

### 1.1. Исходные данные для проектирования

Дан фрагмент электрической принципиальной схемы, включающий основные электро-радиоэлементы, применяемые в современной радиоэлектронной аппаратуре: микросхемы, транзистор, диод, резистор, конденсатор, катушку индуктивности, электрический соединитель (рис. 1.2). При этом известно, что схема реализована на микросхемах типа К511ПУ2 и 133ЛА6, транзисторе КТ3102Г, диоде КД403А, резисторах ОМЛТ-0,125 (с номиналами 2,4 кОм, 10 кОм и 120 кОм), конденсаторах К73-15 и К10-43А, катушке индуктивности Д1-1.2-1 и электрическом соединителе ОН-КС-10.

Требуется разработать узел печатной платы с использованием системы DipTrace.

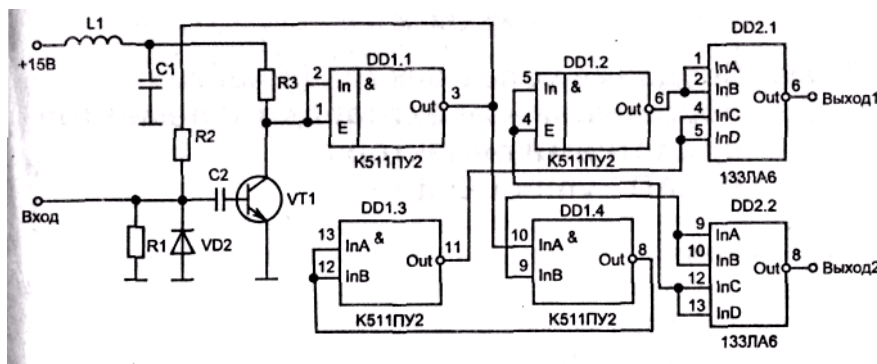


Рис. 1.2

Необходимо выполнить этот проект в соответствии с порядком, указанным в п. 1.2. При этом каждая процедура проектирования рассмотрена в отдельном разделе.

### 1.5. Порядок проектирования печатных плат

Проектировщик узла ПП РЭС обычно вместе с техническим заданием на проектирование получает на бумажном носителе и исходную электрическую схему. При этом состав электронной библиотеки с условными схемными обозначениями элементов в проектном подразделении может быть либо неполным, либо вообще отсутствовать. В этом случае такая библиотека должна пополняться силами сотрудников самого подразделения. Поэтому проектировщик должен владеть всем арсеналом средств системы (от создания условных графических элементов схем до получения рисунка печатной платы) и уметь в нужный момент использовать тот или иной программный модуль.

Порядок выполнения следующий.

1. Создание условных графических обозначений отдельных элементов электрических схем с помощью редактора символов.
2. Разработка посадочных мест для всех конструктивных электро-

радиоэлементов (ЭРЭ) электрической принципиальной схемы с помощью редактора корпусов.

3. Упаковка выводов конструктивных элементов (перенос схемы на ПП).

4. Разработка схемы электрической принципиальной с помощью графического редактора.

5. Формирование контура печатной платы и размещение конструктивных элементов на ней с помощью графического редактора печатных плат.

6. Трассировка проводников печатных плат.

## **2. Создание условных графических обозначений электро-радиоэлементов средствами редактора DipTrace Component Editor**

**Цель занятия** — изучение методики разработки символов электро-радиоэлементов средствами редактора **DipTrace Component Editor**; овладение практическими навыками создания условных графических обозначений (УГО) элементов электрических схем.

### **2.1. Общие сведения о графическом редакторе DipTrace Component Editor**

Графический редактор **DipTrace Component Editor** содержит набор команд, позволяющих создавать символы ЭРЭ. Symbol Editor работает с файлами (.eli). Запускается программа нажатием кнопки «Пуск» с последующим выполнением команд «Программы», «DipTrace» и «Component Editor». Экран графического редактора **DipTrace Component Editor** представлен на рис. 1.1.1.

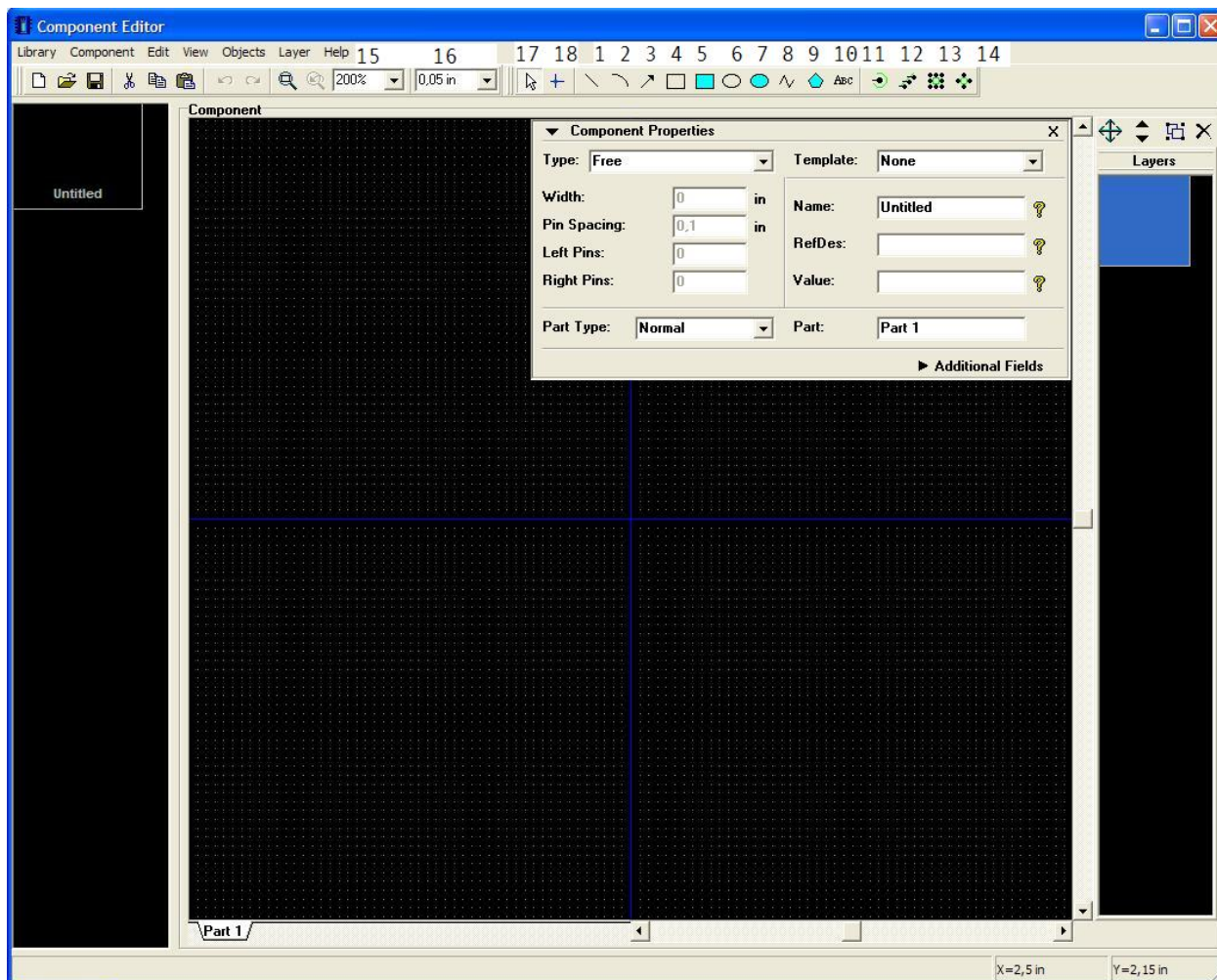


Рис. 1.1.1.

Пиктограммы меню инструментов следующие:

1. Line — размещение линии;
2. Arc — размещение дуги;
3. Arrow — размещение стрелки;
4. Rectangle — размещение прямоугольника;
5. Filled Rectangle — размещение заполненного прямоугольника;
6. Ellipse — размещение эллипса;
7. Filled Ellipse — размещение заполненного эллипса;
8. Polyline — размещение ломанной линии;
9. Polygon — размещение полигона;
10. Text — размещение текста;
11. Pin — размещение вывода;
12. Pin Line — размещение линии выводов;
13. Pin Rectangle — размещение прямоугольника выводов;
14. Pin Circle — размещение круга выводов;
15. Scale — размер рабочей области;
16. Grid Size — размер сетки;
17. Default Mode — режим мыши;
18. Define Origin — размещение начала системы координат.

### 2.1.1. Создание библиотеки электро-радиоэлементов

В процессе разработки печатной платы нам понадобится библиотека, в которой будут храниться упакованные библиотечные элементы (библиотек может быть и несколько, но в данной работе вполне достаточно одной).

Библиотека создается следующим образом.

- \* Выполняется команда Library New(Новая библиотека).
- \* В окне Library команда “Library Name and Hint...” задается имя библиотеки и подсказка .
- \* В окне Component команда “Add New to Library” для добавления нового элемента.
- \* Нажимается кнопка Save вводится имя файла \*.eli.

## 2.2. Создание условного графического обозначения микросхемы К511ПУ2

В микросхему К511ПУ2 входят два логических элемента «2И-НЕ» и два «НЕ» с расширением по «И», поэтому необходимо отдельно создать УГО элемента «2И-НЕ» и «НЕ-И», а также источник питания

### 2.2.1. Порядок создания условного графического обозначения элемента «НЕ-И»

Для создания УГО элемента «НЕ-И» необходимо:

- Запустить программу Component Editor. И выполнить настройку среды.
- В меню View найти Units (Единицы измерения) выбрать миллиметры (mm) как единицу измерения.
- В том же меню найти “Customize Grid...” удалить все и установить сетки с шагом 2,5 мм и 1 мм.
- Нарисовать прямоугольный контур УГО логического элемента «НЕ-И» размером 20х20 мм.

Для этого необходимо выполнить команду **Line (Линия)**. Установить курсор в точку с координатами (9; 25) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку с координатами (9; 5) и щелкнуть два раза ЛК. Переставить курсор в точку с координатами (29; 5) и вновь два раза щелкнуть ЛК. Затем перевести курсор в точку с координатами (29; 25) и щелкнуть два раза ЛК. И, наконец, переместить курсор снова

в точку с координатами (9; 25), щелкнуть ЛК.

Либо выполнить команду **Rectangle (прямоугольник)**. Установить курсор в точку с координатами (9; 5) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку с координатами (29; 25) и щелкнуть ЛК. Получаем квадрат.

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.

Теперь в квадрате надо провести вертикальную линию. Для этого установить курсор в точку (14; 25) и щелкнуть ЛК. Переставить курсор в точку с координатами (14; 5) и вновь щелкнуть ЛК, а затем ПК. Получили квадрат, представленный на рис. 1.1.2.

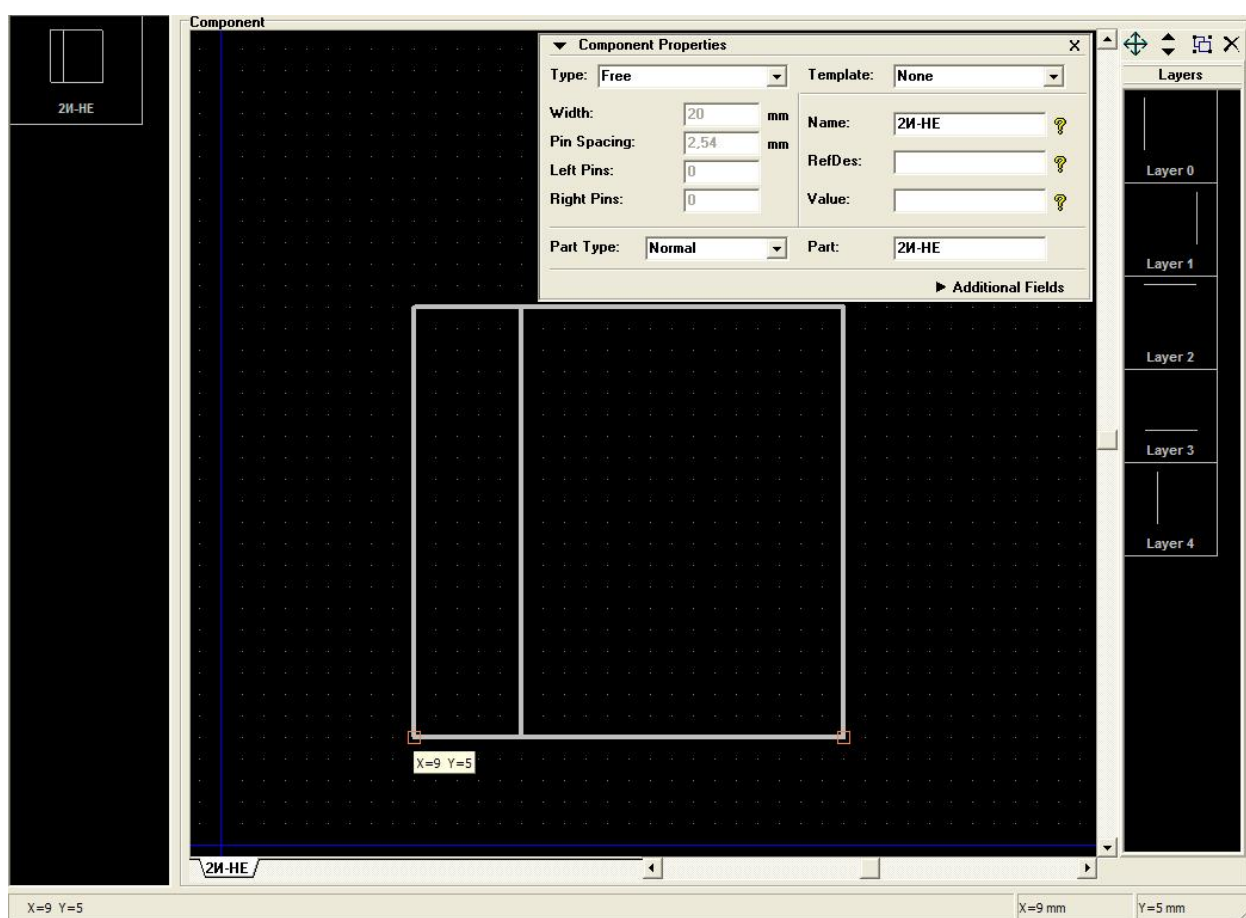


Рис. 1.1.2.

- Проставить выводы логического элемента.

Входные выводы установить слева, а выходные — справа.

Для этого выполнить команду Pin (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (9; 20), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение None (Нет), Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — In. В поле Number ввести номер вывода — 2. Нажать на кнопку ОК (рис. 1.1.3.).

Поставить входной вывод с именем Е и номером 1 по координатам (9;10).

Сформировать выходной вывод.

Для этого выполнить команду Pin (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (29; 15), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение **Dot**, Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — Out. В поле Number ввести номер вывода — 3. Нажать на кнопку ОК. Развернуть элемент на 180°. Щелкнуть по элементу правой клавишей и выбрать Rotate (горячие клавиши Ctrl+R).

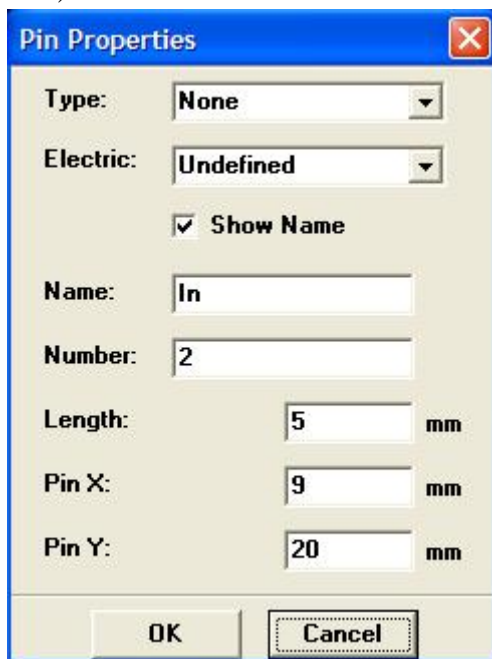


Рис. 1.1.3.

- Нанести надпись

Выполнить команду **Text** (Нанесение надписи). Перевести курсор в точку с координатами (16; 22) и щелкнуть ЛК. Откроется диалоговое окно Place Text, в нем в поле Text набрать символ **&**. Нажать Enter.

- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Для этого в окне Component Properties в поле Name ввести K511ПУ2. В Поле Part можно оставить Part 1, либо ввести НЕ-И 1.
- Выполнить команду Save.
- Нарисовать второй логический элемент НЕ-И. Для этого создать новую часть микросхемы. Кликнуть ПК по НЕ-И 1 и выбрать Add (рис 1.1.4.).



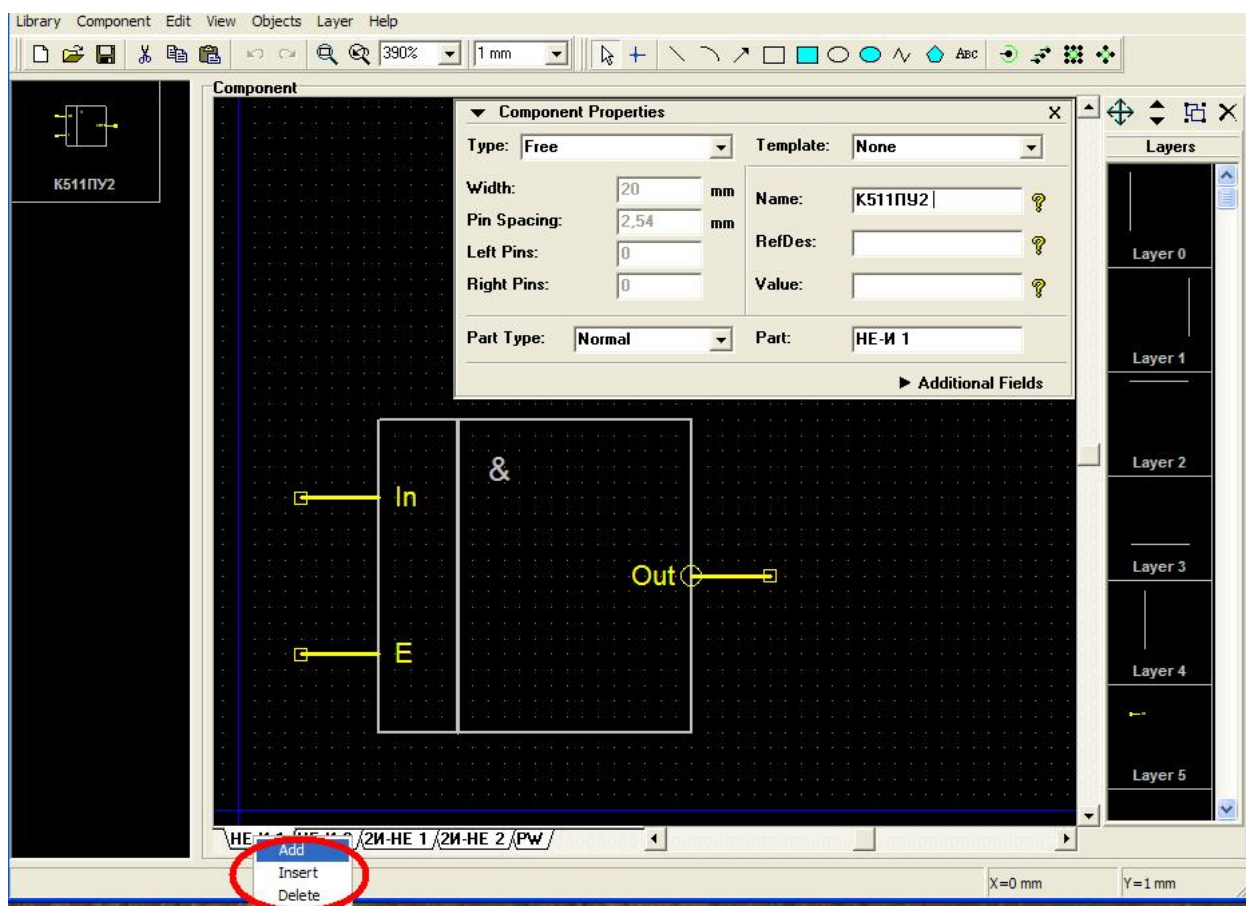


Рис. 1.1.4.

### 1.2.2. Порядок создания условного графического обозначения элемента «2И-НЕ»

- Проверить настройки среды (см.1.2.1.).
- Нарисовать прямоугольный контур УГО логического элемента «2И-НЕ» размером 15x20 мм.

Для чего выполнить команду **Line**. Установить курсор в точку с координатами (7; 25) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку с координатами (7; 5) и щелкнуть два раза ЛК. Переставить курсор в точку с координатами (22; 5) и вновь два раза щелкнуть ЛК. Снова перевести курсор в точку с координатами (22; 25) и щелкнуть два раза ЛК. И, наконец, переместив курсор в точку с координатами (7; 25), щелкнуть ЛК. Получили прямоугольник.

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.
- Проставить выводы логического элемента.

Входные выводы установить слева, а выходные — справа.

Для этого выполнить команду **Pin** (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (7; 20), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину

вывода 5 мм. В области Type установить значение None (Нет), Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — InA. В поле Number ввести номер вывода — 1. Нажать на кнопку ОК.

Поставить входной вывод с именем InB и номером 2 по координатам (7;10).

Сформировать выходной вывод.

Для этого выполнить команду **Pin** (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (22; 15), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение Dot, Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — Out. В поле Number ввести номер вывода — 3. Нажать на кнопку ОК. Развернуть элемент на 180°. Щелкнуть по элементу правой клавишей и выбрать Rotate (горячие клавиши Ctrl+R).

- Нанести надпись

Выполнить команду **Text** (Нанесение надписи). Перевести курсор в точку с координатами (12; 20) и щелкнуть ЛК. Откроется диалоговое окно Place Text, в нем в поле Text набрать символ **&**. Нажать Enter.

- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Проверить в окне Component Properties в поле Name должно быть введено K511ПУ2. В Поле Part можно оставить Part 1, либо ввести 2И-НЕ 1.
- Выполнить команду Save.
- Нарисовать второй логический элемент 2И-НЕ. Для этого создать новую часть микросхемы. Кликнуть ПК по 2И-НЕ 1 и выбрать Add (рис 1.1.5.).



