

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

Кафедра «Промышленная электроника»

Л. А. Захаренко, А. В. Мельников

КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

ПРАКТИКУМ

**по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-53 01 07 «Информационные
технологии и управление в технических системах»
дневной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2020

УДК 621.3.049.75(075.8)
ББК 32я73
3-38

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
факультета автоматизированных и информационных систем
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 05.11.2018 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *В. С. Захаренко*

Захаренко, Л. А.

3-38 Конструирование технических средств : практикум по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах» днев. формы обучения / Л. А. Захаренко, А. В. Мельников. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 66 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-535-444-5.

Предназначен для получения и закрепления знаний, требуемых в рамках учебной программы по предмету «Конструирование технических средств» на практических занятиях и при самостоятельной работе.

Для студентов специальности 1-53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах» дневной формы обучения.

УДК 621.3.049.75(075.8)
ББК 32я73

ISBN 978-985-535-444-5

© Захаренко Л. А., Мельников А. В., 2020
© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2020

ПРЕДИСЛОВИЕ

Выполнение практических занятий дает базовые знания по эксплуатации САПР DipTrace при проектировании печатных плат. В ходе выполнения практических занятий студенты получают возможность практически освоить основные принципы и методы работы в системе DipTrace, ознакомиться с последовательностью этапов проектирования, приобрести навыки по созданию и ведению библиотек радиоэлектронных компонентов, а также по разработке схемной документации и ведению проекта в DipTrace.

В данном цикле практических занятий на примере простой схемы мы пройдем через все основные этапы создания электронной печатной платы, научимся создавать принципиальную схему, затем печатную плату. Кроме того, познакомимся со многими полезными функциями DipTrace и разберем базовые примеры их реализации на практике. Когда у Вас будет представление о возможностях программы, тогда Вы сможете сами выбирать наиболее подходящий путь в каждом конкретном случае, а пока необходимо четко следовать изложенным пошаговым инструкциям для того, чтобы понять, как работает та или иная функция.

Практическое занятие № 1

СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ КОРПУСОВ

Цель занятия: создание корпусов различных радиоэлектронных компонентов (РЭК) и библиотеки корпусов, используя Редактор Корпусов.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

САПР ПП DipTrace содержит четыре основных приложения:

1. *Schematic Capture (Схемотехника)* – предназначено для создания схемы электрической принципиальной.

2. *PCB Layout (Редактор Печатных Плат (ПП))* – используется для создания топологии ПП.

3. *Component Editor (Редактор Компонентов)* – применяется для создания условного графического обозначения компонента и привязки его к корпусу.

4. *Pattern Editor (Редактор Корпусов)* – предназначено для создания корпусов компонентов и подключения к ним 3D-модели.

Обычный компонент в DipTrace состоит из схематического символа, корпуса и, желательно, 3D-модели. Все три элемента представляют один и тот же компонент, но на разных этапах разработки: схематика, плата, 3D-предпросмотр и экспорт, соответственно. Схематические символы и привязанные к ним корпуса компонентов хранятся в библиотеках компонентов в файлах с расширением .eli. Кроме того, корпуса доступны как отдельные элементы и хранятся в библиотеках корпусов – файлы с расширением *.lib, *.wrl, *.3ds, *.iges, и *.step файлы включают в себе 3D-модели. Корпус и символ могут существовать как самостоятельные элементы, но правильный компонент должен обязательно включать оба.

Совершенно разные компоненты могут иметь одинаковые корпуса, в то же время как одинаковый схематический компонент может быть представлен в разных корпусах.

Для создания схематических символов компонента и привязки корпуса используется Редактор Компонентов. Но создавать или редактировать корпус можно только в Редакторе Корпусов.

1.1. Настройка редактора корпусов

Откройте *Редактор Корпусов*. После запуска Редактора Корпусов отобразите оси и начало координат, для этого выберите «*Вид/Начало координат*» из главного меню или просто нажмите *F1*. Когда корпус будет на плате в *PCB Layout*, точка начала координат будет центром компонента при вращении или изменения координат.

На панели «*Свойства корпуса*» доступны самые необходимые инструменты и настройки: выбор шаблона типа корпуса, количество контактных площадок, свойства Корпуса пользователя (КП) по умолчанию, а также подключение 3D-модели. Нажмите на маленькую стрелку, чтобы минимизировать панель, или выберите «*Вид/Панели инструментов/Свойства корпуса*» из главного меню, чтобы скрыть (отобразить) панель.

Для увеличения и уменьшения масштаба в редакторах компонентов и корпусов используйте клавиши *+/-*, колесо мыши или просто выберите (введите) необходимый масштаб на «*Стандартной панели*».

1.2. Создание библиотеки

Выберите «*Библиотека/Новая Библиотека*» в главном меню или нажмите «*Действия с Библ.*» и «*Новая Библиотека*» на панели «*Менеджер библиотек*». В диалоговом окне (рис. 1.1) введите имя библиотеки (оно должно быть небольшим) и комментарий. Также можно выбрать группу библиотек, в которой Вы хотите создать новую. По умолчанию программа предлагает сохранять все пользовательские библиотек корпусов в группе библиотек «*Корпуса Пользователя*» (*User Patterns*).

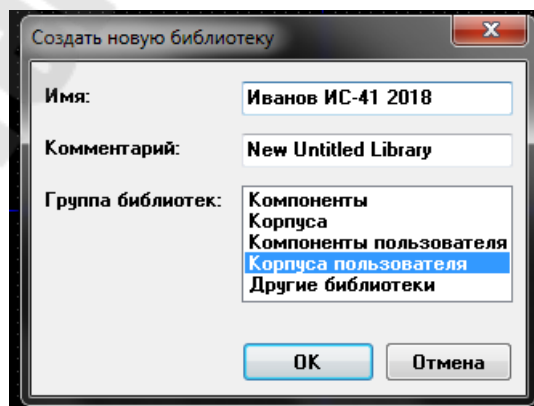


Рис. 1.1. Окно создания библиотеки

Название библиотеки появится на панели «*Менеджера библиотек*», программа автоматически изменит текущую группу библиотек на «*Корпуса Пользователя*». Теперь необходимо сохранить созданную библиотеку в файле.

Выберите «*Библиотека/Сохранить*» в главном меню или нажмите на кнопку с изображением дискеты на «*Стандартной панели*» в левом верхнем углу. Выберите папку, в которой хотите сохранить библиотеку. Windows-пользователям мы рекомендуем сохранять библиотеки в папке «*Документы/DipTrace/My Libraries*», которая предлагается по умолчанию. Введите имя файла и нажмите «*Сохранить*».

1.3. Создание корпуса резистора

Мы разработаем первый корпус в новой библиотеке, это будет резистор с расстоянием между выводами 20 мм.

Введите «RES 1W» в строке Имя, «R» – в строке Метка и «10к» – в строке «Значение» на панели «Свойств корпуса» (рис. 1.2). В редакторе компонентов и редакторе корпусов Вы задаете метки по умолчанию. В реальном проекте индекс появится автоматически, например, R1, R2, R3 и т. д. Если метка не задана, программа назначит метку «U».

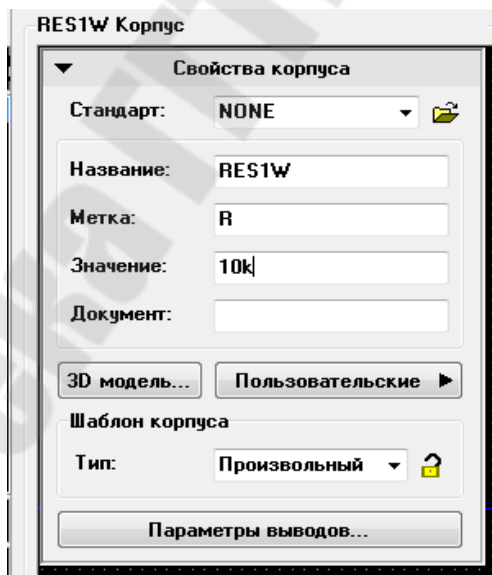


Рис. 1.2. Окно свойств корпуса

Для этого корпуса мы выберем *Произвольный Тип* шаблона корпуса, хотя более эффективно создавать такие корпуса, используя тип *Линии*.

1.3.1. Установка контактных площадок

Убедитесь что размер сетки составляет 1 мм (единицы измерения можно поменять, выбрав пункт «Вид/Единицы измерения» из главного меню). Теперь сверните панель Свойств корпуса. Нажмите кнопку *Вывод* области построения, чтобы создать две контактные площадки (КП).

Установка «на глаз» – не очень точный метод. Поэтому необходимо будет скорректировать координаты выводов. Но сперва давайте установим размер, который позволит более наглядно понимать, что нужно сделать. Выберите «Объекты/Разместить размер/Горизонтальный» из главного меню или соответствующий инструмент на панели инструментов. Затем щелкните левой кнопкой мыши по центру левой КП, потом – по центру правой КП, переместите курсор немного выше и кликните еще раз для установки размера. Узловые точки объектов подсвечиваются, когда Вы подводите к ним курсор, поэтому определить центр вывода очень просто. Расстояния автоматически пересчитываются, если объекты перемещаются.

Кликните правой кнопкой на линии размерности, и Вы увидите, что этот объект можно переносить на другие слои, менять единицы измерения, размеры стрелочек и т. д. Размерность можно перетаскивать, как и любой другой объект.

1.3.2. Слои

Теперь попробуем использовать панель *Слои*. Она расположена справа от области построения. В ней находятся все слои объекта.

Примечание. Это не физические слои платы, а просто вспомогательные логические слои, которые служат удобству редактирования корпуса.

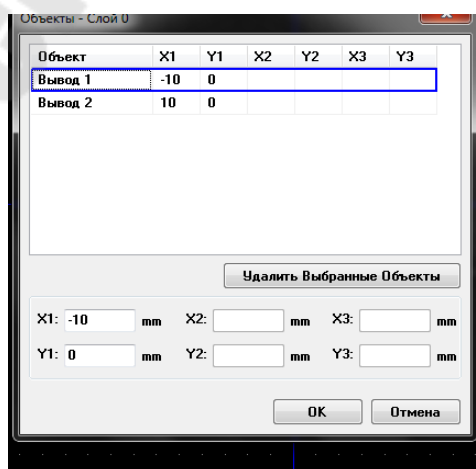



Рис. 1.3. Задание координат выводов

Выберите «Слой 0». Для этого установите курсор на нем, потом нажмите и зафиксируйте левую кнопку мыши и протяните курсор к следующему слою «Слой 1» и отпустите кнопку. Таким образом, Вы только что выделили два слоя. Теперь выберите «Слой/Объединить слои» из главного меню или нажмите кнопку . В результате мы получим один слой с двумя выводами, которые ранее располагались в разных слоях. Теперь нужен двойной клик по слою и откроется диалоговое окно *Объекты* (рис. 1.3). Чтобы изменить расстояние, введите новые координаты выводов по оси *X* и нажмите *ОК*.

1.3.3. Параметры выводов

Контактные площадки (выводы) могут иметь стандартные или частные настройки. Стандартные применяются по умолчанию ко всем выводам корпуса, а частные – только к выбранным. Чтобы поменять стандартные параметры, выберите «Корпус/Параметры выводов» из главного меню или нажмите *Параметры выводов* на панели *Свойств корпуса* (см. рис. 1.4). Можно изменить форму вывода на Эллипс, Овал, Прямоугольник или Многоугольник (нажмите *Координаты вершин*, если выбран *Многоугольник*). Сквозные выводы могут иметь отверстия круглой или овальной формы. Шаблоны выводов позволяют за секунды применить новые параметры к новым выводам, как в Редакторе Корпусов, так и в Редакторе Плат.

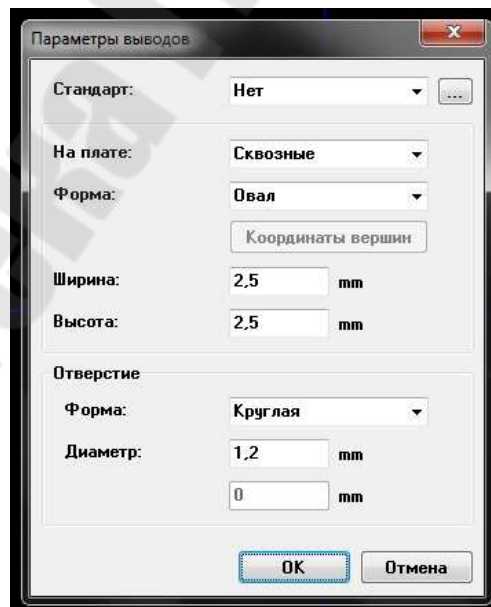


Рис. 1.4. Параметры выводов

Обратите внимание, что для поверхностных выводов можно поменять сторону, т. е. установить контактные площадки на нижнюю сторону будущей платы. Чтобы поменять сторону, на которой установлена контактная площадка, щелкните правой кнопкой по выводу и выберите *Изменить сторону*. Текущая сторона установки новых площадок и фигур может быть выбрана на Панели объектов (ниспадающее меню с текстом «Верх») (см. рис. 1.5).



Рис. 1.5. Панель объектов

Можно изменить свойства только одного вывода. Наведите курсор на первую контактную площадку, она должна подсветиться, если этого не происходит, значит нужно перейти в режим по умолчанию. Теперь щелкните правой кнопкой мыши по КП и выберите *Свойства*. В окне *Свойств вывода* (см. рис. 1.6) есть две вкладки: *Номер/Позиция* и *Тип/Размеры*. Координаты и ориентацию вывода можно изменить во вкладке *Номер/Позиция*. Мы же сейчас выберем вкладку *Тип/Размеры* и снимем галочку *Использовать свойства вывода для корпуса* затем, чтобы можно было менять параметры только этого вывода.

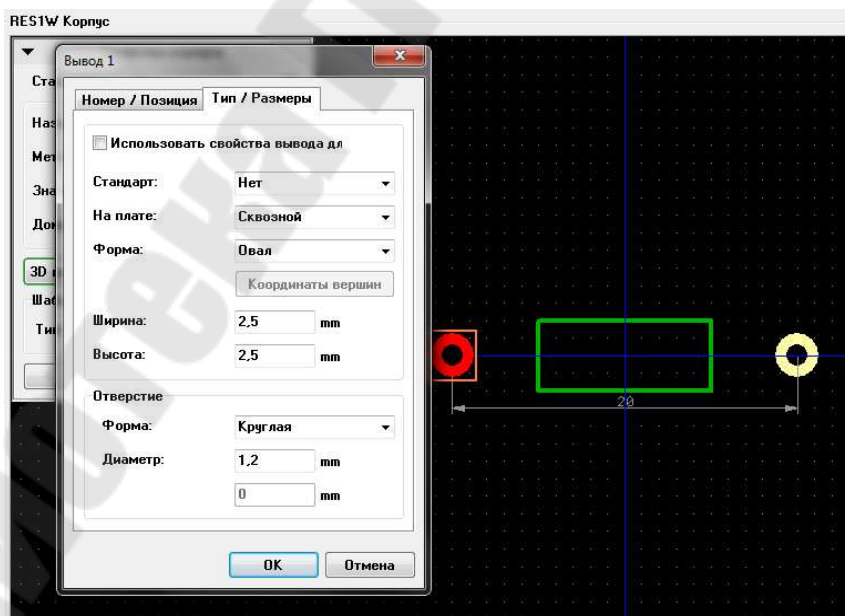


Рис. 1.6. Свойства вывода

Теперь поместим графическое обозначение резистора в слое шелкографии (см. рис. 1.7). Нажмите кнопку *Прямоугольник* на Панели рисования и кликните левой кнопкой в двух противоположных точках фигуры в области построения.

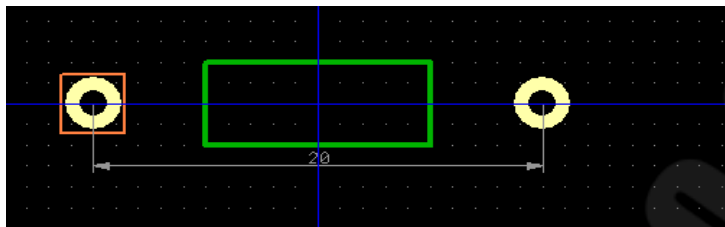


Рис. 1.7. Корпус резистора

Теперь перейдите в режим по умолчанию. Скорее всего, прямоугольник получился меньше, чем нужно, но его можно редактировать. Вы можете сделать это следующими способами: 1) используя диалог *Объекты* (двойной щелчок на «Слой1» в правой части окна); 2) правый щелчок на фигуре и выбрав *Координаты точек* в подменю; 3) перетаскивая вершины фигуры.

Центрируйте корпус выбрав «Правка/Центрировать» из главного меню или *Ctrl+Alt+C*. Резистор готов.

Попробуйте вращать и зеркально отразить первый компонент библиотеки, выбрав «Правка/Вращать корпус» для вращения и «Правка/Отразить Вертикально», «Правка/Отразить Горизонтально» для отражения.

1.4. Подключение 3D-модели

Когда посадочное место готово, необходимо подключить к нему 3D-модель. Нажмите на кнопку *3D-модель* на панели *Свойств корпуса*. В диалоговом окне (рис. 1.8) нажмите *Все модели >>*, чтобы открыть список всех подключенных к программе моделей компонентов (в стандартном пакете модели отсортированы по библиотекам корпусов для удобства). Подходящую модель мы найдем в библиотеке *_General*. Выберите эту библиотеку и прокрутите список моделей вниз, пока не найдете модель *res-10.55_7x2.8.wrl*, кликните по ней левой кнопкой и она появится в поле предпросмотра на посадочном месте.

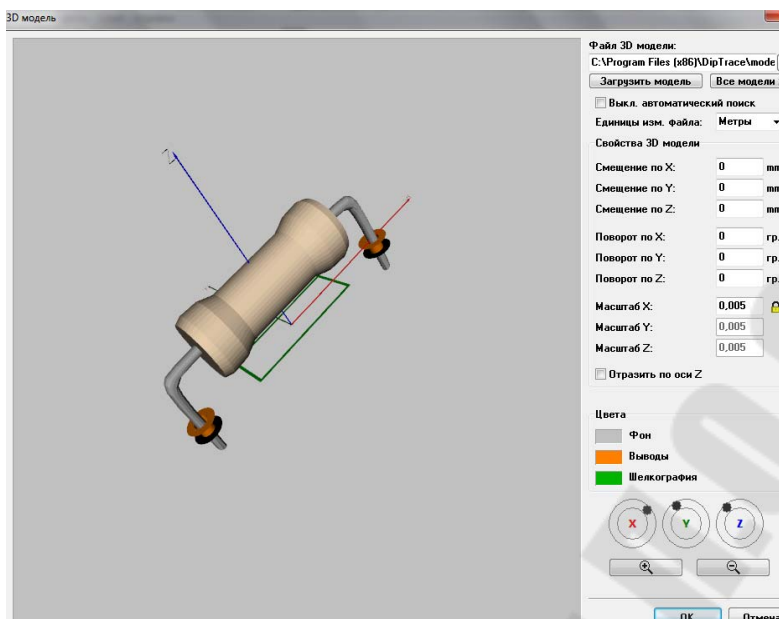


Рис. 1.8. Подключение 3D-модели

Программа автоматически располагает 3D-модель на посадочном месте корпуса, если этого не произошло, то в свойствах 3D-модели необходимо установить *Единицы изм. файла*, соответствующие установкам редактора корпусов, в нашем случае – это метры. Для корректировки положения 3D-модели достаточно ввести подходящие значения в соответствующие поля в разделе «*Свойства 3D-модели*» (смещение, поворот, масштаб по осям). Нажмите *OK*, чтобы подключить модель. Обратите внимание, что кнопка «3D-модель» подсвечивается зеленым, это значит, что модель подключена. Сохраните библиотеку корпусов.

