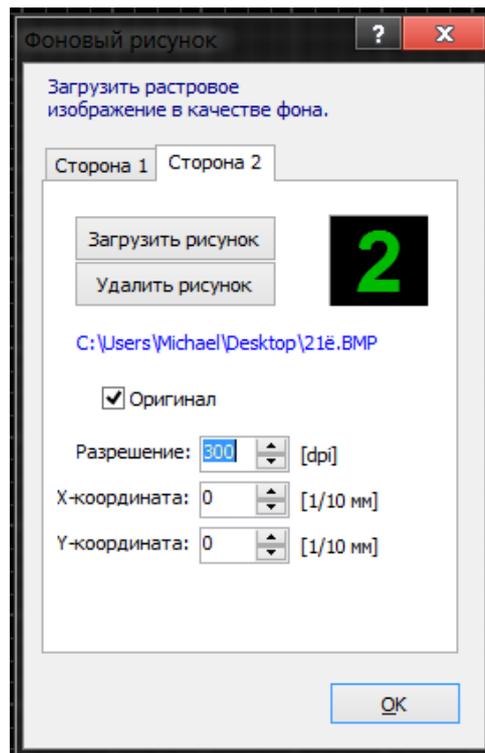


Рис. 123. Окно загрузки фонового рисунка

ПРОСМОТРИТЕЛЬ ФАЙЛОВ LAY6

Компанией AVACOM также выпускается Sprint Layout 6 Viewer – бесплатный просмотрщик файлов lay6, который представляет собой сильно «урезанный» оригинальный вариант программы Sprint Layout 6 и предназначен для открытия, просмотра и печати файлов *.lay6 (рис. 125).

Перемещать элементы платы или редактировать надписи запрещено, нажатие левой и правой кнопками мыши увеличивает и уменьшает плату соответственно. Увеличение или уменьшение также можно выполнять колесиком мыши.

Если нажать левую кнопку мыши и выделить участок платы, то он будет увеличен.

Слои платы можно скрывать, но смена их цвета недоступна.

В меню «**File**» 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 языки. Последний пункт меню «?» содержит инструмент обновления программы и пункт вызова окна с информацией о программе.

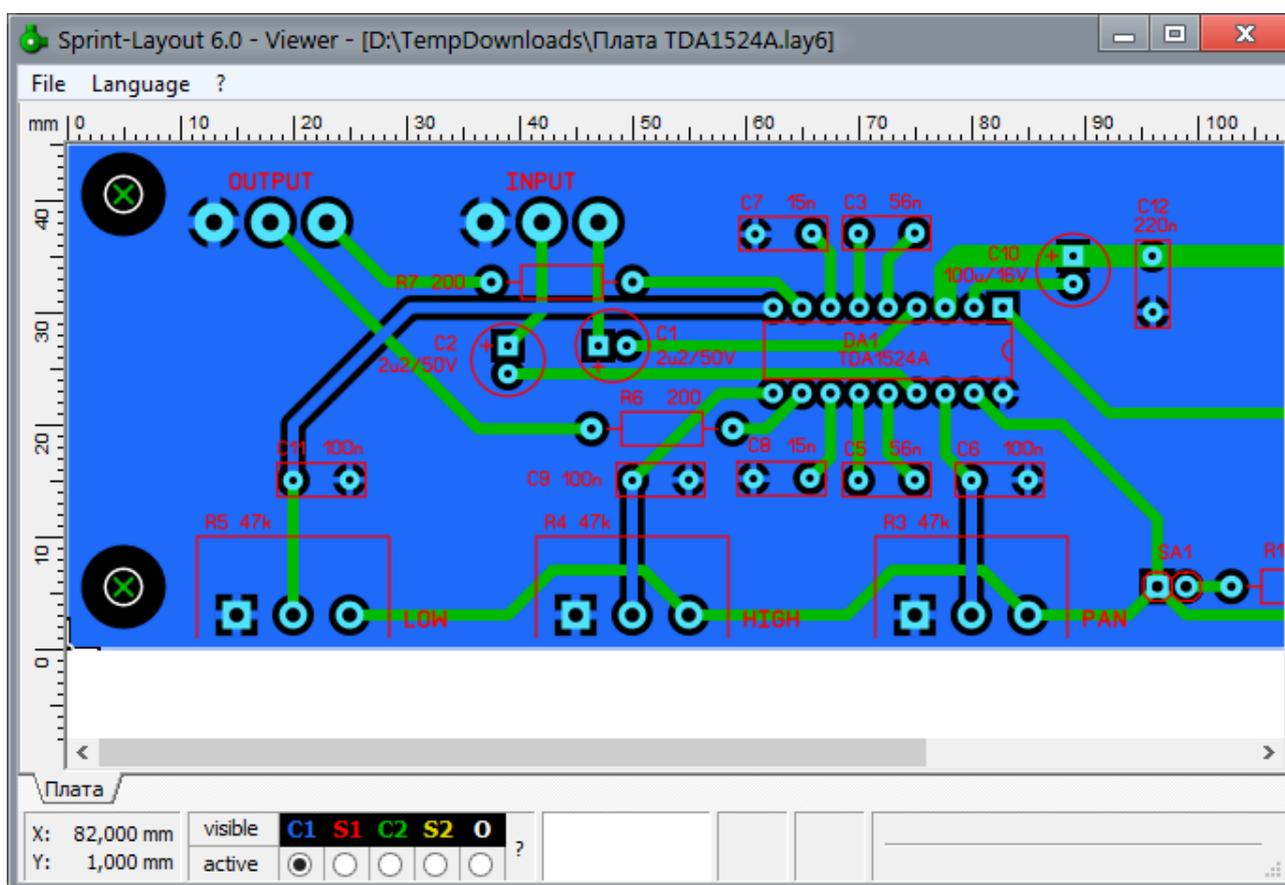


Рис. 125. Окно программы Sprint Layout 6 Viewer

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 приходится распечатывать рисунок трассировки плат не со своего компьютера.

ГЛАВА 5 ПОДГОТОВКА ПЛАТЫ К ПРОИЗВОДСТВУ И ВЫВОД ФАЙЛОВ

МНОГОСЛОЙНЫЕ ПЛАТЫ В SPRINT LAYOUT 6

По умолчанию в Sprint Layout 6 включены два медных слоя. Но количество слоев сложной платы может достигать 4, 12 и даже 24 штук.

Sprint Layout, ввиду своей простоты, дает возможность использовать лишь два дополнительных внутренних слоя В1 и В2, о которых было уже упомянуто в первой главе. Чтобы их включить для использования, следует открыть панель свойств платы и включить опцию «Многослойная» (рис. 126).



Рис. 127. Внутренние слои В1 и В2 в статус-баре

В статус-баре при этом появляются два дополнительных внутренних медных слоя (рис. 127).

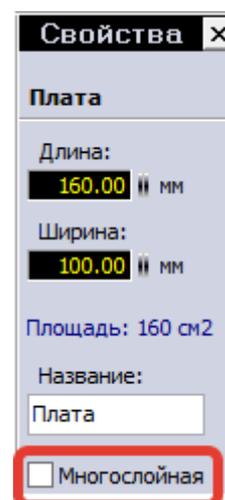


Рис. 126. Включение дополнительных слоев

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 рассказывалось в главе 3. Также, если используются два и более медных слоев, нужно не забыть о включении металлизации у необходимых отверстий. По возможности, **необходимо свести 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 (конечно

же, контролируя при этом гарантийные пояски). Для подобной задачи очень удобно использовать инструмент «Селектор».

Во-вторых, в слое контура O 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 слой паяльной маски** – 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 нужно отметить важный момент – если в панели DRC какие-то технологические ограничения производства не учтены, это не значит, что можно их игнорировать. Обязательно учитывайте их при трассировке.

ВЫВОД ФАЙЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

Плата готова, DRC-контроль проведен – можно приступить к выводу необходимых для завода файлов. Для избегания недопонимания между заказчиком и производителем, а также ошибок на производстве необходимо использовать стандартные форматы представления информации при передаче проекта производителю. По сути, необходимы файлы управления фотоплоттером для изготовления комплекта фотошаблонов, а также файлы управления сверлильным станком для сверловки всех необходимых на плате отверстий. Во всем мире, в том числе в России и странах СНГ, такими стандартами де-факто являются языки управления фотоплоттером компании Gerber Scientific (далее – формат Gerber) и сверлильным оборудованием компании Excellon Automation Company.

Gerber-файл по своей сути представляет 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 производится рисование на светочувствительной плёнке световым пятном заданной формы – апертурой.

Excellon – файловый формат, представляющий собой описание данных о диаметрах и координатах отверстий на печатной плате в виде текста.

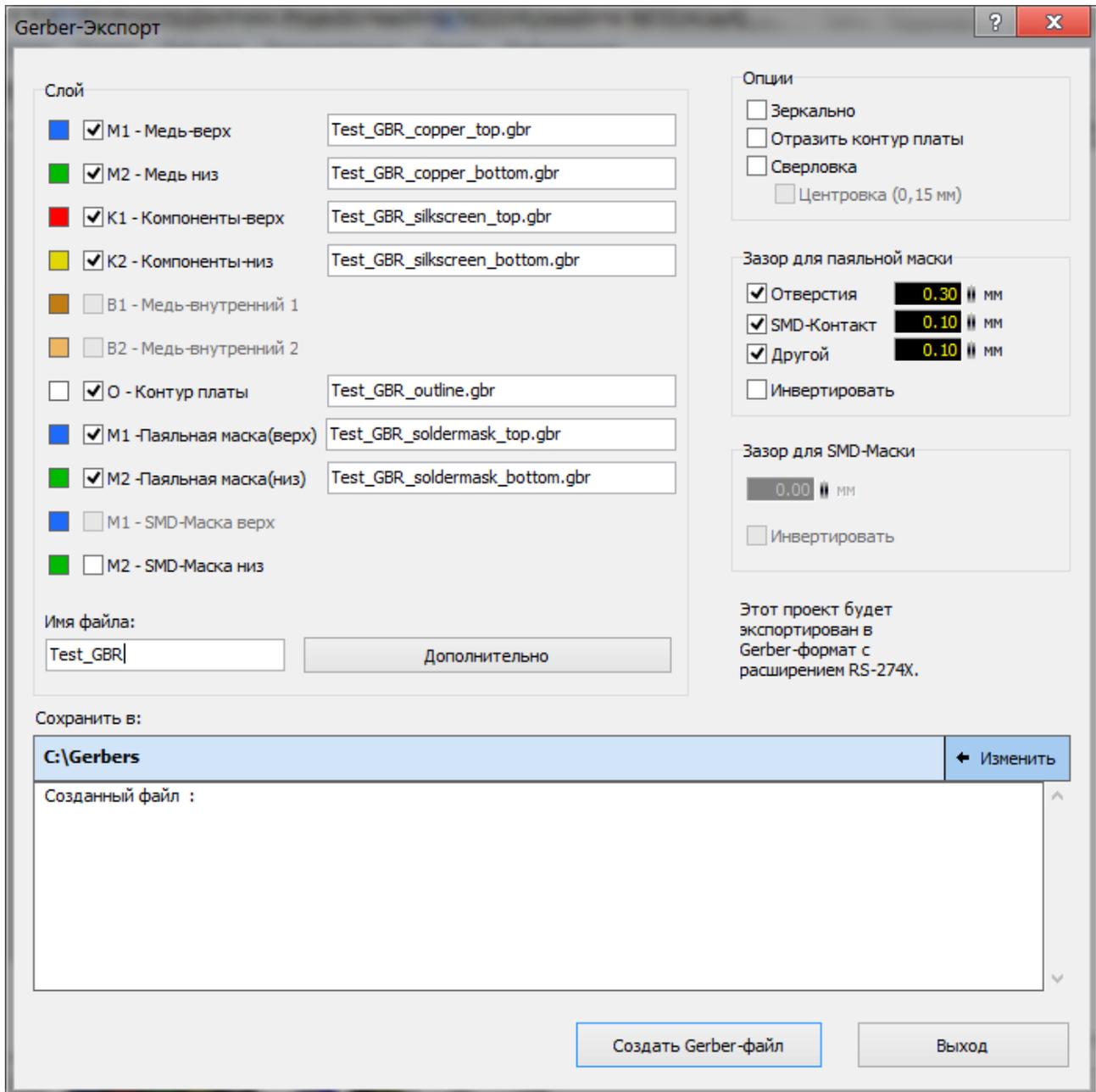


Рис. 128. Окно экспорта файлов Gerber

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 файлов Gerber

Для получения Gerber-файлов в программе Sprint Layout 6 необходимо выбрать меню «Файл» → «Экспорт» → «Gerber-формат». Откроется окно настроек экспорта (рис. 128).