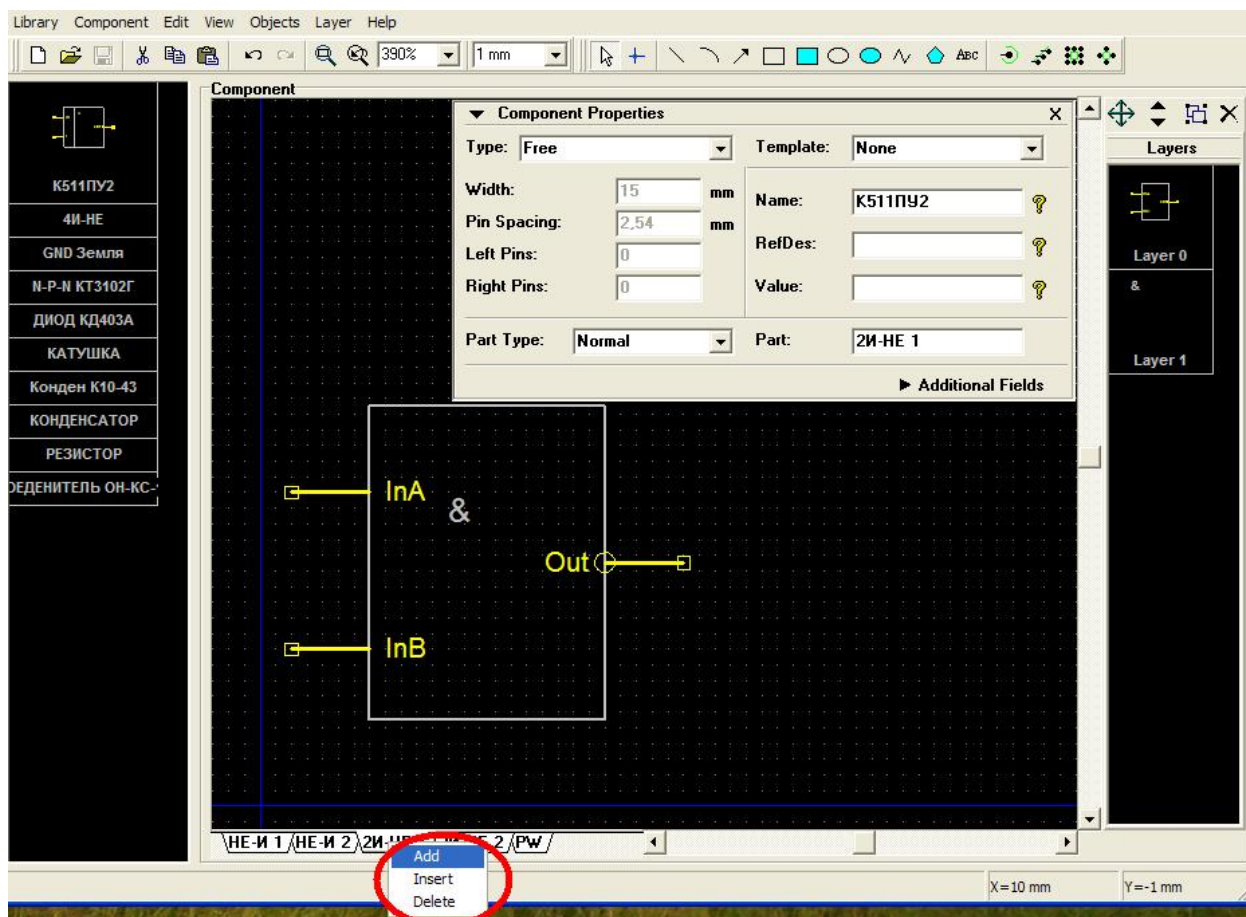


Рис. 1.1.5.

### 1.2.3. Порядок создания условного графического обозначения элемента «PW»

- Проверить настройки среды (см.1.2.1.).
- Создать новую часть микросхемы. Кликнуть ПК по 2И-НЕ 2 и выбрать Add (рис 1.1.5.).
- Нарисовать прямоугольный контур УГО логического элемента «2И-НЕ» размером 8x8 мм.

Для чего выполнить команду **Line**. Установить курсор в точку с координатами (7; 10) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку с координатами (7; 2) и щелкнуть два раза ЛК. Переставить курсор в точку с координатами (15; 2) и вновь два раза щелкнуть ЛК. Снова перевести курсор в точку с координатами (15; 10) и щелкнуть два раза ЛК. И, наконец, переместив курсор в точку с координатами (7; 10), щелкнуть ЛК. Получили прямоугольник.

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.
- Проставить выводы логического элемента. Потребуется установить сетку 0.5 мм.

Входные выводы установить слева.

Для этого выполнить команду **Pin** (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (7; 7,5), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение None (Нет), Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — V. В поле Number ввести номер вывода — 14. Нажать на кнопку OK.

Поставить входной вывод с именем GND (земля) и номером 7 по координатам (7;4,5) (рис. 1.1.6.).

- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Проверить в окне Component Properties в поле Name должно быть введено K511ПУ2. В Поле Part ввести PW.
- Выполнить команду Save.

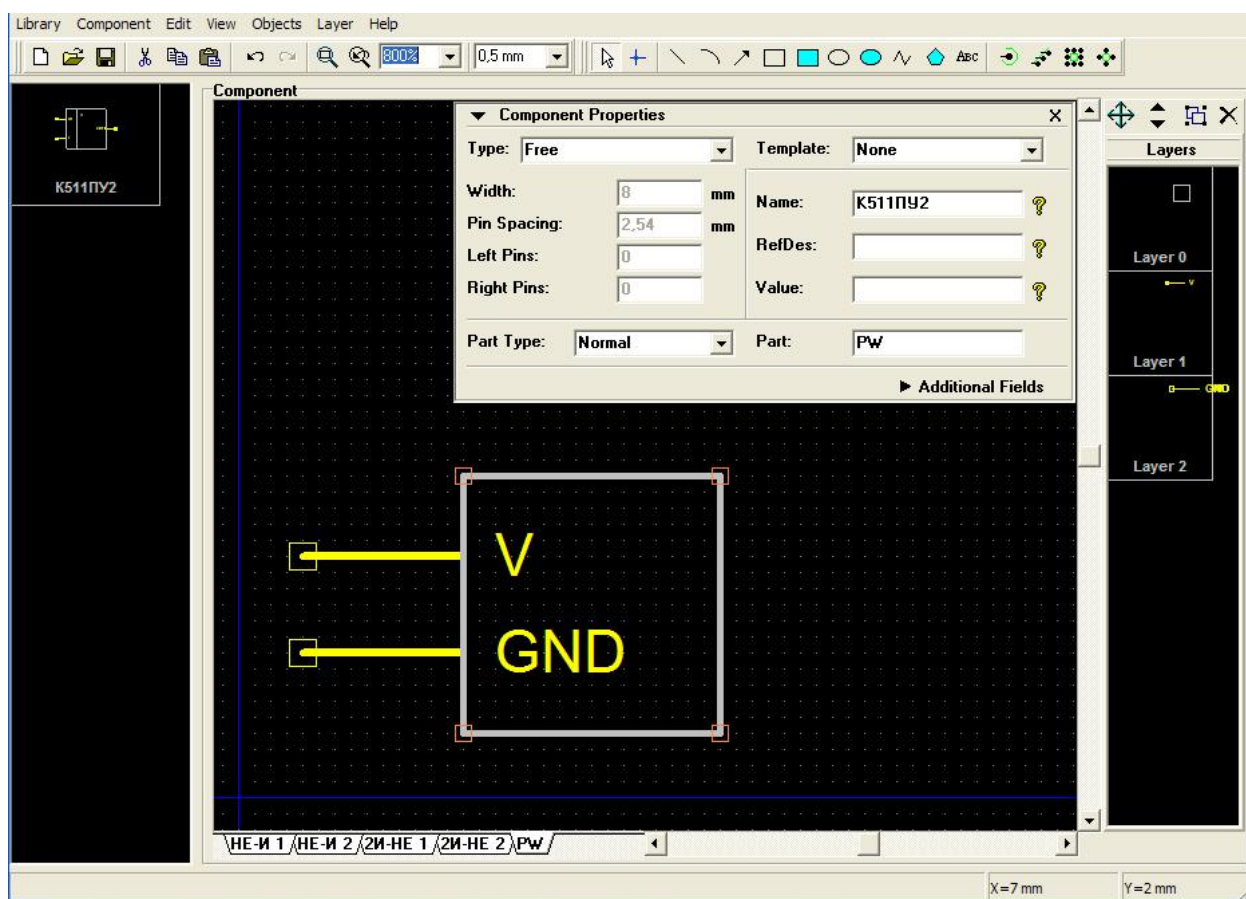


Рис. 1.1.6.

## 2.3. Создание условного графического обозначения микросхемы 133ЛА6

В микросхему 133ЛА6 входят два логических элемента «4И-НЕ». Необходимо создать УГО элемента «4И-НЕ».

### 2.3.1. Порядок создания условного графического обозначения элемента «4И-НЕ»

Для создания УГО элемента «4И-НЕ» необходимо:

- Запустить программу Component Editor. И выполнить настройку среды.
- В меню View найти Units (Единицы измерения) выбрать миллиметры (mm) как единицу измерения.
- В том же меню найти “Customize Grid...” удалить все и установить сетки с шагом 2,5 мм и 1 мм.
- Нарисовать прямоугольный контур УГО логического элемента «4И-НЕ» размером 15x20 мм.

Для этого необходимо выполнить команду **Line (Линия)**. Установить курсор в точку с координатами (15; 35) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку с координатами (15; 15) и два раза щелкнуть ЛК. Переставить курсор в точку с координатами (30; 15) и вновь щелкнуть два раза ЛК. Затем перевести курсор в точку с координатами (30; 35) и два раза щелкнуть ЛК. И, наконец, переместить курсор снова в точку с координатами (15; 35), щелкнуть ЛК.

Либо выполнить команду **Rectangle (прямоугольник)**. Установить курсор в точку с координатами (15; 15) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку с координатами (30; 35) и щелкнуть ЛК. Получаем прямоугольник.

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.
- Проставить выводы логического элемента.

Входные выводы установить слева, а выходные — справа.

Для этого выполнить команду Pin (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (15; 32,5), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение None (Нет), Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — InA. В поле Number ввести номер вывода — 2. Нажать на кнопку ОК (рис. 1.1.3.).

Поставить второй входной вывод с именем InB и номером 2 по координатам (15;27,5).

Поставить третий входной вывод с именем InC и номером 3 по координатам (15;22,5).

Поставить четвёртый входной вывод с именем InB и номером 4 по координатам (15;17,5).

Сформировать выходной вывод.

Для этого выполнить команду Pin (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (30; 25), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение **Dot**, Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — Out. В поле

Number ввести номер вывода — 6. Нажать на кнопку ОК. Развернуть элемент на 180°. Щелкнуть по элементу правой клавишей и выбрать Rotate (горячие клавиши Ctrl+R).

- Нанести надпись

Выполнить команду **Text** (Нанесение надписи). Перевести курсор в точку с координатами (20; 32,5) и щелкнуть ЛК. Откроется диалоговое окно Place Text, в нем в поле Text набрать символ **&**. Нажать Enter.

- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Для этого в окне Component Properties в поле Name ввести 133ЛА6. В Поле Part можно оставить Part 1, либо ввести 4И-НЕ 1.
- Выполнить команду Save.
- Нарисовать второй логический элемент 4И-НЕ. Для этого создать новую часть микросхемы. Кликнуть ПК по 4И-НЕ 1 и выбрать Add (рис 1.1.7.).
- Нарисовать источник питания (PW) (см. 1.2.3.).

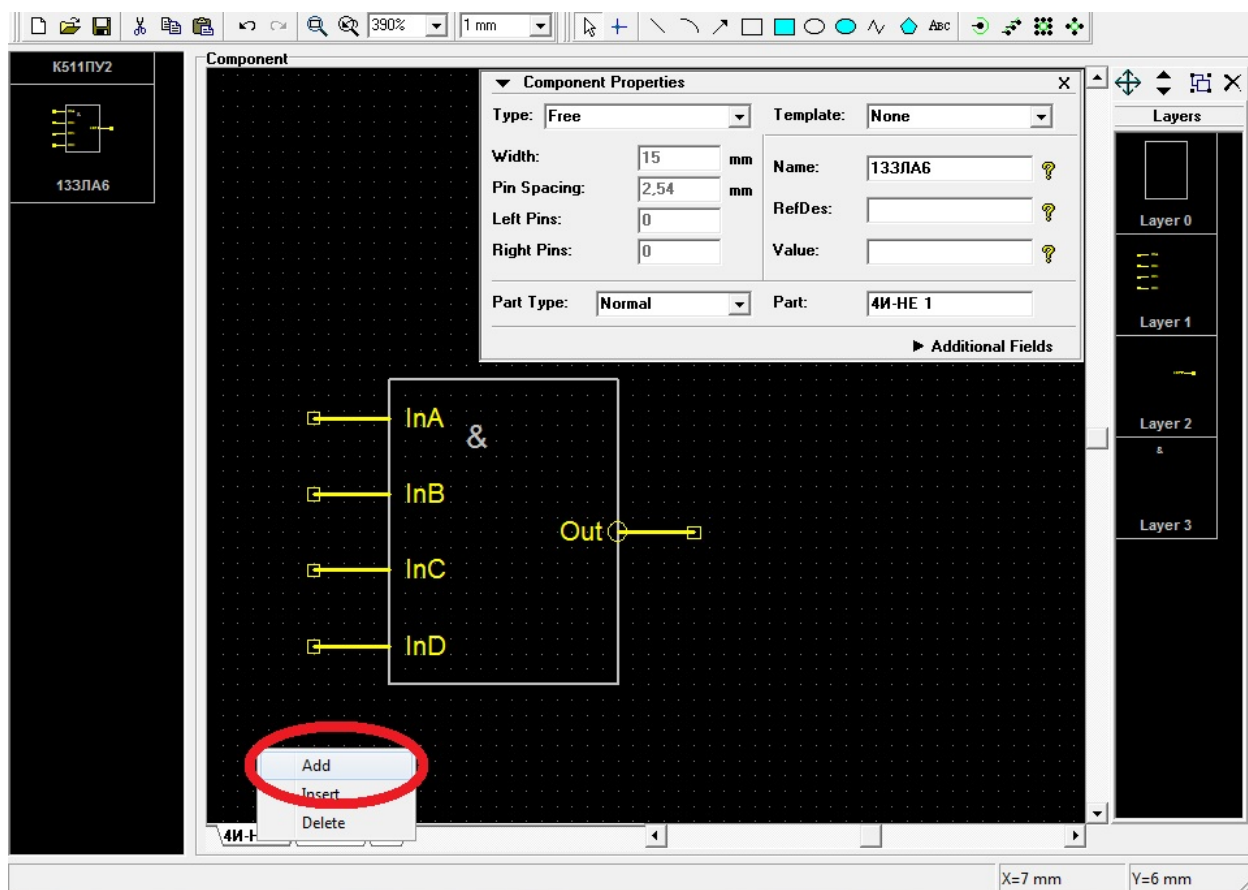


Рис. 1.1.7.

## 2.4. Создание УГО транзистора КТ3102Г

- Запустить программу Component Editor. И выполнить настройку среды.
- В меню View найти Units (Единицы измерения) выбрать миллиметры (mm) как единицу измерения.
- В том же меню найти “Customize Grid...” удалить все и установить сетки с шагом 2 мм, 0,5 мм и 0,05 мм.
- Нарисовать круглый контур УГО транзистора диаметром 10 мм.

Для этого необходимо выполнить команду **Ellipse (Эллипс)**. Установить курсор в точку с координатами (10; 10) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку с координатами (20; 20) и щелкнуть ЛК

- Нарисовать условное обозначение транзистора.

Для чего выполнить команду **Line** и последовательно начертить вначале базу, затем коллектор и, наконец, эмиттер.

Для базы (вертикальная линия): установить курсор в точку с координатами (12,5; 17,5) и щелкнуть ЛК. Перевести его в точку (12,5; 12,5) и щелкнуть ЛК, а затем ПК. Горизонтальную линию — курсор установить в точку с координатами (10; 15), щелкнуть ЛК, затем перевести курсор в точку (12,5; 15), вновь щелкнуть ЛК и ПК.

Для коллектора: установить курсор в точку с координатами (12,5; 16,25) и щелкнуть ЛК. Перевести его в точку (16,25; 18,75) и щелкнуть ЛК, затем ПК.

И, наконец, для эмиттера — установив курсор в точку с координатами (20; 13) (12,5; 13,75), щелкнуть ЛК, перевести его в точку (16,25; 11,25) и щелкнуть ЛК, а затем ПК.

Нарисовать стрелку эмиттера. Для этого текущую сетку установить с шагом 0,05 мм. Выполнить команду **Arrow (стрела)**. Курсор установить в точку с координатами (16,25; 11,25), щелкнуть ЛК, перевести курсор в точку (12,5; 13,75) и щелкнуть ЛК.

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.
- Проставить выводы логического элемента.

Для этого выполнить команду **Pin (Вывод)**. После этого установить курсор в точку с координатами (10; 15), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно **Pin Properties**. В нем в поле **Length (Длина)** задать длину вывода 5 мм. В области **Type** установить значение **None (Нет)**, **Electric — Undefined**. Поставить галочку **Show Name**. В поле **Name** ввести имя вывода — **В (база)**. В поле **Number** ввести номер вывода — **1**. Нажать на кнопку **OK** (рис. 1.1.8.).

Поставить второй вывод с именем **К (коллектор)** и номером **2** по координатам

(16,25;18,75).

Поставить третий вывод с именем Е (эмиттер) и номером 3 по координатам (16,25;11,25).

- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Для этого в окне Component Properties в поле Name ввести КТ3102Г.
- Выполнить команду Save.

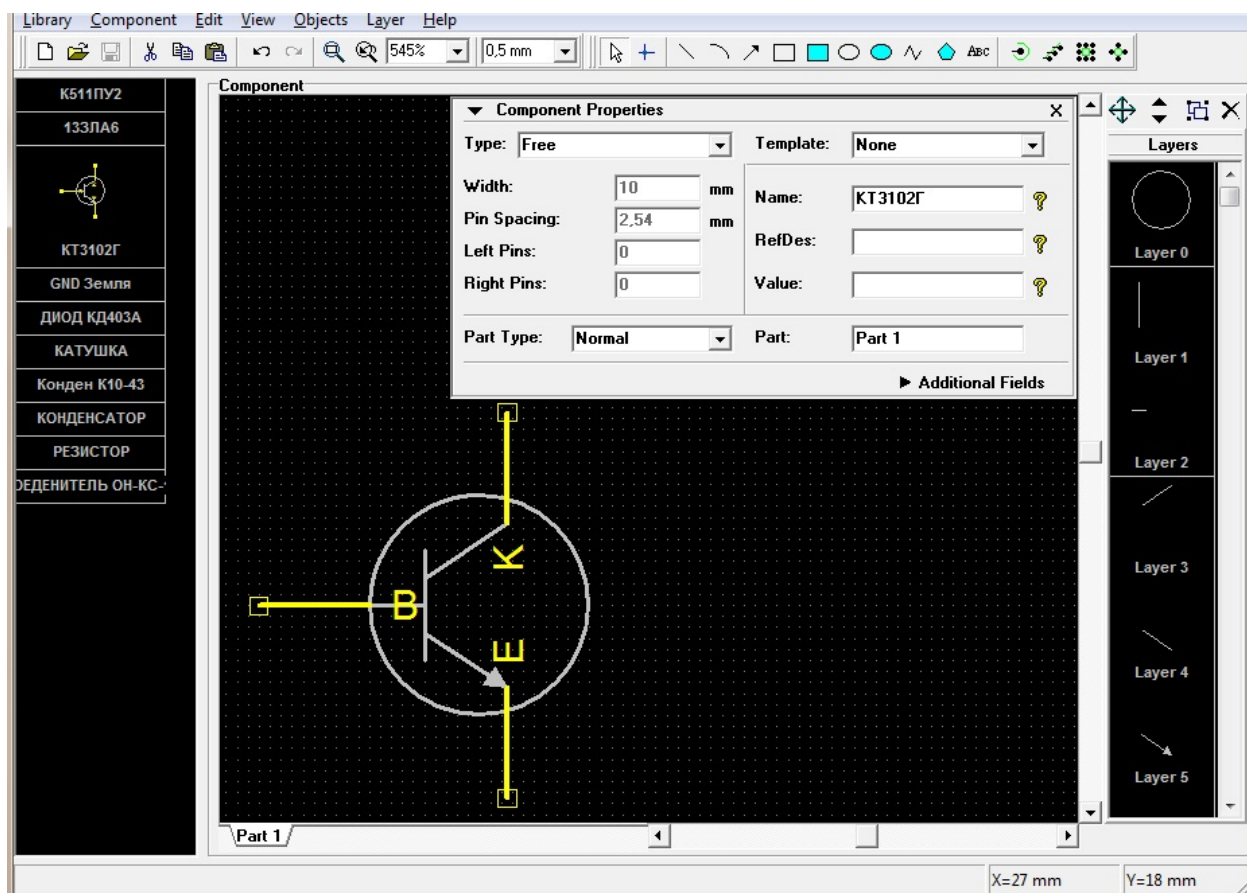


Рис. 1.1.8.

## 2.5. Создание УГО диода КД403А

- Начнём рисовать условное обозначение диода с прорисовки треугольника.

Для этого необходимо выполнить команду **Line** (текущая сетка должна быть с шагом 0,5 мм). Установить курсор в точку с координатами (20; 34) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку с координатами (20; 29) и два раза щелкнуть ЛК. Затем, переставив курсор в точку (24; 31,5), щелкнуть два раза ЛК. Поместить курсор в точку с координатами (20; 31,5) и щелкнуть ЛК. Вновь установить курсор в точку (20; 34) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (24; 31,5) и щелкнуть ЛК, а затем ПК.



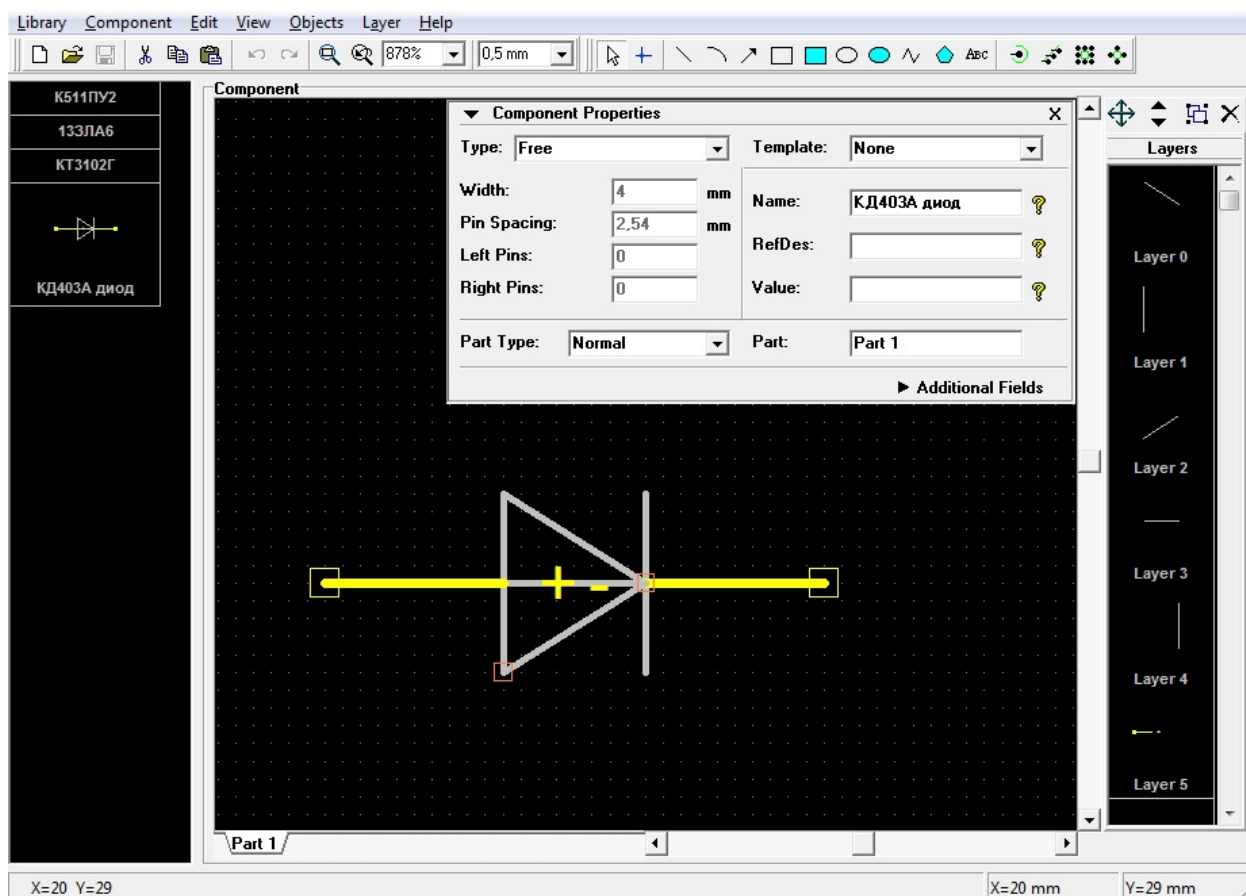
Теперь проводим вертикальную линию. Для этого надо установить курсор в точку с координатами (24; 34) и щелкнуть ЛК. Переведя курсор в точку (24; 29), щелкнуть сначала ЛК, а затем ПК Получили изображение диода.