1.5. Создание корпуса SOIC-28

Создадим корпус SOIC-28 для компонента Microchip PIC18F24K20.

Добавьте новый корпус в библиотеку («Корпус/Добавить в библиотеку» из главного меню), затем введите его имя «SOIC-28» и метку «DD». Выберите *Тип: Линии и Кол-во выводов: 28* на панели *Свойства корпуса*.

Очень важно не ошибиться и указать правильные параметры. Точные размеры корпуса SOIC-28 представлены на рис. 1.9.

Сначала укажем параметры контактных площадок (нажмите *Параметры выводов: На плате: Поверхностные, Форма: Прямоугольник, Ширина: 0,6, Высота 2* и нажмите *OK*). Затем укажите: *Между линиями: 9,4, Между выводами: 1,27* на панели свойств корпуса (все размеры в мм). Проверьте корректность введенных параметров.

Номера площадок правильные, поэтому перенумеровывать их не нужно. Заблокируйте параметры корпуса для предотвращения изменений по ошибке.

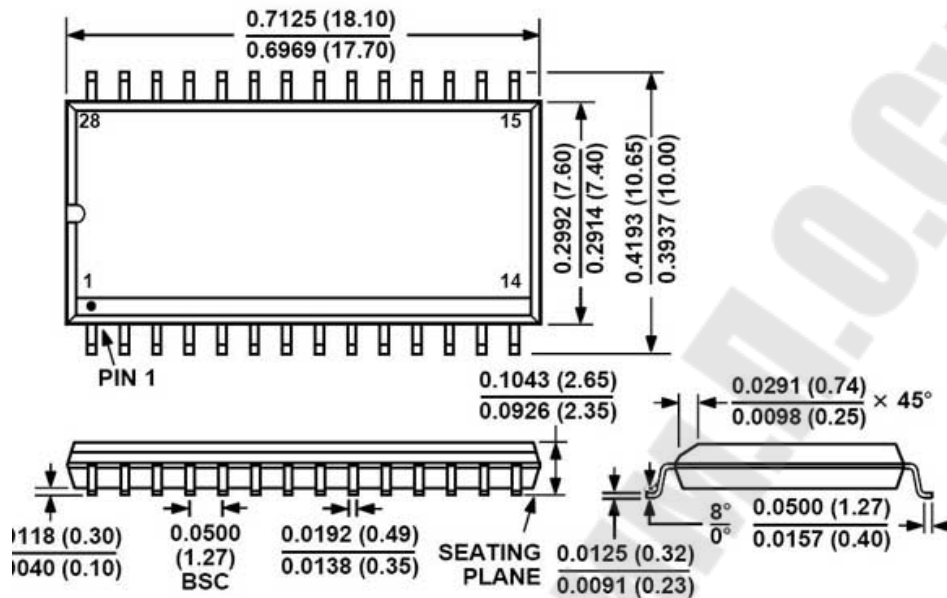


Рис. 1.9. Геометрические размеры корпуса SOIC-28

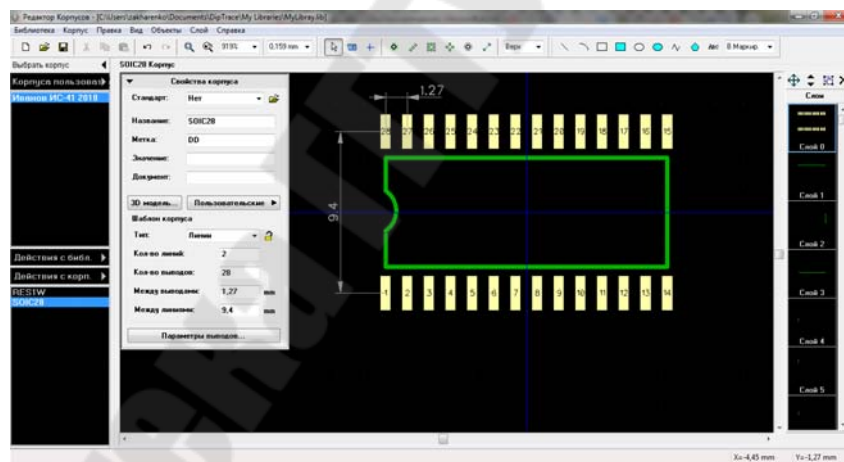


Рис. 1.10. Корпус SOIC-28

Нарисуйте шелкографию посадочного места (как на рис. 1.10), используя инструменты *Линия*, *Полилиния* и *Дуга* на *Панели Рисования* (измените размер сетки (0,635 мм подойдет), можете ее отключить, а также свернуть панель *Свойства корпуса*, чтобы она не мешала).

Для того чтобы нарисовать дугу, выберите *Дуга* на *Панели рисования*.

2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

2.1. В соответствии с п. 1.1 настройте *Редактор Корпуса*.

2.2. В соответствии с п. 1.2 создайте библиотеку (название библиотеки должно содержать фамилию студента и номер группы).

2.3. В соответствии с пп. 1.3 и 1.4 повторите создание корпуса резистора и подключите 3D-модель.

2.4. В соответствии с п. 1.5 повторите создание корпуса SOIC-28.

2.5. В соответствии с п. 1.3 создайте корпус резистора С2-29-1 Вт [1, с. 82].

2.6. По аналогии с п. 1.3 создайте корпус подстроечного резистора СП5-2ВБ [1, с. 313].

2.7. По аналогии с п. 1.3 создайте корпус конденсатора К10-17 25 В 1,5 мкФ, вариант «а» [2, с. 162].

2.8. По аналогии с п. 1.3 создайте корпус электролитического конденсатора 470 мкФ 35 В с гибкими выводами (см. рис. 1.11).

Производитель	Размеры (D×L, мм)								
	10В	16В	25В	35В	50В	63В	100В	160В	200В
JAMICON	6,3×11	8×11	10×13	10×16	-	-	13×26	22×40	-
ELZET	6×12	8×12	8×14	10×15	-	-	-	-	22×35
SAMWHA	6,3×11	8×11,5	10×12,5	10×16	10×20	13×20	16×25	-	-
JWCO	-	8×12	-	10×17	13×20	13×21	-	-	-
TEAPO	-	-	8×20	10×16	-	-	16×25	-	-

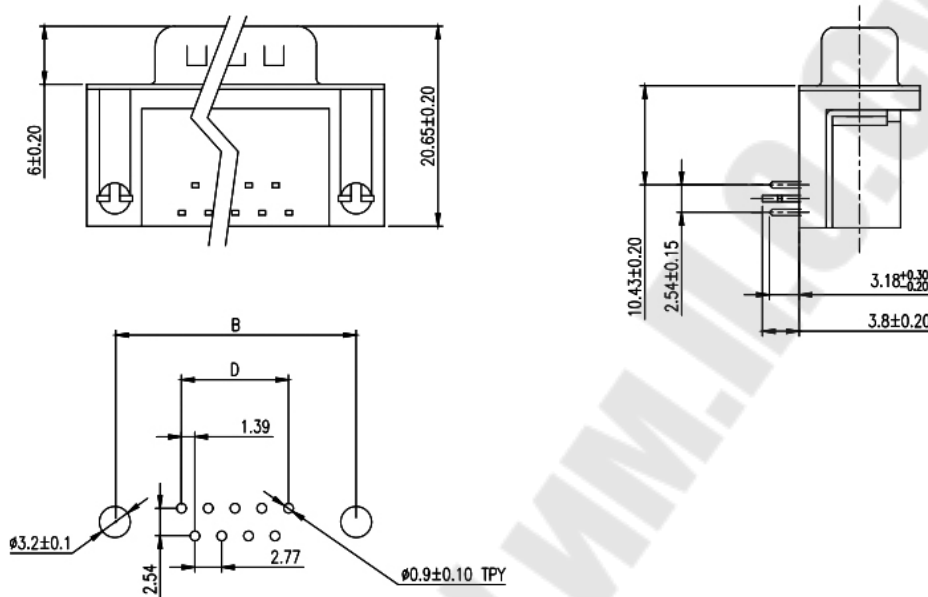
Рис. 1.11. Размеры конденсаторов электролитических 470 мкФ с гибкими выводами

2.9. Создайте корпус транзистора КТ315 [3, с. 84].

2.10. Создайте корпус транзистора КТ872А [4, с. 150].

2.11. Создайте корпус разъема D-Sub 9 контактов (см. рис. 1.12).

PART NUMBER	No. of Contact	A ± 0.20	B ± 0.20	C ± 0.20	D
2301843-1	09	16.90	24.99	30.81	11.08



P.C.B LAYOUT

Рис. 1.12. Размеры разъема D-Sub 9 контактов

2.12. По аналогии с п. 1.5 создайте корпус DIP-8.

2.13. Создайте все необходимые корпуса для схемы в соответствии с индивидуальным заданием.

3. ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

3.1. Для чего предназначена система DipTrace, какие основные подпрограммы она включает?

3.2. Что представляет собой компонент в системе DipTrace?

3.3. Какие существуют типы создания корпусов и корпуса каких компонентов лучше создавать в каждом типе?

3.4. Какие параметры выводов можно задать в Редакторе Корпусов?

3.5. Как к корпусу присоединяется 3D-модель?

3.6. Создайте корпус, указанный преподавателем.

Практическое занятие № 2

СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТОВ (УСЛОВНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ)

Цель занятия: создание условных графических обозначений различных радиоэлектронных компонентов и библиотеки компонентов, используя *Редактор Компонентов*.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Редактор Компонентов служит для создания и редактирования компонентов и их библиотек. Только в Редакторе Компонентов можно подключить схемотехнический символ к корпусу, но редактировать корпус и подключать к нему 3D-модель можно только в *Редакторе Корпусов*.

1.1. Настройка редактора компонентов

Настройка *Редактора Компонентов* аналогична настройке *Редактора Корпусов*. После запуска программы выберите «Вид/ Начало координат» в главном меню или просто нажмите F1 для отображения или скрытия точки начала координат. Выберите «Вид/Единицы измерения» и установите миллиметры. Панель «Свойства компонента» (рис. 2.1) аналогична *Редактору Корпусов*.

Свойства компонента	
Имя:	CAP
Метка:	C
Значение:	
Производ.:	
Документ:	
<input type="button" value="Корпус"/> <input type="button" value="Пользовательские"/>	
Тип секции:	Нормальная
Секция:	Part 1
Шаблон символа	
Тип:	Произвольный
<input type="button" value="Менеджер выводов"/>	

Рис. 2.1. Окно «Свойства компонента» – создание конденсатора

Можно выбрать один из четырех стилей компонента: *произвольный* (без каких-либо определенных свойств); *двухсторонний* (выводы с двух сторон); *двухсторонняя микросхема* (выводы с двух сторон + + прямоугольный корпус) и *четырёхсторонняя* микросхема (выводы с четырёх сторон + прямоугольный корпус). Единственное, что может вызвать вопросы, – это поля *Типы секций* и *Секция*.

Секции могут быть трех типов: *Нормальная*, *Питание и земля* и *Порт*. Если Вы хотите скрыть выводы питания микросхемы на схеме, то создайте отдельно секцию питания и перенесите все выводы земли и питания в нее. Порты – это особые односекционные компоненты, разработанные для соединения сетей без визуальных связей, обычно они применяются к сетям GND и VCC. Мы будем создавать сетевые порты позже. Поле *Секция* показывает активную секцию многосекционного компонента (в нашем случае это неважно).

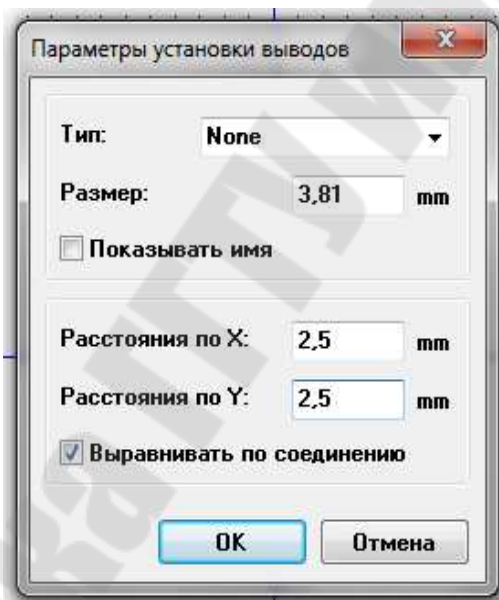


Рис. 2.2. Окно «Параметры установки выводов»

Если Вы хотите задать свойства выводов перед созданием компонента, то выберите «Объекты/Параметры установки выводов» в главном меню (рис. 2.2). Мы не будем менять эти настройки, но стоит помнить, что длину и расстояния по X- и Y-осям следует выбирать кратными величине сетки так, чтобы концы выводов совпадали с точками сетки. Мы рекомендуем использовать сетку 0,1 мм для установки выводов и выравнивания выводов по сетке.

1.2. Создание компонента резистора

Как и в Редакторе Корпусов, сначала необходимо создать библиотеку, потому что DipTrace не позволит добавить новые компоненты к стандартным библиотекам.

Нажмите *Действия с Библ.* и затем нажмите *Новая библиотека* на панели Менеджера библиотек. В диалоговом окне введите имя библиотеки и комментарий. Также можно выбрать группу библиотек, в которой Вы хотите создать новую библиотеку (рис. 2.3). По умолчанию программа предлагает сохранять все пользовательские библиотеки компонентов в группе библиотек Компоненты Пользователя.

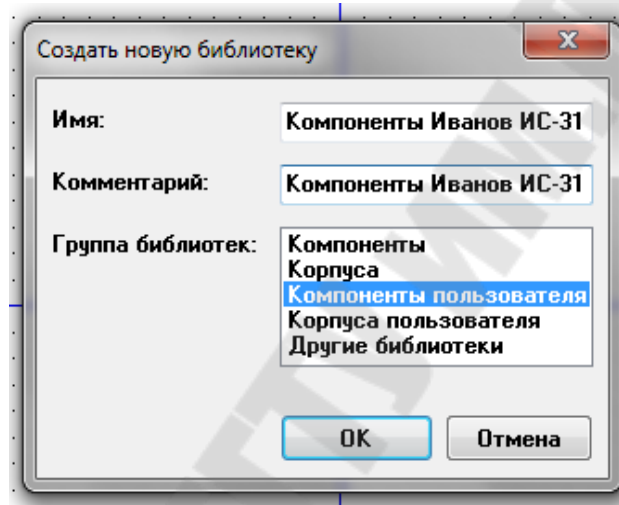


Рис. 2.3. Окно «Создание новой библиотеки»

Теперь нажмите на кнопку с изображением дискеты на Стандартной панели в левом верхнем углу. Выберите папку, в которой хотите сохранить библиотеку. Введите имя файла и нажмите *Сохранить*. Теперь у нас есть новая пользовательская библиотека компонентов, которая называется «Мои компоненты», сохраненная в файле `My_comp_library.e1`.

Сейчас мы создадим резистор, используя *Произвольный Тип* и визуальную установку выводов. Сначала необходимо задать название, метку компонента, и значение «10к», используя соответствующие поля на панели *Свойства компонента* (рис. 2.4). После указания атрибутов минимизируйте панель свойств, используя стрелку в ее левом верхнем углу.

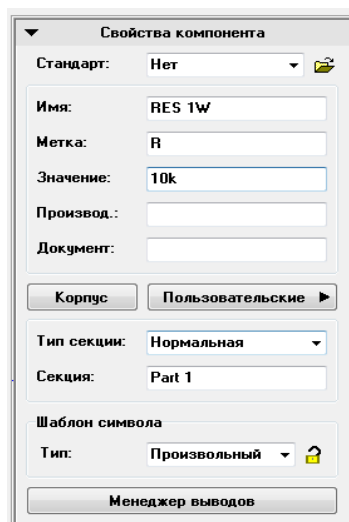


Рис. 2.4. Окно «Свойства компонента» – создание резистора

Нажмите на кнопку *Вывод* на *Панели объектов* и кликните два раза в области построения, чтобы установить два вывода. Поверните один из выводов на 180° , выберите его и нажмите клавишу *R* дважды. Теперь выберите инструмент *Прямоугольник* на *Панели рисования* и создайте границы резистора в слое шелкографии. Выводы должны быть установлены по сетке 1 мм, поэтому прямоугольник нужно нарисовать по сетке 0,05 мм. У вас должно получиться, как на рис. 2.5.

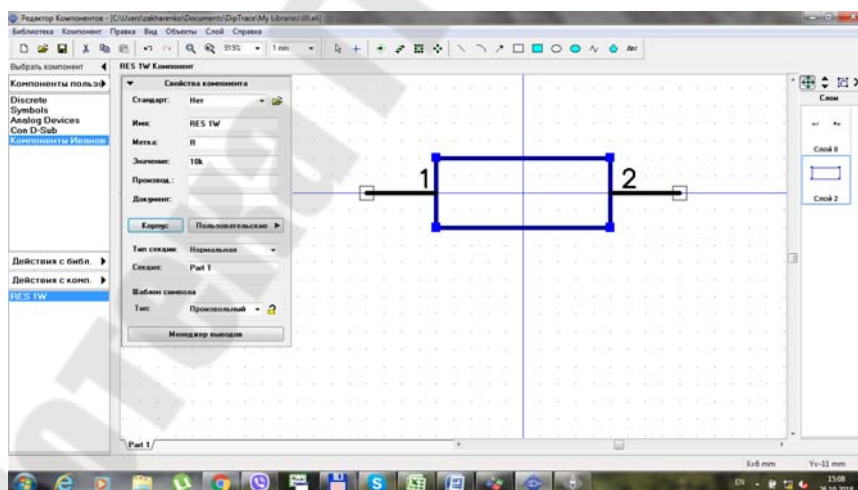


Рис. 2.5. Условное графическое изображение резистора

Символ резистора уже готов, но нам нужно присоединить к нему корпус, иначе компонент не будет отображаться на плате. Для того чтобы прикрепить корпус к компоненту, выберите «Компонент/Привязка к корпусу» из главного меню, или нажмите *Корпус*

на панели *Свойства Компонента*. Мы хотим подключить к этому символу корпус резистора, который мы создали в Редакторе Корпусов в предыдущем практическом занятии. В появившемся диалоговом окне выберите группу библиотек *Корпуса Пользователя (User Patterns)*, поскольку именно там мы сохранили библиотеку с нашим корпусом. В этой группе библиотек – всего одна библиотека, поэтому выберите ее, а затем выберите корпус *RES1W*.

Для создания или изменения существующих связей кликните по выводу символа, а затем – по соответствующей контактной площадке корпуса. Для того чтобы удалить связь, кликните правой кнопкой по выводу корпуса или символа и выберите *Отключить вывод от контактной площадки* из подменю. Когда Вы наводите курсор мыши на один из соединенных выводов, то подсвечиваются как вывод символа, так и подключенная контактная площадка корпуса. При работе со сложными компонентами наиболее удобным способом соединения выводов и контактных площадок служит *Таблица соответствия выводов и КП*. Чтобы подключить КП, достаточно ввести ее номер в соответствующее поле в таблице (рис. 2.6).