В разделе «Слой» выбираются слои для экспорта. В качестве примера на рис. 128 выбраны слои, необходимые для изготовления двухсторонней платы с маской и маркировкой.

Нужно сделать особое пояснение по слоям «SMD-маска». Это слои для изготовления трафаретов для паяльной пасты. К изготовлению платы они не имеют отношения и нужны в случае использования паяльной пасты и пайки всей платы паяльным феном или в специальной печи.

Имя файла каждого слоя отображается рядом с названием слоя. Ниже вводится первая часть имени файла (общая для всех слоев) – как правило это название проекта. Вторая часть – название слоя, которая настраивается нажатием на кнопку «Дополнительно» и по умолчанию устанавливается такая, как на рис. 129.

Названия слоев всегда можно сбросить в значения по умолчанию кнопкой «Стандартно». Здесь же можно задать свое расширение для каждого слоя.

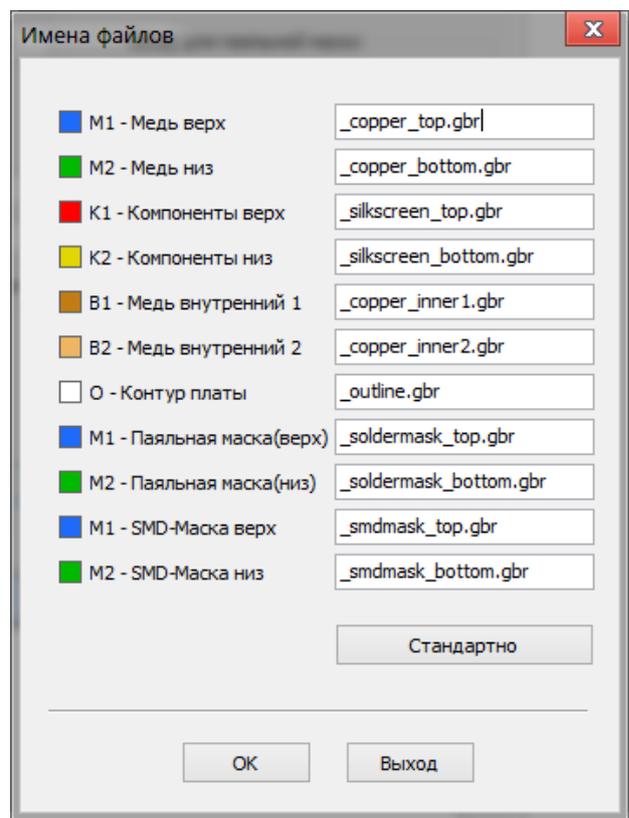


Рис. 129. Стандартные имена слоев

Важно!

Так как выходные файлы текстовые, то их расширение может быть различным. Некоторые системы автоматизированного проектирования (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» (см. рис. 128):

- **Зеркально** – зеркальное отражение слоев. Как правило, при заказе отражать зеркально никакие слои не нужно, если производитель об этом явно не просит.
- **Отразить контур платы** – записать в файлы маски (для обоих слоев) данные о контуре (контур формируется автоматически). На рис. 130а светло-голубым цветом показан контур, переданный отдельным слоем, желтым – маска, красным – медный слой. Обратите внимание на добавившуюся линию в слое маски после включения этой опции (рис. 130б). Но правильнее будет нарисовать контур в отдельном слое.

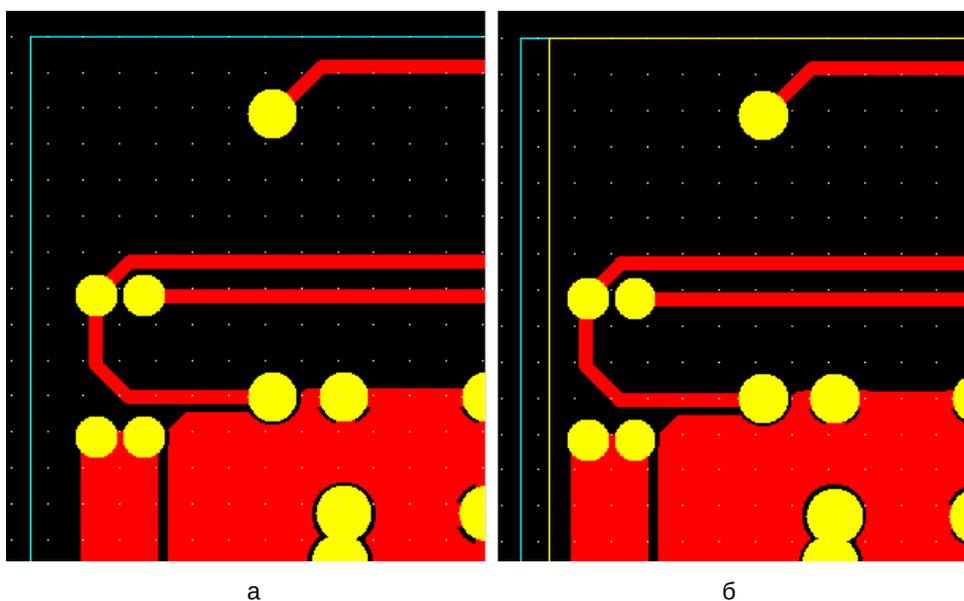


Рис. 130. Добавление контура в слой маски

- **Сверловка** – определить, где нужно 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.

Так как в отличие от профессиональных систем автоматизированного проектирования Sprint Layout не имеет возможности настроить маску при проектировании, зазоры маски настраиваются при экспорте в Gerber в разделе «**Зазор для паяльной маски**» (см. рис. 128).

Зазор паяльной маски – отступ края маски от края контактной площадки (рис. 131).

Зазор для контактной площадки сквозных отверстий, SMD-площадок и остальных открытых от маски элементов

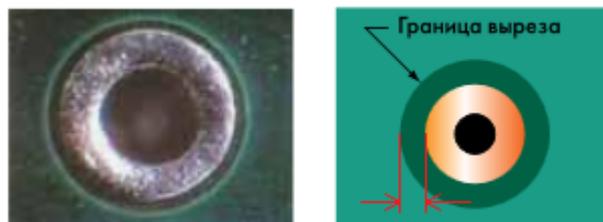


Рис. 131. Зазор паяльной маски

настраиваются отдельно. При необходимости можно отключить экспорт паяльной маски для обычной контактной площадки, и/или для SMD-площадки (а также для других элементов, если они включены в паяльную маску). Оптимальное значение зазора – 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 наоборот, то поможет опция «**Инвертировать**».

Раздел «**Зазор для SMD-маски**» (см. рис. 128) 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 (см. рис. 128) 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. Внизу окна можно видеть протокол для каждого сгенерированного файла.

Экспорт файла сверловки

Для вывода файла сверловки нужно выбрать меню «Файл» → «Экспорт» → «Данные отверстий». Откроется окно экспорта (рис. 132).

Иногда производитель требует отдельные файлы сверловки для металлизированных и неметаллизированных отверстий. Раздел «Выбрать» позволяет это сделать – сначала экспортировать отверстия без металлизации, а затем, в другой файл, – с металлизацией.

В разделе «Координаты» выбирается сторона, с которой будет производиться сверление. Для сверления снизу (Сторона 2) возможно выбрать стандарт Gerber или HPGL. Опция «Сортировать по диаметру» будет сортировать отверстия по диаметру и позволит свести к минимуму перемещения сверлильного станка.

В разделе «Единица измерения» производится выбор единиц измерения для координат и диаметров. Системы подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), 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 если вы проектировали в метрической системе, то и выводить лучше в миллиметрах.

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

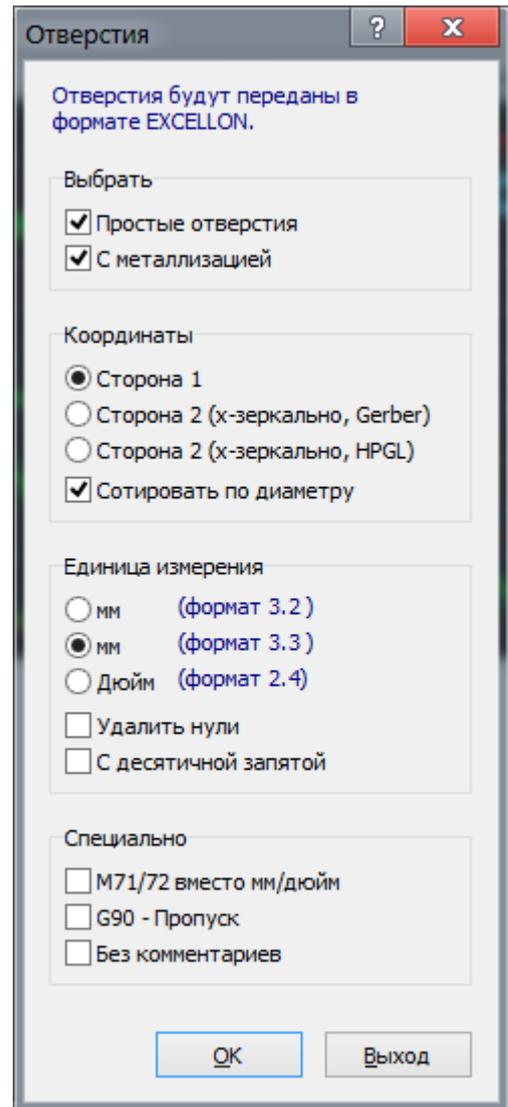


Рис. 132. Окно экспорта файла сверловки

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 рис. 132 указаны различные форматы записи координат. **Формат** показывает сколько цифр до и после запятой будет использоваться при записи координат и диаметров. Например, координата 23,25 мм в формате 3.3 будет 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, посмотрите первые несколько строк файла сверловки (рис. 133).

```
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
```

Рис. 133. Типичный файл сверловки

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 без требования производства включать не стоит.

Для проверки полученных файлов на корректность стоит открыть их в любом просмотрщике Gerber-файлов, например, в бесплатной программе gerby, и визуально просмотреть на правильность совмещения слоев и отверстий, а также отображения рисунка платы. Возможно, что придется вручную выставить формат файла сверловки – такой же, какой настраивался при экспорте. Программа не умеет определять его автоматически.