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.
- Проставить выводы элемента.

Для этого выполнить команду Pin (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (20; 31,5), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение None (Нет), Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — “+”. В поле Number ввести номер вывода — 1. Нажать на кнопку ОК.

Поставить второй вывод с именем “-” и номером 2 по координатам (24;31,5). Развернуть элемент на 180°. Щелкнуть по элементу правой клавишей и выбрать Rotate (горячие клавиши Ctrl+R).

- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Для этого в окне Component Properties в поле Name ввести КД403А диод (рис. 1.1.9.).
- Выполнить команду Save.



## 2.6. Создание УГО резистора

- Начнём рисовать прямоугольный контур УГО.

Для этого необходимо выполнить команду Line (текущая сетка должна быть с шагом 1 мм). Установить курсор в 1-ю точку (14; 20) прямоугольника и щелкнуть ЛК. Перевести курсор во 2-ю точку (14; 16), щелкнуть два раза ЛК. Далее сдвинуть курсор в 3-ю точку (24; 16), щелкнуть два раза ЛК. Затем в 4-ю — (24; 20), щелкнуть два раза ЛК. И снова перевести курсор в 1-ю точку (14; 20), щелкнуть ЛК, а затем ПК.

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.
- Проставить выводы.

Для этого выполнить команду Pin (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (14; 18), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение None (Нет), Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — 1. В поле Number ввести номер вывода — 1. Нажать на кнопку ОК.

Поставить второй вывод с именем “2” и номером 2 по координатам (24; 18). Развернуть элемент на 180°. Щелкнуть по элементу правой клавишей и выбрать Rotate (горячие клавиши Ctrl+R).

- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Для этого в окне Component Properties в поле Name ввести резистор (рис. 1.1.10.).
- Выполнить команду Save.

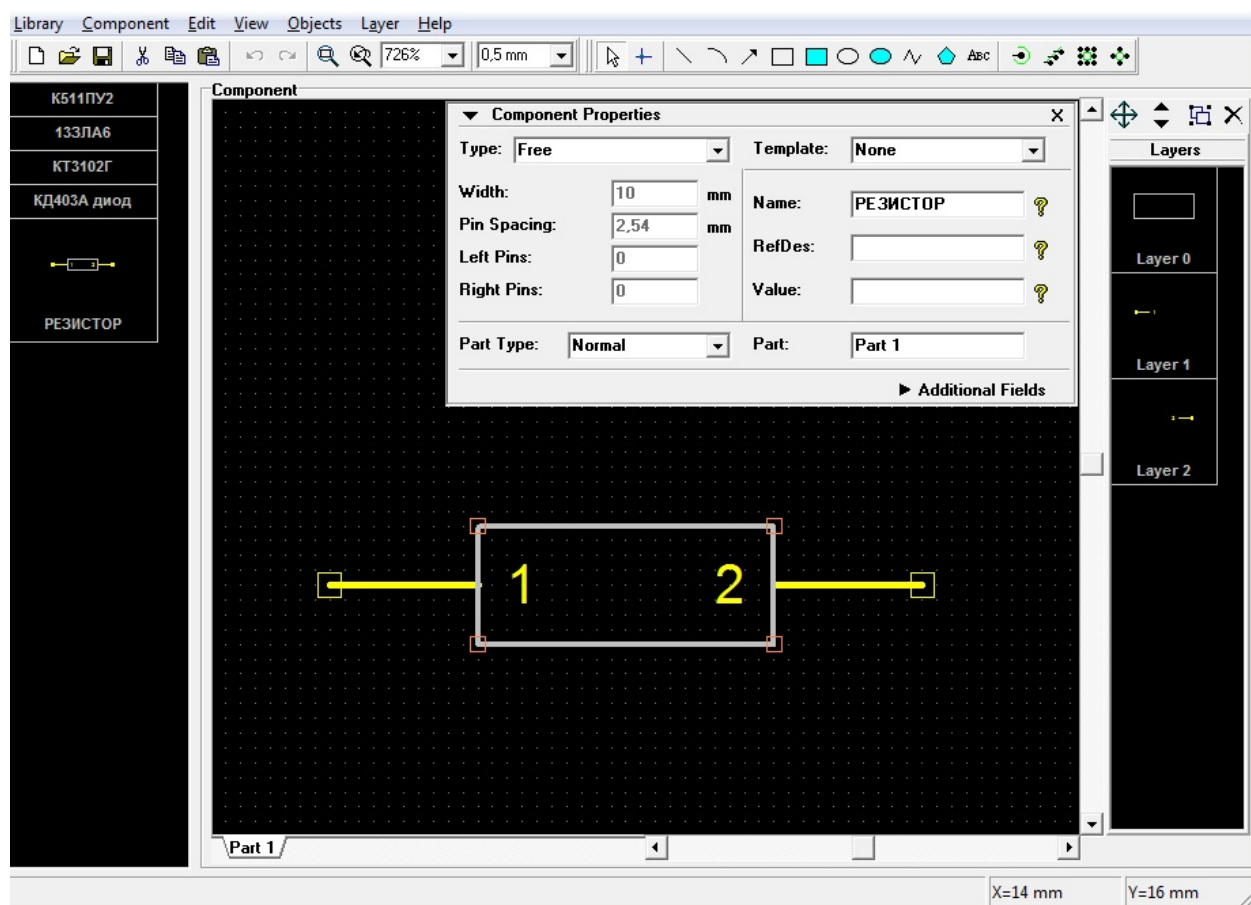


Рис. 1.1.10.

## 2.7. Создание УГО катушки индуктивности

- Начнём рисовать виток контура УГО катушки индуктивности диаметром 2 мм.

Для этого необходимо выполнить команду ARC (текущая сетка должна быть с шагом 1 мм). Установить курсор в 1-ю точку (15; 15) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор во 2-ю точку (16; 16), щелкнуть ЛК. Далее сдвинуть курсор в 3-ю точку (17; 15), щелкнуть два раза ЛК. Затем в следующую точку — (18; 16), щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (19; 15), щелкнуть два раза ЛК, аналогично дорисовать ещё два витка с координатами (19; 15), (20; 16), (21; 15), (21; 15), (22; 16), (23; 15).

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.
- Установить выводы катушки.

Для этого выполнить команду Pin (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (15; 15), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение None (Нет), Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — 1. В поле Number ввести номер вывода — 1. Нажать на кнопку ОК.

Поставить второй вывод с именем “2” и номером 2 по координатам (23; 15). Развернуть элемент на 180°. Щелкнуть по элементу правой клавишей и выбрать Rotate (горячие клавиши Ctrl+R).

- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Для этого в окне Component Properties в поле Name ввести катушка (рис. 1.1.11.).
- Выполнить команду Save.

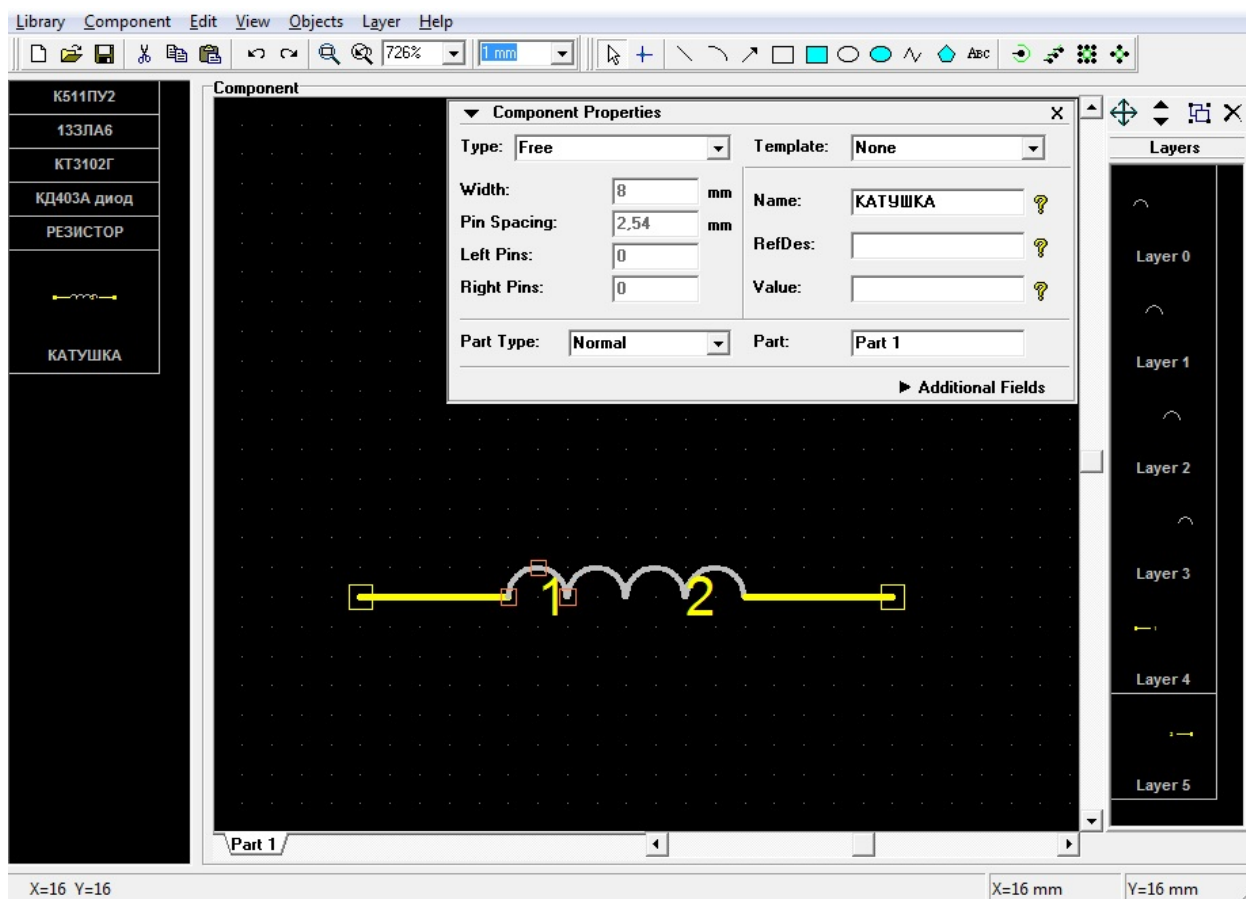


Рис. 1.1.11.

## 2.8. Создание УГО конденсатора

- Нарисовать обкладки конденсатора как две вертикальные линии.

Для этого необходимо выполнить команду Line (текущая сетка должна быть с шагом 1 мм). Установить курсор в точку (19; 29) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (19; 37), щелкнуть ЛК. Далее сдвинуть курсор в точку (21; 29), щелкнуть ЛК. Затем в следующую точку — (21; 37), щелкнуть ЛК.

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.
- Установить выводы конденсатора.

Для этого выполнить команду Pin (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (19; 33), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение None (Нет), Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — 1. В поле Number ввести номер вывода — 1. Нажать на кнопку ОК.

Поставить второй вывод с именем “2” и номером 2 по координатам (21; 33). Развернуть элемент на 180°. Щелкнуть по элементу правой клавишей и выбрать Rotate (горячие клавиши Ctrl+R).

- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Для этого в окне Component Properties в поле Name ввести **конденсатор K73-15** (рис. 1.1.12.).
- Нарисовать новым компонентом аналогичный конденсатор, но в поле Name ввести **конденсатор K10-43A**.
- Выполнить команду Save.

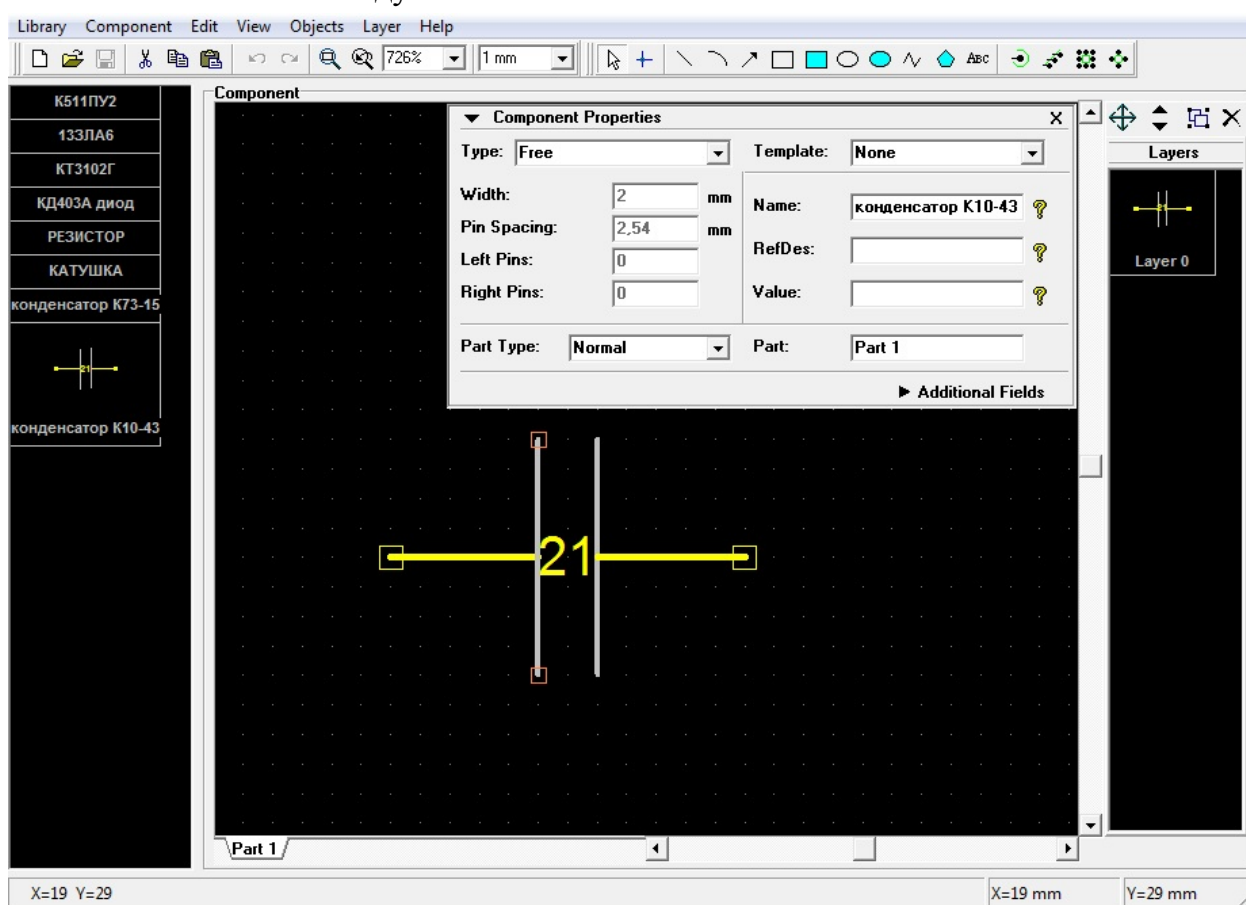


Рис. 1.1.12.

## 2.9. Создание УГО электрического соединителя ОН-КС-10

- Нарисовать прямоугольный контур УГО электрического соединителя.

Для этого необходимо выполнить команду Line (текущая сетка должна быть с шагом 0,5 мм). Установить курсор в точку (15; 15) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (37,5; 15), щелкнуть два раза ЛК. Далее сдвинуть курсор в точку (37,5; 20), щелкнуть два раза ЛК. Затем в следующую точку — (15; 20), щелкнуть два раза ЛК. И, наконец, вновь установить курсор в точку с



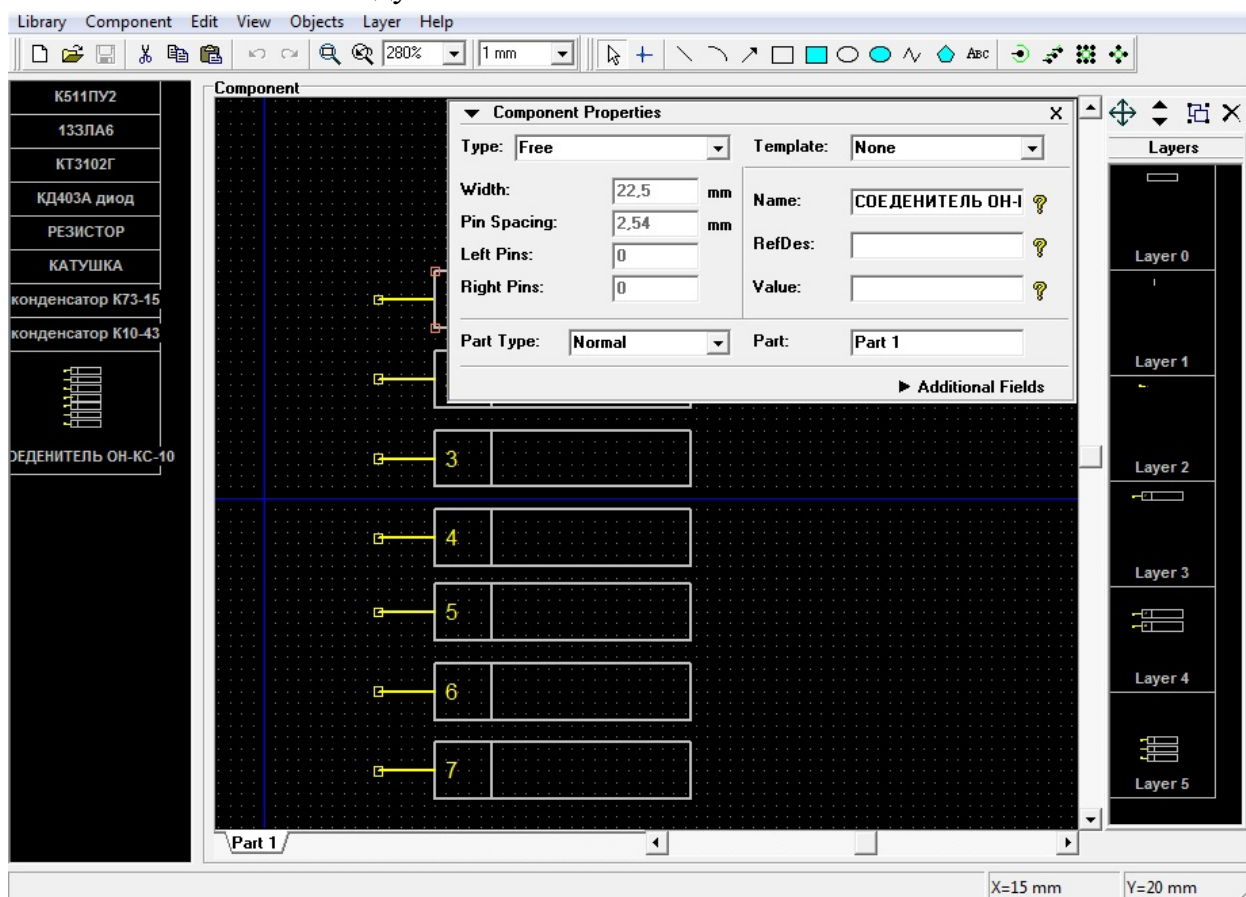
координатами (15; 15), щелкнуть ЛК.

Теперь необходимо нарисовать вертикальную разделительную линию в УГО электрического соединителя. Для этого установить курсор в точку с координатами (20; 20) и щелкнуть ЛК. Затем перевести его в точку (20; 15) и щелкнуть ЛК, а затем ПК.

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.
- Установить вывод соединителя.

Для этого выполнить команду Pin (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (15; 17,5), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение None (Нет), Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — 1. В поле Number ввести номер вывода — 1. Нажать на кнопку ОК.

- Нарисовать ещё 6 соединителей. Можно создать новую часть, можно там же.
- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Для этого в окне Component Properties в поле Name ввести соединитель ОН-КС-10 (рис. 1.1.13.).
- Выполнить команду Save.



## 2.10. Создание УГО символа «Земля»

- Нарисовать УГО символа «Земля».

Для этого необходимо выполнить команду Line (текущая сетка должна быть с шагом 1 мм). Установить курсор в точку (15; 15) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (23; 15), щелкнуть ЛК, а затем ПК.

- Задать ширину всех линий 0,2 мм. Для этого нажать ПК по нужной линии (прямоугольнику), выбрать “Line Width...”. Стоит проделать это для каждого элемента.
- Установить вывод на символ «Земля».

Для этого выполнить команду Pin (Вывод). После этого установить курсор в точку с координатами (19; 15), щелкнуть ЛК, а затем два раза нажать ЛК по элементу. Откроется диалоговое окно Pin Properties. В нем в поле Length (Длина) задать длину вывода 5 мм. В области Type установить значение None (Нет), Electric — Undefined. Поставить галочку Show Name. В поле Name ввести имя вывода — 1. В поле Number ввести номер вывода — 1. Нажать на кнопку ОК.

- Нарисовать ещё 6 соединителей. Можно создать новую часть, можно там же.
- Записать созданный УГО логического элемента в библиотеку. Для этого в окне Component Properties в поле Name ввести земля GND (рис. 1.1.14.).
- Выполнить команду Save.