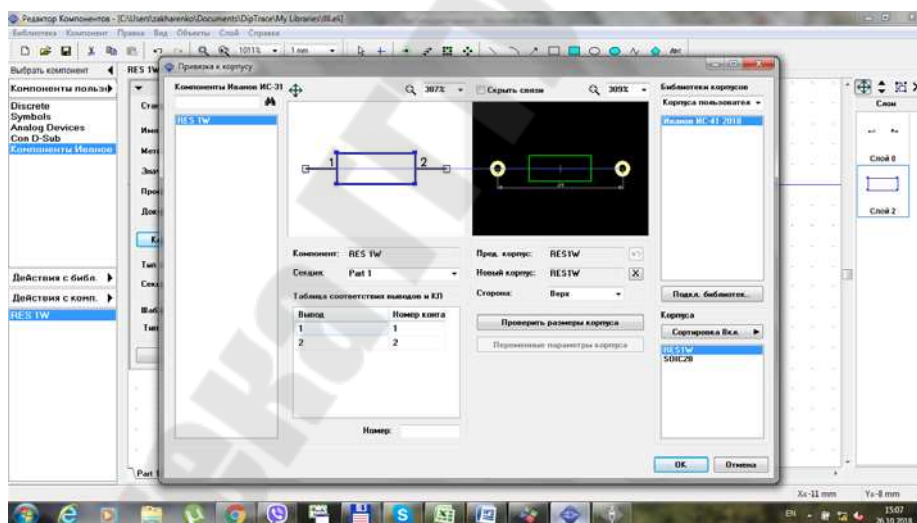


Рис. 2.6. Подключение корпуса к условному графическому обозначению резистора

Если выбранный корпус не подходит, его можно убрать или вернуть предыдущий нажатием одной кнопки. Для того чтобы изменить сторону посадочного места корпуса на плате, нужно выбрать ее из соответствующего ниспадающего списка.

Все компоненты текущей библиотеки компонентов отображаются в списке в левой части окна, таким образом можно назначать

корпуса для нескольких символов компонентов, не закрывая текущее окно. В нашем случае в библиотеке – всего один компонент.

Нажмите *ОК*, чтобы присоединить корпус к символу резистора.

Для того чтобы менять номера выводов символа (соответственно, и их подключение к КП корпуса), можно использовать *Менеджер выводов* (нажмите Менеджер выводов на панели *Свойства компонента*).

Компонент полностью готов: он имеет правильно соединенные между собой схмотехнический символ, корпус (посадочное место) и 3D-модель.

Сохраните изменения в библиотеке компонентов.

1.3. Создание условного графического обозначения конденсатора (компонента)

Нажмите «Компонент/Добавить новый» в свою библиотеку в главном меню. Мы создадим конденсатор, используя *Тип* двухсторонний, для этого сначала задайте название «CAP», метку компонента – «C», значение – «1мк», а потом выберите двухсторонний в поле *Стиль* на панели *Свойств компонента*. Убедитесь, что миллиметры установлены как единицы измерения и измените ширину компонента на 1,5 мм, количество выводов слева и справа должно быть 1.

Теперь установите размер сетки 0,25 мм и нарисуйте непосредственно символ конденсатора, используя две линии (рис. 2.7).

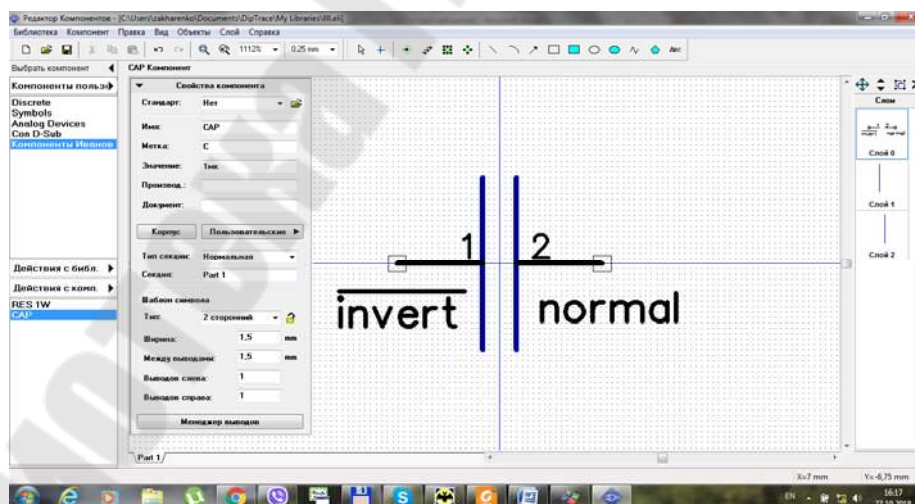


Рис. 2.7. Условное графическое обозначение конденсатора

Давайте покажем имена выводов символа, выделите выводы (для выделения всех объектов нажмите *Ctrl+A*), кликните правой кнопкой по одному из выводов и выберите *Свойства вывода* в под-

меню. В появившемся диалоговом окне отметьте *Показывать имя* и нажмите *ОК* для подтверждения изменений и закрытия окна.

Теперь имена выводов отображаются, но они находятся в неподходящих местах, поэтому мы их переместим. Выберите «Вид/Позиционирование» из главного меню или просто нажмите F10. Затем левой кнопкой мыши перетаскивайте имена выводов в новые места. Для возвращения в режим по умолчанию щелкните правой кнопкой мыши на пустом месте. Режим Позиционирования можно использовать для перемещения, выводов, номеров, меток и т. д.

Кстати, мы отображали имена выводов (а не их номера).

Давайте переименуем один из выводов, заодно покажем, как применять инверсию в его имени. Кликните правой кнопкой на выводе, выберите *Имя Вывода* из подменю и введите текст «normal». Для другого вывода задайте имя «~invert». Нажмите *ОК* и переместите новые имена выводов с помощью инструмента F10. Тильда в имени вывода обозначает начало и конец инверсии, так что можно определять инверсию для разных частей (сигналов) имени вывода.

Как правило, в реальной практике нет необходимости отображать имена выводов для таких простых компонентов, как резистор, конденсатор и т. п.

Выберите «Компонент/Таблица выводов» в главном меню для открытия окна Таблицы выводов, или нажмите на кнопку *Менеджер выводов* на панели *Свойств компонента*. В таблице выберите вывод с именем *normal-invert* и поменяйте его обратно на 1. Теперь скройте имена обоих выводов: выберите их, удерживая левую кнопку мыши, и снимите галочку *Показывать имя*. Закройте таблицу выводов.

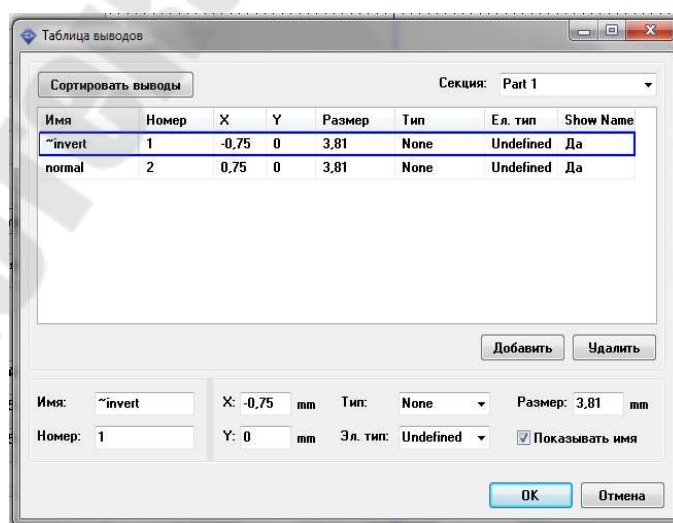


Рис. 2.8. Таблица выводов

В Редакторе Компонентов можно задавать индивидуальные настройки отображения номеров выводов («Компонент/Номера выводов» в главном меню) и общие программные настройки, используя пункт главного меню «Вид/ Номера выводов».

Установите «Показывать» в настройках отображения номеров выводов компонента. Если необходимо, передвиньте надписи относительно выводов, используя функцию перемещения надписей (F10).

Следующий шаг – подключение корпуса к конденсатору. Выберите «Компонент/Привязка к корпусу» в главном меню. Для этого компонента мы не рисовали корпус, потому что мы возьмем его из стандартных библиотек корпусов DipTrace. Выберите группу библиотек Корпуса в поле *Библиотеки Корпусов*, затем выберите библиотеку CAP и корпус CAP-10.16/11.5x3.6. Можете использовать сортировочные фильтры.

Соответствия выводов и КП, предлагаемые программой, правильные, поэтому их менять не надо.

Нажмите *ОК*. Конденсатор готов. Сохраните изменения.

1.4. Создание символов VCC и GND

Теперь мы попрактикуемся в создании сетевых портов, разрабатывая символы VCC и GND.

Символ VCC. Выберите «Компонент/Добавить новый в библиотеку». Введите название «VCC» на панели *Свойств компонента*, и выберите Порт в поле Тип секции.

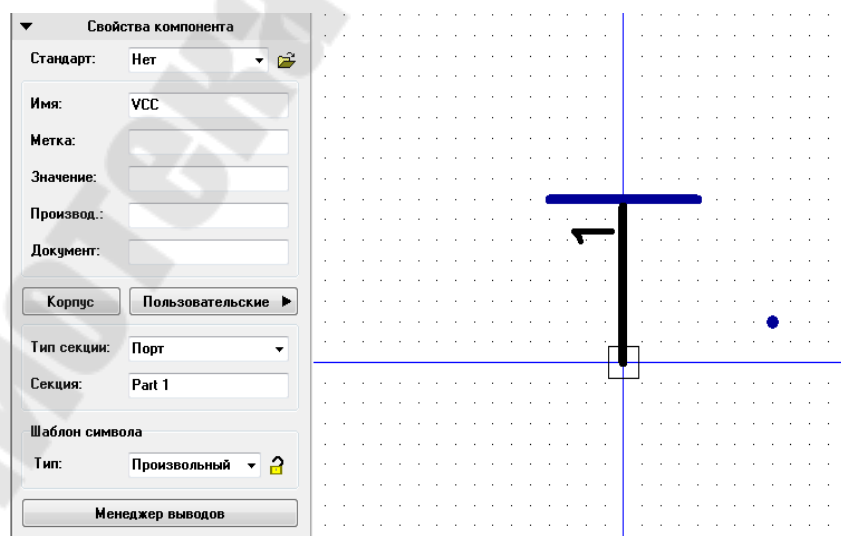


Рис. 2.9. Создание символа VCC

Минимизируйте панель Свойств компонента, затем выберите инструмент *Вывод* и установите один вывод в области построения, поверните его вертикально (выберите вывод и нажмите *R*). Теперь выберите инструмент *Линия* на Панели рисования и нарисуйте линию, как на рис. 2.9. Лучше всего подойдет сетка 0,5 мм.

Скройте нумерацию выводов, нажав «Компонент/Номера выводов/Скрыть» в главном меню, если они показаны. Символ VCC готов.

Символ GND. Теперь добавьте новый компонент (*Ctrl+Insert*) и нарисуйте символ GND аналогичным образом (рис. 2.10). Для рисования символа GND мы использовали сетку 0,25 мм.

Выберите «Правка/Центрировать» или *Ctrl+Alt+C* для символа GND, потому что в нашем случае начало координат символа не совпадает с центром компонента и данный символ в *Схемотехнике* по умолчанию будет отображаться вместе с точкой начала координат, что нам совсем не нужно.

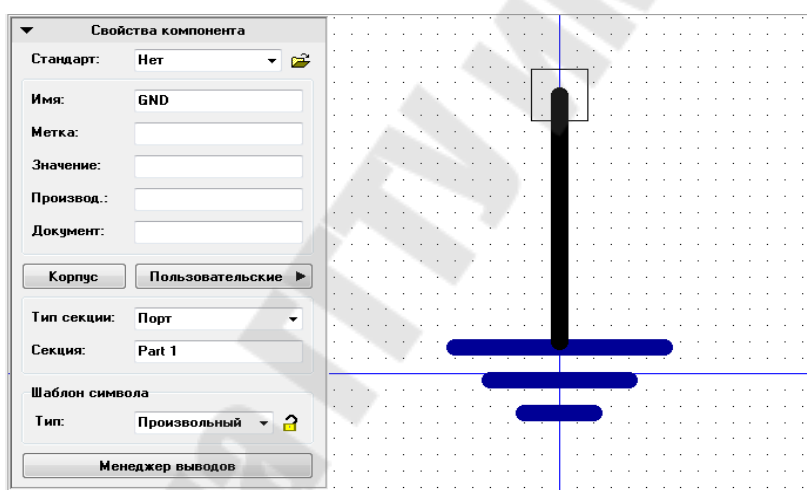


Рис. 2.10. Создание символа GND

К символам сетевых портов не нужно подключать корпуса. Это особый тип компонентов, который используется только для создания логической связи между выводами и физически не существует на плате.

1.5. Создание мультисекционного компонента

Схемотехнические символы некоторых компонентов могут состоять из нескольких символов (секций), несмотря на то, что на плате такой компонент находится в одном физическом корпусе. Создание многосекционных компонентов имеет свои особенности.

Создание символа. Мы создадим простой мультисекционный компонент, состоящий из двух операционных усилителей и подсоединим к нему корпус SOIC-8 из стандартных библиотек программы.

Добавьте новый компонент в библиотеку, т. е. нажмите *Действия с комп.*, а затем нажмите *Добавить новый компонент в библиотеку*. Введите название и метку компонента.

Создание секций. Можно создавать многосекционные компоненты, состоящие из *раздельных* или *однородных* секций. По сути эти два вида ничем не отличаются, просто для однородных секций автоматически наследуется графика и расположение выводов символа, и не нужно рисовать их заново для каждой секции. Сейчас мы создадим компонент из однородных секций, которые потом в *Схемотехнике* можно будет группировать для удобства.

Каждая секция многосекционного компонента может иметь собственный тип (*Нормальный, Порт, Питание и земля*). Секции питания и земли в *Схемотехнике* можно скрыть. На один компонент должна быть одна секция типа *Питание и земля*.

Давайте создадим компонент LM358, содержащий два операционных усилителя и одну общую секцию питания (рис. 2.11). Выберите «Компонент/Создать группу однородных» из главного меню, потом введите количество секций «2» и нажмите *ОК*. Секции представлены в виде вкладок внизу области построения.

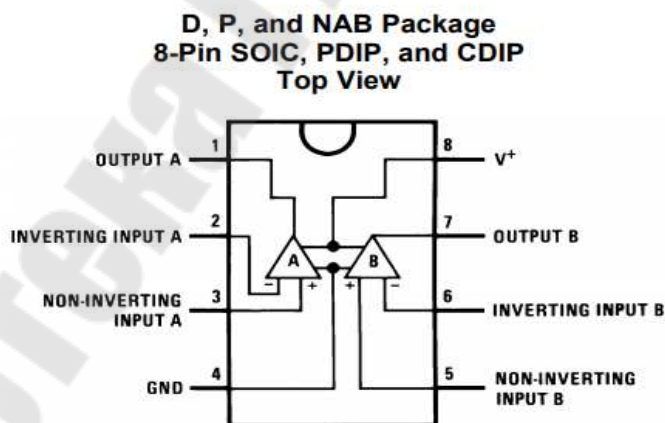


Рис. 2.11. Микросхема LM358

Однородные секции автоматически наследуют графику и расположение выводов.

Теперь Вы видите следующие секции: Part 1 (1), Part 1 (2). Все однотипные секции наследуют также и имя. Измените его на «ОА»,

для этого выберите соответствующую секцию и введите новое имя в поле *Секция* на панели *Свойства компонента*.

Не хватает третьей секции питания. Поскольку секция питания имеет другую графику, то ее нужно создать как отдельную секцию, а не однородную. Выберите «Компонент/Добавить новую секцию» в главном меню, затем выберите появившуюся секцию и переименуйте ее на «PWR».

Добавленная секция не принадлежит к группе секций «AN», как и задумано.

Начнем рисование графики с секции питания. На панели *Свойства Компонента* выберите *Стиль: двухсторонняя микросхема*, *Ширина: 5*, *Высота: 4*, *Выводов слева: 2*, *Выводов справа: 0* (все размеры в миллиметрах). Затем выберите *Питание и земля* в поле *Тип секции*.

Нажмите *Менеджер выводов* и измените имена выводов секции питания на «VCC» и «GND», номера выводов – «14» и «7», электрический тип – Power и поставьте галочку *Показывать имя* для обоих выводов.

Параметры *Тип*, *Показывать имя* и *Размер* можно изменять для нескольких выводов одновременно. Можно менять размер окна таблицы выводов и ширину каждого столбца. Эти настройки сохраняются при выходе из программы.

Нажмите *ОК*, чтобы закрыть таблицу выводов. Секция питания готова (рис. 2.12). Осталось создать остальные секции: выберите одну из ОА секций и, используя панель *Свойства компонента*, определите следующие параметры: *Стиль: двухсторонняя микросхема*, *Ширина: 6*, *Высота: 4,5*, *Выводов слева: 2*, *Выводов справа: 1*.

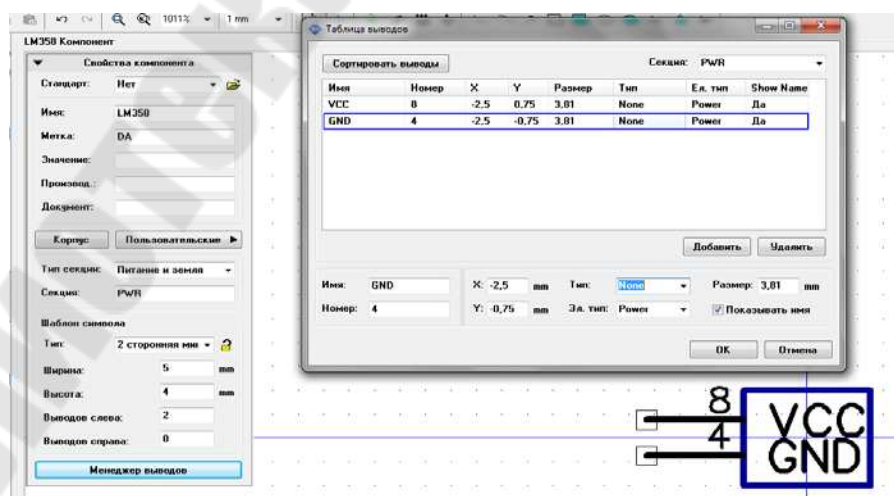


Рис. 2.12. Подключение секции питания

Мы создаем секцию компонента операционного усилителя, поэтому первый вывод должен быть инверсным или «Dot» типа. Для этого кликните правой кнопкой по выводу, выберите *Свойства вывода* в подменю, выберите «Dot» в поле *Тип*, затем нажмите *OK* для подтверждения изменений и закрытия диалогового окна.

Вам не нужно будет рисовать другие секции. Они уже готовы, так как наследуют нарисованную секцию. Единственное, что однородные секции не наследуют, так это нумерацию выводов.

Менеджер выводов. Выберите «Компонент/Таблица выводов» в главном меню (рис. 2.13). В диалоговом окне таблицы выводов выберите секцию (ниспадающий список справа вверху), задайте номера выводов выбранной секции, затем выберите следующую секцию и так до тех пор, пока не введете номера выводов для всех секций. Необязательно выбирать выводы мышью, достаточно нажать *Вниз* или *Ввод* на клавиатуре, чтобы выбрать следующий вывод.