После вывода всех файлов и их проверки 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.

РЕПЕРНЫЕ МЕТКИ

Реперные знаки (метки) являются одним из элементов разводки печатной платы, создаваемых одновременно с разводкой самой печатной платы (т.к. структура печатной платы и реперных знаков должны вытравливаться одновременно).

Они обеспечивают общие точки, которые могут быть распознаны и измерены на всех этапах процесса сборки печатной платы. Это позволяет любому сборочному оборудованию точно распознавать расположение рисунка печатной платы.

В Sprint Layout 6 возможностей свободного редактирования маски нет, но реперные метки сделать все же возможно.

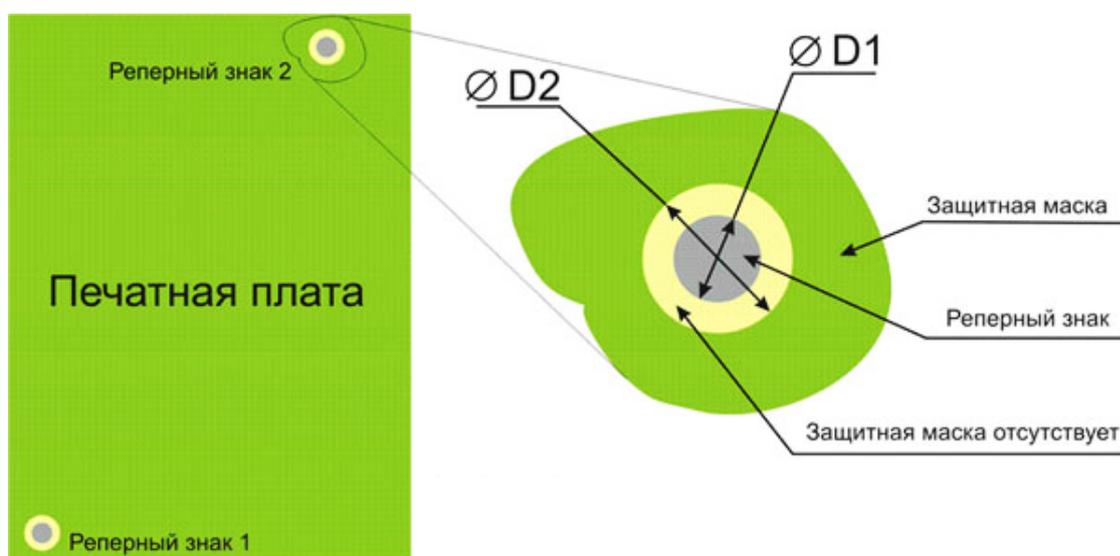


Рис. 134. Реперные знаки на плате (размеры D1 и D2 выбирают исходя из соответствующих стандартов)

Для создания метки (рис. 134) нужно нарисовать на плате на медном слое круг диаметром D1. Далее следует перейти в режим редактирования маски и открыть нарисованный круг от маски. Теперь можно при экспорте файлов Gerber настроить зазор для паяльной маски «Другой» величиной, равной $(D2-D1)/2$ (см. выше «Экспорт файлов Gerber»).

Правда при этом увеличатся зазоры у всех элементов, принудительно открытых от маски. Поэтому стоит упомянуть также об альтернативных методах добавления реперных меток на свою плату. Первый – сделать из одного из внут-

ренных слоев (если они не используются) слой маски, вручную нарисовав открытые от маски участки. Второй – расставить метки в готовых герберах, используя сторонний редактор (например, САМ350).

ВЫВОД PLOT-ФАЙЛА ДЛЯ ФРЕЗЕРОВКИ

Получать рисунок дорожек на текстолите можно не только методом травления, но и фрезеровкой при помощи специальных фрезерных станков с ЧПУ – рисунок платы вырезается на медном слое платы тонкой фрезой (рис. 135).

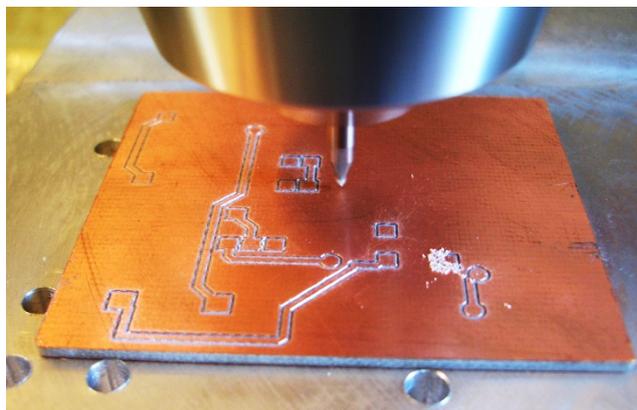


Рис. 135. Фрезеровка рисунка печатной платы

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 (рис. 137).

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 двумя элементами. Если минимальное расстояние не указано, изоляционный канал не будет прорезан, см. рис. 136 (справа).

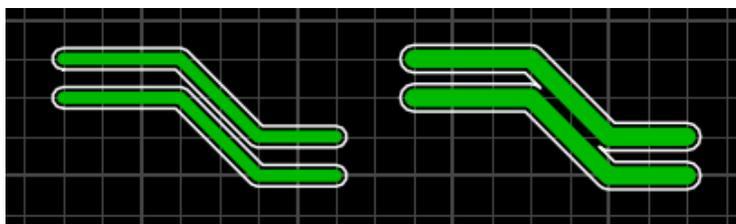


Рис. 136. Изоляционный канал при фрезеровании

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

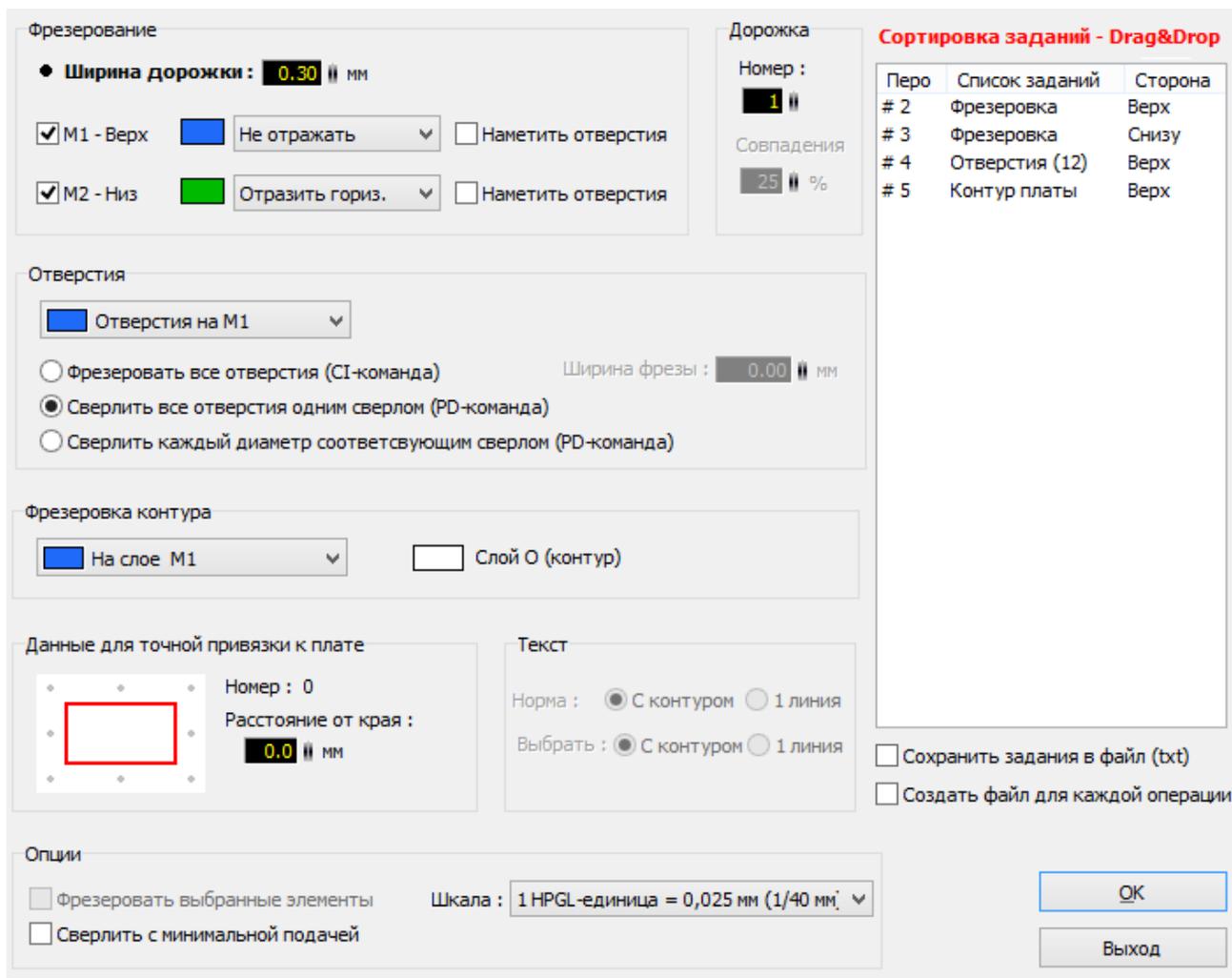


Рис. 137. Окно экспорта Plot-файла

фрезеровки, надо определить вид зеркального отражения.

Опция «**Наметить отверстия**» позволяет наметить центры отверстий для последующего сверления, что обеспечит выравнивание 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 (рис. 138). Также указывается процент перекрытия рядом расположенных линий фрезерования.

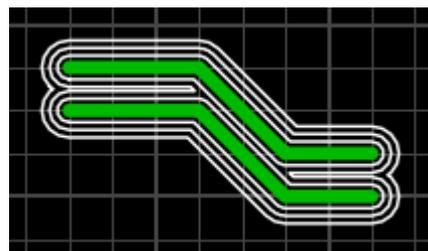


Рис. 138. Несколько дорожек фрезерования

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

- **Фрезеровать все отверстия (СІ-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. 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.

Важно!

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) меняет цвет на красный, указывая 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, рис. 139а) – «**С контуром**» или как одноколейный (фрезерованная дорожка будет нанесена по самому тексту, рис. 139б) – «**1 линия**».

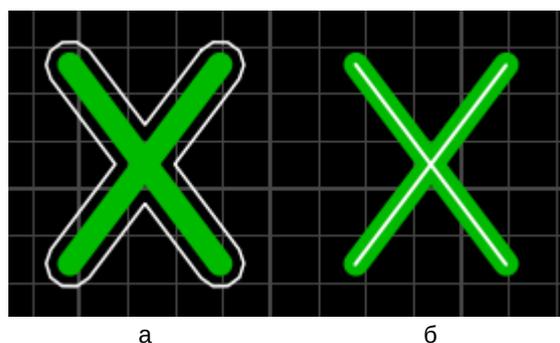


Рис. 139. Варианты фрезеровки текста

Если необходимо 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 (рис. 140).

Раздел «**Опции**»:

- **Фрезеровать выбранные элементы** – Если выберите 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.

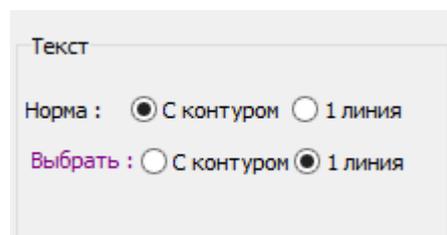


Рис. 140. Меню обработки выделенного и невыделенного текста по-разному

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 (см. рис. 137) 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 их левой кнопкой мыши (Drag&Drop).