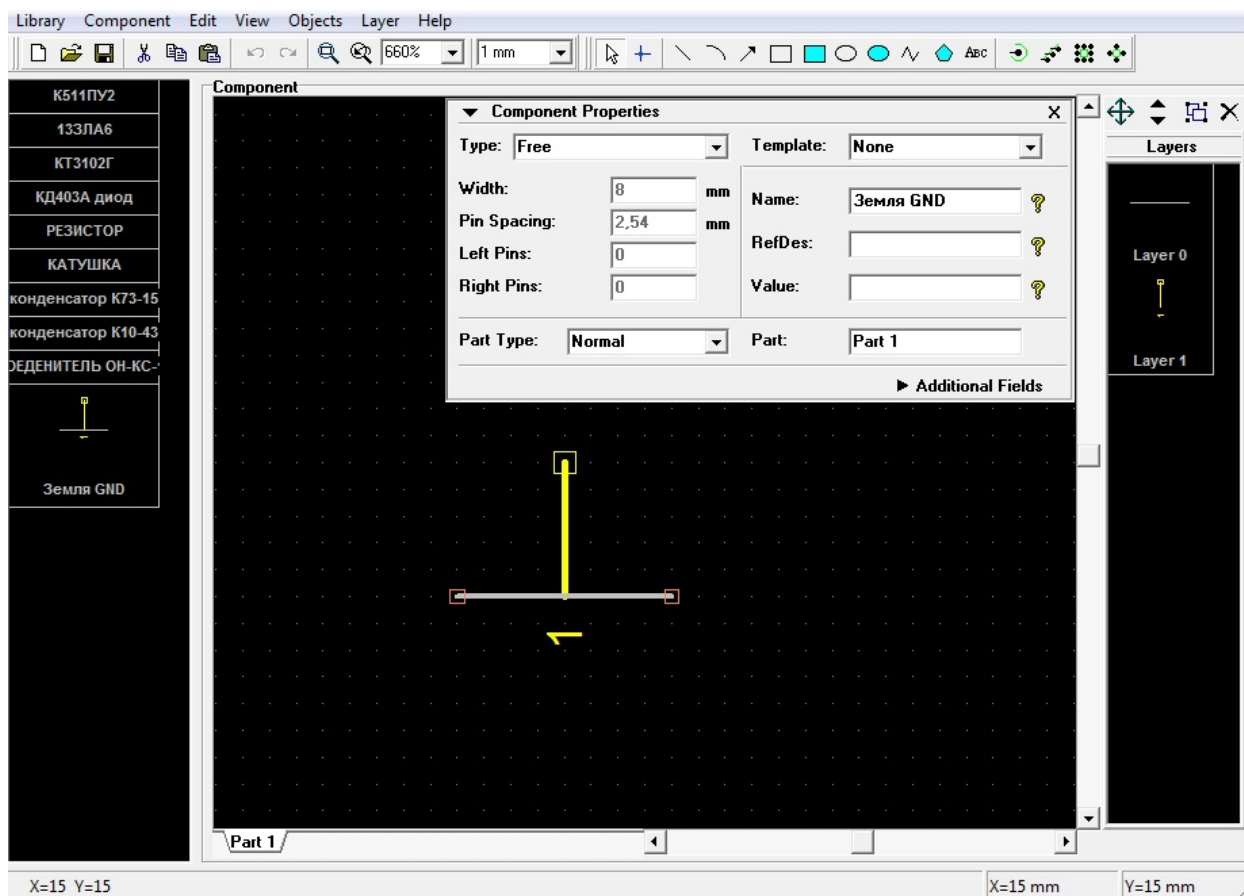


Рис. 1.1.14.

### 3. Разработка посадочных мест на печатной плате для монтажа конструктивных элементов

**Цель занятия** — изучение методики разработки посадочных: мест на печатных платах средствами редактора **Dip Trace Pattern Editor**; овладение практическими навыками разработки посадочных мест для конструктивных элементов РЭС.

#### 3.1. Основные сведения о программе Dip Trace Pattern Editor

Графический редактор **Dip Trace Pattern Editor** имеет набор команд, позволяющих создавать и редактировать посадочные места для установки ЭРЭ на печатных платах. Программа работает с файлами библиотек (.lib), представляющими собой наборы отдельных посадочных мест.

Посадочное место (ПМ) — это комплект конструктивных элементов печатной платы, предназначенный для монтажа отдельного ЭРЭ. В него входят в различных сочетаниях контактные площадки (КП), металлизированные отверстия, печатные проводники на наружных слоях и гладкие крепежные отверстия. Кроме этого ПМ может включать в себя параметры защитной и паяльной масок, элементы маркировки и графические элементы сборочного чертежа.

Запуск программы осуществляется через кнопку «Пуск» с последующим выполнением в выпадающем меню команд «Программы», «DipTrace» и «Pattern Editor». Экран графического редактора **Dip Trace Pattern Editor** представлен на рис. 3.1.1.

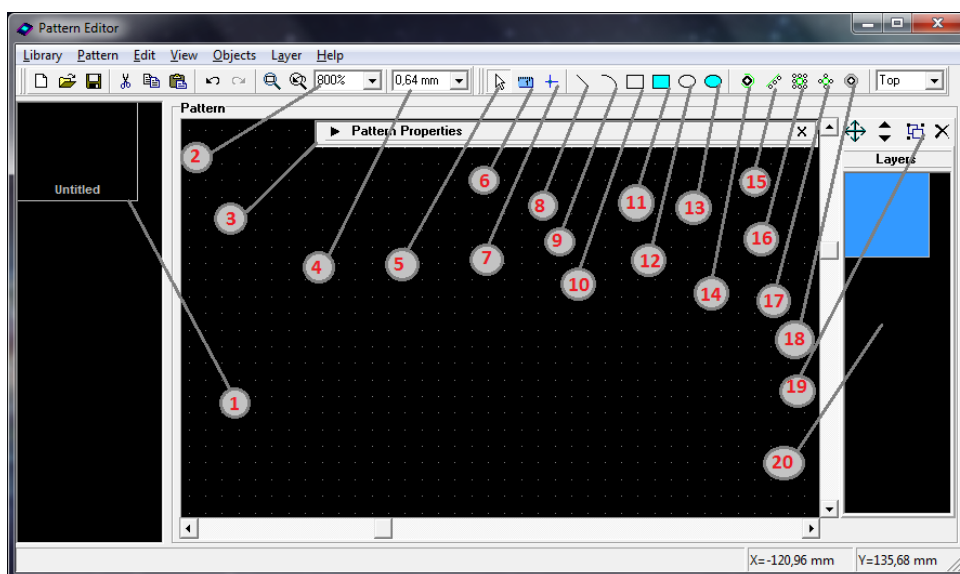


Рис. 3.1.1

Пиктограммы меню инструментов следующие:

- 1) Список посадочных мест в библиотеке;
- 2) Scale – масштаб;
- 3) Pattern Properties – свойства посадочного места;
- 4) Grid Size – размер сетки;
- 5) Default mode – режим по умолчанию;
- 6) Measure – измерение расстояния;
- 7) Define Origin – размещение начала координат;
- 8) Line – размещение линии;
- 9) Arc – размещение дуги;
- 10) Rectangle – размещение полигона;
- 11) Filled Rectangle – размещение заполненного полигона;
- 12) Ellipse – размещение эллипса;
- 13) Filled ellipse – размещение заполненного эллипса;
- 14) Place Pad – размещение переходного отверстия;
- 15) Place Pad Line — размещение линии переходных отверстий;
- 16) Place Pad Rectangle – размещение полигона переходных отверстий;
- 17) Place Pad Circle – размещение круга переходных отверстий;
- 18) Place Mounting Hole – размещение монтажного отверстия;
- 19) Merge Layers – склеить слои;
- 20) Список слоев посадочного места.

### 3.2. Создание посадочного места для микросхемы 133ЛА6 с планарными выводами

Для создания ПМ микросхемы необходимо выполнить следующие операции.

- Загрузить редактор **Pattern Editor**.
- Настроить конфигурацию графического редактора.
  1. Для чего в меню **View(Вид)/Units(Единицы)** выбрать **mm** – миллиметры как основную систему единиц.
  2. Установить **масштаб** равным 450% и **новую сетку** графического редактора с шагом равным 1,25 мм. Для этого в поле **Scale (Масштаб)** установить значение 450%, а в поле **Grid Size (Размер сетки)** установить значение 1,25 mm.

#### Порядок создания посадочного места

1) На панели **Pattern Properties** установить **Type(Тип)** в значение **Free(Свободный)**, поле **Name(Название)** в значение DIP-14 и **RefDes(Метка)** в значение DD1. Минимизировать панель.

2) Выполнить команды **Objects/Placement Setup (Установка параметров монтажного отверстия)**.

Установить прямоугольную форму контактной площадки. Для этого в разделе **Current Pads** в поле **Shape(Форма)** выбрать значение **Rectangle (Прямоугольник)**, установить размеры прямоугольника, равные по **высоте (Height) 0,8 мм** и по **ширине (Width) 2,1 мм**, в поле **Hole** установить **диаметр сверления, равный нулю**. Результат представлен на рис. 3.2.1.

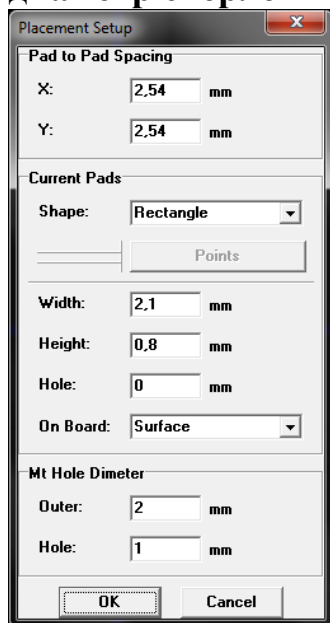


Рис. 3.2.1

3) Установить контактные площадки посадочного места микросхемы. Для этого выполнить команду **Place Pad**. Вначале установить курсор в точку с координатами (10; 17,5) и щелкнуть ЛК. В результате появится первая контактная площадка прямоугольной формы.

Затем аналогично установить остальные тринадцать КП. Для этого устанавливать курсор и щелкать ЛК в следующих точках с координатами: (10; 16,25), (10; 13,75), (10; 12,5), (10; 11,25), (10; 10), (21,25; 10), (21,25; 11,25), (21,25; 12,5), (21,25; 13,75), (21,25; 15), (21,25; 16,25) и (21,25; 17,5). Затем щелкнуть ПК. Результат представлен на рис. 3.2.2.

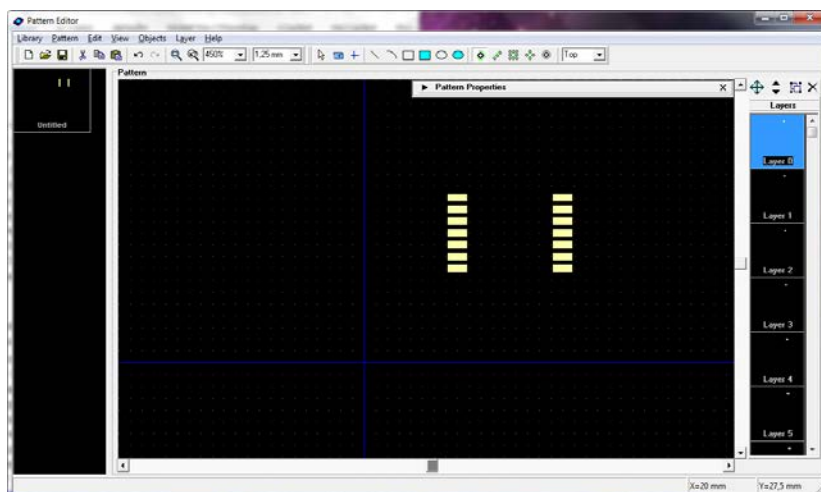


Рис. 3.2.2

4) Начертить контур микросхемы. Для этого выполнить команду **Line**. Установить курсор в первую точку пятиугольника (координаты (11,25; 17,5)) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор во вторую точку (11,25; 8,75) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в третью точку (20; 8,75) и щелкнуть ЛК. Затем в четвертую точку (20; 18,75) и ЛК, далее в пятую точку с координатами (12,5; 18,75) и ЛК. И снова перевести курсор в первую точку (11,25; 17,5) и щелкнуть ЛК, а затем ПК (рис. 3.2.3).

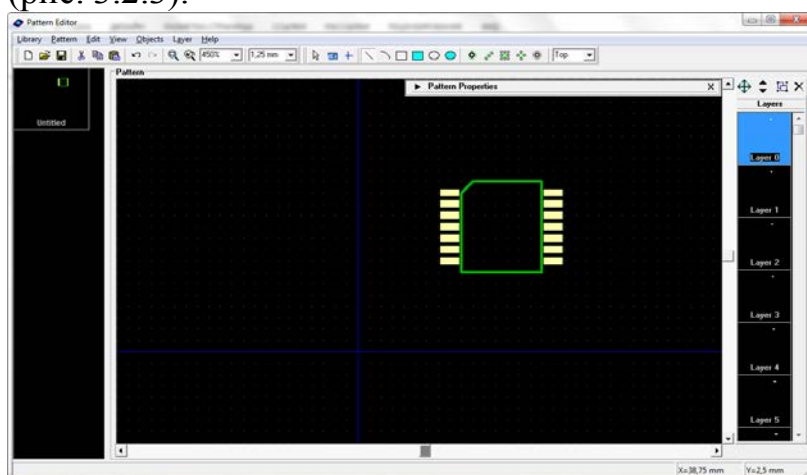
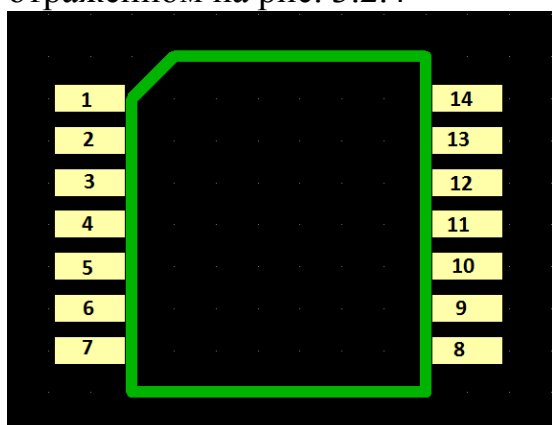


Рис. 3.2.3

5) Перенумеровать контакты. Для этого щелкнуть ПК по первому контакту. В меню выбрать **Pad Number** и установить значение, равное **1**. Прodelать то же для остальных контактов, задав номера в порядке, отраженном на рис. 3.2.4





#### Рис. 3.2.4

б) Сохранить библиотеку. Для этого выполнить команды **Library/Save As**. В результате откроется диалоговое окно **Library Name and Hint**. Ввести название библиотеки (**Name**) и некоторый комментарий (**Hint**). Нажать ОК. Выбрать путь для размещения библиотеки, ввести имя файла и нажать **Сохранить**.

Для добавления нового элемента (посадочного места) в библиотеку выполнить **Pattern/Add new to library**.

### 3.3. Создание посадочного места для микросхемы K511ПУ2 со штыревыми выводами

Для этого необходимо выполнить следующие операции.

- Загрузить редактор **Patter Editor**.
- Настроить конфигурацию графического редактора:

1. Для чего в меню **View(Вид)/Units(Единицы)** выбрать **mm** – миллиметры как основную систему единиц.

2. Установить масштаб равным 450% и новую сетку графического редактора с шагом равным 1,25 мм. Для этого в поле **Scale (Масштаб)** установить значение 450%, а в поле **Grid Size (Размер сетки)** установить значение **1,25 mm**.

#### Порядок создания посадочного места

1) На панели **Pattern Properties** установить **Type(Тип)** в значение **Free(Свободный)**, поле **Name(Название)** в значение K511PU2 и **RefDes(Метка)** в значение DD1. Минимизировать панель.

2) Выполнить команды **Objects/Placement Setup (Установка параметров монтажного отверстия)**.

Установить круглую форму контактной площадки. Для этого в разделе **Current Pads** в поле **Shape(Форма)** выбрать значение **Ellipse (Эллипс)**, установить размеры эллипса, равные по **высоте (Height) 1,4 мм** и по **ширине (Width) 1,4 мм**, в поле **Hole** установить диаметр сверления, равный **0,8**.

3) Установить контактные площадки посадочного места микросхемы. Для этого выполнить команду **Place Pad**. Сначала следует установить первую контактную площадку квадратной формы. Для этого установить курсор в точку с координатами (10; 25) и щелкнуть ЛК. В результате появится первая контактная площадка. Щелкнуть ПК по ней и выбрать в поле **Shape(Форма)** значение **Rectangle(Квадрат)**.

Затем установить остальные тринадцать КП круглой формы. Для этого устанавливать курсор и щелкать ЛК в следующих точках с координатами: (10; 22,5), (10; 20), (10; 17,5), (10; 15), (10; 12,5), (10; 10), (17,5; 10), (17,5; 12,5), (17,5; 15), (17,5; 17,5), (17,5; 20), (17,5; 22,5) и (17,5; 25). Затем щелкнуть ПК. Результат представлен на рис. 3.3.1.

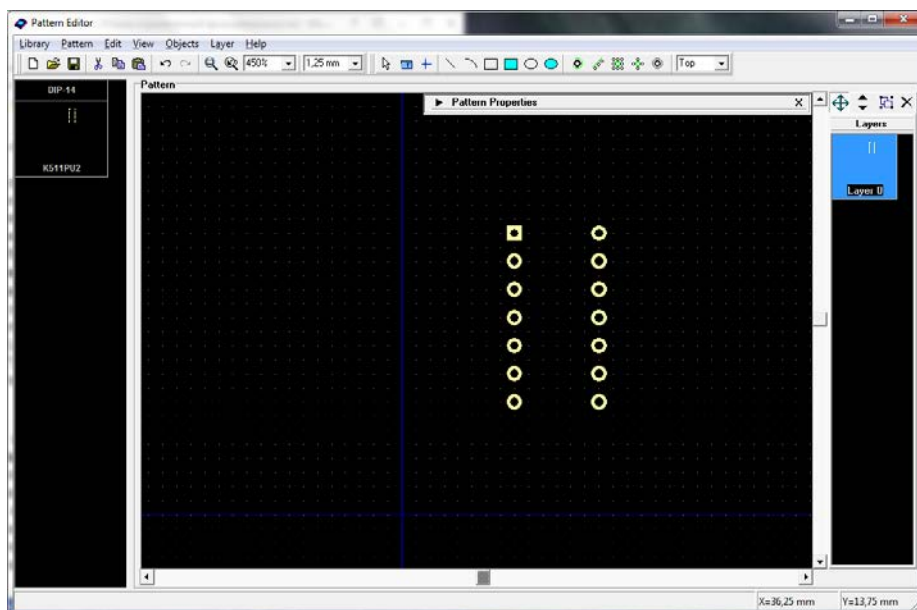


Рис. 3.3.1

4) Начертить контур микросхемы. Для этого выполнить команду **Line**. Установить курсор в первую точку пятиугольника (координаты (11,25; 26,25)) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор во вторую точку (11,25; 8,75) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в третью точку (16,25; 8,75) и щелкнуть ЛК. Затем в четвертую точку (16,25; 26,25) и ЛК. Далее перевести курсор в первую точку (11,25; 16,25) и щелкнуть ЛК. Далее в точку с координатами (13,75; 23,75) и ЛК. Снова перевести курсор в 4-ю точку (16,25; 26,25) и щелкнуть ЛК, а затем ПК (рис. 3.3.2).

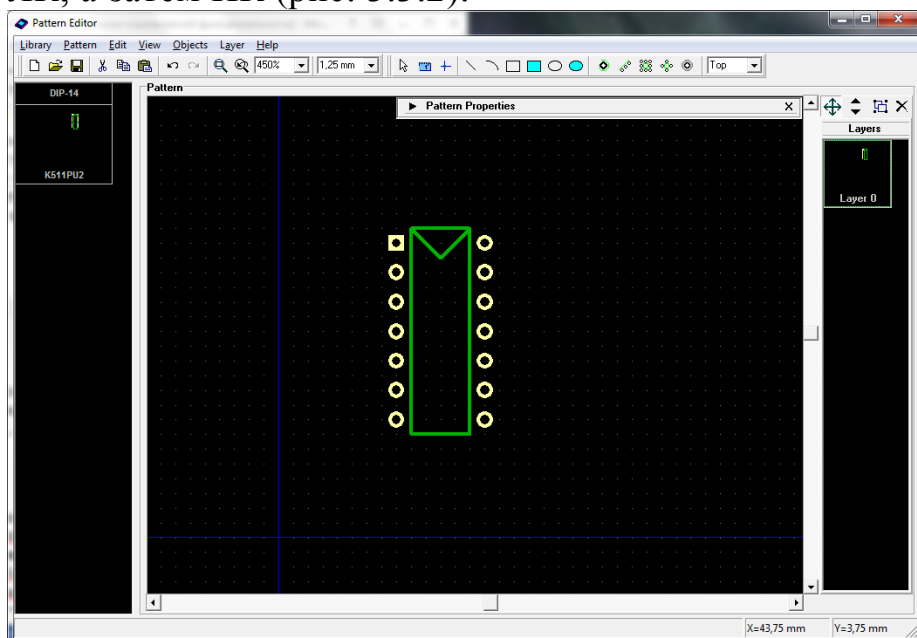


Рис. 3.3.2

5) Перенумеровать контакты. Для этого щелкнуть ПК по первому контакту. В меню выбрать **Pad Number** и установить значение, равное 1. Прodelать то же для остальных контактов, задав номера в порядке, отраженном на рис. 3.2.4

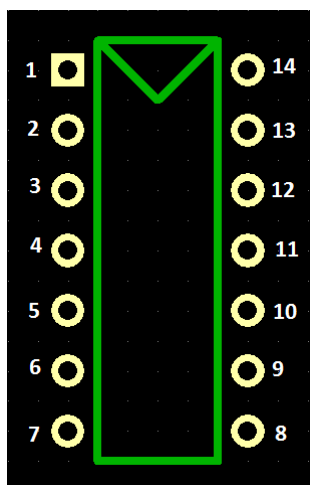


Рис. 3.3.3

6) Сохранить библиотеку.

### 3.4. Создание посадочного места транзистора КТ3102Г

Если программа Pattern Editor не закрывалась, то конфигурация сохранилась (см. раздел 3.2, настройка конфигурации) и можно сразу приступить к созданию посадочного места транзистора КТ3102Г.

Порядок создания ПМ транзистора КТ3102Г

1) На панели **Pattern Properties** установить **Type(Тип)** в значение **Free(Свободный)**, поле **Name(Название)** в значение Transistor и **RefDes(Метка)** в значение VT. Минимизировать панель.

2) Выполнить команды **Objects/Placement Setup (Установка параметров монтажного отверстия)**.

Установить круглую форму контактной площадки. Для этого в разделе **Current Pads** в поле **Shape(Форма)** выбрать значение **Ellipse (Эллипс)**, выбрать штыревой тип вывода **Through** в поле **On Board**, установить размеры прямоугольника, равные по **высоте (Height) 1,9 мм** и по **ширине (Width) 1,9 мм**, в поле **Hole** установить **диаметр сверления, равный 1,3**.

3) Установить контактные площадки посадочного места микросхемы. Для этого выполнить команду **Place Pad**. Поставить курсор в точку (5;10) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (7,5; 7,5) и щелкнуть ЛК, наконец, установить курсор в точку (10; 10), щелкнуть ЛК, затем ПК. Будут установлены контактные площадки под выводы транзистора. Затем щелкнуть ПК. Результат представлен на рис. 3.4.1.