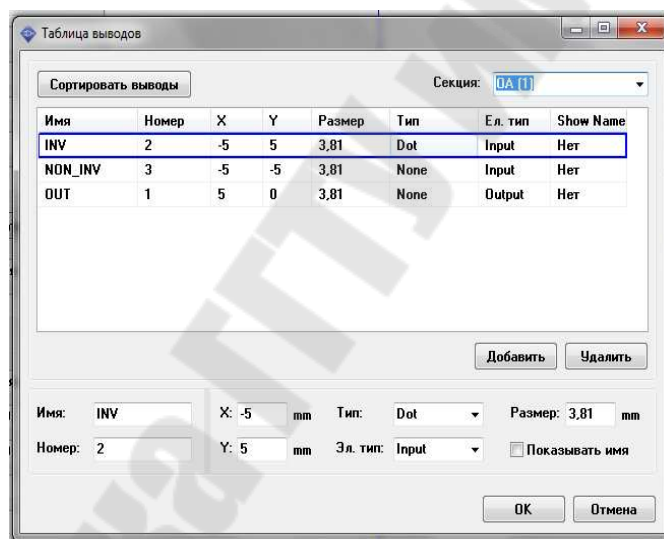


Рис. 2.13. Таблица выводов для секции OA (1)

Не забудьте, что выводы с номерами 4 и 8 уже существует в секции питания, поэтому при нумерации выводов других секций пропустите эти номера.

Также укажите электрический тип для выводов секций (два вывода Input и один вывод Output), другие секции унаследуют это. Нажмите *OK*.

Следующим шагом будет присоединение корпуса к мультисекционному компоненту. Нажмите *Корпус*, в появившемся диалоговом окне выберите *Корпуса* в *Библиотеки Корпусов*, затем выберите библиотеку General и корпус SOIC-8.

Обратите внимание, что в нашем случае не нужно определять связи между выводами символа и контактными площадками корпуса, ведь при разработке символа мы продумали это и указали правильные номера выводов, чтобы программа автоматически указала эти связи за нас.

Выбирая разные секции компонента, можно визуально проверить правильность подключения выводов к КП. Нажмите *OK*.

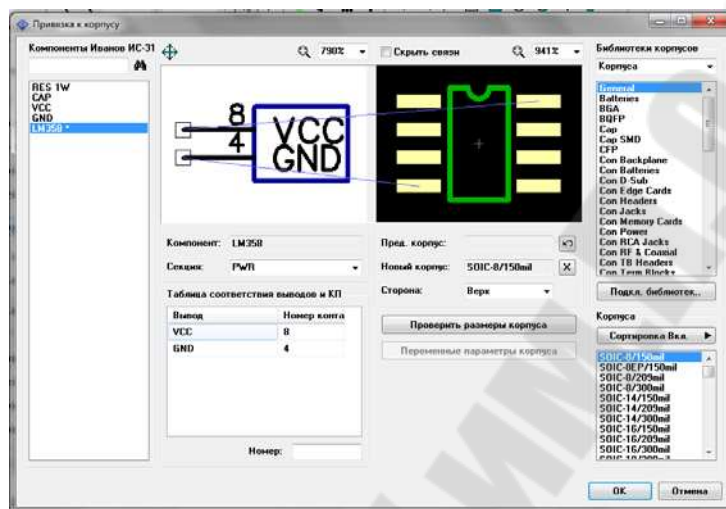


Рис. 2.14. Подключение корпуса к мультисекционному компоненту

Мультисекционный компонент готов для применения в Ваших проектах (рис. 2.14). Сохраните изменения в файле библиотеки.

1.6. Создание условного графического обозначения PIC18F24K20

Теперь мы создадим реальный компонент PIC18F24K20 (рис. 2.15) по «даташиту» с сайта производителя и присоединим к нему корпус SOIC-28, который был создан в практическом занятии № 1.

Теперь вернемся к Редактору Компонентов и добавим новый компонент (*Ctrl+Insert*). Установите: *Стиль: двухсторонняя микросхема, Выводов слева: 14, Выводов справа: 14*.

Нажмите *Менеджер выводов* на панели *Свойства компонента* и введите имена выводов. Вы можете изменить размеры окна и ширину столбцов (мы сделали столбец с именами шире, чтобы видеть полное имя). Также используйте клавишу *Enter* для перехода с текущего вывода к следующему в таблице. Поскольку выводов много, а имена сложные, этот процесс займет некоторое время.

После ввода имен выводов, укажите электрический тип для них (для Vss и Vdd – укажите Power) и выберите опцию *Показывать имя* для всех выводов. Вы можете выделить сразу несколько выводов и изменить их свойства за один раз. Закройте таблицу выводов.

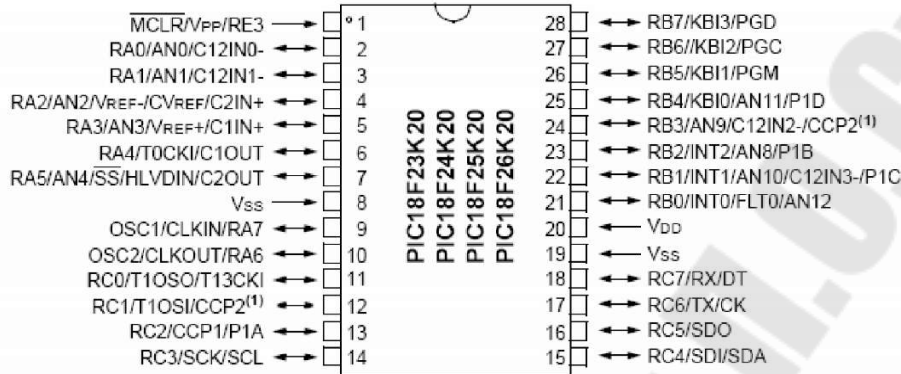


Рис. 2.15. Микросхема PIC1824K20

На панели *Свойства компонента* поменяйте ширину на 50 мм и высоту на 30 мм. Имена выводов все еще немного накладываются, но когда мы разделим их по группам, все поменяется. Большая высота символа компонента необходима, чтобы сгруппировать выводы и расположить их вдоль прямоугольника. Мы всегда можем уменьшить высоту, если это необходимо.

Автоматическая сортировка выводов по шинам. Нам нужно объединить выводы по логическим группам (шинам), выберите «Компонент/Сгруппировать выводы по шинам» из главного меню. Эта опция позволяет найти шины исходя из имен выводов, и сгруппировать выводы по шинам (рис. 2.16). Вы можете указать допустимые разделители между шинами. По умолчанию выбран только «/», но этого достаточно для данного компонента. Однако другие производители могут использовать иные разделители в именах выводов.

Нажмите *Извлечь* и появится список найденных шин, а также количество выводов в них. Мы выберем три шины – RA, RB и RC, используя клавишу *Ctrl*. Введите 13 в поле *Расстояние между шинами*, поскольку имена выводов длинные.

Нажмите кнопку *Делать*, чтобы сформировать шины и закрыть диалоговое окно. Шины будут размещены в левом верхнем углу относительно компонента и отсортированы по номерам. Как видим, появились три колонки, каждая из которых соответствует выбранным шинам RA, RB и RC.

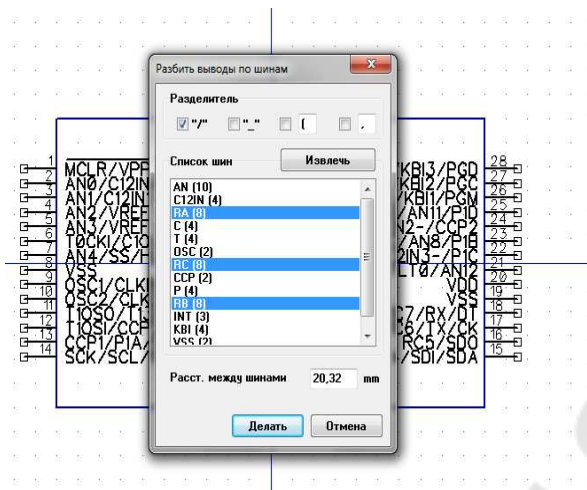


Рис. 2.16. Разбивка выводов по шинам

Теперь выберите все выводы, которые не вошли в шины (4 вывода компонента), используйте *Ctrl* или выделение области, чтобы выбрать несколько выводов одновременно. Сделайте правый клик по одному из этих выводов и выберите *Выровнять по сетке*, затем переместите выводы вниз, чтобы освободить место для установки шин, как на рис. 2.17.

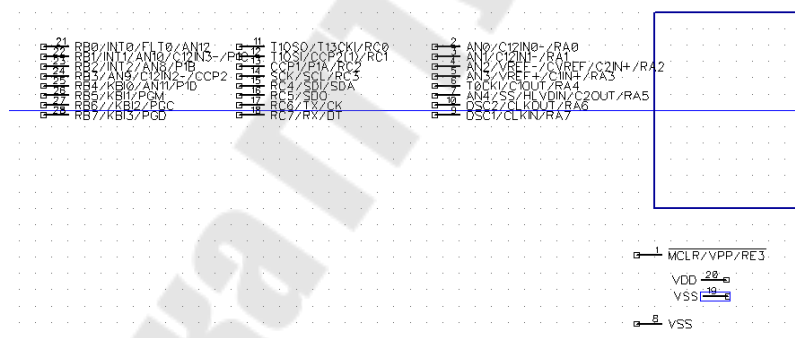


Рис. 2.17. Автоматическая сортировка выводов по шинам

Расставьте шины вдоль прямоугольника микросхемы. Используйте выделение области, чтобы выбрать шину, затем перетаскивайте ее. Клавиша *R* может использоваться для вращения шины, выводы можно отразить вертикально или горизонтально. Эти команды могут быть выбраны из подменю вывода (правый щелчок по одному из выводов в шине). Когда шины установлены, переместите выводы, которые находятся сейчас внизу, обратно к микросхеме.

Иногда нужно отсортировать выводы по электрическому типу, выберите «Вид/Цвет выводов по электрическому типу» из главного меню, чтобы сделать эту задачу проще.

Нажмите знак «Замок» на панели *Свойства компонента*, чтобы заблокировать изменения.

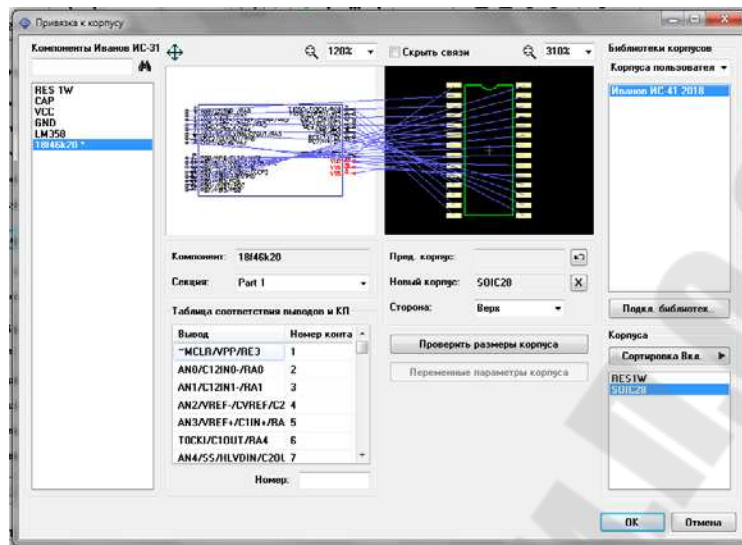


Рис. 2.18. Подключение корпуса SOIC-28 к PIC18F24K20

Остался финальный шаг – подключение корпуса SOIC-28 (рис. 2.18). Для этого нажмите кнопку *Корпус* на панели *Свойства корпуса* и выберите *Корпуса пользователя (User Patterns)* в списке *Библиотеки корпусов*. Затем выберите свою библиотеку и в ней выберите корпус SOIC-28. Все имена и номера выводов уже введены, поэтому не нужно ничего менять, просто нажмите *ОК*.

1.7. Проверка библиотеки

Очень важно проверить библиотеку на наличие потенциальных ошибок (рис. 2.19).

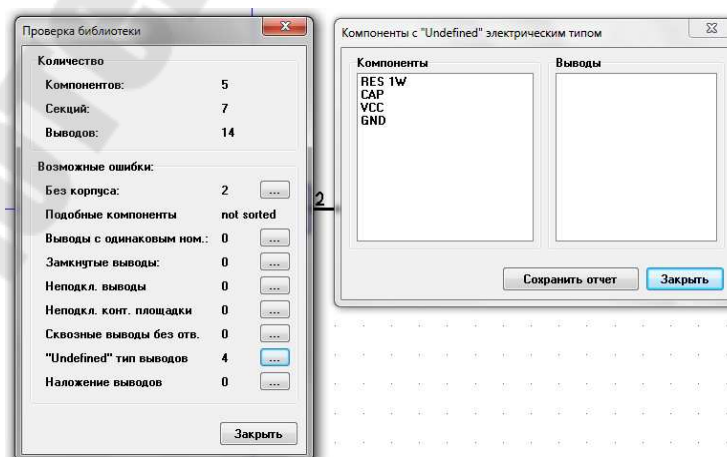


Рис. 2.19. Проверка библиотеки

Выберите «Библиотека/Проверка библиотеки» из главного меню. В этом диалоговом окне Вы можете увидеть общее количество компонентов, секций, выводов в Вашей библиотеке и возможные ошибки.

Следующие виды ошибок могут быть найдены автоматически:

1. Компоненты без привязки к корпусу – Вы забыли присоединить корпус к некоторым компонентам. Учтите, что часть компонентов имеют только схемотехнический символ, например, сетевые порты, поэтому возможно это и не ошибки вовсе.

2. Подобные компоненты – проверяет библиотеку на наличие компонентов с одинаковым именем. Учтите, что библиотека должна быть отсортирована («Библиотека/Сортировать по имени» в главном меню), чтобы эта функция работала корректно. В нашем случае библиотека не отсортирована.

3. Выводы с одинаковым номером — несколько выводов имеют одинаковый номер (соединяются с одной площадкой). В 99 % случаев это ошибка в компоненте, пожалуйста, нажмите кнопку «...» и проверьте номера выводов для указанных компонентов.

4. Замкнутые выводы – один или несколько выводов соединены с помощью внутренних связей.

5. Неподключенные выводы – один или несколько выводов не имеют привязки к контактной площадке. Это не всегда ошибка, такое бывает и в правильных компонентах.

6. Неподключенные контактные площадки – некоторые выводы корпуса не используются (нет соответствующих выводов в символе компонента). Может встречается и в правильных компонентах.

7. Сквозные выводы без отверстий – в большинстве случаев это ошибка в SMD-корпусе, пожалуйста, убедитесь, что площадка действительно поверхностная.

8. «Undefined» тип выводов – некоторым выводам не задан электрический тип.

9. Наложение выводов – некоторые выводы символа наложились друг на друга, в большинстве случаев это ошибка.

2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

2.1. В соответствии с п. 1.1 настройте Редактор Компонентов.

2.2. На основании п. 1.2 повторите создание УГО резистора в соответствии со стандартом [5] и подключите к нему корпус С2-29-1Вт.

2.3. На основании п. 1.2 повторите создание УГО конденсатора в соответствии со стандартом [5] и подключите к нему корпус K10-17 25В.

2.4. В соответствии с п. 1.4 повторите создание портов VCC и GND.

2.5. В соответствии с п. 1.5 повторите создание мультисекционного компонента.

2.6. На основании п. 1.6 повторите создание УГО Microchip PIC 18F24K20 в соответствии со стандартом [6] и подключите корпус SOIC-28.

2.7. Создайте УГО биполярного транзистора в соответствии со стандартом [7] и подключите корпус транзистора KT315.

2.8. Создайте УГО разъема в соответствии со стандартом [8] и подключите корпус D-Sub 9 контактов.

2.9. Создайте УГО операционного усилителя 140УД708 [10, с. 337] в соответствии со стандартом [9] и подключите корпус DIP-8.

2.10. Создайте все необходимые УГО для схемы в соответствии с индивидуальным заданием и подключите к ним корпуса, созданные в п. 2.13 практического занятия № 1.

3. ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

3.1. Для чего предназначен *Редактор Компонентов*, и какие основные функции он включает?

3.2. Как осуществляется привязка к УГО корпуса?

3.3. Какие существуют типы секций компонента и каково их назначение?

3.4. Какие существуют типы шаблона символа и каково их назначение?

3.5. Какие параметры выводов можно изменять в Менеджере Выводов?

3.6. Какие виды ошибок в библиотеке могут быть найдены автоматически?

3.7. Создайте УГО, указанное преподавателем, и подключите корпус.

Практическое занятие № 3 СОЗДАНИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ

Цель занятия: создание простой принципиальной электрической схемы и преобразование ее в печатную плату.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим процесс создания схемы, представленной на рис. 3.1.

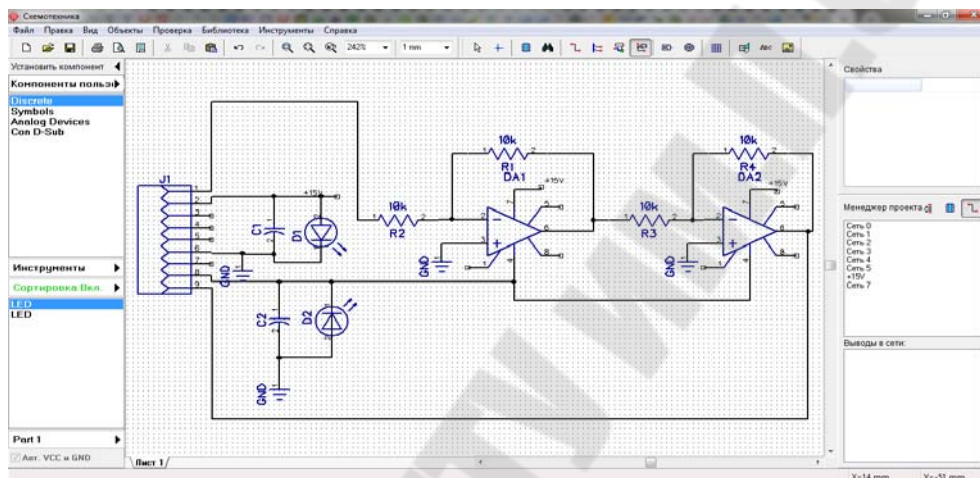


Рис. 3.1. Окно приложения Схемотехника

1.1. Интерфейс приложения Схемотехника

Главное окно приложения *Схемотехника* (см. рис. 3.2) состоит из следующего: область построения, главное меню, панель инструментов, *Менеджер проекта*, панели *Установить Компонент* и *панель подсказок*.

Область построения – область программы, где непосредственно рисуется схема и размещаются все ее компоненты.

Стандартная панель – основные инструменты по работе с файлами, настройка форматов, масштаба и шага сетки.

Панель «Объекты» – режим по умолчанию, найти и установить компонент, создание связей, шин, дифференциальных пар и многое др.

Панель «Установить Компонент» – выберите библиотеку из группы библиотек, затем выберите компонент и установите его в области построения, для поиска можно использовать разнообразные сортировочные фильтры. Панель дает доступ ко всем настройкам системы библиотек программы.

Панель Свойства – свойства выбранного инструмента или объекта.
Менеджер проекта – позволяет быстро найти компонент или сеть (включая выводы) на схеме.