Опция «**Сохранить задания в файл (txt)**» в дополнение к Plot-файлу сохраняет второй файл с заданиями – текстовый (*.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 предварительный просмотр результата (рис. 141).

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 (рис. 142).

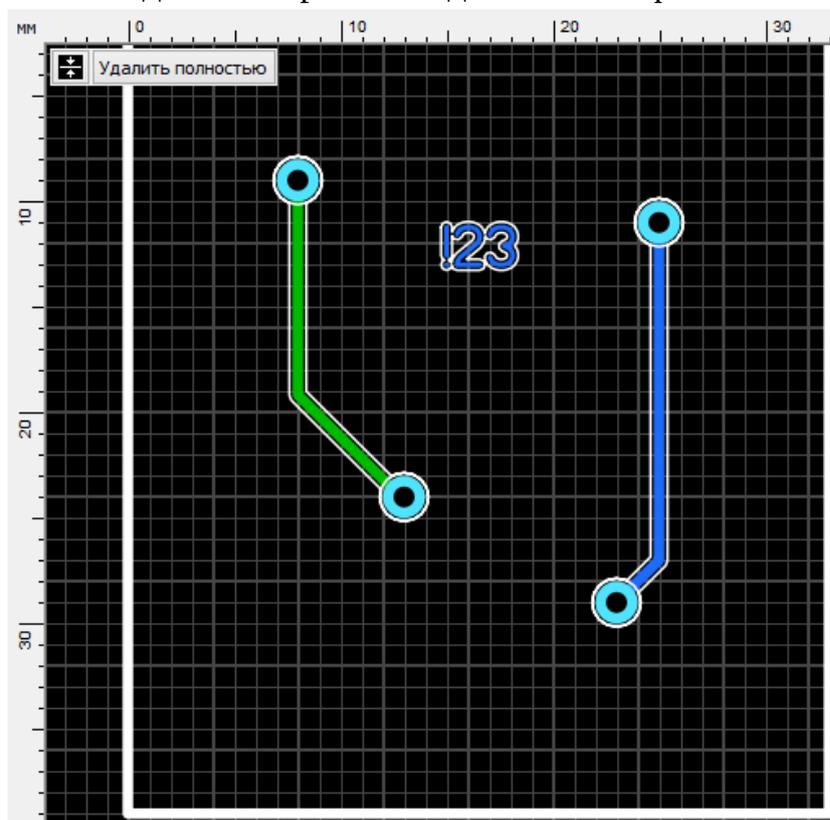


Рис. 141. Предварительный просмотр фрезеровки

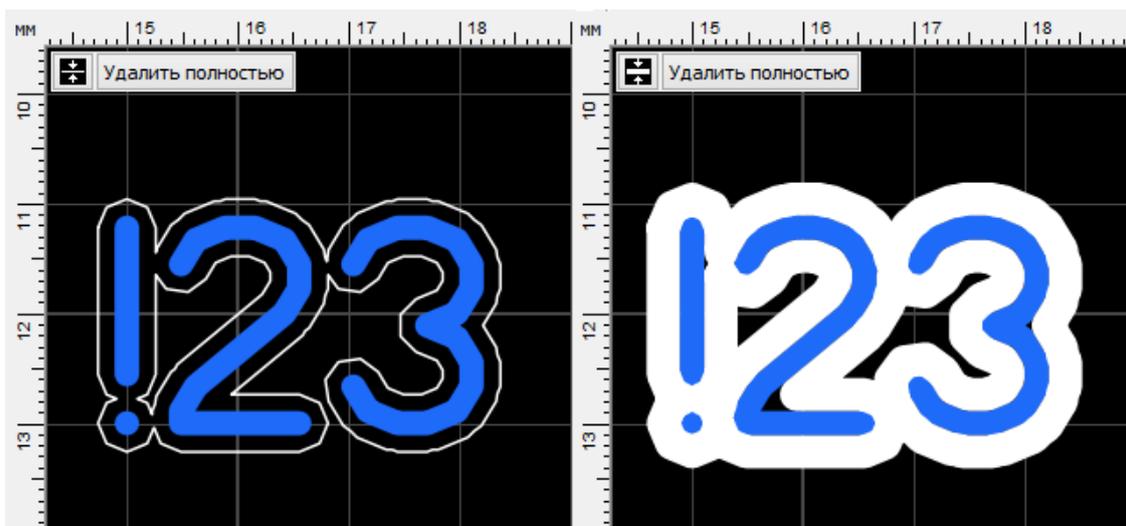


Рис. 142. Варианты отображения фрезеровки в окне предпросмотра

КОМПЛЕКТНОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЛАТ

Часто для удешевления производства нескольких плат (особенно, если они принадлежат одному проекту – например, плата усилителя, плата защиты акустических систем и плата блока питания) их объединяют в один комплект, который заводом изготавливается одновременно как одна плата и потом разделяются выбранным способом. Профессиональные системы автоматизированного проектирования печатных плат предлагают встроенные удобные инструменты для осуществления такой возможности, но в Sprint Layout придется создавать комплект вручную.

Нужно добавить вторую (третью, четвертую и т.д.) плату в проект при помощи пункта меню **«Проект»** → **«Импортировать из файла»**. Они отображаются в виде закладок в текущем документе (рис. 143).

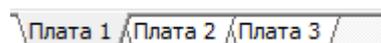


Рис. 143. Несколько плат в проекте

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 фрезеровании (например, для завода компании «Резонит» зазор должен быть 2 или 6 мм) (рис. 144).

Также нужно изобразить еще один – общий контур – на расстоянии выбранного зазора. По внешнему общему контуру будет фрезерован весь комплект, а по внутренним контурам будут фрезерованы каждая из плат

Далее можно выводить файлы для производства и заказывать.

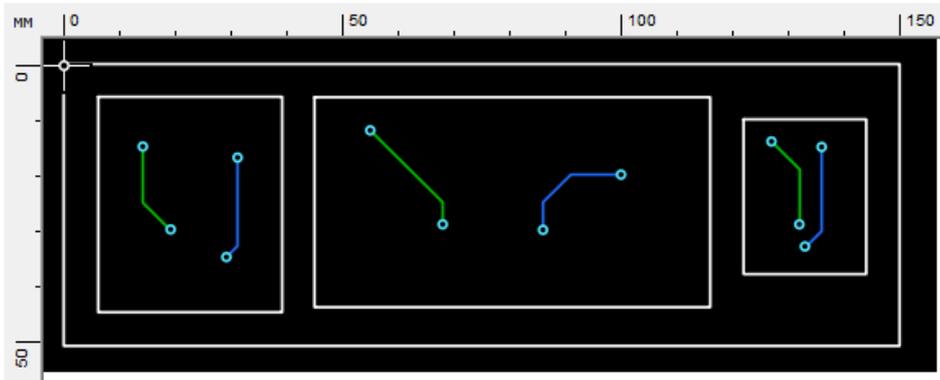


Рис. 144. Несколько плат на одной заготовке

Пример результата изготовления подобного комплекта можно увидеть на рис. 145. Платы разделены фрезеровкой, но между платами технологами оставлены перемычки с перфорацией, чтобы платы не рассыпались, но без труда разламывались (рис. 146). Заказать можно и без перемычек, но это, скорее всего, потребует дополнительной оплаты.

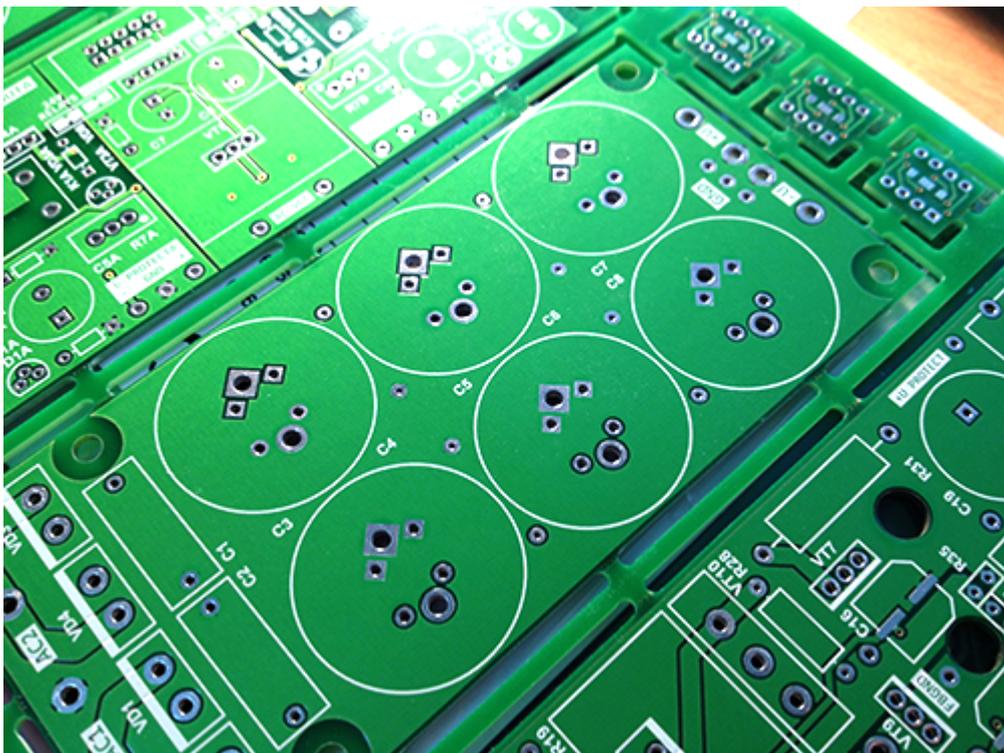


Рис. 145. Изготовленный комплект плат

Важно!

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

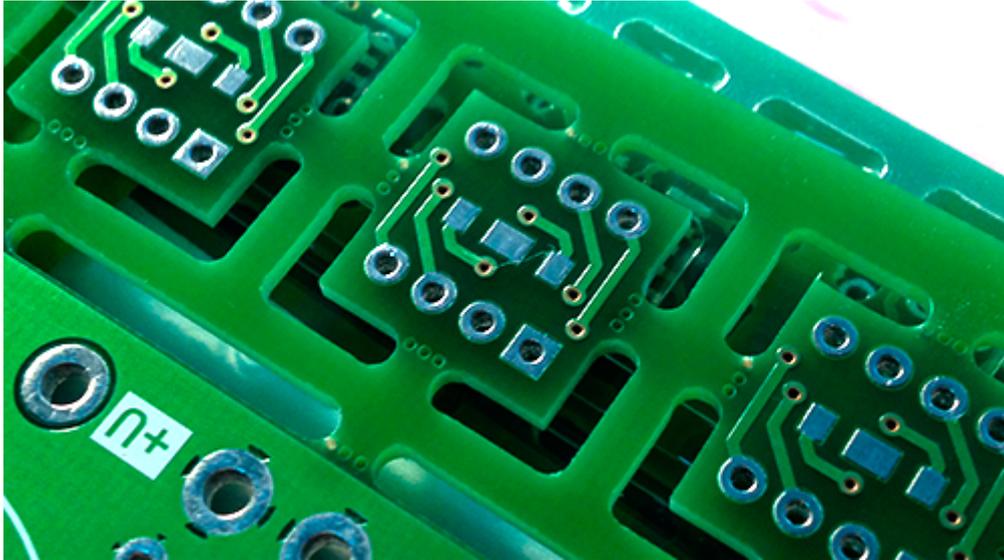


Рис. 146. Фрезеровка контура платы и перфорация для разделения

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 (рис. 147).