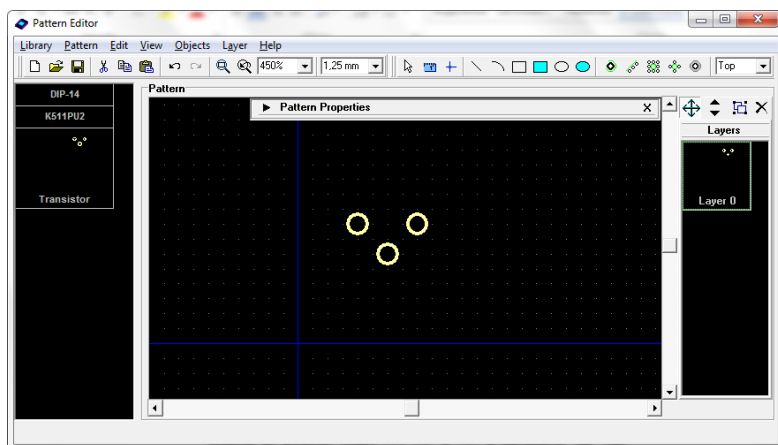


Рис. 3.4.1

4) Перенумеровать контакты. Для этого щелкнуть ПК по первому контакту. В меню выбрать **Pad Number** и установить значение, равное 1. Прodelать то же для остальных контактов, задав номера в порядке, отраженном на рис. 3.4.2

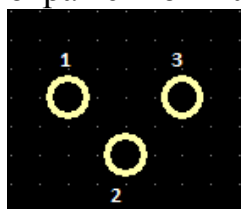


Рис. 3.4.2

5) Начертить контур микросхемы. Для этого выполнить команду **Line**. Поставить курсор в 1-ю точку (3,75; 6,25) и щелкнуть ЛК. Переместить курсор во 2-ю точку (11,25; 6,25), щелкнуть ЛК. Установить курсор в 3-ю точку (11,25; 11,25), щелкнуть ЛК. Переместить курсор в 4-ю точку (3,75; 11,25) и щелкнуть ЛК. Наконец, вновь переместить курсор в 1-ю точку (3,75; 6,25) щелкнуть ЛК, а затем ПК (рис. 3.4.3).

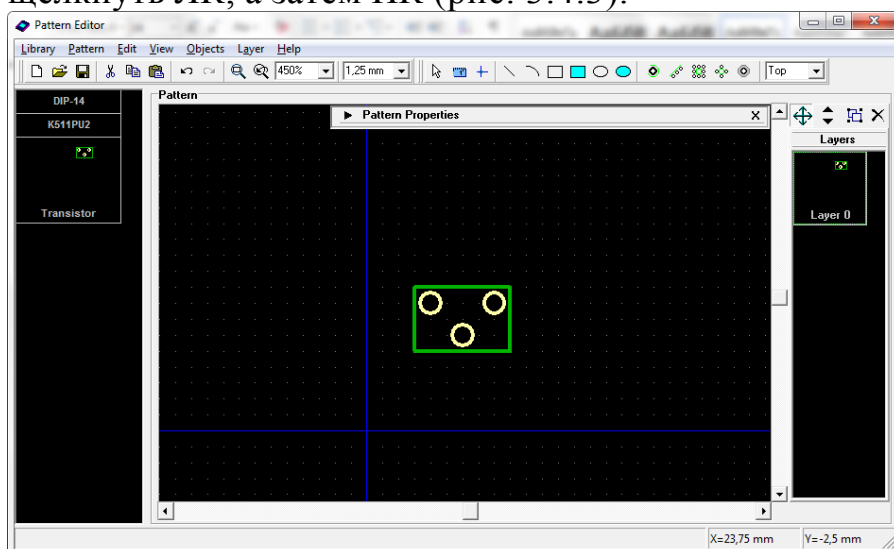


Рис. 3.4.3

6) Сохранить библиотеку.

### 3.5. Создание посадочного места диода КД403

Если программа Pattern Editor не закрывалась, то конфигурация сохранилась

(см. раздел 3.2, настройка конфигурации) и можно сразу приступить к созданию посадочного места диода.

#### Порядок создания ПМ диода КД403А

1) На панели **Pattern Properties** установить **Type(Тип)** в значение **Free(Свободный)**, поле **Name(Название)** в значение **Diode** и **RefDes(Метка)** в значение **VD**. Минимизировать панель.

2) Выполнить команды **Objects/Placement Setup (Установка параметров монтажного отверстия)**.

Установить круглую форму контактной площадки. Для этого в разделе **Current Pads** в поле **Shape(Форма)** выбрать значение **Ellipse (Эллипс)**, выбрать штыревой тип вывода **Through** в поле **On Board**, установить размеры прямоугольника, равные по высоте (**Height**) **1,4 мм** и по ширине (**Width**) **1,4 мм**, в поле **Hole** установить диаметр сверления, равный **0,8**.

3) Установить контактные площадки посадочного места микросхемы. Для этого выполнить команду **Place Pad**. Поставить курсор в точку (5; 10) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (21,25; 10) и щелкнуть ЛК, затем ПК. Будут установлены контактные площадки под выводы диода. Затем щелкнуть ПК. Результат представлен на рис. 3.5.1.

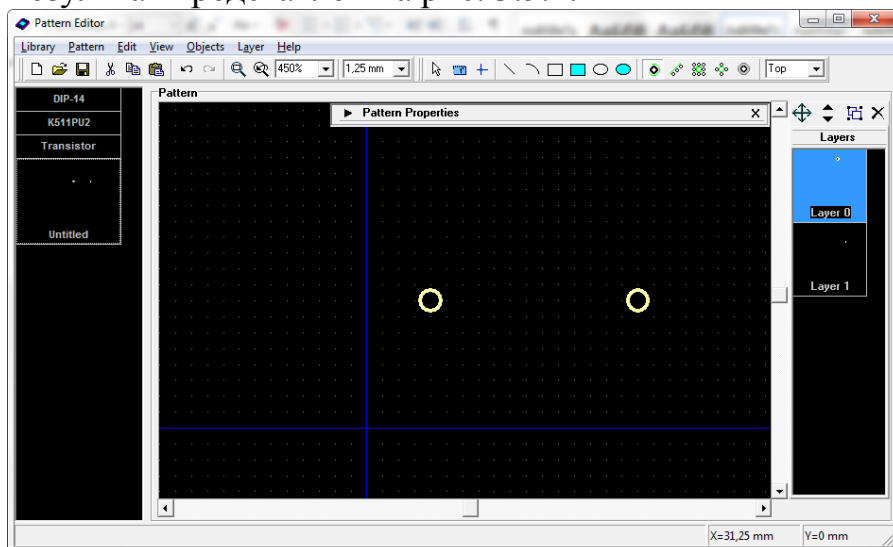


Рис. 3.5.1

4) Перенумеровать контакты. Для этого щелкнуть ПК по первому контакту. В меню выбрать **Pad Number** и установить значение, равное 1. Прodelать то же для остальных контактов, задав номера в порядке, отраженном на рис. 3.5.2

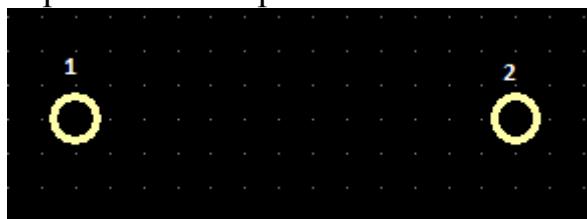


Рис. 3.5.2

5) Начертить овальный контур микросхемы. Для этого выполнить команду **Line**. Поставить курсор в точку (8,75; 12,5) и щелкнуть ЛК. Переместить курсор в точку (17,5; 12,5), щелкнуть ЛК, затем ПК. Поставить курсор в

точку (8,75; 7,5), щелкнуть ЛК. Поставить курсор в точку (17,5; 7,5) и щелкнуть ЛК. Щелкнуть ПК.

Выполнить команду **Place Arc** (нарисовать дугу). Поставить курсор в точку (8,75; 12,5), нажать, переместить курсор в точку (8,75; 7,5), щелкнуть ЛК. Установить курсор в точку (17,5; 7,5), нажать ЛК и переместить курсор в точку (17,5; 12,5), щелкнуть ЛК и щелкнуть ПК (рис. 3.5.3).

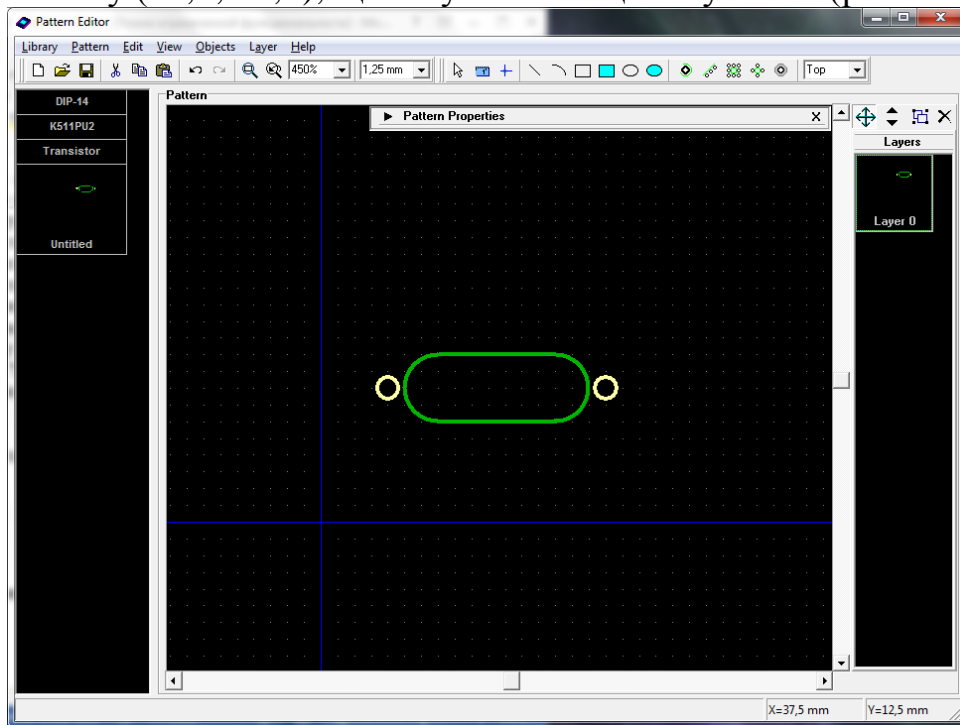


Рис. 3.5.3

б) Сохранить библиотеку.

### 3.6. Разработка посадочного места резистора ОМЛТ-0,125

Если программа Pattern Editor не закрывалась, то конфигурация сохранилась (см. раздел 3.2, настройка конфигурации) и можно сразу приступить к созданию посадочного места диода.

Порядок создания ПМ резистора ОМЛТ - 0,125

1) На панели **Pattern Properties** установить **Type(Тип)** в значение **Free(Свободный)**, поле **Name(Название)** в значение Resistor и **RefDes(Метка)** в значение R. Минимизировать панель.

2) Выполнить команды **Objects/Placement Setup (Установка параметров монтажного отверстия)**.

Установить круглую форму контактной площадки. Для этого в разделе **Current Pads** в поле **Shape(Форма)** выбрать значение **Ellipse (Эллипс)**, выбрать штыревой тип вывода **Through** в поле **On Board**, установить размеры прямоугольника, равные по высоте (**Height**) 1,4 мм и по ширине (**Width**) 1,4 мм, в поле **Hole** установить диаметр сверления, равный 0,8.

3) Установить контактные площадки посадочного места микросхемы. Для этого выполнить команду **Place Pad**. Установить курсор в точку (5; 10) и



нажать ЛК. Перевести курсор в точку (15; 10) и щелкнуть ЛК, а затем ПК. Будут установлены контактные площадки под выводы резистора. Результат представлен на рис. 3.6.1.

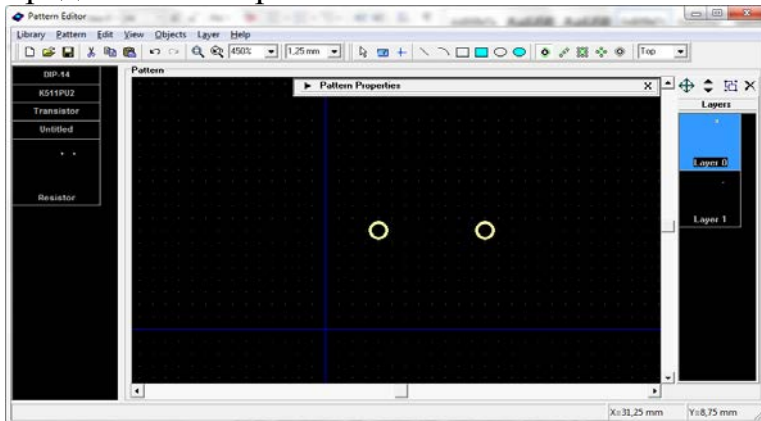


Рис. 3.6.1

4) Перенумеровать контакты. Для этого щелкнуть ПК по первому контакту. В меню выбрать **Pad Number** и установить значение, равное 1. Прodelать то же для остальных контактов, задав номера в порядке, отраженном на рис. 3.6.2



Рис. 3.6.2

5) Установить шаг сетки 1 мм. Начертить прямоугольный контур микросхемы. Для этого выполнить команду **Line**. Поставить курсор в 1-ю точку (7; 9) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор во 2-ю точку (13; 9) и щелкнуть ЛК. Переместить курсор в 3-ю точку (13; 11) и щелкнуть ЛК. Установить курсор в 4-ю точку (7; 11), щелкнуть ЛК. И, наконец, переместить курсор снова в 1-ю точку (7; 9), щелкнуть ЛК, а затем ПК (рис. 3.6.3).

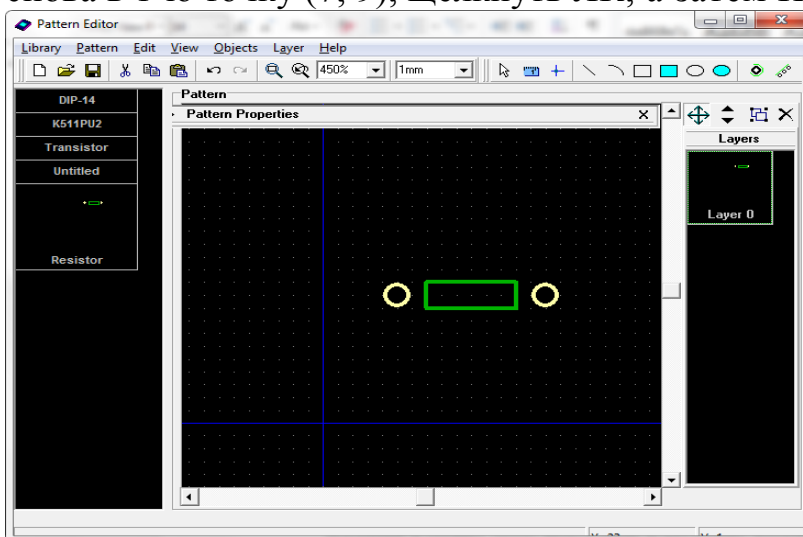


Рис. 3.6.3

6) Сохранить библиотеку.

### 3.7. Создание посадочного места конденсатора K73-15

Если программа **Pattern Editor** не закрывалась, то конфигурация сохранилась (см. раздел 3.2, настройка конфигурации) и можно сразу приступить к созданию посадочного места конденсатора K73-15.

#### Порядок создания ПМ конденсатора K73 - 15

1) На панели **Pattern Properties** установить **Type(Тип)** в значение **Free(Свободный)**, поле **Name(Название)** в значение **Capacitor** и **RefDes(Метка)** в значение **C**. Минимизировать панель.

2) Выполнить команды **Objects/Placement Setup (Установка параметров монтажного отверстия)**.

Установить круглую форму контактной площадки. Для этого в разделе **Current Pads** в поле **Shape(Форма)** выбрать значение **Ellipse (Эллипс)**, выбрать штыревой тип вывода **Through** в поле **On Board**, установить размеры прямоугольника, равные по **высоте (Height) 1,4 мм** и по **ширине (Width) 1,4 мм**, в поле **Hole** установить **диаметр сверления, равный 0,8**.

3) Установить шаг сетки 0,5 мм. Установить контактные площадки посадочного места микросхемы. Для этого выполнить команду **Place Pad**. Установить курсор в точку (5; 10) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (27,5; 10) и щелкнуть ЛК, затем ПК. Будут установлены контактные площадки под выводы конденсатора. Результат представлен на рис. 3.7.1.

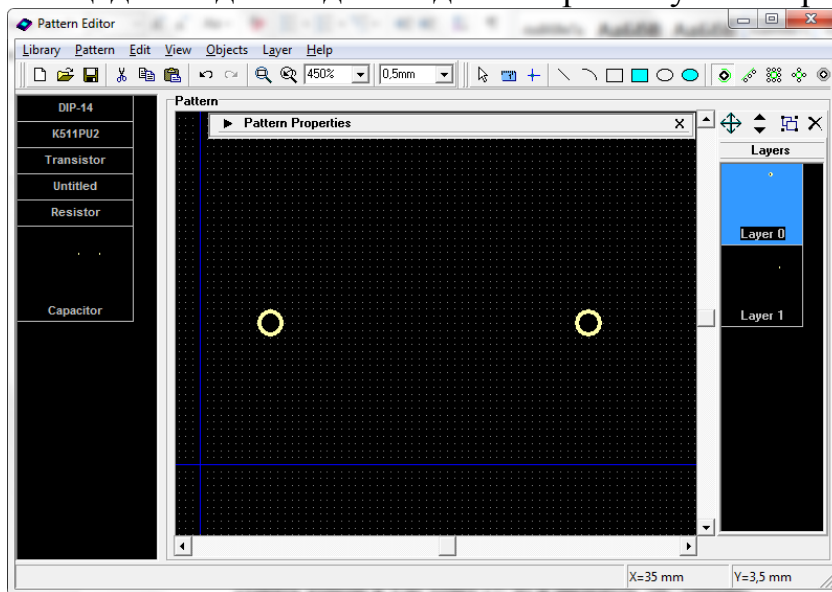


Рис. 3.7.1

4) Перенумеровать контакты. Для этого щелкнуть ПК по первому контакту. В меню выбрать **Pad Number** и установить значение, равное 1. Прodelать то же для остальных контактов, задав номера в порядке, отраженном на рис. 3.7.2



Рис. 3.7.2

5) Начертить прямоугольный контур микросхемы. Для этого выполнить команду **Line**. Поставить курсор в 1-ю точку (8; 7) и щелкнуть ЛК. Переместить курсор во 2-ю точку (24,5; 7), щелкнуть ЛК. Установить курсор в 3-ю точку (24,5; 13), щелкнуть ЛК. Переместить курсор в 4-ю точку (8; 13) и щелкнуть ЛК. И, наконец, снова переместить курсор в 1-ю точку (8; 7), щелкнуть ЛК, а затем ПК (рис. 3.7.3).

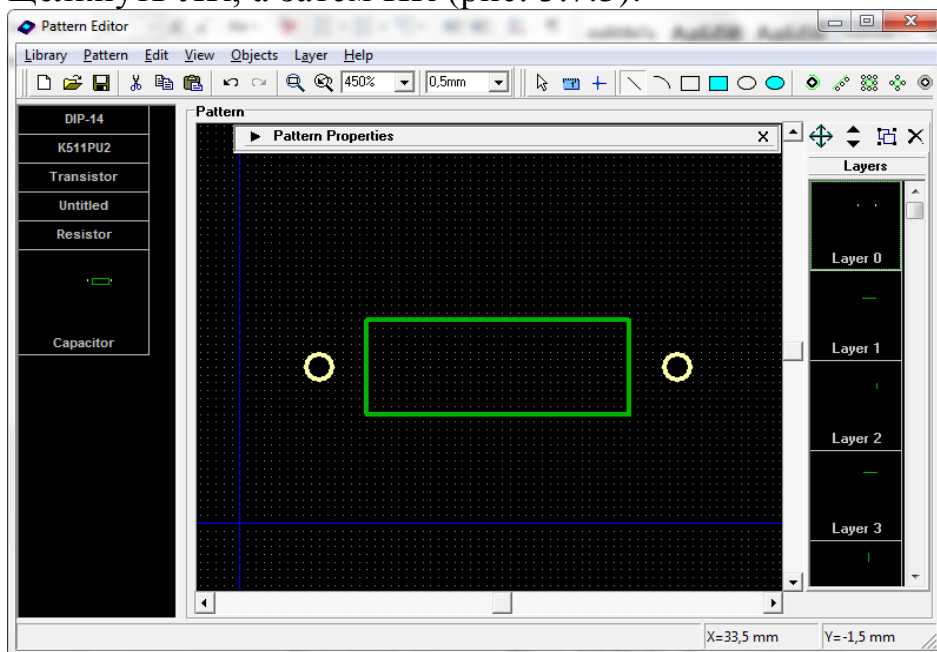


Рис. 3.7.3

6) Сохранить библиотеку.

### 3.8. Создание посадочного места конденсатора K10-43A

Если программа **Pattern Editor** не закрывалась, то конфигурация сохранилась (см. раздел 3.2, настройка конфигурации) и можно сразу приступить к созданию посадочного места конденсатора K10-43.

#### Порядок создания ПМ конденсатора K10 – 43A

1) На панели **Pattern Properties** установить **Type(Тип)** в значение **Free(Свободный)**, поле **Name(Название)** в значение **Capacitor** и **RefDes(Метка)** в значение **C**. Минимизировать панель.

2) Выполнить команды **Objects/Placement Setup (Установка параметров монтажного отверстия)**.

Установить круглую форму контактной площадки. Для этого в разделе **Current Pads** в поле **Shape(Форма)** выбрать значение **Ellipse (Эллипс)**, выбрать штыревой тип вывода **Through** в поле **On Board**, установить размеры прямоугольника, равные по **высоте (Height) 1,4 мм** и по **ширине (Width) 1,4 мм**, в поле **Hole** установить диаметр сверления, равный **0,8**.

3) Установить шаг сетки 0,5 мм. Установить контактные площадки посадочного места микросхемы. Для этого выполнить команду **Place Pad**. Установить курсор в точку (5; 10) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (12; 10) и щелкнуть ЛК, затем ПК. Будут установлены контактные площадки

под выводы конденсатора. Результат представлен на рис. 3.8.1.

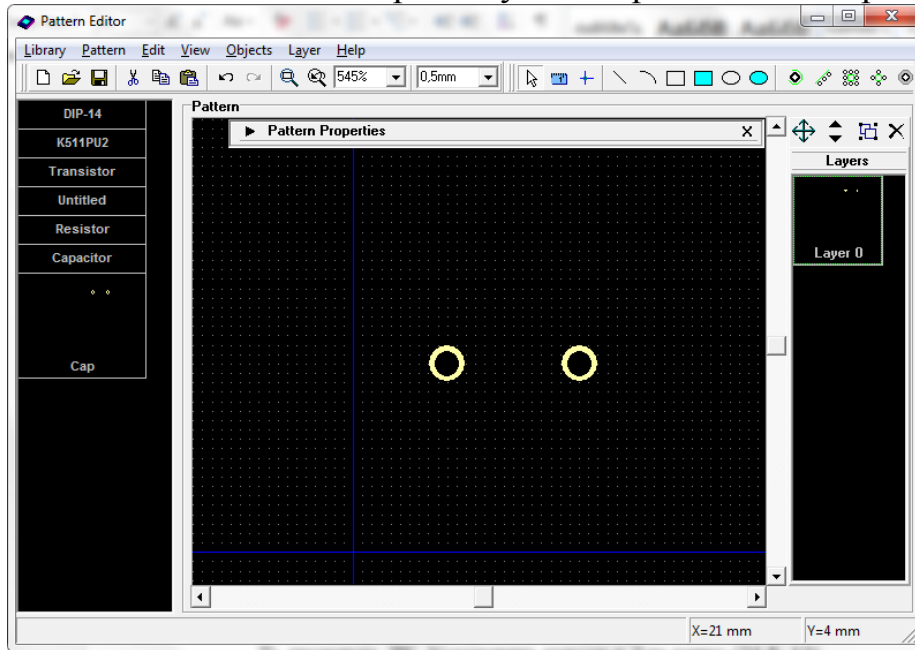


Рис. 3.8.1

4) Перенумеровать контакты. Для этого щелкнуть ПК по первому контакту. В меню выбрать **Pad Number** и установить значение, равное 1. Прodelать то же для остальных контактов, задав номера в порядке, отраженном на рис. 3.8.2



Рис. 3.8.2

5) Начертить прямоугольный контур микросхемы. Для этого выполнить команду **Line**. Поставить курсор в 1-ю точку (3; 7) и щелкнуть ЛК. Переместить курсор во 2-ю точку (14; 7), щелкнуть ЛК. Установить курсор в 3-ю точку (14; 13), щелкнуть ЛК. Переместить курсор в 4-ю точку (3; 13) и щелкнуть ЛК. И, наконец, снова переместить курсор в 1-ю точку (3; 7), щелкнуть ЛК, а затем ПК (рис. 3.8.3).