Панель подсказок – в левой части всплывает подсказка, а в правой – текущие координаты курсора.

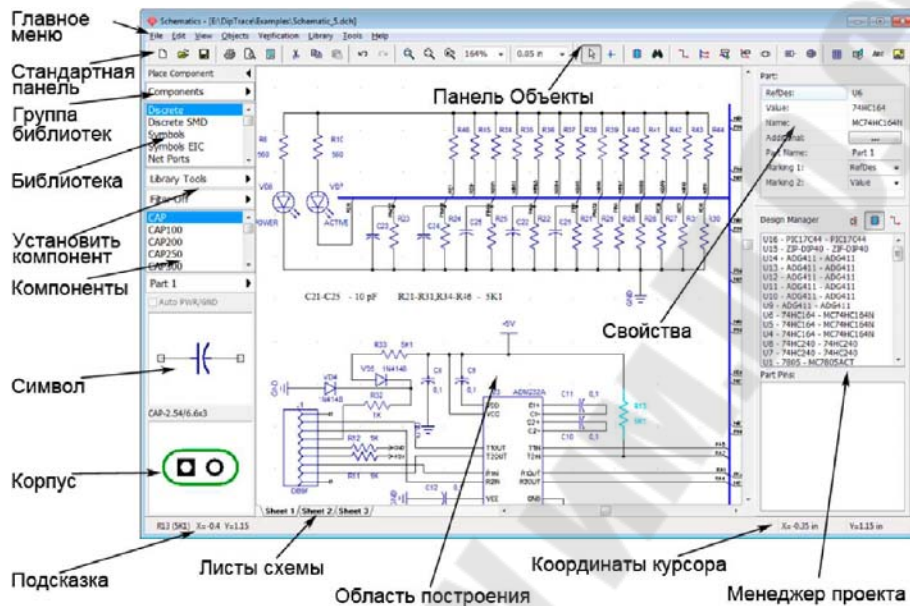


Рис. 3.2. Главное окно приложения Схемотехника

Для того чтобы скрыть (отобразить) какую-либо из панелей, выберите «Вид/Панели/<ПАНЕЛЬ>» из главного меню или используйте горячие клавиши от *Ctrl+1* до *Ctrl+4*.

1.2. Установка размеров страницы и размещение рамки

Установите размер страницы и чертежной рамки: «Файл/Параметры страницы» (рис. 3.3) из главного меню, выберите «А4 ГОСТ 2.301–6» в шаблонах листа, затем в нижней части окна установите галочки «Показывать рамку и штамп» и «Показывать лист», затем нажмите «Закреть».

Кнопки «+» (плюс) или «-» (минус), а также колесо мыши изменяют масштаб схемы. Нажмите кнопку «-» (минус) несколько раз, пока границы листа не станут видны. Кроме того, можно изменить масштаб, выбрав нужное значение на «Стандартной панели», либо просто ввести новое.

Чтобы ввести текст внутри рамки, наведите курсор на нужное поле (оно должно подсветиться зеленым), затем нажмите левую кнопку мыши, появится окно со свойствами поля. В этом диалоговом окне можно ввести текст, выбрать его положение и шрифт. В нашем случае введите текст в соответствии с индивидуальным заданием, нажмите кнопку «Шрифт» и выберите размер шрифта 12. Затем нажмите *ОК*, чтобы закрыть диалоговое окно шрифта, а затем еще раз *ОК*, чтобы закрыть панель свойств поля и применить изменения.

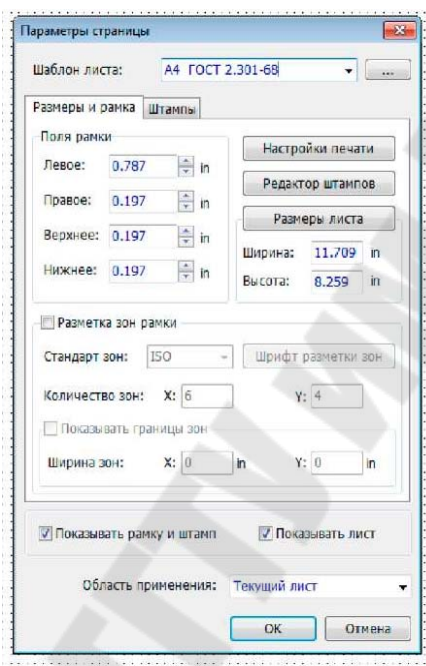


Рис. 3.3. Параметры страницы

Выберите «Файл/Сохранить как» из главного меню, введите имя файла, в котором Вы хотите сохранить схему, и выберите директорию. Затем нажмите кнопку «Сохранить».

1.3. Настройка библиотек

Подключите библиотеки: Discrete, Symbols и Analog Devices.

DipTrace обладает интегрированной системой по управлению библиотеками, изменения, сделанные в одном модуле программы, автоматически обновляются в других модулях. Все библиотеки организованы по группам библиотек, для поиска компонента используются настраиваемые сортировочные фильтры. На панели «Установить компонент» имеются все необходимые инструменты для управления библиотеками и установки компонентов на схему.

Настройка групп библиотек

По умолчанию в программе есть три группы библиотек:

1. *Компоненты* – группа, где содержатся все стандартные библиотеки компонентов; они сортированы по алфавиту и типу.

2. *Компоненты Пользователя* – (пользователь может добавлять или удалять библиотеки в этой группе); по умолчанию эта группа пуста и предлагается как место хранения пользовательских библиотек.

3. *Библиотеки Проекта* – (эта группа содержит только компоненты текущей схемы в библиотеке Кэш Проекта); группа пуста, если в программе не открыта ни одна схема.

Для удобства все необходимые для создания нашей схемы компоненты мы соберем в одной группе – *Компоненты Пользователя*. Выберите «*Компоненты Пользователя*», затем нажмите «*Инструменты*» и выберите «*Добавить библиотеку к Компоненты Пользователя*». В появившемся диалоговом окне выберите группу библиотек «*Компоненты*» из списка «*Добавить из группы*». Группа библиотек «*Компоненты*» содержит все стандартные библиотеки компонентов, которые поставляются вместе с программой. Выберите библиотеки: *Discrete*, *Symbols* и *Analog Devices*, для выбора нескольких библиотек используйте клавишу *Ctrl*. Нажмите *OK*, когда закончите.

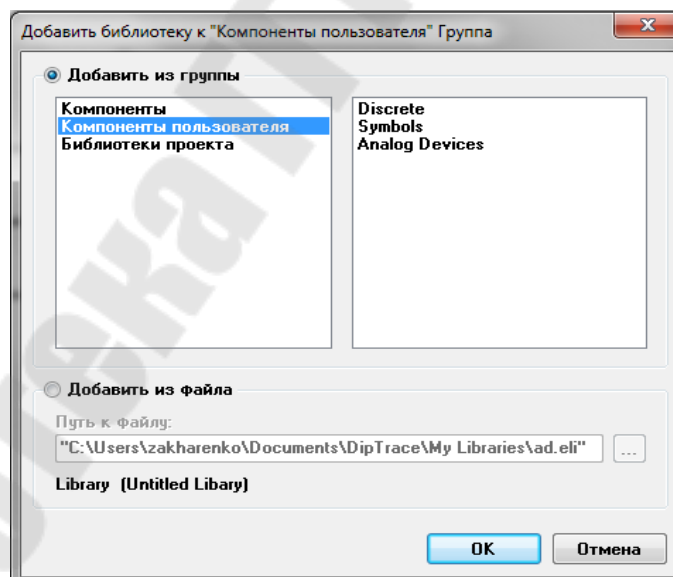


Рис. 3.4. Добавление библиотеки

Выбранные библиотеки появятся в группе «*Компоненты Пользователя*» (рис. 3.4) и мы сможем приступить к созданию схемы нашего проекта.

Добавление библиотеки из отдельного файла

Если у Вас есть библиотека, которая существует просто как файл на диске и в DipTrace не отображается, то необходимо добавить такую библиотеку в систему библиотек программы, чтобы можно было с ней работать. Эта функция полезна в случае, когда библиотеку Вы получили от другого человека, либо программа была переустановлена.

Нажмите *«Инструменты»*, затем выберите *«Добавить библиотеку <название группы>»*, нажмите на пункт *«Добавить из файла»*, и выберите файл библиотеки на жестком диске компьютера.

Кроме того, библиотеки можно подключать и в диалоговом окне *«Подключение библиотек»*. Там также доступны инструменты по настройке и созданию новых групп библиотек. Для того чтобы открыть диалоговое окно *«Подключение библиотек»*, выберите *«Компоненты Пользователя (<Текущая Группа Библиотек>)/Подключение библиотек»* на панели *«Установить компонент»*.

1.4. Установка компонентов

В Схемотехнике установите размер сетки 1 дюйм. Вы можете выбрать эту сетку из списка (при первом запуске установлена сетка 0,05), или же увеличить размер сетки с помощью комбинации *Ctrl +*. Чтобы уменьшить сетку используйте *Ctrl -*. Если нужного размера сетки нет, то его можно добавить, для этого выберите *«Вид/Изменение стандартных»* из главного меню. В DipTrace можно изменить текущие единицы измерения на миллиметры или милы без потери точности, для этого выберите *«Вид/Единицы измерения»*. Установите размер сетки 1 мм.

Приступим к созданию схемы. Выберите библиотеку *«Analog Devices»* из группы *«Компоненты Пользователя»*.

1.4.1. Поиск компонента в библиотеке

Когда библиотека выбрана, внизу отображается список компонентов этой библиотеки, найдите в ней операционный усилитель *«ADOP07CN»* или воспользуйтесь для поиска сортировкой. Выберите *«Объекты/Поиск компонентов»* с главного меню, или нажмите кнопку *«Сортировка Выкл.»* (рис. 3.5).

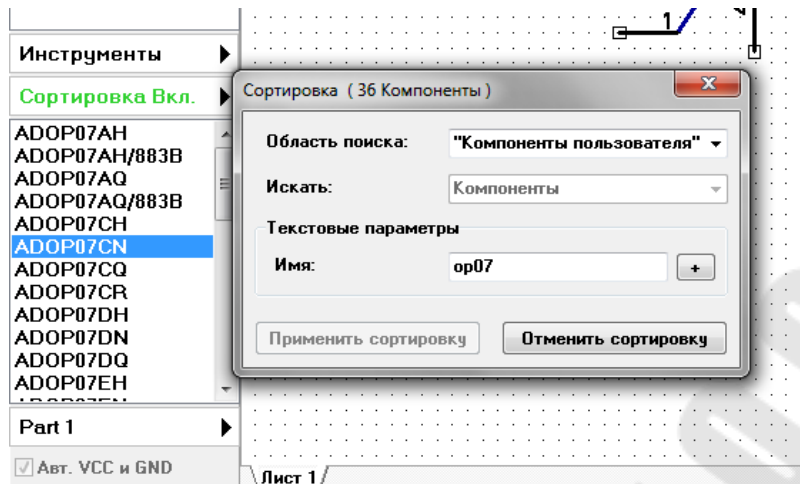


Рис. 3.5. Поиск компонента в библиотеке

В диалоговом окне убедитесь, что как область поиска выбрана библиотека «*Analog Devices*», затем введите «*OP07*» в поле «*Имя*», и нажмите «*Применить Сортировку*». Теперь только компоненты с именами, в которых есть «*OP07*», отображаются в списке компонентов библиотеки. Все остальные компоненты библиотеки скрыты, а сама кнопка теперь светится зеленым и показывает текущий статус фильтров сортировки. Закройте диалоговое окно.

1.4.2. Установка компонентов в область построения

Нажмите левой кнопкой по нужному компоненту на панели «*Установить Компонент*», затем кликните в области построения, чтобы разметить там этот операционный усилитель. Чтобы выйти из режима установки компонентов, кликните правой кнопкой мыши на пустом месте области построения.

Заметьте, что метка компонента (*RefDes*) операционного усилителя – *U1*. Если Вы хотите изменить ее, выделите курсором символ и нажмите правую кнопку, затем выберите самый верхний пункт (метка компонента) в появившемся подменю (рис. 3.6). В диалоговом окне укажите новую метку *DA1* и нажмите *OK*.

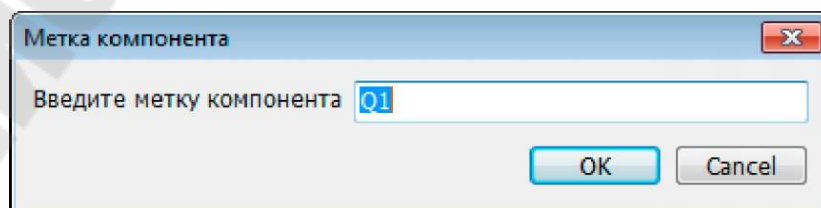


Рис. 3.6. Ввод метки компонента

Если необходимо, чтобы метка *DA* использовалась для всех компонентов *ADOP07CN*, то нужно после изменения метки сохранить компонент в библиотеку.

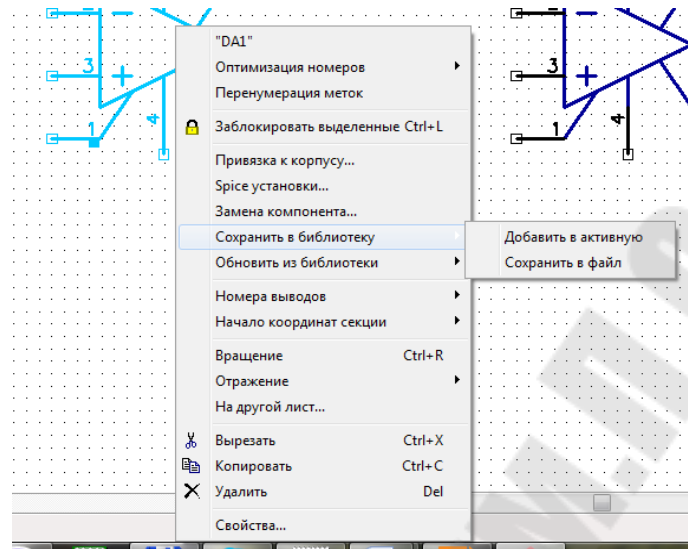


Рис. 3.7. Установка компонента на схему

Нам нужно два операционных усилителя для нашей схемы, поэтому выберите *ADOP07CN* в списке компонентов и поместите его в области построения схемы (страница, на которой Вы работаете) (рис. 3.7). Для того чтобы повернуть компонент, нажмите *Пробел* или *R* на клавиатуре, перед тем как установить его в области построения.

Когда сортировка активна (о чем свидетельствует надпись на соответствующей кнопке на панели «Установить Компонент»), все компоненты библиотеки, которые не соответствуют установленным сортировочным фильтрам, будут скрыты. Нажмите «Сортировка Вкл.», а затем нажмите «Отменить Сортировку» и закройте это диалоговое окно.

Выберите библиотеку *Discrete* и найдите в ней компонент *RES400* (из имени понятно, что это резистор с расстоянием между выводами 400 миллидюймов).

1.4.3. Копирование компонентов

Нам нужно 4 резистора для нашей схемы. Вы можете их установить таким же образом, как мы поступили с *DA1* и *DA2*, но мы воспользуемся другим методом. Выделите резистор, который Вы уже установили, и скопируйте его три раза. Это можно сделать двумя способами:

а) просто выберите «*Правка/Копировать*» в главном меню, а затем «*Правка/Вставить*» три раза, или щелкните правой кнопкой мыши на том месте, где Вы хотите вставить символ, и выберите «*Вставить*» в появившемся подменю;

б) второй метод называется «*Создать матрицу*». Выберите резистор, а затем «*Правка/Создать матрицу*» в главном меню (или просто нажмите комбинацию *Ctrl+M*) (рис. 3.8).

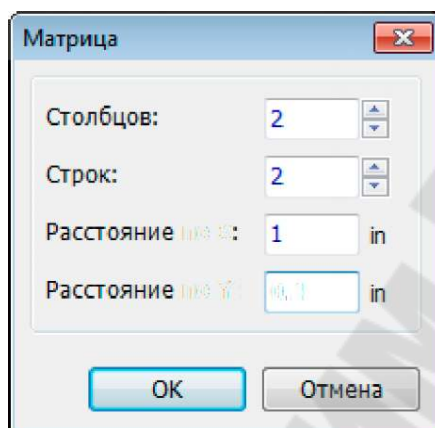


Рис. 3.8. Создание матрицы компонентов

В диалоговом окне «*Матрица*» укажите количество столбцов и строк (в нашем случае 2 столбца и 2 строки дадут 4 резистора) и расстояния (в нашем случае 1 дюйм между столбцами и 0,4 дюйма между строками), затем нажмите *ОК*. Теперь Вы можете увидеть получившуюся матрицу резисторов.

Переместите резисторы в нужное положение на схеме и поверните на 90° , используйте *Пробел* или клавишу *R* для вращения символов. Также можно выбрать команду «*Правка/Вращение*» из главного меню, или кликнуть правой кнопкой мыши на символе и выбрать «*Вращение*» из подменю. Можете использовать клавишу *Shift* для ортогонального перемещения.

1.4.4. Настройка маркировки компонента

Расположение меток компонентов *DA1* и *DA2* нас не устраивает, мы хотим, чтобы они были над символами компонентов, а не рядом с ними. Для этого выберите оба компонента, затем кликните правой кнопкой мыши по одному из них, и выберите «*Свойства*» из подменю. В появившемся диалоговом окне выберите закладку «*Надписи*» и в разделе «*Основная надпись*» выберите «*Выравнивание: Сверху и Отступ 5 мм*».

Если нам нужно видеть не только метки, но и имена этих операционных усилителей прямо на схеме. Для этого мы снова выберем эти компоненты (если они еще не выбраны), откроем диалоговое окно «Свойства» с помощью подменю, выберем закладку «Надписи» и в разделе «Дополнительная надпись» установим «Показывать: Имя» и «Выравнивание: По углу» (рис. 3.9).

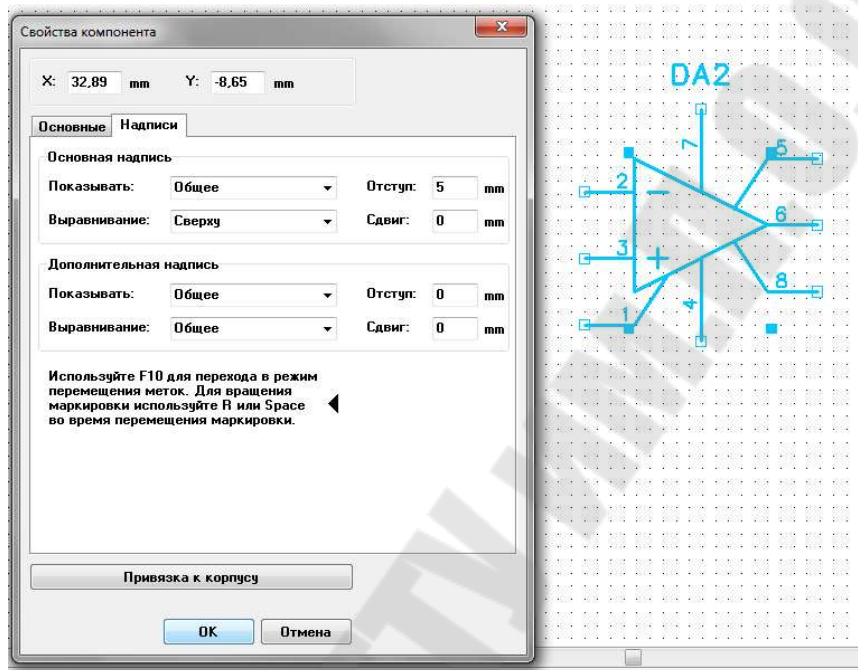


Рис. 3.9. Свойства компонента

Обратите внимание, что метки компонентов уже отображены в области построения, хотя мы их не выбирали, и в этих полях стоит значение «Общее». Это означает, что применяются параметры отображения по умолчанию, они установлены для всех компонентов схемы. Отображение метки компонента и является параметром по умолчанию.