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 (рис. 133)

или попробовать различные варианты, ориентируясь на результат в окне предпросмотра.

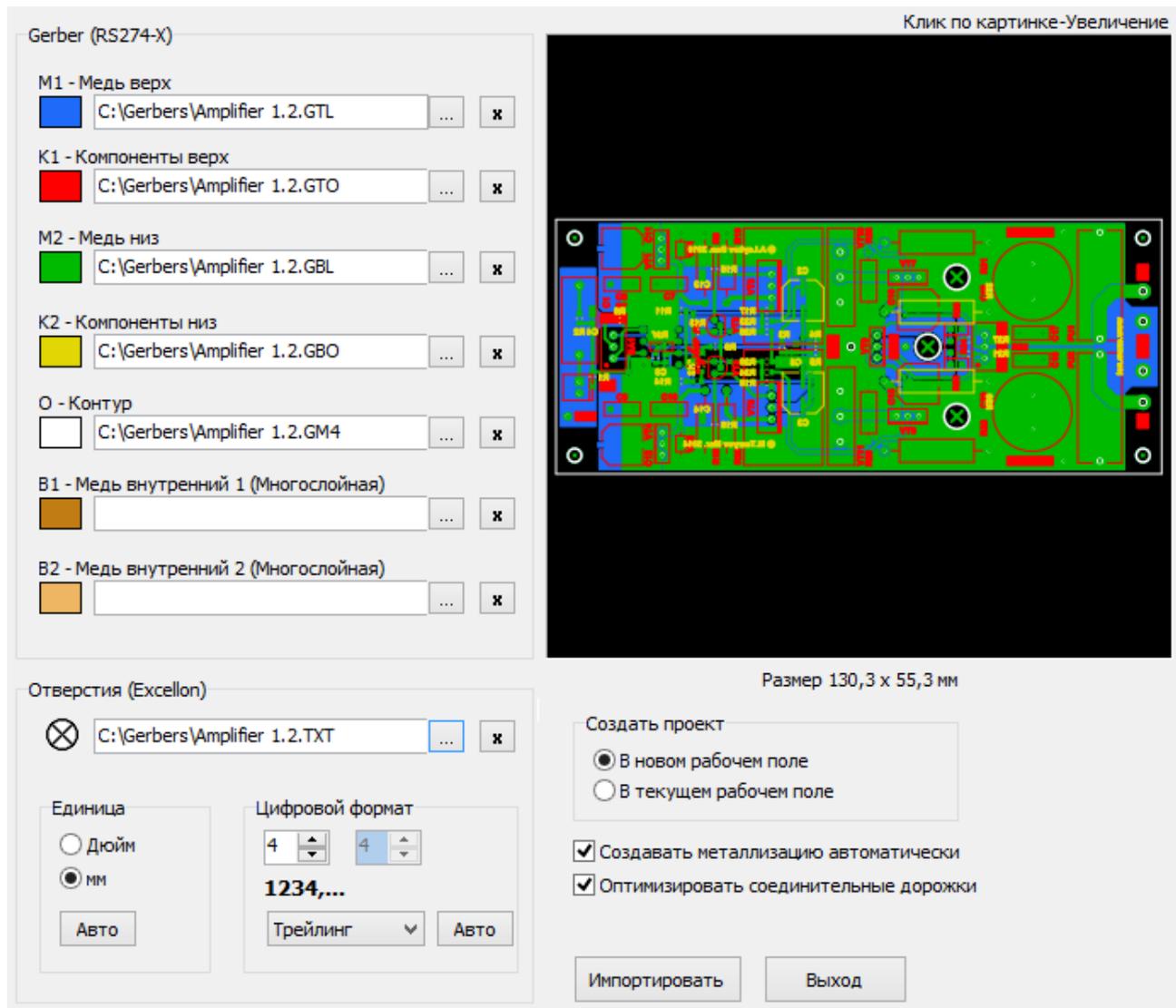


Рис. 147. Окно импорта файлов Gerber

Раздел «Создать проект» определяет, где должен быть создан проект – в новой плате 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 следует нажать кнопку «Импортировать».

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 полученного рисунка на соответствие схеме.

Сравните исходный файл из сторонней САПР (рис. 148а) и работу Gerber-импортера (рис. 148б) – трасса «NetR28_2» исчезла, а некоторые контакты слились с полигоном. То же произошло и с надписями.

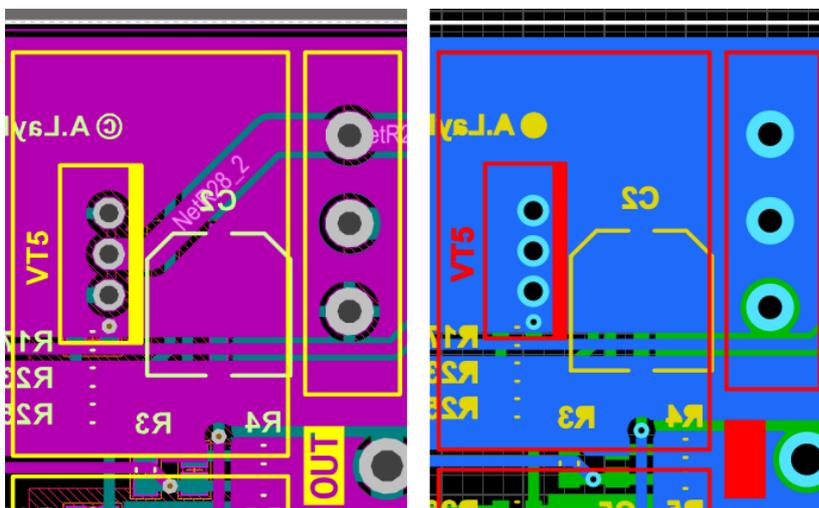


Рис. 148. Сравнение оригинального рисунка (а) и рисунка после импорта (б)

Вообще, текст импортируется не как текст, а как полигоны, но это уже особенность формата Gerber (рис. 149).

На самом деле дорожки все-таки никуда не исчезли – они просто «спрятались» под полигоном (рис. 150). Поэтому полигоны следует удалять и рисовать их заново.

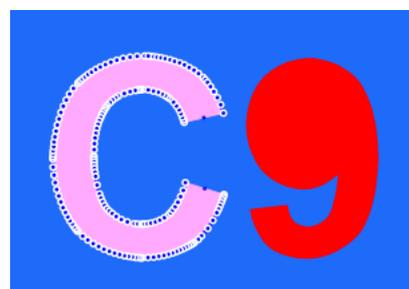


Рис. 149. Текст после импорта

А вот в стороннем редакторе Gerber сразу после импорта все выглядит корректно (рис. 151).

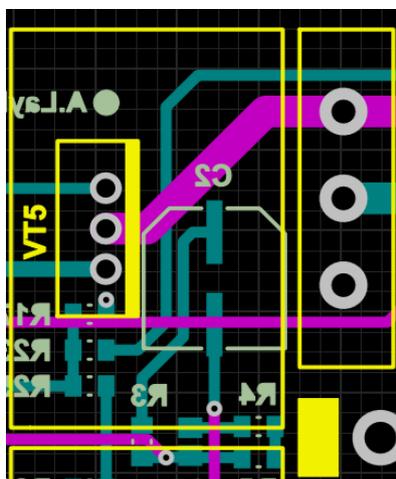


Рис. 150. Импортированная плата после удаления полигона

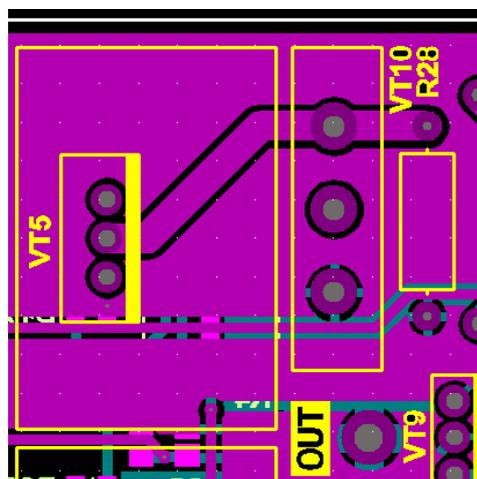


Рис. 151. Результат импорта файлов Gerber в Altium Designer

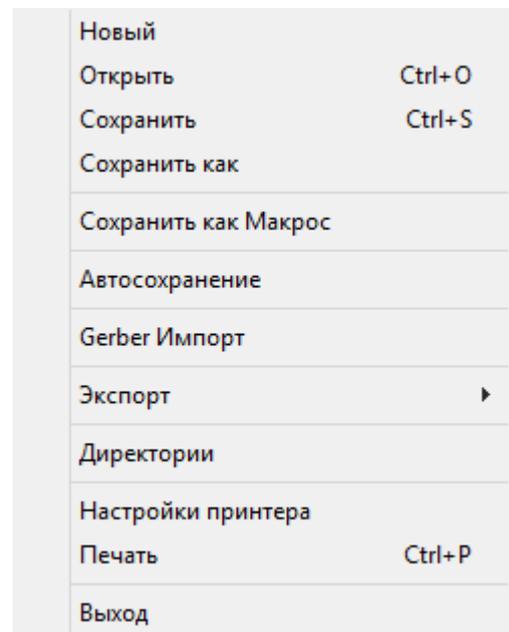
ПРИЛОЖЕНИЕ А

ОПИСАНИЕ ГЛАВНОГО МЕНЮ

Ниже приведено подробное описание всех пунктов меню программы Sprint Layout 6.

МЕНЮ «ФАЙЛ»

- **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 «Заккрыть» в заголовке окна).



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

МЕНЮ «РЕДАКТИРОВАТЬ»

- **Отменить** – отменить последнее выполненное действие;
- **Восстановить** – вернуть отмененное действие (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 (функция аналогична действиям «Копировать» → «Вставить»);
- **Удалить** – удалить выделенный элемент;
- **Выделить все** – выделить все элементы на рабочем поле.

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

МЕНЮ «ПРОЕКТ»

- **Новый проект** – создать новую печатную плату в документе;
- **Свойства проекта** – пункт открывает дополнительную панель свойств проекта;
- **Копировать плату** – создать копию текущей платы;
- **Удалить плату** – удалить текущую плату из документа;
- **Установить последней** – поставить текущую плату последней в списке плат (с правого края);
- **Установить первой** – поставить текущую плату первой в списке (с левого края);

Новый проект
Свойства проекта
Копировать плату
Удалить плату
Установить последней
Установить первой
Переместить вправо
Переместить влево
Импортировать из файла

Важно!

Действие «Копировать плату» НЕ равнозначно последовательности действий «Выделить все» → «Копировать» → «Вставить».

- **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** – 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; также доступна из контекстного меню выделенных элементов);
- **Перенести на слой** – перенести выбранный элемент на конкретный слой (также доступна из контекстного меню выделенных элементов);
- **Привязать к сетке** – привязать узлы элемента к узлам сетки;
- **Каскад/Каскад по кругу** – открывает окно для создания каскада из выбранных элементов;

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	

МЕНЮ «ДОПОЛНИТЕЛЬНО»

- **Информация о проекте** – открыть окно для ввода информации и текущем проекте;
- **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 уже разведенные связи;
- **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.