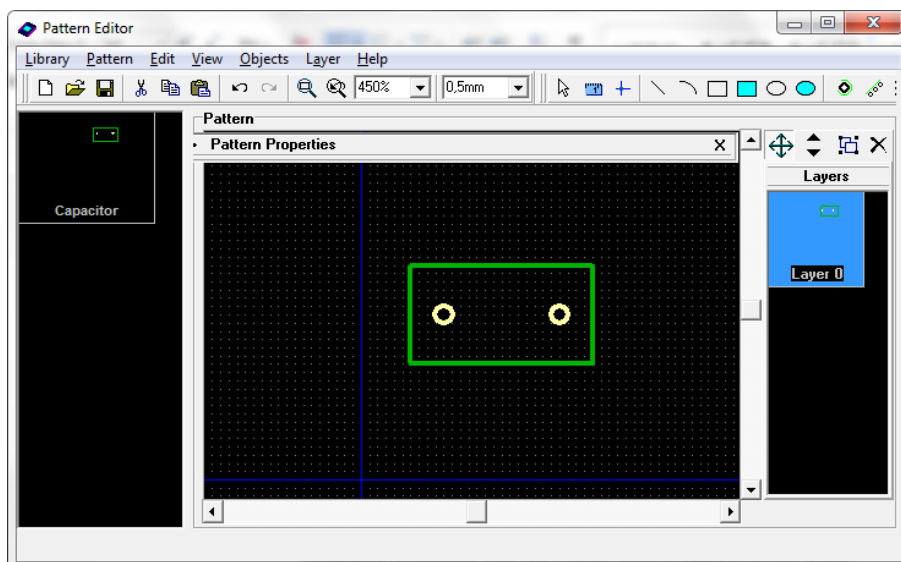


Рис. 3.8.3

б) Сохранить библиотеку.

### 3.9. Создание посадочного места катушки индуктивности Д1-1,2-1

Если программа **Pattern Editor** не закрывалась, то конфигурация сохранилась (см. раздел 3.2, настройка конфигурации) и можно сразу приступить к созданию посадочного места катушки индуктивности Д1-1,2-1.

#### Порядок создания ПМ катушки индуктивности Д1-1.2-1

1) На панели **Pattern Properties** установить **Type(Тип)** в значение **Free(Свободный)**, поле **Name(Название)** в значение Inductor и **RefDes(Метка)** в значение L. Минимизировать панель.

2) Выполнить команды **Objects/Placement Setup (Установка параметров монтажного отверстия)**.

Установить круглую форму контактной площадки. Для этого в разделе **Current Pads** в поле **Shape(Форма)** выбрать значение **Ellipse (Эллипс)**, выбрать штыревой тип вывода **Through** в поле **On Board**, установить размеры прямоугольника, равные по **высоте (Height) 1,4 мм** и по **ширине (Width) 1,4 мм**, в поле **Hole** установить **диаметр сверления, равный 0,8**.

3) Установить шаг сетки **0,5 мм**. Установить контактные площадки посадочного места микросхемы. Для этого выполнить команду **Place Pad**. Поставить курсор в точку (5; 10) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (23;10) и щелкнуть ЛК, а затем ПК. Будут установлены контактные площадки под выводы катушки индуктивности. Результат представлен на рис. 3.9.1.

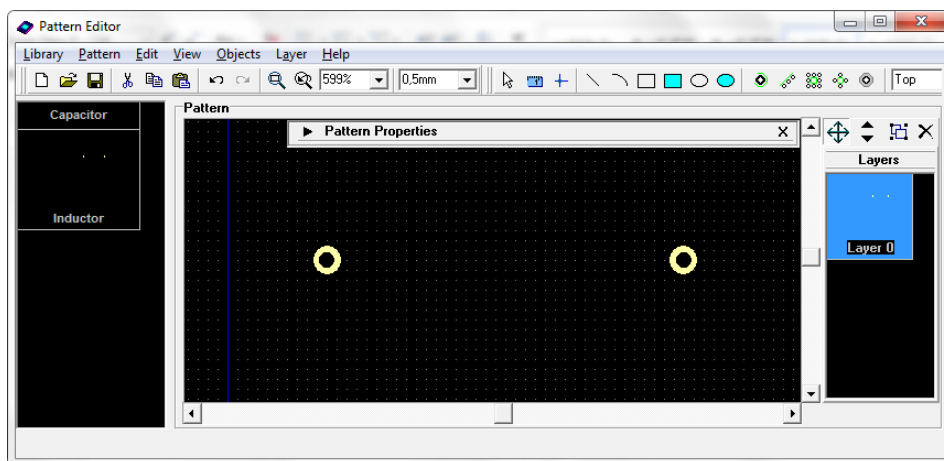


Рис. 3.9.1

4) Перенумеровать контакты. Для этого щелкнуть ПК по первому контакту. В меню выбрать **Pad Number** и установить значение, равное 1. Прodelать то же для остальных контактов, задав номера в порядке, отраженном на рис. 3.9.2



Рис. 3.9.2

5) Начертить прямоугольный контур микросхемы. Для этого выполнить команду **Line**. Поставить курсор в 1-ю точку (7; 8) и щелкнуть ЛК. Переместить курсор во 2-ю точку (21; 8), щелкнуть ЛК. Установить курсор в 3-ю точку (21; 12), щелкнуть ЛК. Переместить курсор в 4-ю точку (7; 12) и щелкнуть ЛК. Наконец, вновь переместив курсор в 1-ю точку (7; 8), щелкнуть ЛК, а затем ПК (рис. 3.9.3).

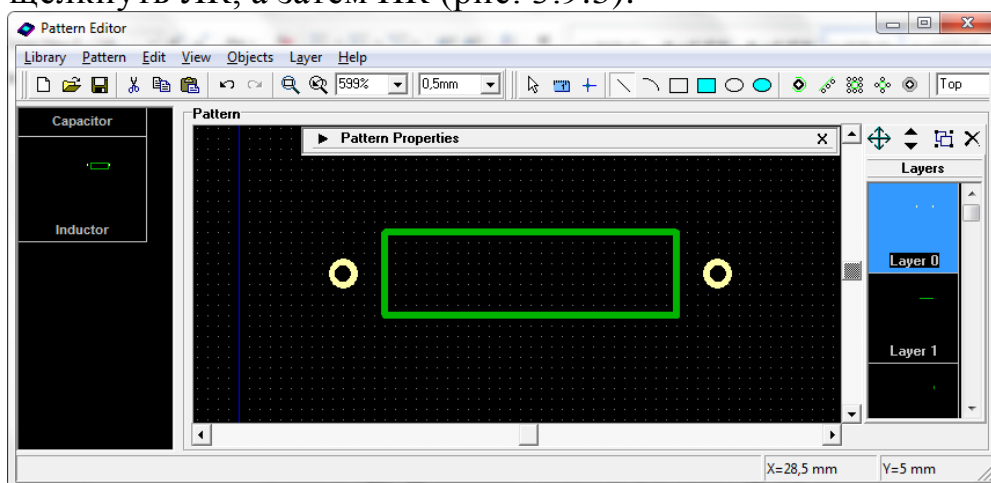


Рис. 3.9.3

6) Сохранить библиотеку.

### 3.10. Разработка посадочного места электрического соединителя ОНКС-10

Если программа **Pattern Editor** не закрывалась, то конфигурация сохранилась (см. раздел 3.2, настройка конфигурации) и можно сразу

приступить к созданию посадочного места соединителя.

#### Порядок создания ПМ электрического соединителя ONKS10

1) На панели **Pattern Properties** установить **Type(Тип)** в значение **Free(Свободный)**, поле **Name(Название)** в значение ONKS-10 и **RefDes(Метка)** в значение ONKS. Минимизировать панель.

2) Выполнить команды **Objects/Placement Setup (Установка параметров монтажного отверстия)**.

Установить круглую форму контактной площадки. Для этого в разделе **Current Pads** в поле **Shape(Форма)** выбрать значение **Ellipse (Эллипс)**, выбрать штыревой тип вывода **Through** в поле **On Board**, установить размеры прямоугольника, равные по **высоте (Height) 1,4 мм** и по **ширине (Width) 1,4 мм**, в поле **Hole** установить **диаметр сверления, равный 0,8**.

3) Установить шаг сетки **0,5 мм**. Установить контактные площадки посадочного места микросхемы. Для этого выполнить команду **Place Pad**. Поставить курсор в точку (20; 30) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор в точку (20; 27,5) и щелкнуть ЛК. Установить курсор в точку (20; 25), щелкнуть ЛК, переставить курсор в точку (20; 22,5) и нажать ЛК. Переместить курсор в точку (20; 20), щелкнуть ЛК, перетащить его в точку с координатами (20; 17,5), щелкнуть ЛК, переместить курсор в точку (20; 15), щелкнуть ЛК, затем ПК. Будут установлены контактные площадки под выводы электрического соединителя. Результат представлен на рис. 3.10.1.

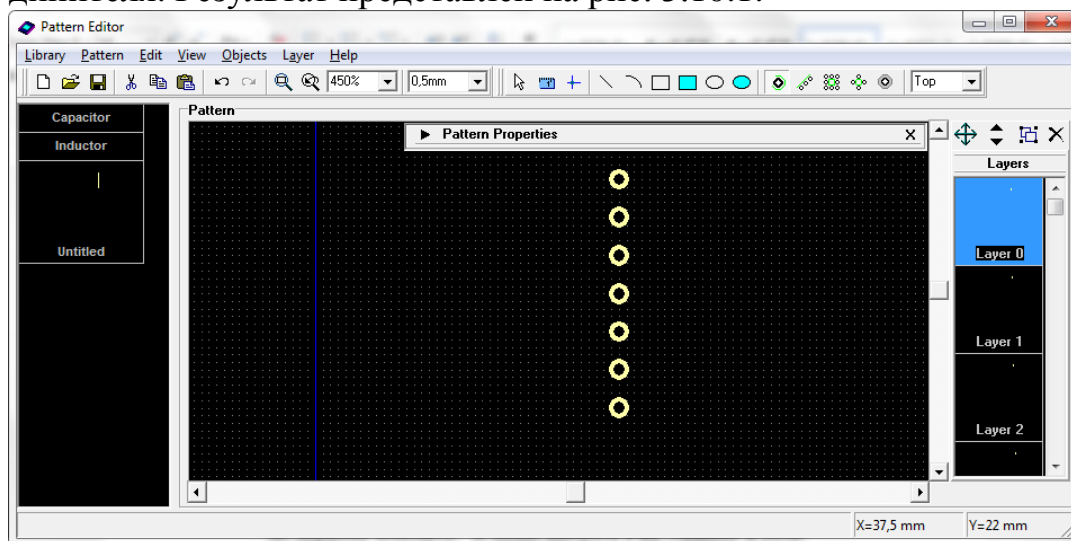


Рис. 3.10.1

4) Перенумеровать контакты. Для этого щелкнуть ПК по первому контакту. В меню выбрать **Pad Number** и установить значение, равное 1. Прodelать то же для остальных контактов, задав номера в порядке, отраженном на рис. 3.10.2



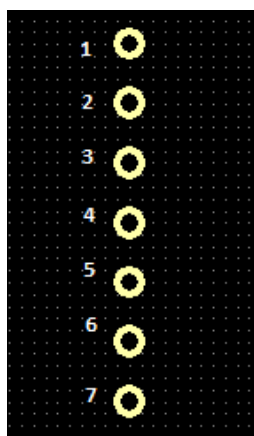


Рис. 3.10.2

5) Начертить прямоугольный контур микросхемы. Для этого выполнить команду **Line**. Установить курсор в 1-ю точку (17,5; 12,5) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор во 2-ю точку (22,5; 12,5) и щелкнуть ЛК. Переместить курсор в 3-ю точку (22,5; 32,5) и щелкнуть ЛК. Установить курсор в 4-ю точку (17,5; 32,5), щелкнуть ЛК. И, наконец, переместить курсор снова в 1-ю точку (17,5; 12,5), щелкнуть ЛК, а затем ПК (рис. 3.10.3).

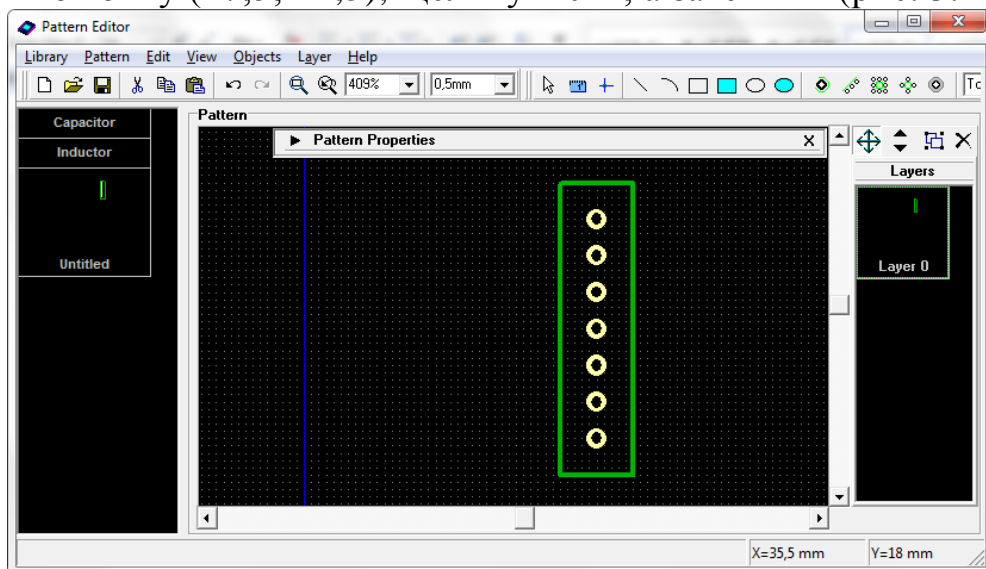


Рис. 3.10.3

6) Сохранить библиотеку.

### 3.11. Разработка посадочного места заземления

Если программа **Pattern Editor** не закрывалась, то конфигурация сохранилась (см. раздел 3.2, настройка конфигурации) и можно сразу приступить к созданию посадочного места заземления.

#### Порядок создания ПМ заземления

1) На панели **Pattern Properties** установить **Type(Тип)** в значение **Free(Свободный)**, поле **Name(Название)** в значение **Ground** и **RefDes(Метка)** в значение **GND**. Минимизировать панель.

2) Выполнить команды **Objects/Placement Setup (Установка параметров монтажного отверстия)**.

Установить круглую форму контактной площадки. Для этого в разделе

**Current Pads** в поле **Shape(Форма)** выбрать значение **Ellipse (Эллипс)**, выбрать штыревой тип вывода **Through** в поле **On Board**, установить размеры прямоугольника, равные по **высоте (Height) 1,4 мм** и по **ширине (Width) 1,4 мм**, в поле **Hole** установить **диаметр сверления, равный 0,8**.

3) Установить шаг сетки **0,5 мм**. Установить контактные площадки посадочного места микросхемы. Для этого выполнить команду **Place Pad**. Поставить курсор в точку (10; 10) и щелкнуть ЛК, затем ПК.

4) Перенумеровать контакты. Для этого щелкнуть ПК по контакту. В меню выбрать **Pad Number** и установить значение, равное 1.

5) Начертить прямоугольный контур микросхемы. Для этого выполнить команду **Line**. Установить курсор в 1-ю точку (9; 7) и щелкнуть ЛК. Перевести курсор во 2-ю точку (9; 13) и щелкнуть ЛК. Переместить курсор в 3-ю точку (11; 13) и щелкнуть ЛК. Установить курсор в 4-ю точку (11; 7), щелкнуть ЛК. И, наконец, переместить курсор снова в 1-ю точку (9; 7), щелкнуть ЛК, а затем ПК (рис. 3.11.3).

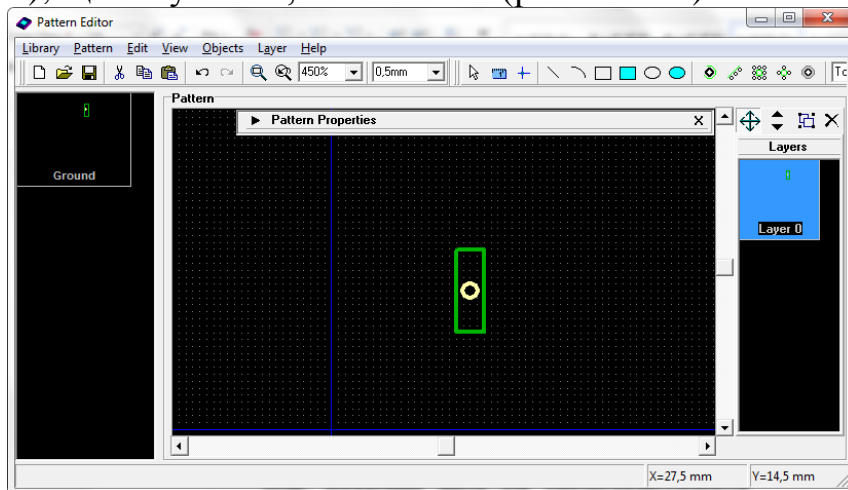


Рис. 3.11.3

6) Сохранить библиотеку.

Итак, посадочные места для электро-радиоэлементов схемы разработаны. Можно приступить к выполнению следующей процедуры — упаковке выводов ЭРЭ.

#### 4. Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств

Цель занятия — изучение методики упаковки выводов конструктивных элементов РЭС средствами программы DipTrace Component Editor; приобретение навыков упаковки выводов конструктивных элементов РЭС.

##### 4.1 Общие сведения о программе DipTrace Component Editor

При проектировании печатных плат необходимы сведения о схемных образах ЭРЭ и посадочных местах для них. Программы размещения и трассировки должны иметь информацию о соответствии каждого

конкретного вывода условного графического обозначения выводу в корпусе элемента. В DipTrace это выполняется в Component Editor. Для этого соответствующие данные заносятся в так называемые упаковочные таблицы, указывающие основные характеристики используемых ЭРЭ. В программе предусмотрены эффективные приемы работы, аналогичные приемам программных продуктов Microsoft Office. Эта программа не является графическим редактором. Она лишь сводит введенную ранее графическую информацию в единую систему — библиотечный элемент, в котором сочетаются несколько образов представления элемента: образ на схеме, посадочное место и упаковочная информация.

#### 4.2 Общие настройки для привязки компонентов к корпусам

Запустить графический редактор DipTrace Component Editor.

Подключите необходимые библиотеки для работы.

Для этого выполнить команды Библиотека/Подключение библиотек. Появится одноименное окно *Подключение библиотек* компонентов (рис. 4.2.1). В группах выбрать *Компоненты пользователя*. В области *Библиотеки группы* нажать кнопку *Добавить библиотеку*. В появившемся стандартном окне Windows нужно выбрать файл ЭРЭ.lib и нажать кнопку «Открыть».

В группах выбрать *Корпуса пользователя*. В области *Библиотеки группы* нажать кнопку *Добавить библиотеку*. В появившемся стандартном окне Windows нужно выбрать файл MyLibrary.lib и нажать кнопку «Открыть».

После этого нажать кнопку ОК в окне *Подключение библиотек компонентов*.

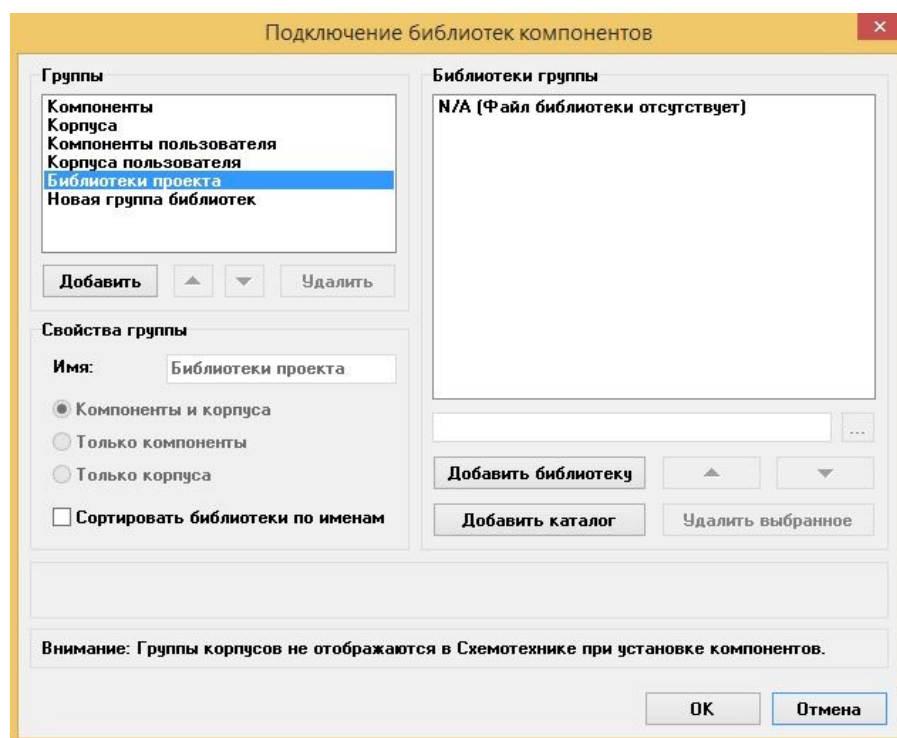


Рис. 4.2.1 Подключение необходимых библиотек

### 4.3 Создание библиотечного элемента микросхемы 133ЛА6

Для привязки компонента к корпусу, выполните команду **Компонент/Привязка к корпусу**. В открывшемся окне в области *Библиотеки корпусов* выберите *Корпуса пользователя* и нужную библиотеку корпусов.

а) В области *Корпуса* выберите корпус 133ЛА6. В боковом списке компонентов выберите «4И-НЕ» с номерами выводов 1-6 (рис. 4.3.1).

Заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* как показано в таблице.