Если необходимо более точно настроить положение маркировки по отношению к компоненту, в диалоговом окне «Свойства компонента» нажмите на черную стрелочку (Развернуть).

Если Вы не хотите видеть номера выводов компонентов на всей схеме, выберите «Вид/Номера выводов/Скрыть» в главном меню.

Если Вы хотите скрыть номера выводов на схеме только для определенных компонентов, кликните по ним правой кнопкой мыши, и выберите «Номера выводов» из подменю. Маркировки можно вращать во время их перемещения с помощью клавиш Пробел и R на клавиатуре.

Иногда автоматическими средствами не удается достичь желаемого расположения, поэтому маркировку любого компонента можно двигать прямо на схеме с помощью мыши. Выберите «*Вид/Надписи компонентов/Позиционирование F10*» с главного меню или нажмите F10 на клавиатуре.

Для доступа к всевозможным настройкам отображения маркировок по умолчанию обращайтесь к пункту главного меню «*Вид/Надписи компонентов*». Эти установки применяются ко всем компонентам на схеме, кроме тех, у которых выбраны пользовательские настройки.

Теперь давайте добавим значение сопротивления 10 к для всех резисторов на этой схеме.

Сейчас выберите четыре резистора (зажав левую кнопку, обрисуйте область выделения вокруг них), кликните правой кнопкой на одном из выделенных резисторов, выберите «*Свойства*» в подменю и введите «10к» в поле «*Значение*» на вкладке «*Основные*». Затем щелкните вкладку *Надписи* и выберите «*Основная надпись/Показывать: Значение*», затем «*Дополнительная надпись/Показывать: Метка*» и нажмите *OK*.

1.4.5. Установка оставшихся компонентов (конденсаторов, светодиодов и разъема)

Теперь выберите конденсатор CAP100RP из библиотеки *Discrete* и поместите его дважды в область построения схемы. Можете включить опцию отображения имен выводов и для этих компонентов. Так как символы конденсаторов невелики, возможно, придется изменить размер шрифта при отображении имен.

Теперь прокрутите список компонентов библиотеки *Discrete* немного ниже, чтобы найти компонент *LED* и установите два таких на схему. Затем измените их метки на «*LED1*» и «*LED2*» (для этого нужно кликнуть правой кнопкой по компоненту и выбрать самый верхний пункт из подменю), поверните эти компоненты, как показано на рисунке (нажмите *R* три раза). Наверняка Вам может понадобиться и подкорректировать положение и угол поворота непосредственно меток светодиодов, для этого воспользуйтесь инструментом F10. Теперь подключите светодиоды на схеме.

Подключите библиотеку *Con D-Sub* и установите разъем DB9F.

Если нам нужно зеркально отобразить какой либо компонент, то необходимо вернуться в режим «*По умолчанию*» (кликните правой

кнопкой на пустом месте), затем кликнуть правой кнопкой по компоненту и выбрать «*Отражение/Горизонтально*» или «*Отражение/Вертикально*» из подменю.

1.5. Создание связей

Создание связи между двумя выводами. Наведите курсор мыши на вывод, который Вы хотите соединить, кликните по нему один раз левой кнопкой, затем наведите мышь на другой вывод и кликните по нему, чтобы создать связь между компонентами.

DipTrace создает линии связей по умолчанию в автоматическом режиме, если Вы хотите полностью контролировать то, как рисуется линия связи между выводами, нужно в режиме «*Установка сетей*» на панели «*Установка связи*» выбрать «*Ручной*» в поле «*Режим Разводки*», или просто нажать *M* на клавиатуре.

Для перемещения компонента наведите курсор на него, нажмите левую кнопку и удерживая ее, двигайте компонент. В нужном положении отпустите кнопку.

Если Вы хотите переместить существующую линию связи, наведите на нее курсор, чтобы подсветить (программа покажет возможные направления перемещения), теперь нажмите и удерживайте левую кнопку мыши и переместите линию в новое положение.

Если Вы хотите удалить связь (участок между двумя узлами), наведите курсор на линию связи, нажмите правую кнопку мыши и выберите «*Удалить связь*». Для удаления участка связи выберите «*Удалить линию*» в подменю. Заметьте, что Вы можете использовать «*Шаг назад*» для возвращения к предыдущей версии схемы.

Обратите внимание, что в местах соединения двух проводов (линий связи) Вы должны обязательно видеть небольшие черные круги, если их нет, то провода не соединены.

1.6. Преобразование в плату

Сохраненные файлы Схемотехники *DipTrace* (*.dch) можно открывать в Редакторе Плат *PCB Layout*, но куда проще выбрать «*Файл/Преобразовать в плату*» из главного меню Схемотехники. В диалоговом окне Вы можете применить текущие правила схемы на плате, либо использовать настройки любой другой платы.

В случае некорректного выхода из программы, или если Вы случайно забыли сохранить схему в файле, можно попробовать восстановить схему, выбрав «Файл/Восстановить последний» из главного меню Схемотехники или Редактора Плат.

2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

2.1. Повторите пп. 1.1–1.6 и создайте схему, представленную на рис. 3.1, и преобразуйте в плату.

2.2. По аналогии с пп. 1.1–1.6 создайте схему в соответствии с индивидуальным заданием.

3. ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

3.1. Какие основные элементы содержит главное окно приложения Схемотехника?

3.2. Как установить размеры страницы и размещения рамки?

3.3. Как осуществляется подключение необходимых библиотек?

3.4. Как устанавливаются компоненты в область построения схемы?

3.5. Какими способами можно копировать компоненты?

3.6. Как осуществляется поиск компонента в библиотеке?

3.7. Как настраивается маркировка компонента?

3.8. Как осуществляется преобразование схемы в плату?

3.9. Создайте схему, указанную преподавателем, и преобразуйте в плату.

Практическое занятие № 4 СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Цель занятия: создание чертежей печатных плат в PCB Layout.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Преобразование схемы в плату

Для схемы на рис. 4.1 создадим печатную плату.

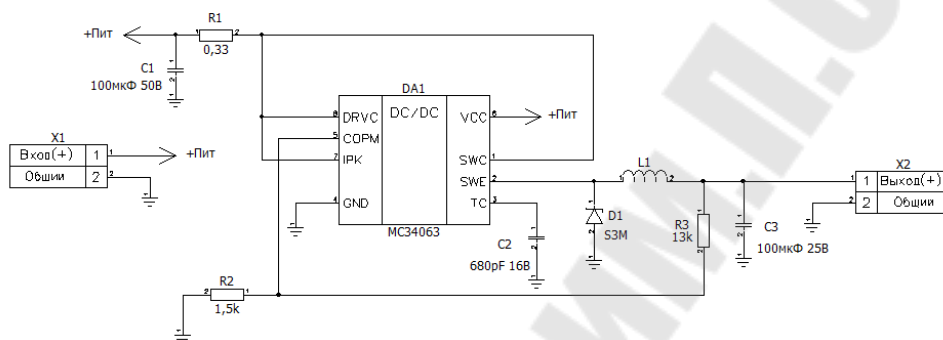


Рис. 4.1. Схема для создания печатной платы

Для начала создания печатной платы из файла схемы можно использовать сочетание клавиш *CTRL+B* или пункт меню *Файл-Преобразовать* в плату. После этого мы попадаем в инструмент для создания печатных плат *PCB Layout*.

1.2. Установка и редактирование границ платы

В начале процесса трассировки удобнее начать с определения границ платы. В большинстве случаев размеры платы строго определяются перед расстановкой компонентов и трассировкой. Границы простых по форме плат можно создавать прямо в *PCB Layout*. Но если форма платы достаточно сложная, и проблематично нарисовать ее в программе, лучше использовать DXF импорт. Создадим желаемые границы платы. Для удобства установим сетку, например, 5 мм.

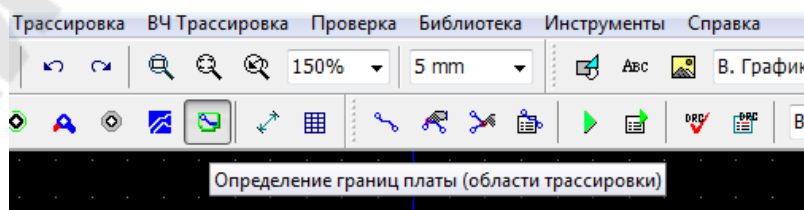


Рис. 4.2. Выбор установки границ платы

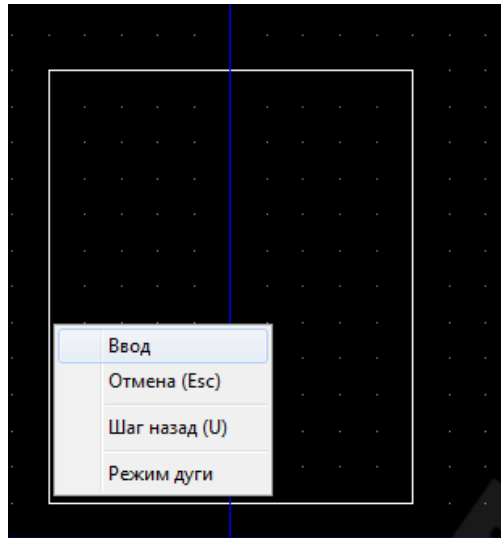


Рис. 4.3. Установка границ платы

Выберите «Объекты/Границы платы» (рис. 4.2) из главного меню или нажмите, щелкая левой кнопкой мыши, задайте углы платы, щелкните правой кнопкой для завершения полигона и выберите *Ввод* из подменю (рис. 4.3).

1.3. Позиционирование компонентов

Теперь приступим непосредственно к позиционированию компонентов (рис. 4.4) в соответствии с нашими предпочтениями и требованиями проекта. Зачастую компоненты питания группируются в одной части платы, а функциональные блоки – в другой. Если имеете дело с высокочастотными сетями, не забывайте соблюдать необходимые требования разводки и дифференциальные сигналы. Сейчас удобно использовать сетку размером 1 мм, Вы можете изменить размер сетки на панели инструментов по своему усмотрению. Для изменения единиц измерения выберите пункт «Вид Единицы измерения» из главного меню.

Перетаскивание компонентов в область построения выполняется левой кнопкой мыши. Для вращения компонентов на 90° во время перетаскивания, используйте горячие клавиши *R* или Пробел. Для того чтобы повернуть компонент на другой угол, кликните правой кнопкой мыши по нему и выберите пункт *Задать угол* или *Режим вращения* – повернуть компонент на точный угол либо визуально прямо в области построения. Если Вам мешают линии связи, их можно отключить на вкладке *Объекты менеджера проекта* (если он отсутствует, используйте *CTRL+2*).

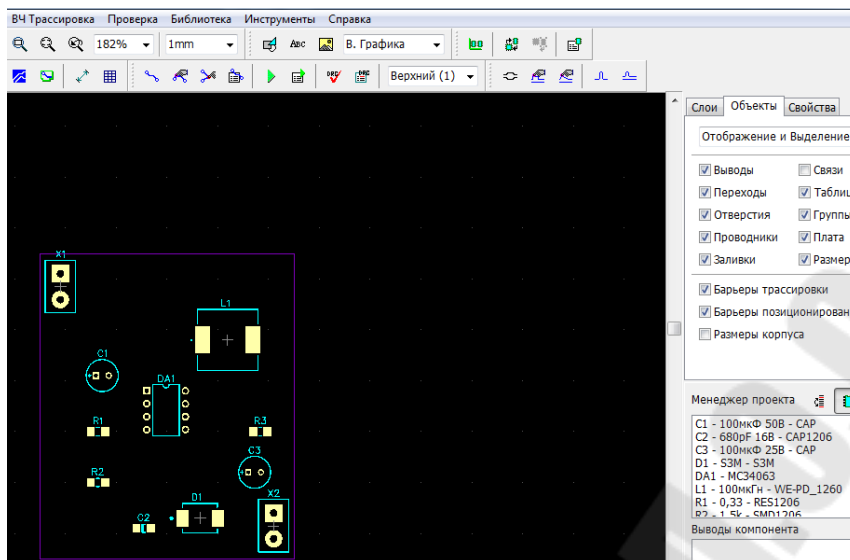


Рис. 4.4. Позиционирование компонентов

Для двухслойных плат удобно размещать компоненты с поверхностным монтажом на нижнем слое. Для перемещения на нижний слой кликните на компонент правой клавишей и выберите *изменить сторону* (рис. 4.5).

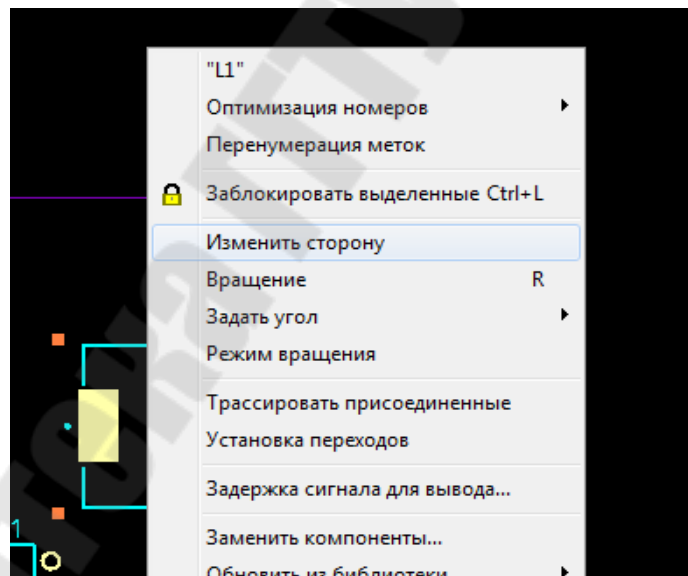


Рис. 4.5. Изменение стороны компонентов

Продолжайте позиционирование элементов схемы. Оптимальное позиционирование позволит упростить разводку платы.

В нашем случае после позиционирования можно уменьшить размеры платы. Уменьшение площади печатной платы приводит к уменьшению стоимости при ее производстве. Переместим края платы. Для

дополнительной проверки корректности позиционирования можно использовать инструмент *3D-предпросмотр* (рис. 4.6 и 4.7). Обращайте внимание на возможность монтажа элементов.

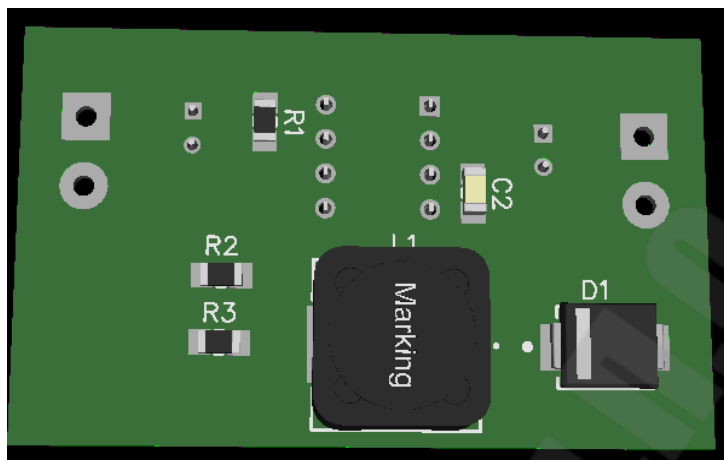


Рис. 4.6. 3D-предпросмотр – нижний слой

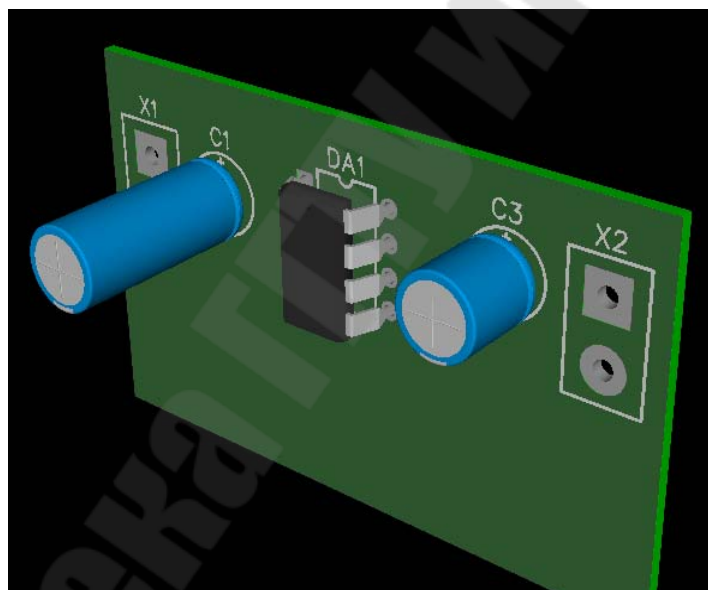


Рис. 4.7. 3D-предпросмотр – верхний слой

Простые проекты можно трассировать автоматически, но более сложные платы требуют ручной трассировки. В DipTrace можно использовать ручную трассировку вместе с автоматической на одной плате, это наиболее оптимальный вариант для больших сложных проектов, ведь важные сигнальные сети трассируются вручную, а все остальные – автотрассировщиком.

1.4. Использование ручной трассировки

Выполним ручную трассировку. Для ручной трассировки необходимо задать стандарты дорожек (рис. 4.8). Имя стандарта для удобства связывайте с шириной дорожки.

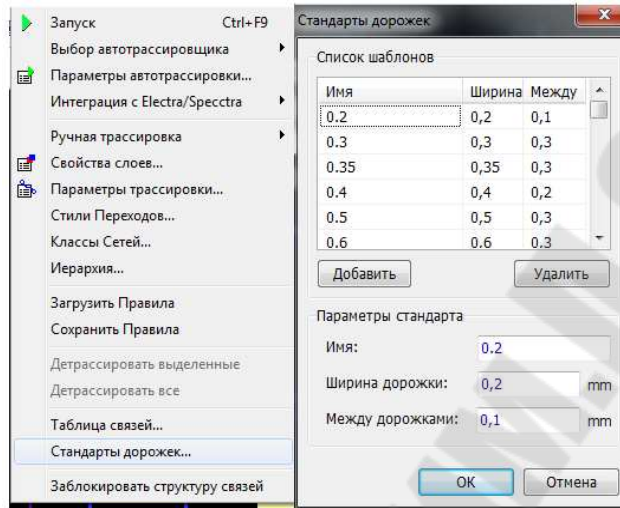


Рис. 4.8. Создание стандартов дорожек

Для удобства ручной трассировки можно изменить цвет дорожек сетей питания и земли (рис. 4.9).