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

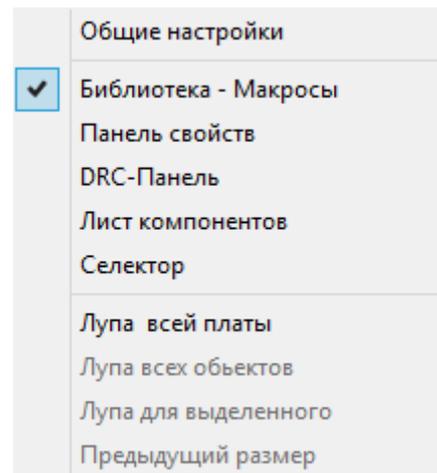
Важно!

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

МЕНЮ «ОПЦИИ»

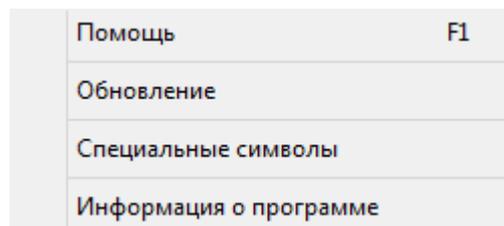
- **Общие настройки** – открыть окно настроек программы (см. Приложение Б);
- **Библиотека-Макросы, Панель свойств, DRC-панель, Лист компонентов и Селектор** – открыть дополнительные панели программы;

- **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 выделенные 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.).

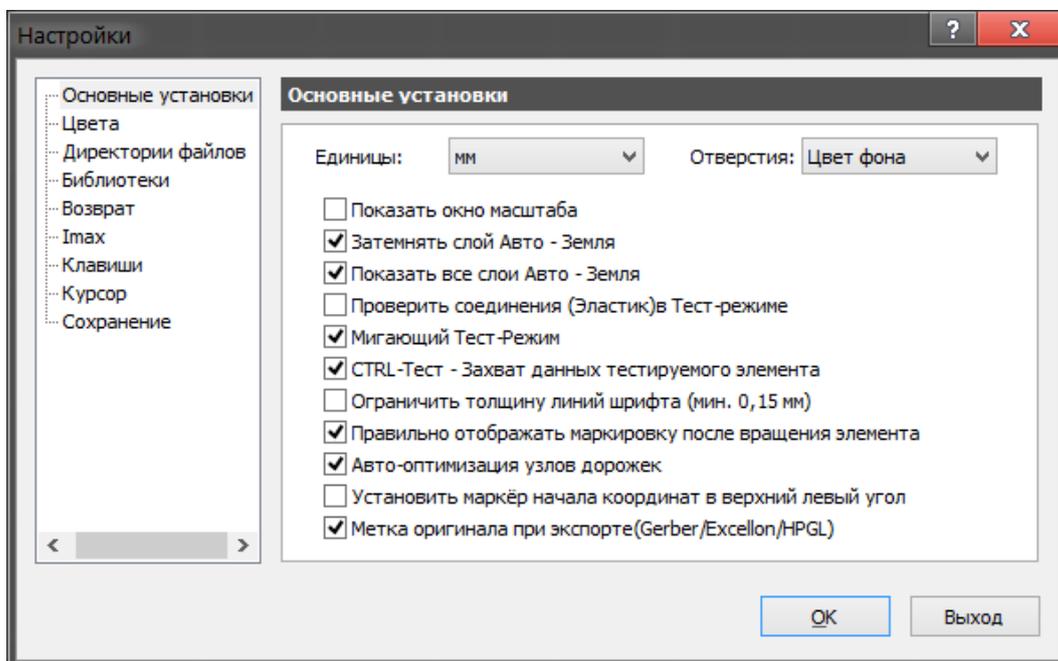


ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ОПИСАНИЕ ОБЩИХ НАСТРОЕК

Выбрав пункт «Общие настройки» в меню «Опции» открывается окно глобальных настроек программы. В настройках имеется несколько разделов.

ОСНОВНЫЕ УСТАНОВКИ



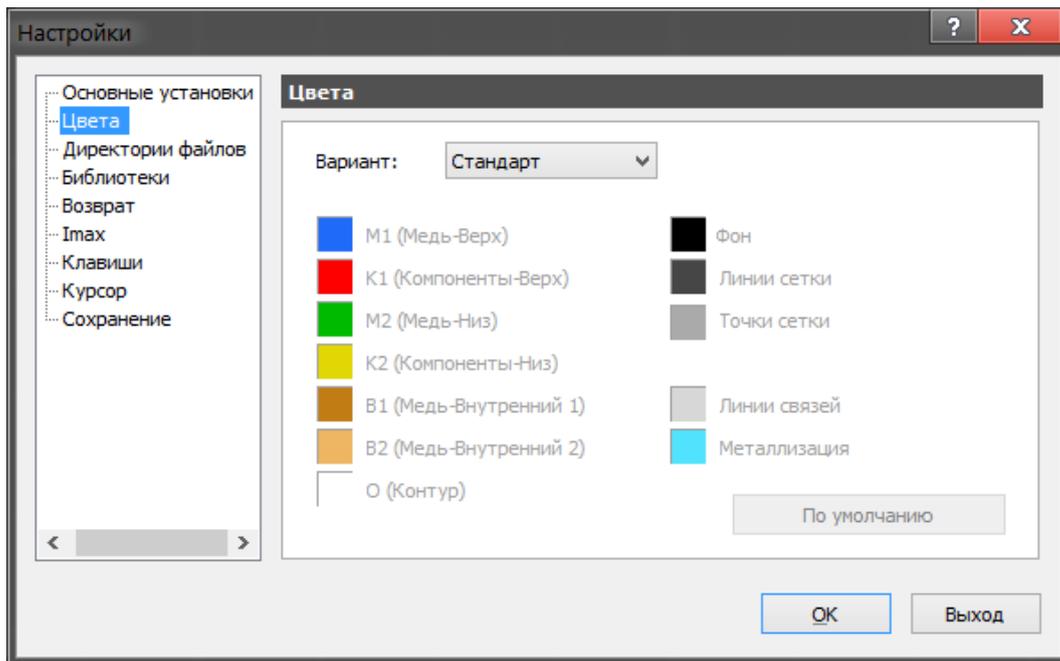
- **Единицы** – выбор единиц измерения по умолчанию;
- **Отверстия** – выбор цвета отверстий на плате (три варианта: цвет рабочего поля, белый или черный);
- **Показать окно масштаба** – отображать в левой панели миниатюрную карту платы (рис. 152);
- **Затемнять слой Авто-земля** – делать полигон Авто-земли немного темнее цвета слоя, на котором он находится;



Рис. 152.
Миниатюрная карта платы

- **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 «Контроль» будут рассмотрены все элементы, которые связаны соединениями;
- **Мигающий Тест-режим** - подсвеченные дорожки мигают в режиме «Контроль»;
- **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, точка начала координат устанавливается в верхний левый угол. Если эту опцию не ставить, то начало координат устанавливается в нижний левый угол. Смена положения точки 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.

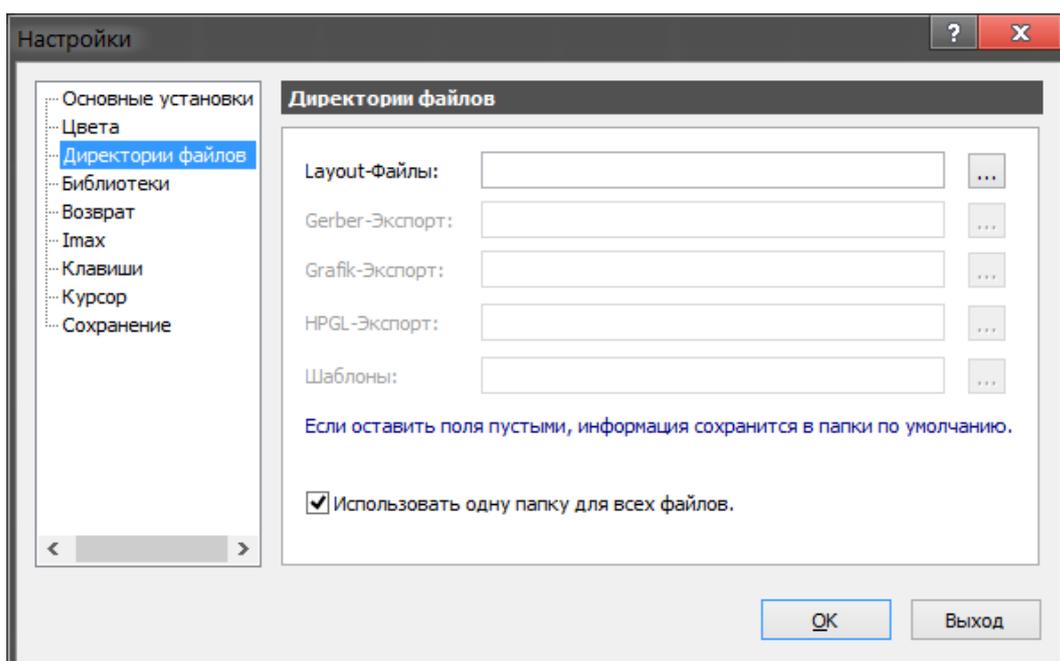
ЦВЕТА



Настройка цвета для различных слоев. Доступны четыре варианта расцветки – один предустановленный «Стандарт» и три пользовательских.