Вывод	Номер контакта
InA	1
InB	2
InC	4
InD	5
Out	6

Для просмотра таблицы выводов выполните **Компонент/Таблица выводов**. В графе *Elec. Type (тип вывода)* в строках, соответствующих входам логических элементов (1-я, 2-я, 3-я, 4-я), в выпадающем меню выбрать **Input**. В строке, соответствующей выходу (6-я), выбрать **Output**.

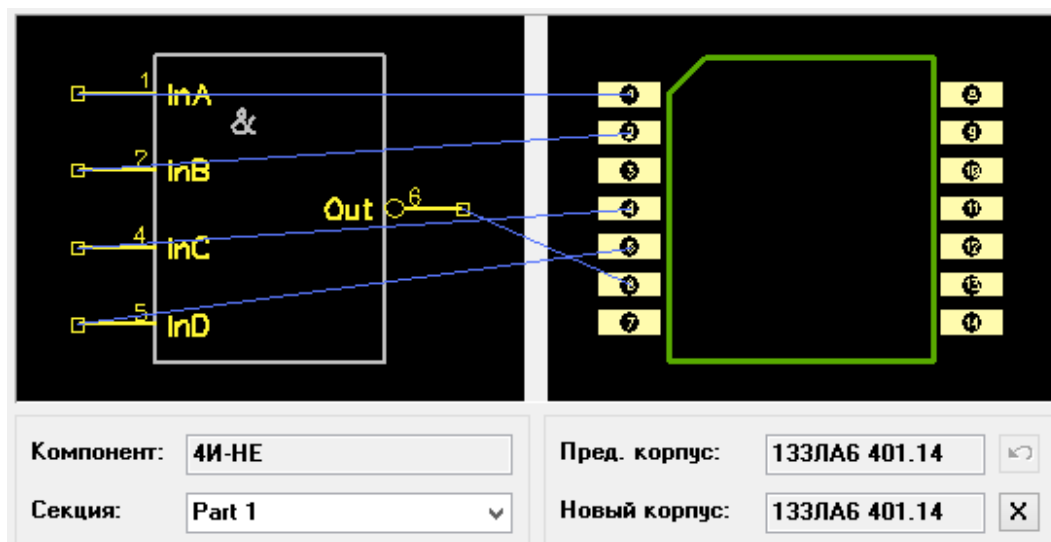


Рис. 4.3.1 Подключение компонента «4И-НЕ» к корпусу

б) Выберите второй компонент «4И-НЕ» с номерами выводов 8-10, 12-13. И заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* в соответствии с таблицей.

Вывод	Номер контакта
InA	9
InB	10
InC	12
InD	13
Out	8

Для просмотра таблицы выводов выполните Компонент/Таблица выводов. В графе *Elec. Type (тип вывода)* в строках, соответствующих входам логических элементов (9-я, 10-я, 12-я, 13-я), в выпадающем меню выбрать Input. В строке, соответствующей выходу (8-я), выбрать Output (рис. 4.3.2).

Связи между компонентами и корпусом прорисуются автоматически.

Нажмите ОК для закрытия окна *Привязка к корпусу*.

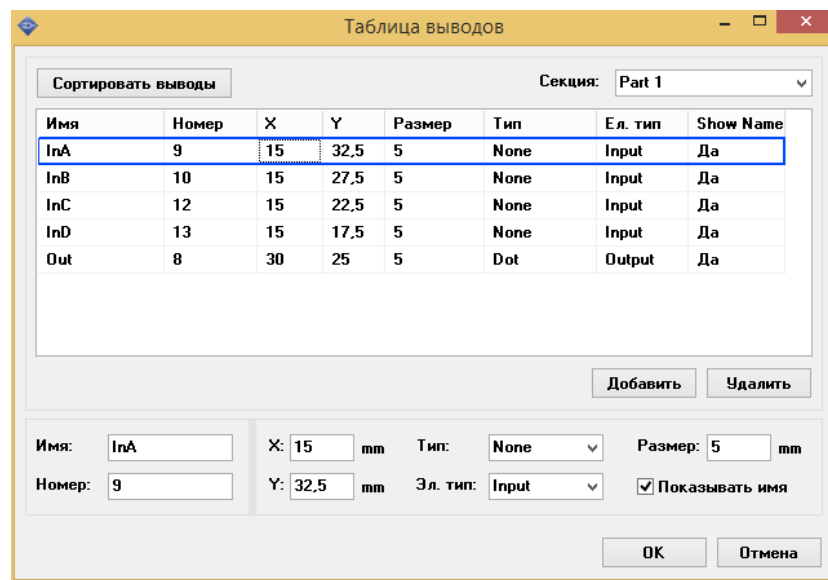


Рис.

4.3.2

Таблица выводов элемента «4И-НЕ»

#### 4.4 Создание библиотечного элемента микросхемы К511ПУ2

Для привязки компонента к корпусу, выполните команду Компонент/Привязка к корпусу. В открывшемся окне в области Библиотеки корпусов выберите Корпуса пользователя и нужную библиотеку корпусов.

а) В области Корпуса выберите корпус К511ПУ2. В боковом списке компонентов выберите «НЕ-И» с номерами выводов 1-3 (рис. 4.4.1).

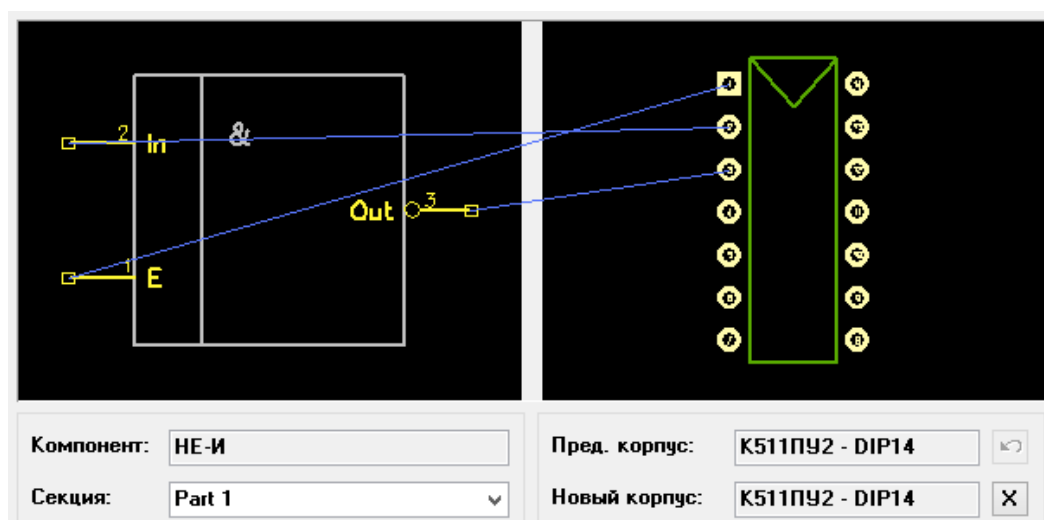


Рис. 4.4.1 Подключение компонента «НЕ-И» к корпусу

Заполните Таблицу соответствия выводов и КП как показано в таблице.

Вывод	Номер контакта
In	2
E	1
Out	3

Для просмотра таблицы выводов выполните Компонент/Таблица выводов. В графе *Elec. Type (тип вывода)* в строках, соответствующих входам логических элементов (1-я, 2-я), в выпадающем меню выбрать Input. В строке, соответствующей выходу (3-я), выбрать Output.

б) Выберите второй компонент «НЕ-И» с номерами выводов 4-6. И заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* в соответствии с таблицей.

Вывод	Номер контакта
In	5
E	4
Out	6

Для просмотра таблицы выводов выполните Компонент/Таблица выводов. В графе *Elec. Type (тип вывода)* в строках, соответствующих входам логических элементов (4-я, 5-я), в выпадающем меню выбрать Input. В строке, соответствующей выходу (6-я), выбрать Output.

г) Выберите третий компонент «2И-НЕ» с номерами выводов 11-13. И заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* в соответствии с таблицей.

Вывод	Номер контакта
InA	13
InB	12
Out	11

Для просмотра таблицы выводов выполните Компонент/Таблица выводов. В графе *Elec. Type (тип вывода)* в строках, соответствующих входам логических элементов (12-я, 13-я), в выпадающем меню выбрать Input. В строке, соответствующей выходу (11-я), выбрать Output.

д) Выберите четвертый компонент «2И-НЕ» с номерами выводов 8-10 (рис. 4.4.2). И заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* в соответствии с таблицей.



Вывод	Номер контакта
InA	10
InB	9
Out	8

Для просмотра таблицы выводов выполните Компонент/Таблица выводов. В графе *Elec. Type (тип вывода)* в строках, соответствующих входам логических элементов (9-я, 10-я), в выпадающем меню выбрать Input. В строке, соответствующей выходу (8-я), выбрать Output.

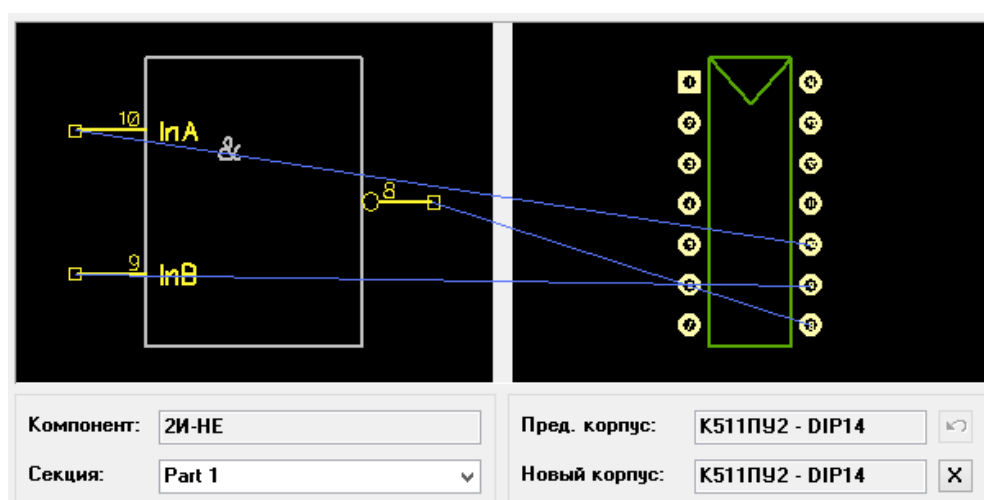


Рис. 4.4.2 Подключение компонента «2И-НЕ» к корпусу

Связи между компонентами и корпусом прорисуются автоматически.

Нажмите ОК для закрытия окна *Привязка к корпусу*.

#### 4.5 Создание библиотечного элемента для транзистора КТ3102Г

Для привязки компонента к корпусу, выполните команду Компонент/Привязка к корпусу. В открывшемся окне в области *Библиотеки корпусов* выберете *Корпуса пользователя* и нужную библиотеку корпусов.

а) В области *Корпуса* выберете корпус КТ3102Г. В боковом списке компонентов выберете «N-P-N».

Заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* как показано в таблице.

Вывод	Номер контакта
В	1
К	2

Вывод	Номер контакта
Е	3

Связи между компонентами и корпусом прорисуются автоматически (рис. 4.5.1).

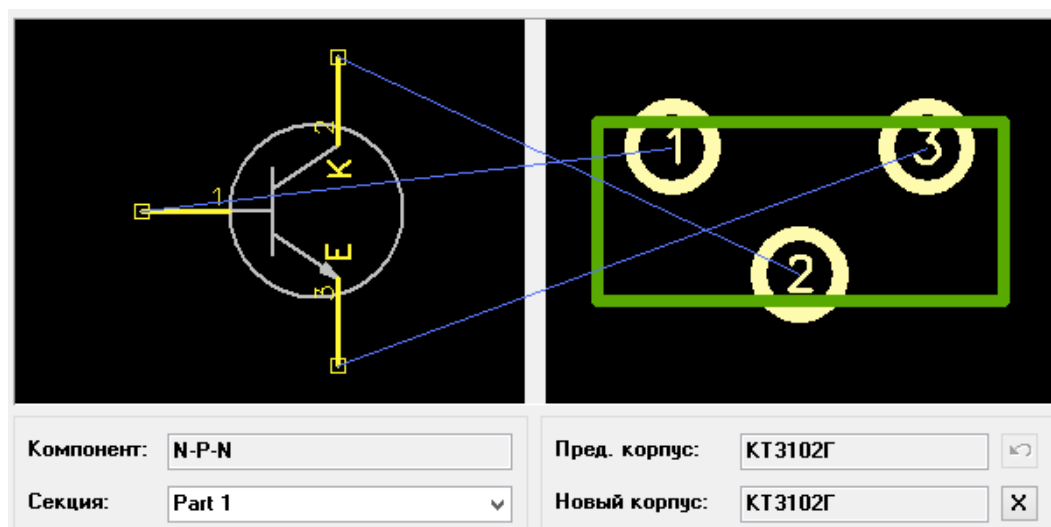


Рис. 4.5.1 Подключение элемента «N-P-N» к корпусу

Нажмите ОК для закрытия окна *Привязка к корпусу*.

#### 4.6 Создание библиотечного элемента диода КД403А

Для привязки компонента к корпусу, выполните команду Компонент/Привязка к корпусу. В открывшемся окне в области *Библиотеки корпусов* выберите *Корпуса пользователя* и нужную библиотеку корпусов.

а) В области *Корпуса* выберите корпус КД403А. В боковом списке компонентов выберите «Диод».

Заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* как показано в таблице.

Вывод	Номер контакта
+	1
-	2

Связи между компонентами и корпусом прорисуются автоматически (рис. 4.6.1).

Нажмите ОК для закрытия окна *Привязка к корпусу*.

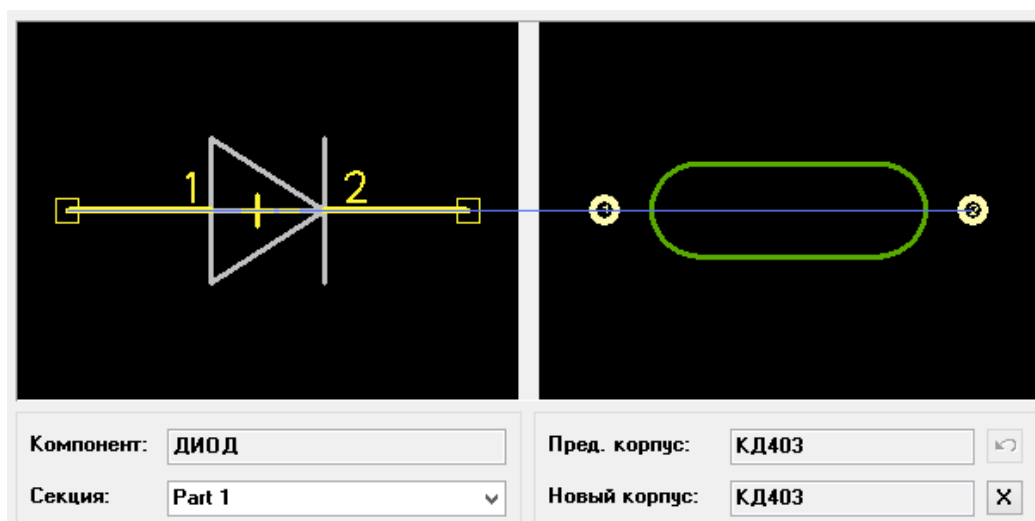


Рис. 4.6.1 Подключение элемента «Диод» к корпусу

#### 4.7 Создание библиотечного элемента конденсатора К73-15

Для привязки компонента к корпусу, выполните команду Компонент/Привязка к корпусу. В открывшемся окне в области *Библиотеки корпусов* выберите *Корпуса пользователя* и нужную библиотеку корпусов.

а) В области *Корпуса* выберите корпус К73-15. В боковом списке компонентов выберите «Конденсатор».

Заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* как показано в таблице.

Вывод	Номер контакта
1	1
2	2

Связи между компонентами и корпусом прорисуются автоматически (рис. 4.7.1).

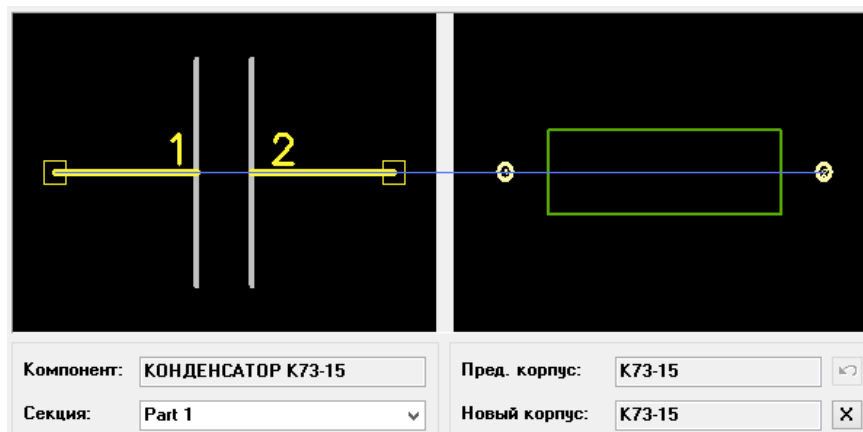


Рис. 4.7.1 Подключение конденсатора к корпусу К73-15

Нажмите ОК для закрытия окна *Привязка к корпусу*.

#### 4.8 Создание библиотечного элемента конденсатора К10-43

Для привязки компонента к корпусу, выполните команду Компонент/Привязка к корпусу. В открывшемся окне в области *Библиотеки корпусов* выберете *Корпуса пользователя* и нужную библиотеку корпусов.

а) В области *Корпуса* выберете корпус К10-43. В боковом списке компонентов выберете «Конденсатор».

Заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* как показано в таблице.

Вывод	Номер контакта
1	1
2	2

Связи между компонентами и корпусом прорисуются автоматически (рис. 4.8.1).

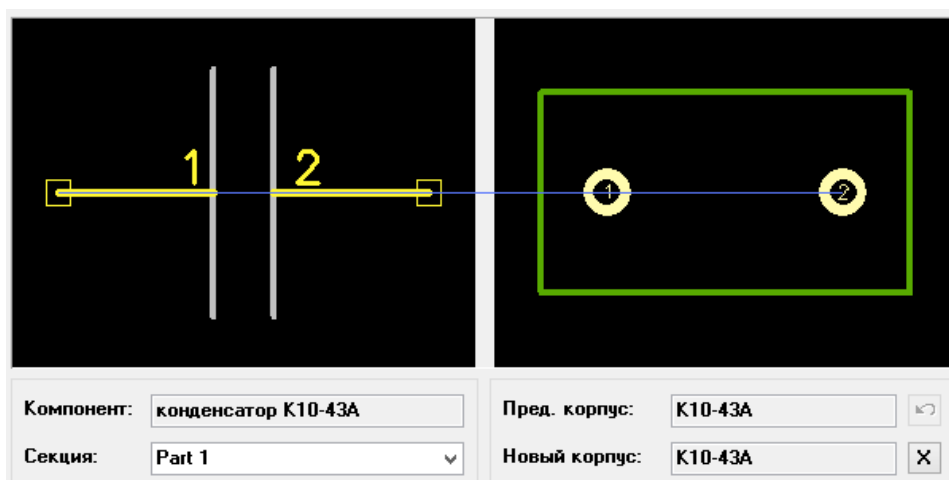


Рис. 4.8.1 Подключение конденсатора к корпусу К10-43

Нажмите ОК для закрытия окна *Привязка к корпусу*.

#### 4.9 Создание библиотечного элемента резистора ОМЛТ-0.125

Для привязки компонента к корпусу, выполните команду Компонент/Привязка к корпусу. В открывшемся окне в области *Библиотеки корпусов* выберете *Корпуса пользователя* и нужную библиотеку корпусов.

а) В области *Корпуса* выберете корпус ОМЛТ-0.125. В боковом списке

компонентов выберите «Резистор».

Заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* как показано в таблице.

Связи между компонентами и корпусом прорисуются автоматически (рис. 4.9.1).

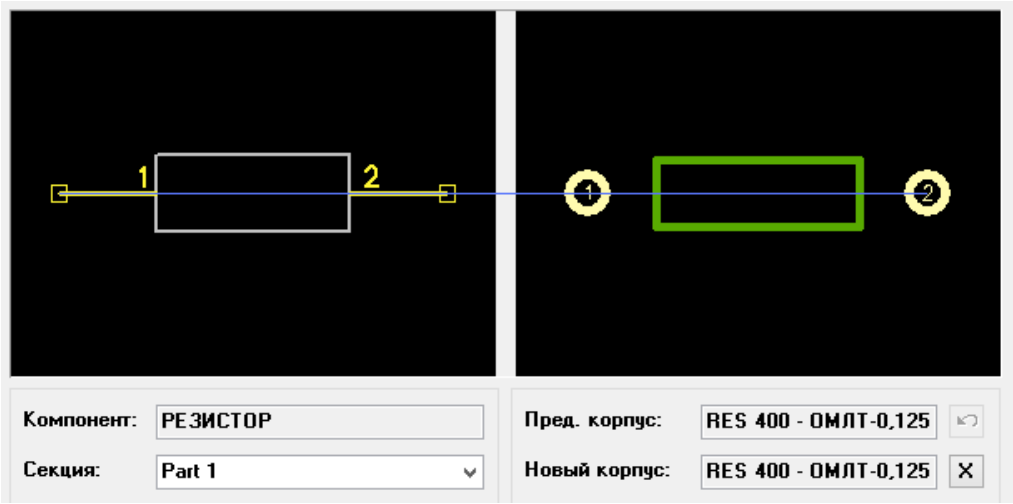


Рис. 4.9.1 Подключение компонента «Резистор» к корпусу

Нажмите ОК для закрытия окна *Привязка к корпусу*.

#### 4.10 Создание библиотечного элемента катушки индуктивности

Д1 -1,2-1

Для привязки компонента к корпусу, выполните команду Компонент/Привязка к корпусу. В открывшемся окне в области *Библиотеки корпусов* выберите *Корпуса пользователя* и нужную библиотеку корпусов.

а) В области *Корпуса* выберите корпус Д1-1,2-1. В боковом списке компонентов выберите «Катушку».

Заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* как показано в таблице.

Вывод	Номер контакта
1	1
2	2

Связи между компонентами и корпусом прорисуются автоматически (рис. 4.10.1).

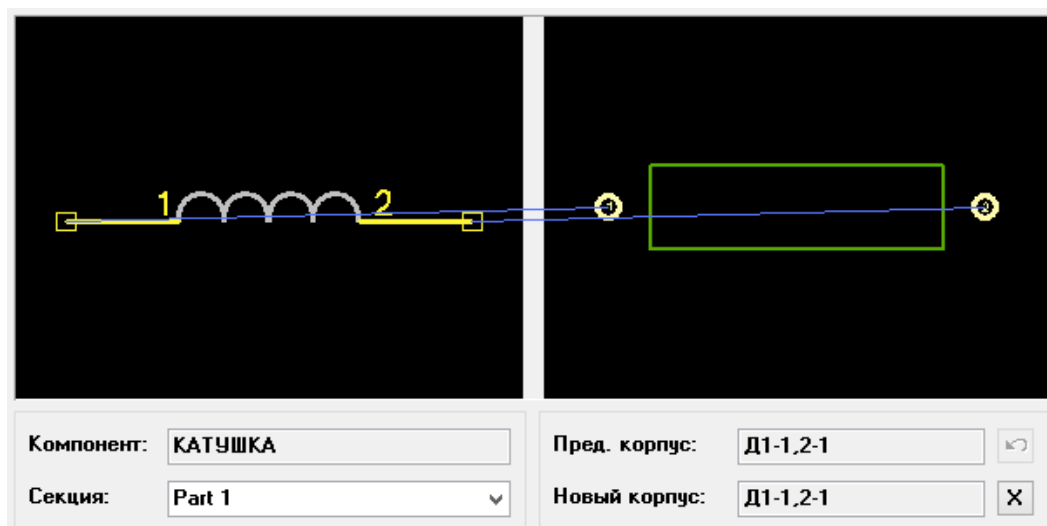


Рис. 4.10.1 Подключение компонента «Катушка» к корпусу

Нажмите ОК для закрытия окна *Привязка к корпусу*.