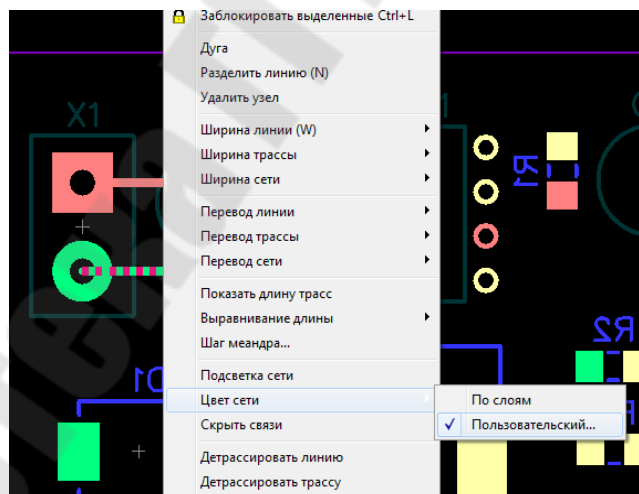


Рис. 4.9. Изменение цвета сети

Для изменения ширины линии выберите линию и нажмите клавишу *W*, из появившегося списка выберите необходимую ширину. В контекстном меню можно задать ширину всей трассы или сети (рис. 4.10).

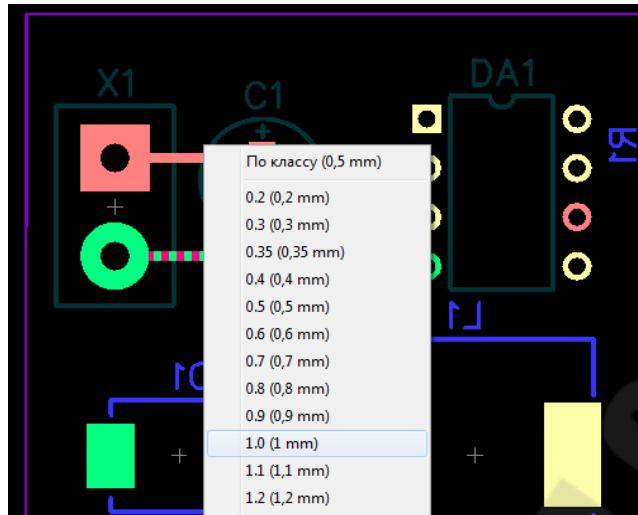


Рис. 4.10. Установка ширины линии

При создании сетей связь между элементами подсвечивается. Если необходимо, включите все связи на вкладке объекты менеджера проекта. Выполните все необходимые соединения.

1.5. Использование переходов

Зачастую невозможно использовать только один сигнальный слой. В таких случаях используют межслойные переходы. Настроим текущий стиль переходов (рис. 4.11). После установки переходов можно создать трассу на верхнем слое (рис. 4.12).

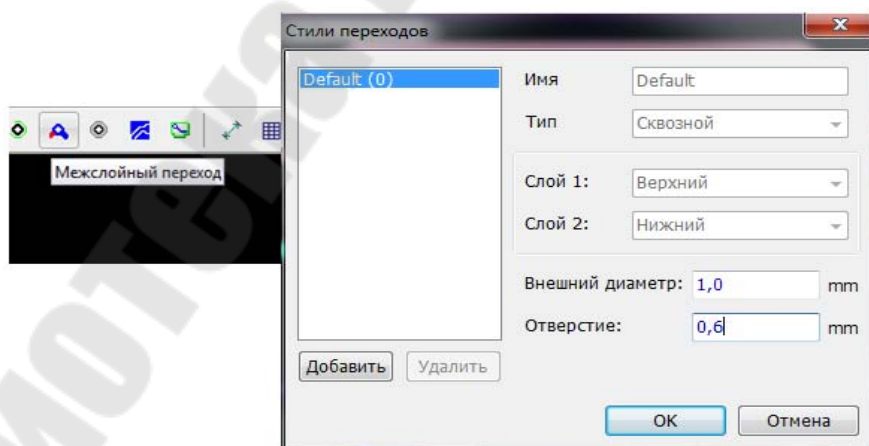


Рис. 4.11. Установка стиля переходов

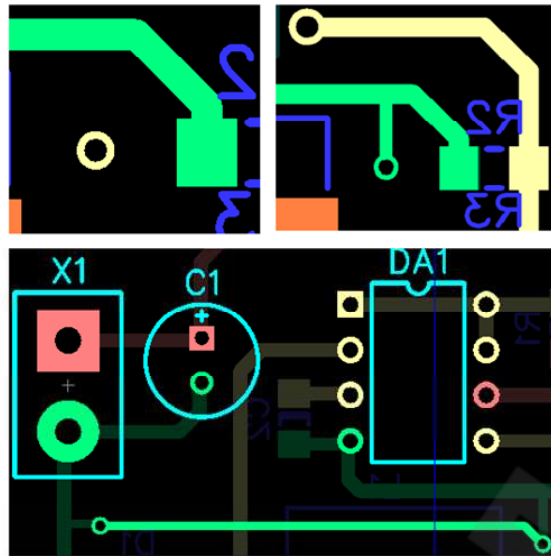


Рис. 4.12. Перевод трассы на противоположный слой

1.6. Использование проверки

После соединения всех дорожек (рис. 4.13) выполните проверку в меню *Проверка: Проверка целостности сетей* (рис. 4.14).

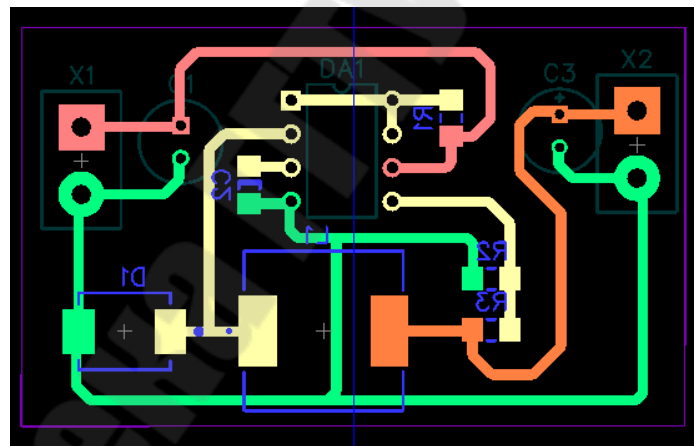


Рис. 4.13. Окончание процесса трассировки

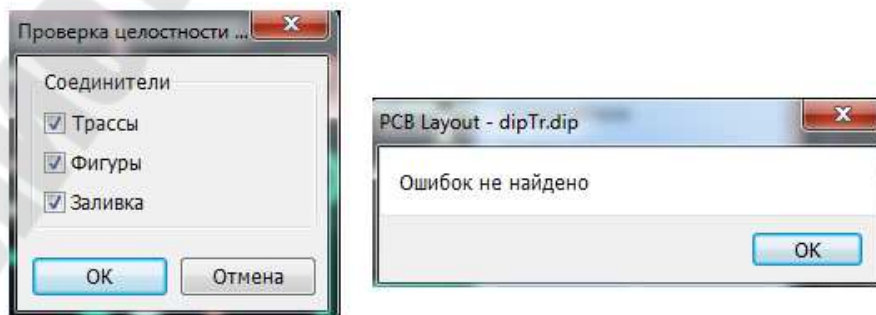


Рис. 4.14. Проверка на наличие ошибок

1.7. Использование заливки

Добавляем заливку пустых областей на каждый слой (рис. 4.15). В нашем примере соединяем ее с землей.

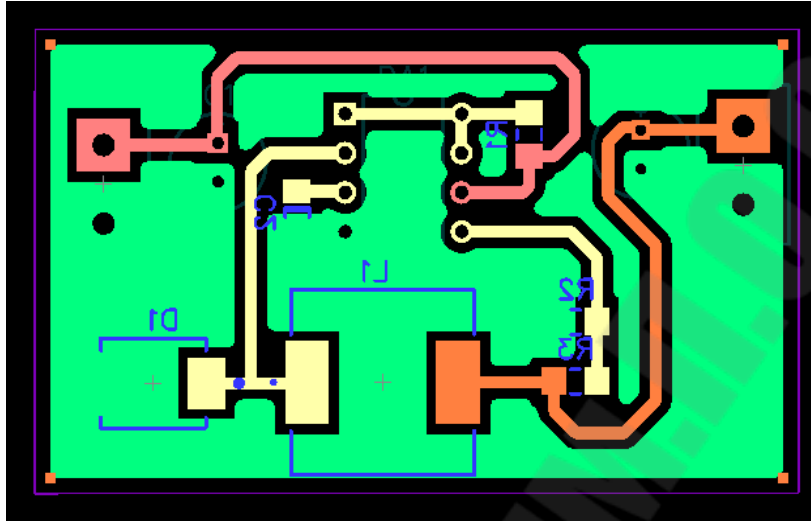


Рис. 4.15. Заливка пустых областей

После добавления заливки рекомендуется выполнить проверку еще раз.

1.8. Редактирование слоя маркировки

Выполните проверку готовности платы к заказу в меню *Файл: Заказать платы*. В случае ошибок следует их устранить. Зачастую маркировка компонентов налаживается на пятаки. Эта ошибка исправляется путем перемещения надписей на слое маркировки. Для входа (и выхода) в режим редактирования слоя маркировки нажмите F10 (рис. 4.16).

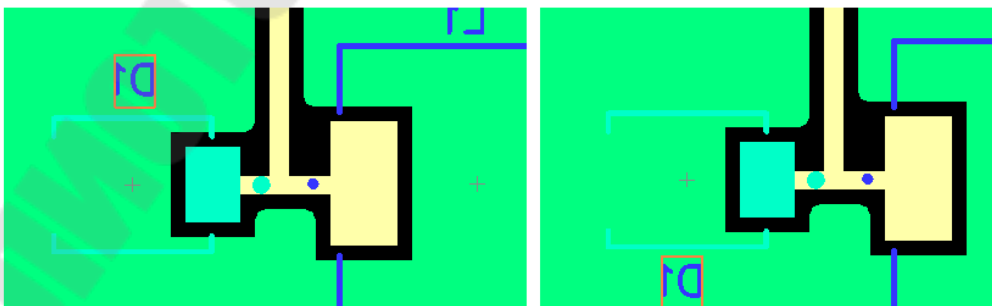


Рис. 4.16. Редактирование маркировки

2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

2.1. Используя рекомендации пп. 1.1–1.4, создайте чертеж печатной платы в ручном режиме из схемы в соответствии с индивидуальным заданием.

2.2. По аналогии с пп. 1.5–1.7 выполните заливку, проверку, редактирование маркировки.

3. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

3.1. Как создать стандарты дорожек?

3.2. Как отредактировать стиль переходов?

3.3. Как проверить плату на наличие ошибок?

3.4. Как выполнить соединение заливки с сетью?

Практическое занятие № 5

АВТОПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ И АВТОТРАССИРОВКА В САПР DIPTRACE

Цель занятия: создание чертежей печатных плат в PCB Layout с помощью авто-позиционирования и автотрассировки.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Использование модуля автопозиционирования

Продвинутые функции расстановки компонентов, а также встроенный модуль автопозиционирования делают процесс расстановки компонентов легким и быстрым. Процесс расстановки их вручную занимает много времени, но делать это вовсе необязательно. Сперва нужно установить плату, а потом компоненты можно будет организовать автоматически. Рассмотрим процесс авто-позиционирования и автотрассировки для схемы на рис. 5.1. Начинаем создание печатной платы. Для начала необходимо добавить границы платы (рис. 5.2).

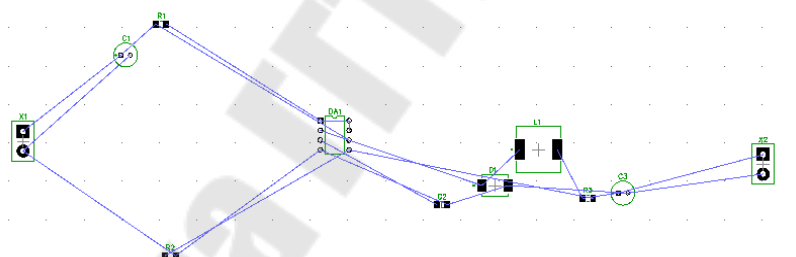


Рис. 5.1. Начало создания чертежа печатной платы

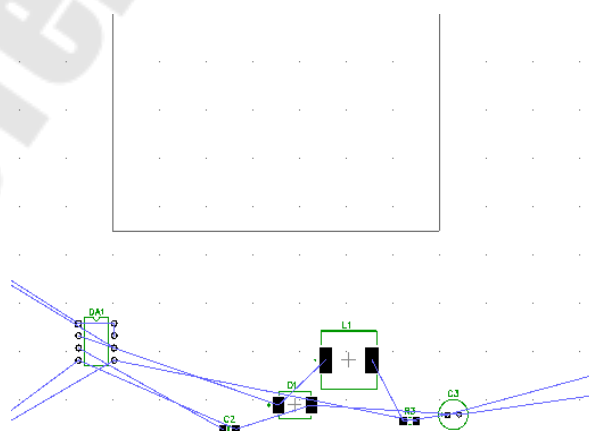


Рис. 5.2. Добавление границы платы

Выбираем «Позиционирование/Настройки позиционирования» из главного меню (рис. 5.3).

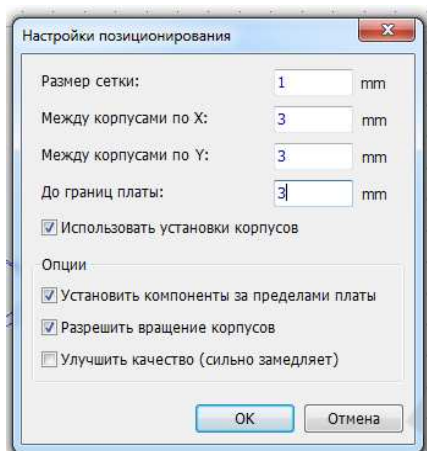


Рис. 5.3. Настройки позиционирования

Установите галочку *Позиционировать за пределами платы* для того, чтобы упорядочить компоненты возле границ платы. Выполняем позиционирование кнопкой на панели позиционирования или из главного меню выберите «Позиционирование/Упорядочить компоненты» (рис. 5.4).

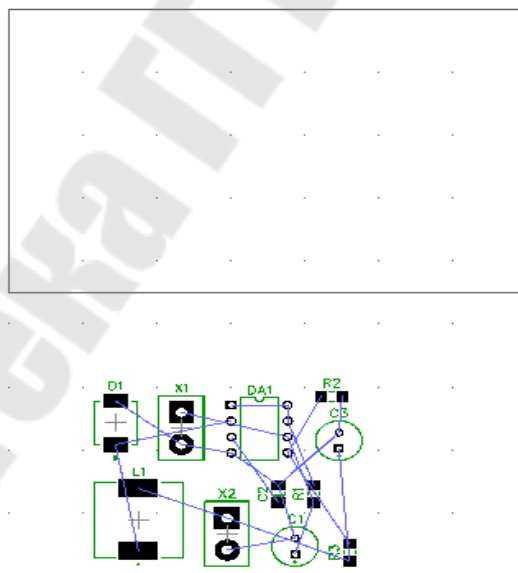


Рис. 5.4. Позиционирование за пределами платы

Функция работает моментально, поскольку компоненты просто упорядочены без просчета оптимальных расстояний между выводами сетей. Компоненты теперь находятся рядом с границей платы.

Несмотря на качественное автоматическое позиционирование, ручное расположение компонентов очень широко применяется на практике, поскольку зачастую не каждый компонент можно расположить в любом месте на плате. DipTrace позволяет использовать комбинацию автоматического и ручного позиционирования для достижения наилучших результатов и делает процесс ручного позиционирования максимально удобным благодаря специальным функциям. Одним из методов компоновки является «Позиционирование по списку». Выберите «Позиционирование/Позиционирование по списку» с главного меню, затем кликните левой кнопкой на нужном компоненте в списке и щелкните на плате в том месте, где нужно этот компонент установить. С помощью горячих клавиш *R* и *Пробел* компоненты можно вращать непосредственно перед установкой. Линии связи отображаются только для выбранного компонента, это позволяет более корректно оценить его позицию.

Некоторые компоненты требуют ручной установки. Установим вручную разъемы и конденсаторы на плату. Установленный на плату компонент исчезает из списка (там отображаются только компоненты, которые находятся за пределами платы) (рис. 5.5).

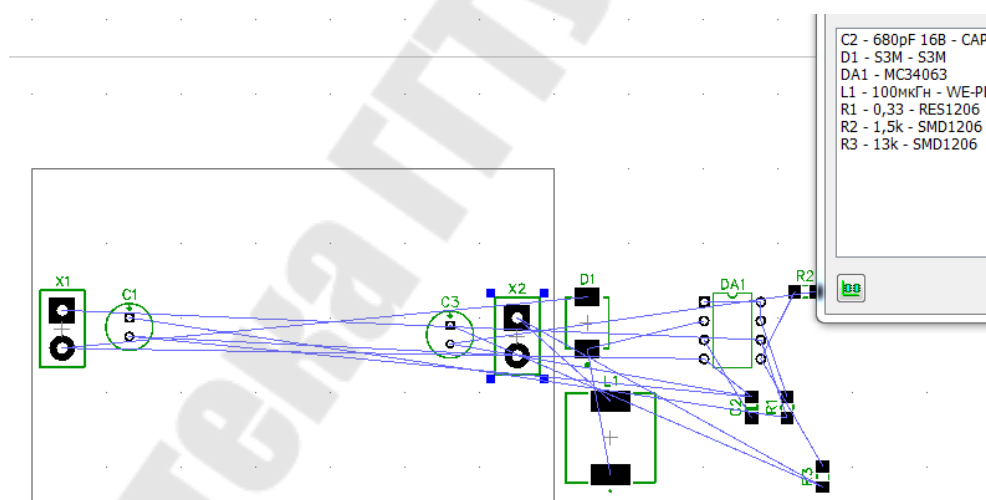


Рис. 5.5. Позиционирование по списку

Выберите все установленные на плату компоненты и заблокируйте их. Нажмите правой кнопкой на одном из выделенных компонентов и выберите *Заблокировать выделенные* из подменю, или нажмите *Ctrl+L*. Это необходимо, чтобы при автопозиционировании установленные элементы больше не перемещались (рис. 5.6).

Переведем компоненты с поверхностным монтажом на нижний слой (рис. 5.7). Теперь расставим все остальные компоненты автоматически с расстоянием 5 мм между ними. В настройках позиционирования снимаем галочку «Установка за пределами платы» (см. рис 5.3).