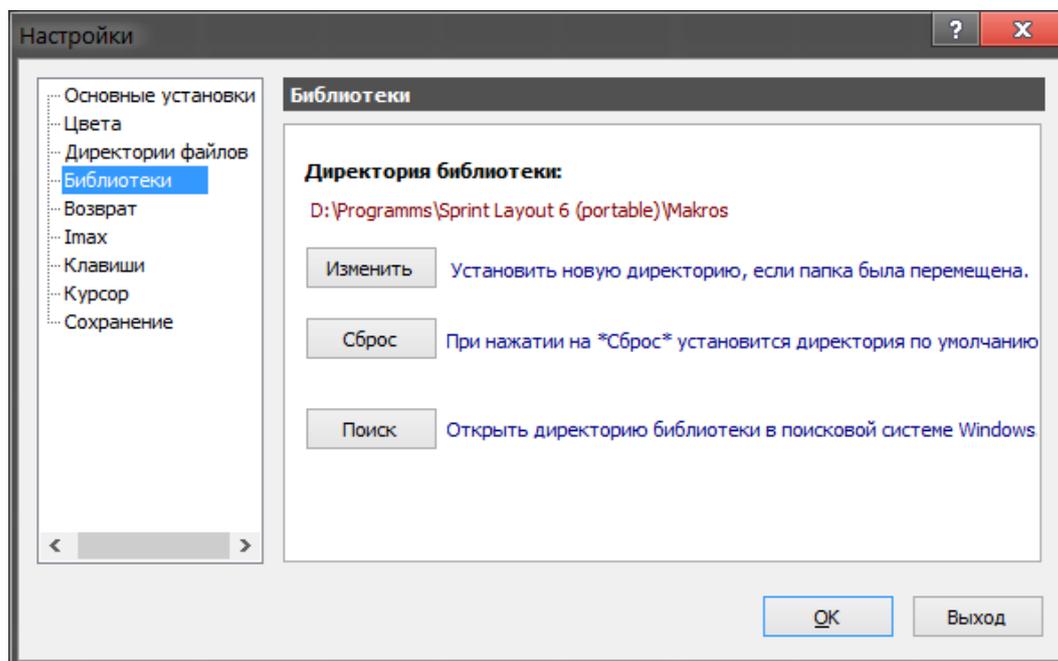
ДИРЕКТОРИИ ФАЙЛОВ

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



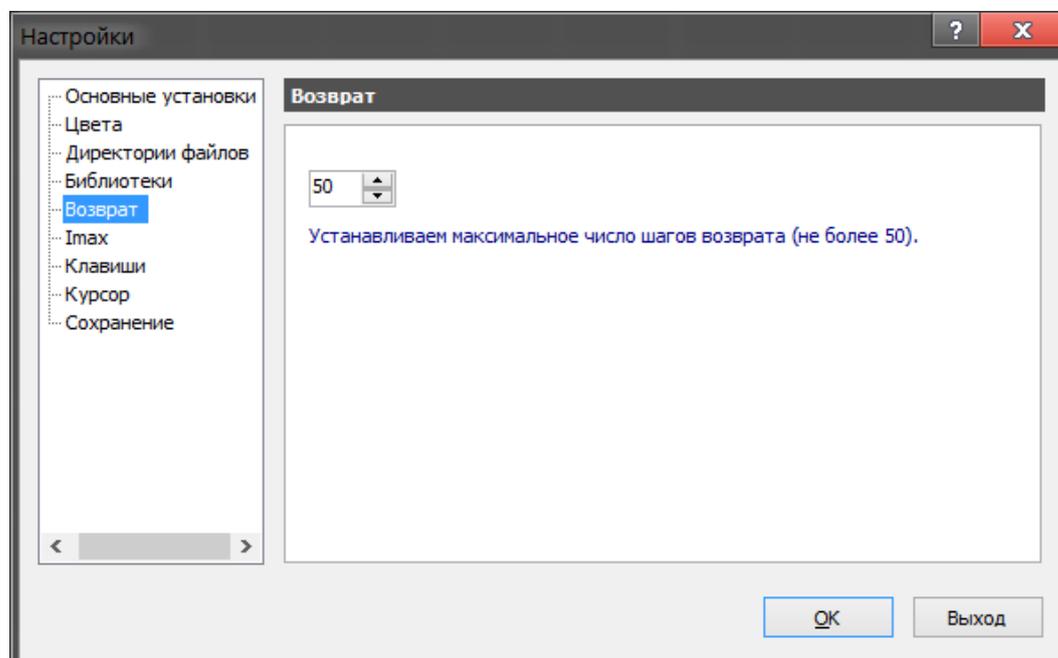
БИБЛИОТЕКИ

В данном разделе настроек указывается путь для библиотеки макросов.



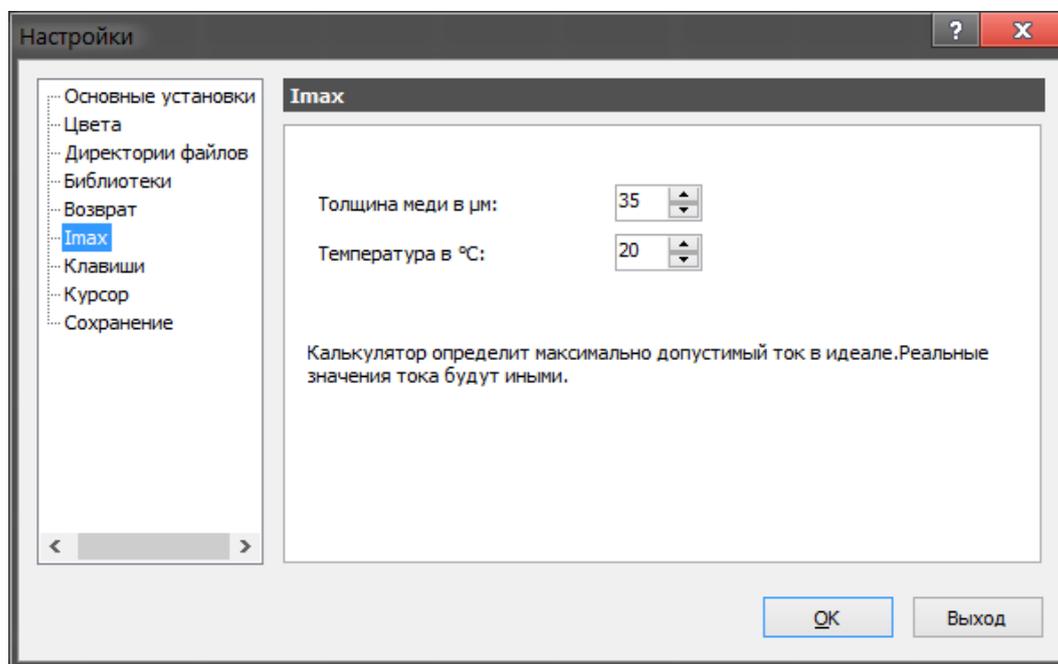
ВОЗВРАТ

Установка максимального числа шагов отмены действий.



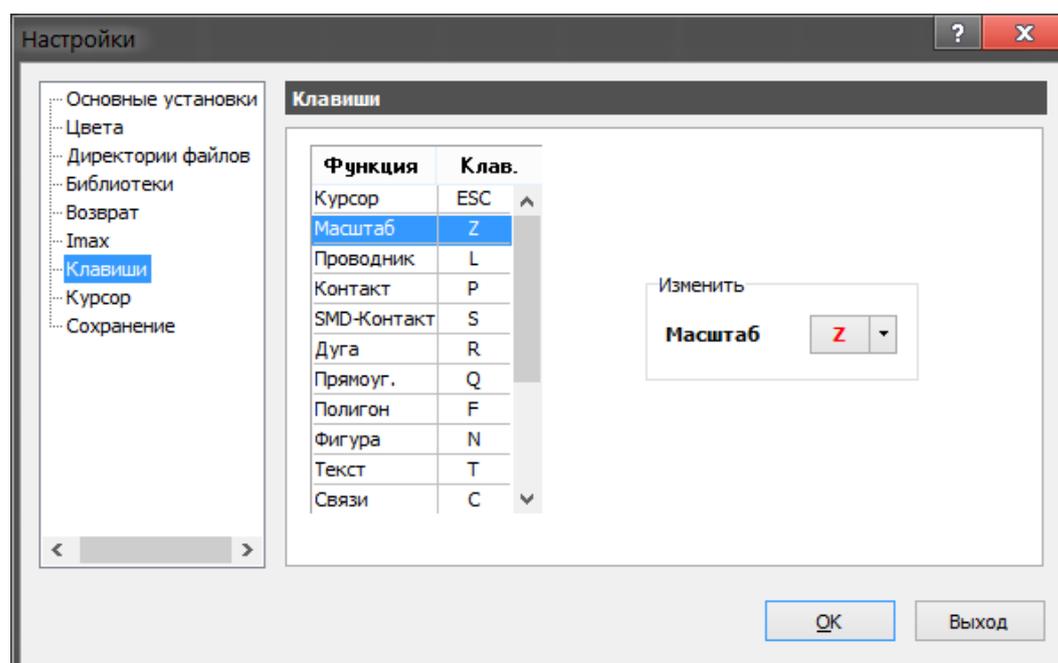
ИМАХ

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 (рис. 153).

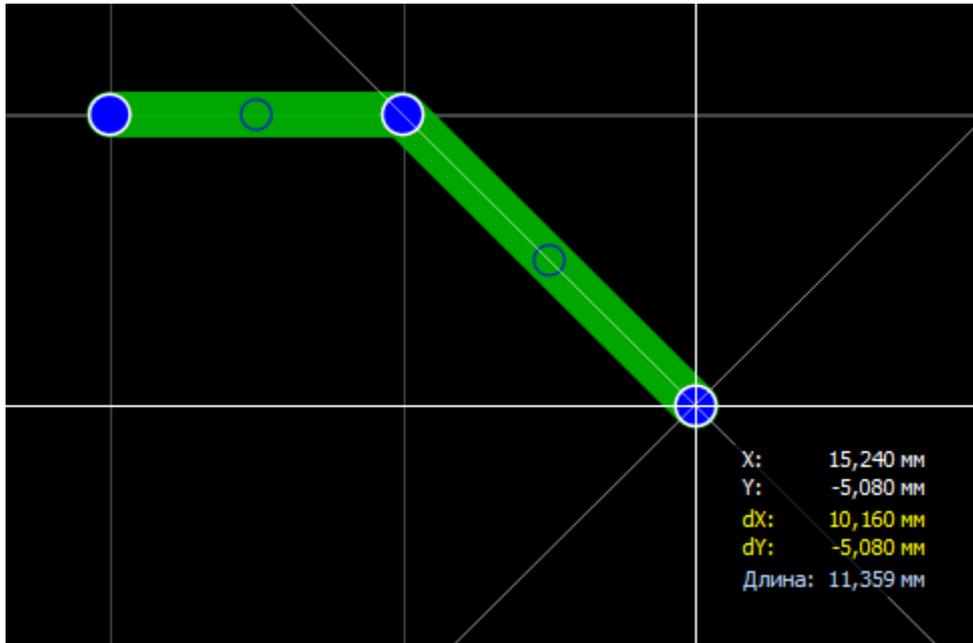
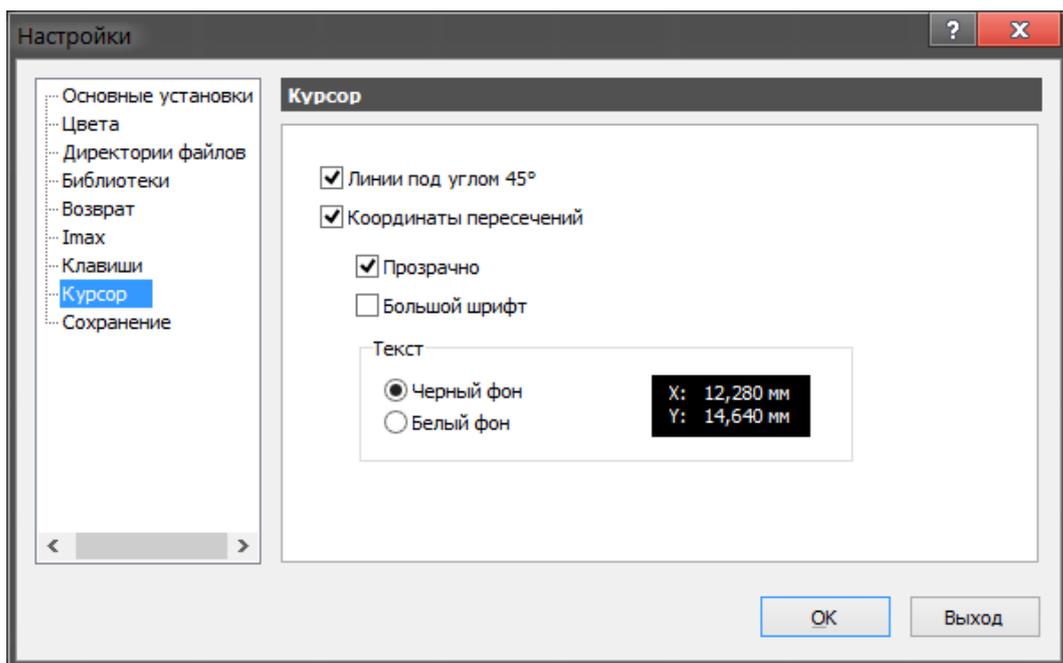