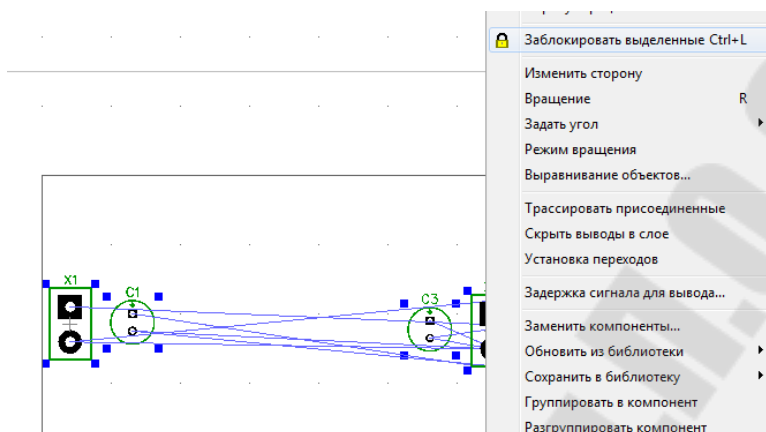


Рис. 5.6. Защита компонентов от перемещения

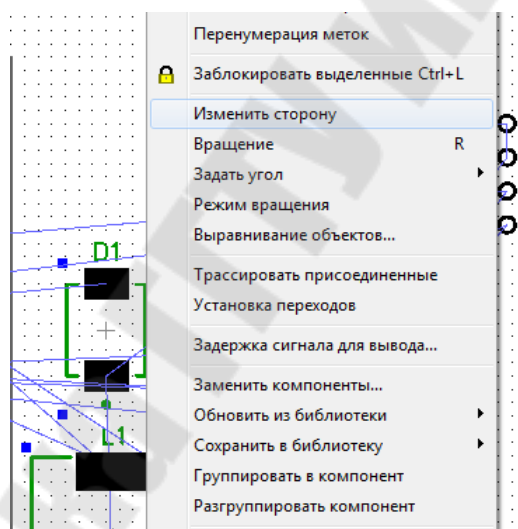


Рис. 5.7. Изменение стороны компонентов

Выберите «Позиционирование/Запуск автопозиционирования» в главном меню. DipTrace расположит компоненты на плате и найдет оптимальное положение для них, чтобы минимизировать общую длину связей (рис. 5.8). Разумеется, некоторые соединения не совсем удачны по длине, ведь мы установили несколько компонентов вручную. Возможно нужно изменить размер сетки в меньшую сторону. После автопозиционирования есть необходимость поправить расстановку компонентов вручную, но для больших проектов это займет меньше времени чем ручная расстановка.

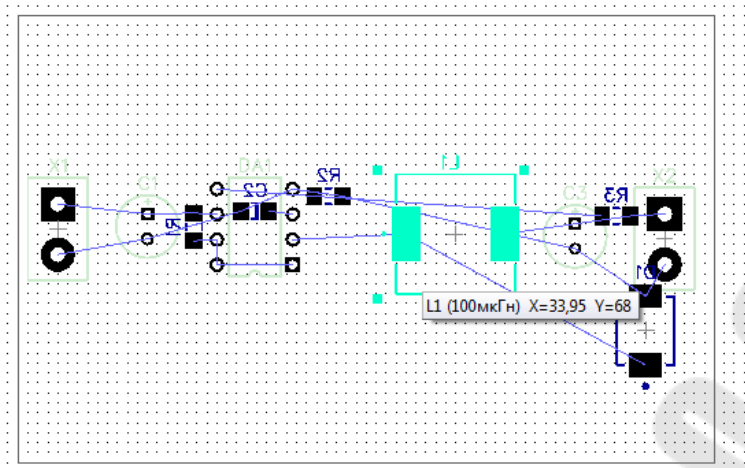


Рис. 5.8. Результат автопозиционирования

Автоматически позиционировать все компоненты возможно лишь в идеальном случае, в реальной жизни всегда есть компоненты, положение которых четко определено с самого начала.

1.2. Использование автотрассировки

Перед началом автотрассировки проверяем свойства переходных отверстий «Трассировка/Стили Переходов». Для данного проекта вполне достаточно одного стиля. В данном примере межслойные переходы имеют ширину 1,2 мм с отверстием 0,6 мм.

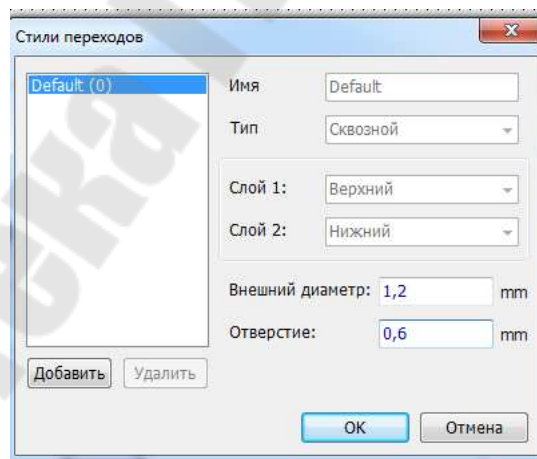


Рис. 5.9. Редактирование свойства переходных отверстий

Теперь необходимо создать отдельный класс для сетей питания и земли (POWER), поскольку нужно, чтобы дорожки этих сетей были немного шире чем остальные. Выбираем «Трассировка/Классы Сетей»

из главного меню. В появившемся диалоговом окне понятно, что все сети на данный момент принадлежат к классу Default. Нажмите *Добавить* и создайте новый класс (POWER) со следующими настройками: *Ширина трассы: 0,6 мм, Зазор: 0,6 мм*. Выбираем питающие сети – сети 0, 1, 4 – из списка всех сетей в правом нижнем углу окна классов сетей и добавляем их в класс POWER (рис. 5.10).

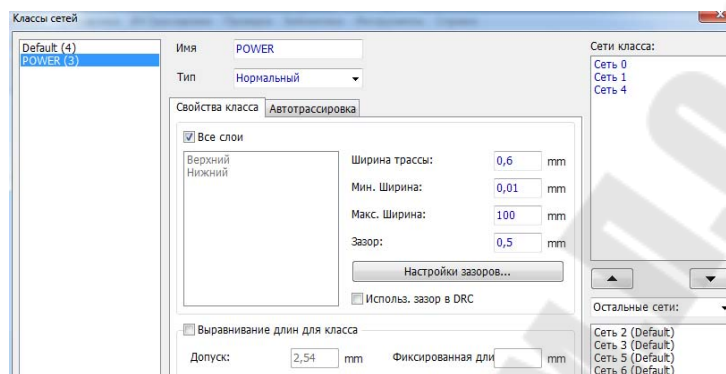


Рис. 5.10. Создание отдельного класса для сетей

Теперь выберите Default класс сетей и установите для него ширину трасс 0,4 мм, зазор между трассами 0,4 мм. Теперь нажимаем *Ctrl+F9* или на *Панели трассировки*, чтобы запустить автотрассировщик. Через несколько секунд Вы получите результат (рис. 5.11).

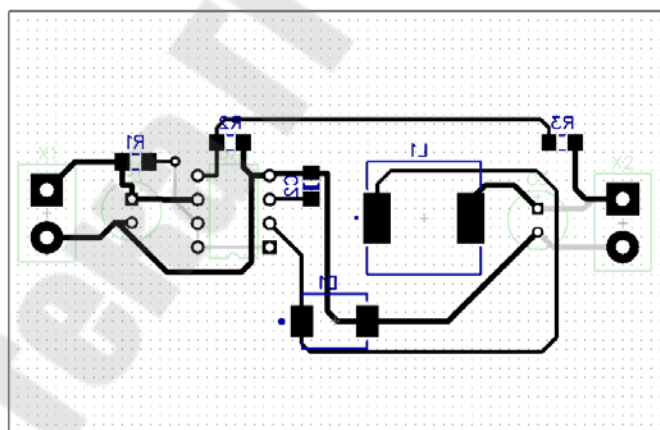


Рис. 5.11. Результат автотрассировки

Описание настроек автотрассировщика есть в файлах справки для PCB Layout. Если плата не разводится полностью, отмените трассировку и поменяйте ширину трасс или зазоры, расстановку элементов и другие настройки, затем попробуйте еще раз. Проект простой, поэтому никаких проблем не должно возникнуть.

2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

- 2.1. Используя рекомендации п. 1.1, выполните позиционирование.
- 2.2. По аналогии с п. 1.2 выполните автотрассировку схемы.

3. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- 3.1. Как и для чего выполняется блокировка компонента?
- 3.2. В каких случаях рациональнее выполнять автотрассировку и автопозиционирование?
- 3.3. Как и для чего создается класс сетей?

Практическое занятие № 6 СОЗДАНИЕ GERBER-ФАЙЛОВ

Цель занятия: создание Gerber-файлов в PCB Layout

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Создание Gerber-файлов

Gerber-файлы принимают почти все производители плат в мире. Выберите «Файл/Экспорт/Gerber» из главного меню. В диалоговом окне выберите слои платы (используйте *Ctrl* и *Shift* для выбора нескольких слоев) и затем поставьте галочки объектов, которые должны быть включены в выбранный слой при его экспорте в *Gerber* (рис. 6.1).

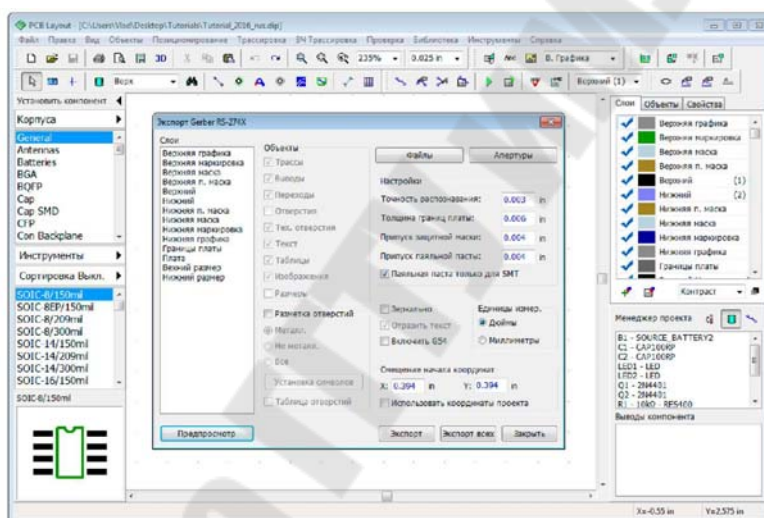


Рис. 6.1. Экспорт файлов

Нажмите кнопку *Предпросмотр*, чтобы увидеть слой в том виде, в котором он будет экспортирован. В отличие от DXF каждый слой платы нужно сохранять отдельно (один слой – один файл). Ниже показан предпросмотр нижнего слоя платы нашего проекта при экспорте в Gerber (рис. 6.2). В окне предпросмотра можно приближать и масштабировать. Нажмите *Заккрыть*, чтобы закрыть предпросмотр.

Нажмите *Экспорт всех* и программа автоматически сохранит Gerber-файлы для всех слоев платы. Помните, что кроме Gerber-файлов производитель плат обязательно потребует и *N/C Drill файлы сверловки*, поэтому не забудьте экспортировать их перед отправкой заказа.

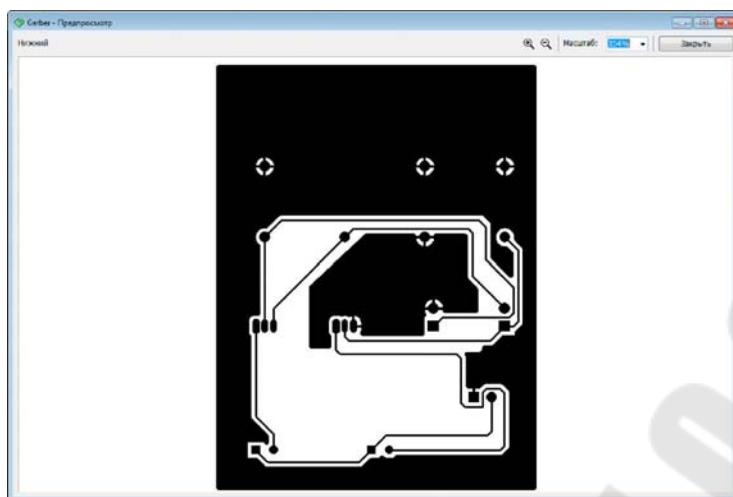


Рис. 6.2. Предпросмотр Gerber-файлов

Рассмотрим Слои в Gerber-файлах.

1. *Верхняя графика* – это слой с дополнительной информацией, он включает все фигуры (тексты), расположенные в слое Верхняя графика, а также объекты, указанные в главном меню «Вид/Слой графики». Если запустить предварительный просмотр для нашей платы, то этот слой будет пустой (при условии, что настройки «Вид/Слой графики» по умолчанию).

2. *Верхняя маркировка* – этот слой включает шелкографию корпусов и прочие фигуры и текст в слое Верхняя маркировка. Не меняя настроек, перейдите в предпросмотр. Если Вы используете TrueType шрифты и не видите текст или видите его с искажениями (в зависимости от шрифта и его размера), нужно немного уменьшить параметр *Точность распознавания* (но не делайте его слишком малым).

3. *Верхняя маска* – это слой защитной маски. Он создается автоматически на основании размеров контактных площадок, их настроек и параметра *Принуск защитной маски* в окне экспорта Gerber. Слой также включает фигуры, установленные в слое Верхняя маска. Если Вы хотите, чтобы переходные отверстия были покрыты защитной маской, уберите галочку *Переходы* в разделе *Объекты*. Если для некоторых контактных площадок нужно, чтобы их защитная маска отличалась от стандартной, в области разработки щелкните по выводу правой кнопкой и выберите *Свойства маски и припоя* с целью установления частных настроек для контактной площадки.

4. *Верхняя п. маска* – слой паяльной пасты или припоя. Он нужен для автоматической пайки элементов на плату. Обычно используется только для поверхностных площадок, поэтому выберите опцию *Паяльная маска только для SMT*.

5. *Сигнальные слои (Верхний, Нижний и т. д.)* – это слои медных проводников. Для этих слоев обязательно должна стоять галочка *Переходы* в разделе *Объекты*.

Можете включить галочку *Отверстия* в разделе *Объекты* только если собираетесь сверлить отверстия вручную (а не промышленно). Если опция *Отверстия* будет активна, то Gerber-файл будет иметь два слоя: один будет содержать основную часть графики, второй – вырезы в местах расположения отверстий.

6. *Нижняя п. маска, Нижняя маска, Нижняя Маркировка и Нижняя графика* – это аналоги слоев с таким же названием на верхней стороне платы. По умолчанию текстовые объекты на нижней стороне отражаются (смотрите опцию «Вид/Отразить текст автоматически» в главном меню), однако если эта опция отключена, то можно отразить текст вручную (нажать *Отразить текст*).

7. *Границы платы* – включают контуры платы и вырезы в плате в виде линий выбранной ширины.

8. *Плата* – плата в виде залитого полигона.

9. *Верхний размер и Нижний размер* – слои, в которых располагаются все размеры, указанные в области разработки. В нашем случае размеры отсутствуют, поэтому слои пусты. Не все слои необходимы для производства платы, все зависит от проекта и заказываемых у производителя опций.

Некоторые производители могут требовать специальный файл разметки отверстий (иногда Символы сверловки) в виде Gerber-файла. Для этого поставьте галочку *Разметка* отверстий в диалоговом окне *Экспорт Gerber RS-274X*, затем нажмите *Установка символов*. Для каждого типа отверстий в правой части диалогового окна нужно выбрать собственный специальный символ или нажать *Авто*, чтобы символы назначились автоматически (рис. 6.3). Теперь закройте это окно.

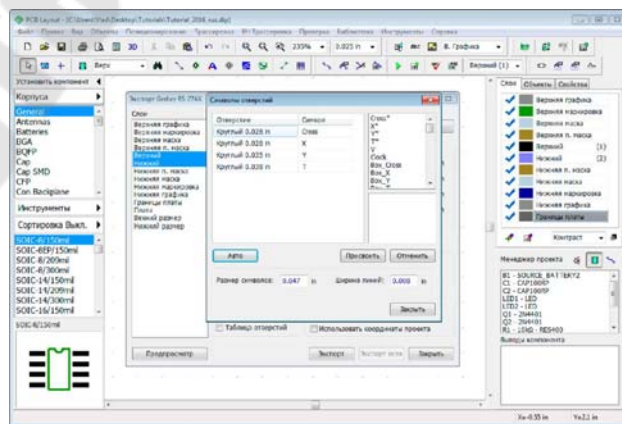


Рис. 6.3. Экспорт файлов

Поставьте галочку *Таблица* отверстий в окне *Экспорт Gerber RS-274X* и нажмите *Предпросмотр*. Вы увидите разметку отверстий в виде назначенных символов и таблицу соответствия (рис. 6.4).

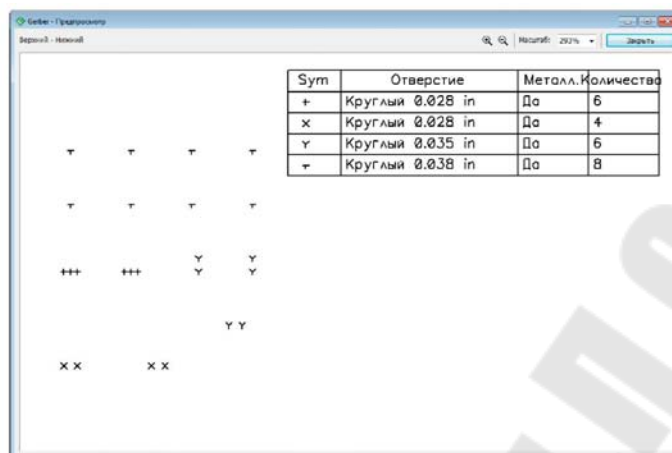


Рис. 6.4. Экспорт файлов

Закройте предпросмотр и нажмите *Экспорт*, чтобы сохранить разметку отверстий в *Gerber*-файле. Если апертуры не назначены, то программа предложит сделать это автоматически.

2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

2.1. Используя рекомендации п. 1.1, выполните *Экспорт* всех необходимых для производства ПП файлов.

3. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- 3.1. Какие слои нужны для производства печатной платы?
- 3.2. Какую информацию содержит файл сверловки?

ЛИТЕРАТУРА

1. Резисторы : справочник / В. В. Дубровский [и др.] ; под ред. И. И. Четверткова и В. М. Терехова. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1991. – 528 с.
2. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА : справочник / Н. Н. Акимов [и др.]. – Минск : Беларусь, 1994. – 591 с.
3. Полупроводниковые приборы. Транзисторы малой мощности : справочник / А. А. Зайцев [и др.] ; под ред. А. В. Голомедова. – М. : Радио и связь, 1989. – 384 с.
4. Полупроводниковые приборы. Транзисторы средней и большой мощности : справочник / А. А. Зайцев [и др.] ; под ред. А. В. Голомедова. – М. : Радио и связь, 1989. – 640 с.
5. ГОСТ 2.728–74. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.
6. ГОСТ 2.743–91. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.
7. ГОСТ 2.730–73. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Полупроводниковые приборы.
8. ГОСТ 2.755–87. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы и устройства коммутации.
9. ГОСТ 2.759–82. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.
10. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы : справочник / С. В. Якубовский [и др.]. – М. : Радио и связь, 1990. – 496 с.

Содержание

Предисловие.....	3
<i>Практическое занятие № 1. Создание библиотеки корпусов</i>	<i>4</i>
<i>Практическое занятие № 2. Создание компонентов (условных графических обозначений).....</i>	<i>15</i>
<i>Практическое занятие № 3. Создание схемы электрической принципиальной</i>	<i>33</i>
<i>Практическое занятие № 4. Создание чертежей печатной платы.....</i>	<i>45</i>
<i>Практическое занятие № 5. Автопозиционирование и автотрассировка в САПР DipTrace</i>	<i>54</i>
<i>Практическое занятие № 6. Создание Gerber-файлов</i>	<i>61</i>

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Захаренко Леонид Александрович
Мельников Антон Васильевич

КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Практикум
по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-53 01 07 «Информационные
технологии и управление в технических системах»
дневной формы обучения

Электронный аналог печатного издания

Редактор
Компьютерная верстка

Т. Н. Мисюрова
Н. Б. Козловская

Подписано в печать 14.04.20.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 4,42.

Изд. № 5.

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение
Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого.
Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя
печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.
пр. Октября, 48, 246746, г. Гомель