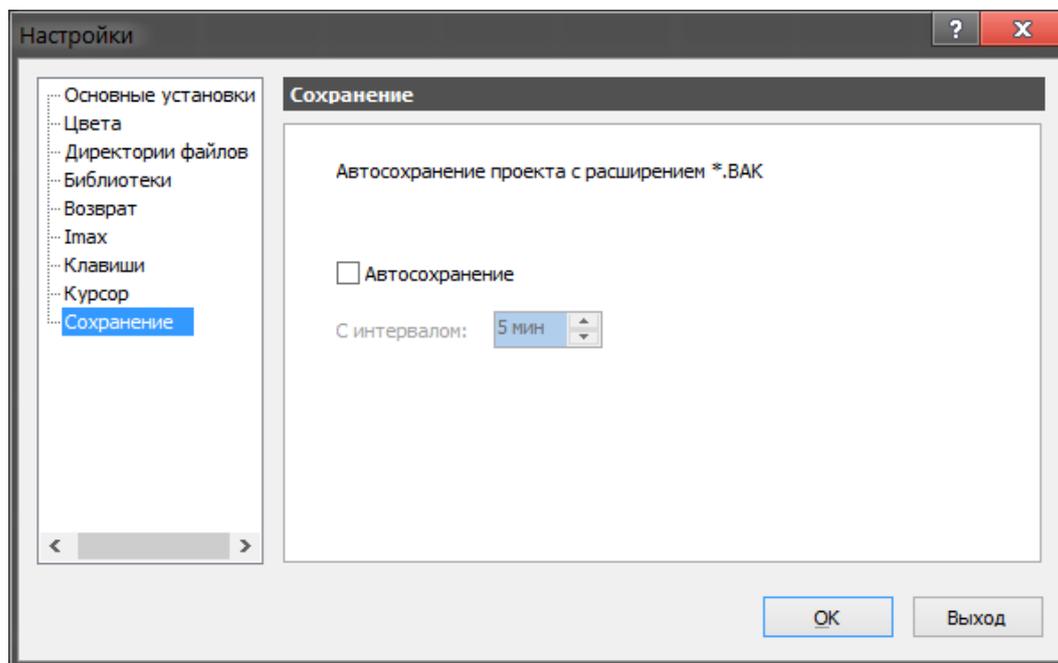
Рис. 153. Курсор и окно информации

В данном разделе меню производятся настройки его внешнего вида.



СОХРАНЕНИЕ

В данном разделе выбирается интервал автосохранения 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.



ПРИЛОЖЕНИЕ В

СТАНДАРТЫ IPC-7251 И IPC-7351

В настоящем приложении приведены выдержки из стандартов IPC-7251 и IPC-7351 рекомендаций по формированию имен некоторых распространенных категорий посадочных мест, а также нестандартных корпусов как для выводных компонентов, так и для компонентов поверхностного монтажа.

Важно!

Полный список категорий см. в стандартах IPC-7251 и IPC-7351.

ВЫВОДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Capacitors, Non Polarized Axial Diameter Horizontal.....	CAPAD + Lead Spacing + W + L + D
Capacitors, Non Polarized Axial Diameter Vertical.....	CAPADV + Lead Spacing + W + L + D
Capacitors, Non Polarized Radial Diameter	CAPRD + Lead Spacing + W + D + H
Capacitors, Non Polarized Radial Rectangular.....	CAPRR + Lead Spacing + W + L + T + H
Capacitors, Non Polarized Radial Disk Button.....	CAPRB + Lead Spacing + W + L + T + H
Capacitor, Polarized Radial Diameter.....	CAPPR + Lead Spacing + W + D + H
Diodes, Axial Diameter Horizontal Mounting.....	DIOAD + Lead Spacing + W + L + D
Diodes, Axial Diameter Vertical Mounting.....	DIOADV + Lead Spacing + W + L + D
Dual-In-Line Packages.....	DIP + Lead Span + W + P + L + H + Q Pin Qty
Transistor Outline, Flange Mount, Horizontal.....	TO + P + X Body Width X Height Max – Pin Qty
Transistor Outline, Flange Mount, Vertical	TO + P + X Body Width X Height Max – Pin Qty
Transistor Outline, Cylindrical	TO + P + Body Diameter X Height Max – Pin Qty
Resistors, Axial Diameter Horizontal Mounting	RESAD + Lead Spacing + W + L + D
Resistors, Axial Diameter Vertical Mounting.....	RESADV + Lead Spacing + W + L + D
Resistors, Axial Rectangular Horizontal Mounting.....	RESAR + Lead Spacing + W + L + T + H

Пояснения по используемым суффиксам: **P** – межвыводное расстояние (для компонентов, имеющие более двух выводов); **W** – максимальный диаметр вывода (или диаметр вывода компонента); **L** – длина корпуса для горизонтально (монтируемых компонентов); **D** – диаметр корпуса (для цилиндрических компонентов); **T** – ширина корпуса (для прямоугольных компонентов); **H** – высота

(для вертикально монтируемых компонентов); **Q** – количество выводов (для компонентов с более чем двумя выводами); **R** – количество рядов выводов (для разъемов).

КОМПОНЕНТЫ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА

Capacitors, Chip, Non-polarized.....	CAPC + Body Length + Body Width X Height
Capacitors, Chip, Polarized.....	CAPCP + Body Length + Body Width X Height
Capacitors, Molded, Polarized.....	CAPMP + Body Length + Body Width X Height
Capacitors, Aluminum Electrolytic.....	CAPAE + Base Body Size X Height
Diodes, Molded.....	DIOM + Body Length + Body Width X Height
Diodes, MELF.....	DIOMELF + Body Length + Body Diameter
Inductors, Chip.....	INDC + Body Length + Body Width X Height
LED's, Molded.....	LEDM + Body Length + Body Width X Height
LED's, Side Concave, 2 Pin.....	LEDSC + Body Length X Body Width X Height - Pin Qty
LED's, Side Concave, 4 Pin.....	LEDSC + Pitch P + Body Length X Body Width X Height - Pin Qty
Oscillators, Side Concave.....	OSCSC + Pitch P + Body Length X Body Width X Height - Pin Qty
Resistors, Chip.....	RESC + Body Length + Body Width X Height
Resistors, MELF.....	RESMELF + Body Length + Body Diameter
Small Outline Diodes, Flat Lead.....	SODFL + Lead Span Nominal + Body Width X Height
Small Outline IC, (50 mil Pitch SOIC).....	SOIC127P + Lead Span Nominal X Height - Pin Qty
Small Outline Packages.....	SOP + Pitch P + Lead Span Nominal X Height - Pin Qty
Small Outline Transistors, Flat Lead....	SOTFL + Pitch P + Lead Span Nominal X Height - Pin Qty
SOD.....	SOD + Lead Span Nominal + Body Width X Height
SOT89 (JEDEC Standard Package).....	SOT89
SOT143 & SOT343 (JEDEC Standard Package).....	SOT143 & SOT343
SOT143 & SOT343 Reverse (JEDEC Standard Package).....	SOT143R & SOT343R
SOT23 & SOT223 Packages.....	SOT + Pitch P + Lead Span Nominal X Height - Pin Qty
TO (Generic DPAK).....	TO + Pitch P + Lead Span X Height - Pin Qty

В случае, когда необходимо создать альтернативные посадочные места, в конце имени добавляются латинские буквы **A, B, C** и т.д. При обратной нумерации выводов в конце имени добавляется латинская буква **R**.

Другие суффиксы:

_HS – посадочное место с радиатором;

_BEC – порядок выводов транзистора: база, эмиттер, коллектор;

_SGD - порядок выводов транзистора: исток, затвор, сток;

_213 – альтернативный порядок выводов для трехвыводного транзистора

НЕСТАНДАРТНЫЕ КОРПУСА

В случаях, когда посадочное место не подходит ни под одну стандартную категорию, имя посадочного места формируется следующим образом (Part Number – наименование радиокомпонента по каталогу производителя):

Capacitors, Variable..... **CAPV**_Part Number
Diodes, Miscellaneous**DIO**_Part Number
Relays..... **RELAY**_Part Number

Разъемы рекомендуется именовать, используя название производителя:

AMPHENOL **AMPHENOL**_Part Number
HIROSE **HIROSE**_Part Number
TYCO..... **TYCO**_Part Number

НУЛЕВАЯ ОРИЕНТАЦИЯ

Chip Capacitors (CAP) Вывод 1 (Положительный) слева
Chip Resistors (RES) Вывод 1 (Положительный) слева
Chip Inductors (IND)..... Вывод 1 (Положительный) слева
Molded Inductors (INDM) Вывод 1 (Положительный) слева
Resistors (RESM) Вывод 1 (Положительный) слева
Molded Polarized Capacitors (CAPMP)..... Вывод 1 (Положительный) слева
Precision Wire-wound Inductors Вывод 1 (Положительный) слева
MELF Diode Вывод 1 (катод) слева
SOD Diodes Вывод 1 (катод) слева
Aluminum Electrolytic Capacitors..... Вывод 1 (Положительный) слева
SOT Devices (SOT23, SOT23-5, SOT223, SOT89, SOT143 и т.д.) Вывод 1 Слева сверху
TO252 & TO263 (DPAK Type) Devices Вывод 1 Слева сверху
Small Outline Gullwing ICs (SOIC, SOP, TSOP, SSOP, TSSOP) Вывод 1 Слева сверху
Ceramic Flat Packs (CFP)..... Вывод 1 Слева сверху
Small Outline J Lead ICs (SOJ)..... Вывод 1 Слева сверху
Quad Flat Pack ICs (PQFP, SQFP)..... Вывод 1 Слева сверху
Ceramic Quad Flat Packs (CQFP) Вывод 1 Слева сверху
Bumper and Plastic Quad Flat Pack ICs (BQFP, PQFP)..... Вывод 1 Вверху по центру
Plastic Leaded Chip Carriers (PLCC)..... Вывод 1 Вверху по центру
Leadless Chip Carriers (LCC)..... Вывод 1 Вверху по центру
Leadless Chip Carriers (LCCS) Вывод 1 Слева сверху
Quad Flat No-Lead ICs (QFN) QFNS & QFN RV, QFN RH..... Вывод 1 Слева сверху
Ball Grid Arrays (BGA)- Вывод A1 Слева сверху

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Sprint Layout // ABACOM Ingenieurgesellschaft – Режим доступа: <http://www.abacom-online.de/uk/html/sprint-layout.html>
2. Встроенный справочный файл Sprint Layout 6.
3. Generic Requirements for Through-Hole Design and Land Pattern Standard: IPC-7251.
4. Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standard: IPC-7351. – February 2005.
5. Топоров, С. А. Вы говорите на Gerber? Как экспортировать Gerber- и Excellon-файлы / С.А. Топоров // Печатный монтаж. – 2010. - №2. – С. 8-13.<http://rezonit.ru/support/directions/gerbertalk.pdf>
6. The Gerber File Format Specification. - April 2013.
7. Бегер, Е. Паяльная маска: особенности проектирования и изготовления / Е. Бегер // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2009. - №3. – С. 94-98.
8. Part Programming Codes // Excellon Automation Co. – Leading Manufacturer of PCB Drills&Routers – Режим доступа: <http://www.excellon.com/manuals/program.htm>
9. Советы по проектированию реперных знаков для печатных плат // SMT Service – Режим доступа: http://www.smtservice.ru/platy/rep_znaki.php

Учебное издание

Царёв Михаил Григорьевич

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ
В ПРОГРАММЕ SPRINT LAYOUT 6**

Опубликовано 7 февраля 2016 г.