#### 4.11 Создание библиотечного элемента электрического соединителя ОН-КС-10

Для привязки компонента к корпусу, выполните команду Компонент/Привязка к корпусу. В открывшемся окне в области *Библиотеки корпусов* выберете *Корпуса пользователя* и нужную библиотеку корпусов.

а) В области *Корпуса* выберете корпус ОН-КС-10. В боковом списке компонентов выберете «Соединитель» с номером входа 1.

Заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* как показано в таблице.

Вывод	Номер контакта
1	1

Связи между компонентами и корпусом прорисуются автоматически (рис. 4.11.1).

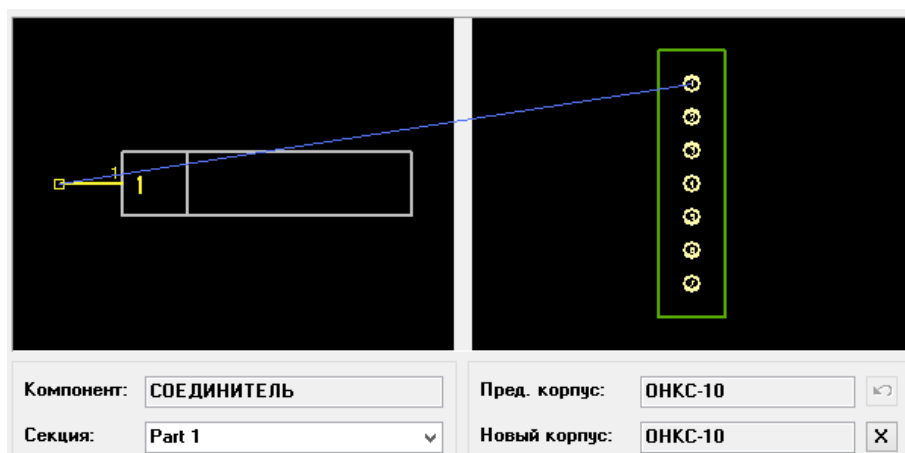


Рис. 4.11.1 Подключение компонента «Соединитель» к корпусу

б) Выберите второй компонент «Соединитель» с номером вывода 2.

И заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* в соответствии с таблицей.

Вывод	Номер контакта
2	2

Повторите те же действия и для «Соединителей» с номерами вывода с 3-7.

Нажмите ОК для закрытия окна *Привязка к корпусу*.

#### 4.12 Создание библиотечного элемента земли

Для привязки компонента к корпусу, выполните команду Компонент/Привязка к корпусу. В открывшемся окне в области *Библиотеки корпусов* выберите *Корпуса пользователя* и нужную библиотеку корпусов.

а) В области *Корпуса* выберите корпус GND. В боковом списке компонентов выберите «GND».

Заполните *Таблицу соответствия выводов и КП* как показано в таблице.

Вывод	Номер контакта
1	1

Связи между компонентами и корпусом прорисуются автоматически (рис. 4.12.1).

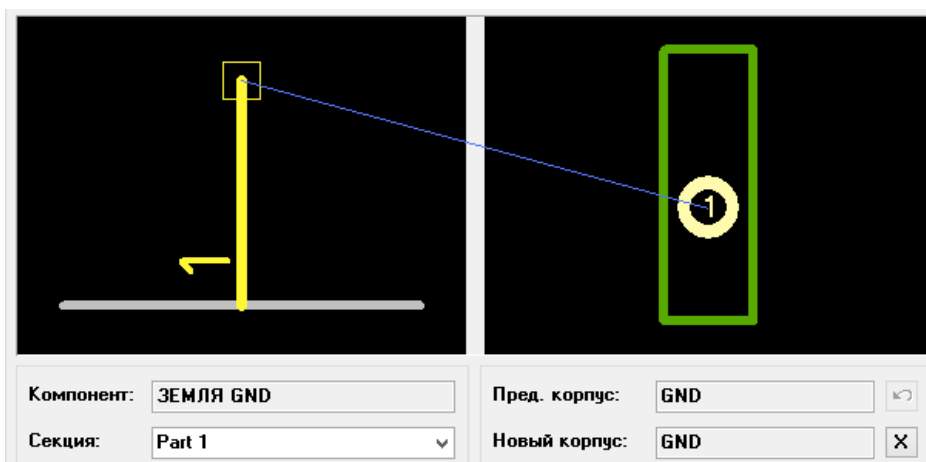


Рис. 4.12.1 Подключение компонента «GND» к корпусу



Нажмите ОК для закрытия окна *Привязка к корпусу*.

## 5. Создание электрических схем графическим редактором DipTrace Schematic

**Цель занятия** — изучение методики работы с графическим редактором DipTrace Schematic; приобретение навыков создания и оформления электрических схем.

### 5.1. Общие сведения о графическом редакторе DipTrace Schematic

Графический редактор DipTrace Schematic предназначен для разработки электрических принципиальных схем с использованием условных графических обозначений элементов. При этом УГО ЭРЭ могут извлекаться из соответствующей библиотеки или создаваться средствами самой программы.

Если не разрабатывается узел печатной платы, то при вычерчивании схем берутся УГО элементов, не связанные с их конструктивной базой. Такая схема может использоваться как иллюстративный материал. При возникновении необходимости разработки ПП ее надо дополнить соответствующей конструкторско-технологической информацией.

При выполнении проекта с разработкой узла ПП схема должна формироваться из библиотечных элементов, которые включают полную информацию о конструктивных особенностях ЭРЭ и их посадочных местах на ПП.

Запуск программы осуществляется через кнопку «Пуск» с последующим выполнением в выпадающем меню команд «Программы», «DipTrace» и «Schematic».

### 5.2. Создание схемы электрической принципиальной

Сформировать фрагмент схемы электрической принципиальной, представленной на рис. 1.2.

1. Запустить графический редактор **DipTrace Schematic**.

2. Настроить конфигурацию графического редактора.

Для этого необходимо:

- В меню *Файл* щелкнуть ЛК по строке *Параметры страницы*. Появится диалоговое окно *Параметры страницы*. В области *Шаблон листа* «выбрать» формат А3 или через кнопку *Размер листа* в окне *Ширина* задать размер 420 мм, а в окне *Высота* — 297 мм (рис. 5.2.1). Нажать кнопку ОК.

- В меню *Вид* щелкнуть ЛК по строке *Единицы измерения* и выбрать единицу измерения mm.

- В меню *Вид* щелкнуть по строке *Изменение стандартных*, появится диалоговое окно *Стандартный шаг сетки*. В нем установить новую сетку графического редактора с шагом 1,25 мм. Для этого в области *Значение*

набрать на клавиатуре 1.25 и нажать кнопку *Добавить* (рис. 5.2.2). Нажать кнопку ОК.

- В меню *Вид* щелкнуть по строке *Шаг сетки* и в выпавшем окне выбрать и нажать на размере 1,25 mm.

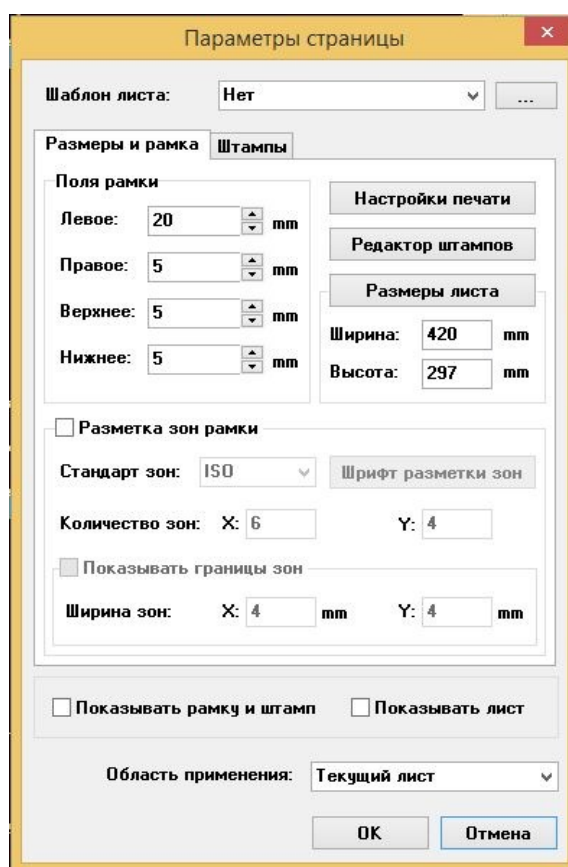


Рисунок 5.2.1 Параметры страницы

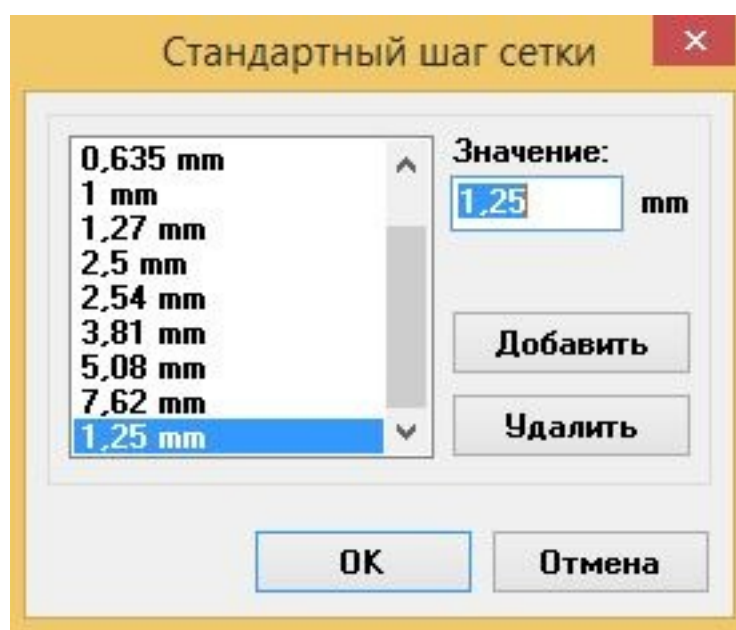


Рисунок 5.2.2 Добавление шага сетки

3. Установить элементы. (Взаимное расположение элементов показано на рис. 5.2.3.) Для этого выполнить команды **Библиотека/Подключение библиотек**. Появится одноименное окно *Подключение библиотек компонентов* (рис. 5.2.4). В группах выбрать *Корпуса пользователя*. В области *Библиотеки группы* нажать кнопку *Добавить библиотеку*. В появившемся стандартном окне Windows нужно выбрать файл ЭРЭ.lib и нажать кнопку «Открыть». После этого нажать кнопку ОК в окне *Подключение библиотек компонентов*.

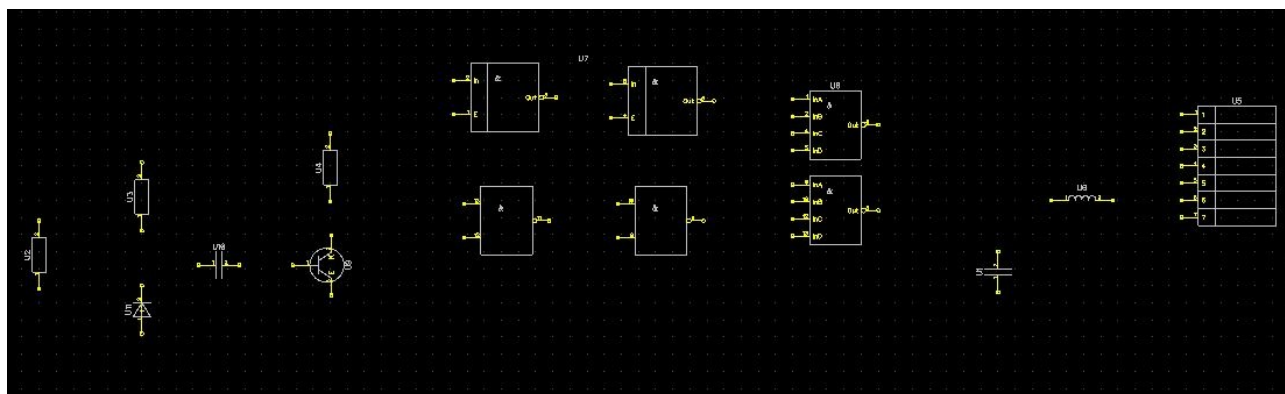


Рисунок 5.2.3 Взаимное расположение элементов

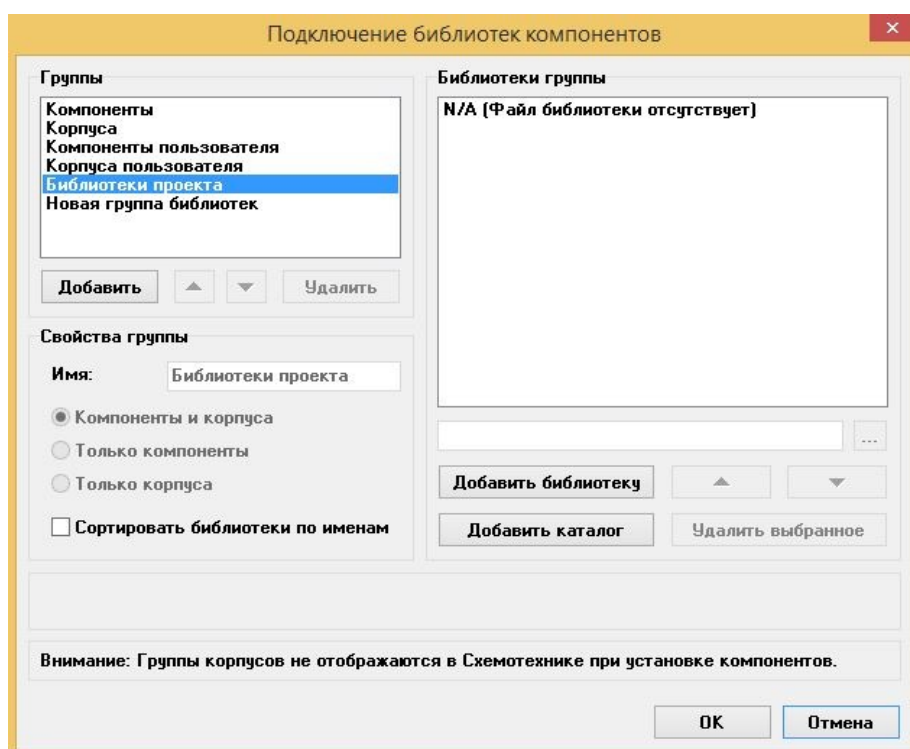


Рисунок 5.2.4 Подключение библиотек компонентов

а) В боковом меню выбрать конденсатор КЮ-43А и щелкнуть по элементу. Нажать на клавишу R (Ctrl+R), элемент повернется на 90°. После

этого курсором указать на рабочем поле место для его размещения — точку с координатами (128; -31) либо ввести эти координаты с клавиатуры. Для чего щелкнуть ЛК на поле для установки элемента, затем ПК по элементу и выбрать Свойства, появится диалоговое окно Свойства компонента в поле X — 128, затем в поле координаты Y — -31 и нажать ОК. Элемент окажется в точке с этими координатами.

б) Выбрать элемент ОМЛТ 0,125, щелкнуть по элементу. Развернуть его на 90° и поместить на рабочем поле три таких резистора в точках (-162; -38,5), (-137; -8), (-82; 6). Масштаб изображения при этом целесообразно увеличить, нажав несколько раз на клавишу серый «+».

в) Далее таким же способом установить катушку индуктивности D 1-1.2-1 в точку (100; -5), диод КД403-ПА ВАР вертикально в точку (-123,5; -44), конденсатор К73-15 в — (-151,5; -42) и транзистор КТ3102G в (-116; -24).

г) Теперь нужно установить в микросхему К511ПУ2. Вначале установим 1-й вентиль. Для этого необходимо выбрать элемент «НЕ-И» корпуса К511ПУ2 с боковой панели, установить в точку с координатами (-74,5; 25). Щелкнуть ПК по элементу и в *Свойствах* надо проверить, чтобы в области *Метка секции* стояла 1 и флажок в поле *Разрешить секции* (рис. 5.2.5, а). Затем всю эту процедуру повторить при установке 2-го вентиля в точку (-19,5; 25) и *Метка секции* - 2.

Установить 3-й и 4-й вентили. Снова выбрать элемент «2И-НЕ» К511ПУ2 в боковой панели, но в области Part Num теперь задать 3 (рис. 5.2.5, б) в точку (-67,5; -30). Для этого щелкнуть ПК в окне Part Num и ввести 3. Нажать на кнопку ОК.

Эту процедуру полностью повторить при установке 4-го вентиля в точке с координатами (-12; -30).

Рисунок 5.2.5 (а - слева, б - справа) Свойства компонента

д) Установить вентили микросхемы 133ЛА6. Для этого щелкнуть на боковой панели и выбрать элемент «4И-НЕ» 133ЛА6. Аналогичным способом установить два вентиля этой микросхемы в точки с координатами (35; 15) и (35; -40,5). Щелкнуть ПК.

е) Теперь разместить электрический соединитель. Щелкнуть и выбрать элемент ON-KS-10. Поскольку соединитель состоит из семи одинаковых элементов, все их разместить вертикально в ряд. Проще эту процедуру выполнить, если вначале укрупнить масштаб (трижды на-жать на «+»). Затем установить курсор в 1-ю точку с координатами (141; 17,5) и щелкнуть ЛК. После этого, последовательно щелкая шесть раз, установить их друг под другом в точки с координатами (141; 12,5), (141; 7,5), (141; 2,5), (141; -2,5), (141; -7,5), (141; 12,5) так, как показано на рис. 5.2.6.

После этого каждому соединителю установить в свойствах одинаковую

метку и *Метку секции* установить от 1 до 7.

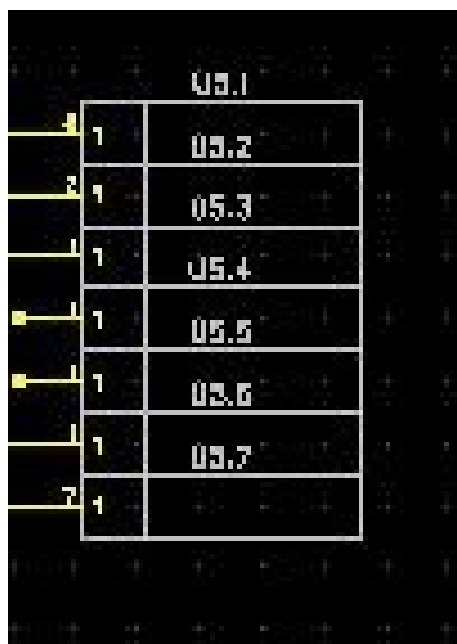
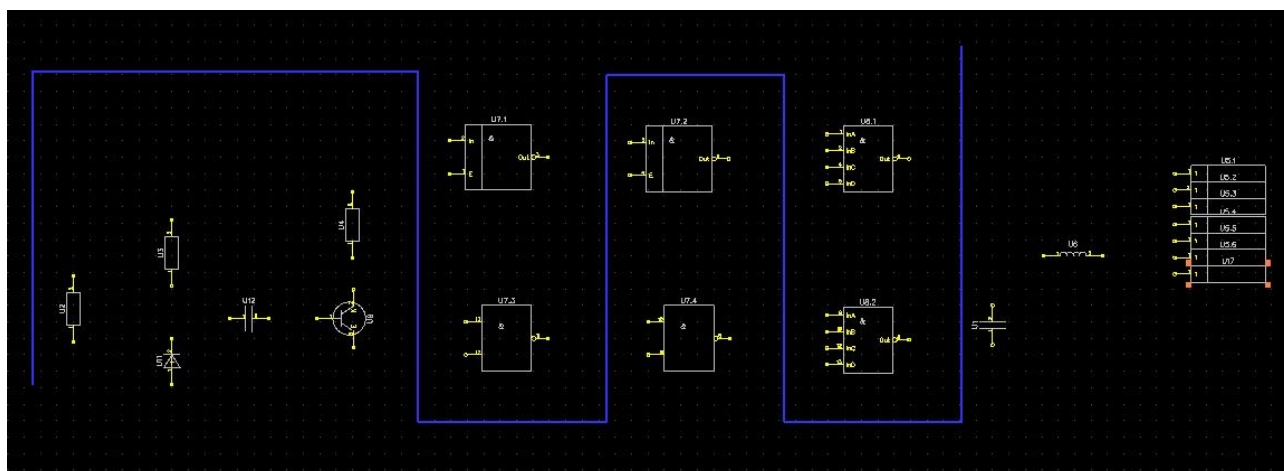


Рисунок 5.2.6 Размещение соединителей

4. Провести шину. Для этого выполнить команды **Объекты/Схема/Установка шины**. Шину проведем между всеми элементами схемы. Поэтому щелкнуть ЛК в 1-й точке с координатами (-199; -38,5) и, не отпуская ЛК, провести вертикальную линию до изгиба в точку (-199; 65), отпустить ЛК. Снова нажать ЛК и, удерживая ее, провести горизонтальную линию от точки (-199; 65) до точки изгиба (-80,5; 65), отпустить ЛК. Подобным образом провести шину до конца через остальные семь точек с координатами (-80,5; -40), (-22,5; -40), (-22,5; 65), (31; 65), (31; -40), (85,5; -40) и (85,5; 65). Щелкнуть ПК. В результате появится изображение шины (обычно) синего цвета (рис. 5.2.7).



### Рисунок 5.2.7 Расположение шины на схеме

5. Провести электрические цепи между выводами элементов, находящихся рядом. Для этого выполнить команды **Объекты/Схема/Установка связи**. Чтобы соединить выводы элементов, надо щелкнуть ЛК на одном выводе и, не отпуская ЛК, переместить курсор ко второму выводу. После этого отпустить ЛК и нажать ПК.

Для подключения вывода к шине необходимо щелкнуть ЛК на выводе (или на линии связи двух выводов) и, не отпуская ЛК, переместить курсор к шине. Отпустить ЛК, щелкнуть ПК. Полученный результат представлен на рис. 5.2.8.

При соединении с шиной присвоить имена сетям.

После этого соединить выводы по сетям:

сеть0: C2(-125,5; -9) с VT1(-111; -9);

сеть1: R1(-180; -9) с C2(-137,5; -9), с VD1(-155; -15) и с R2(-155; 1) и с шиной; XS1(1-й вывод) с шиной;

сеть2: VT1(-99,75; -0,25) с R3(-99,75; 9) и с шиной; Входы элемента 1-го винтеля элемента K511ПУ2 (-70,5; 45), (-70,5; 35) с шиной;

сеть3: R2(-155; 21) с шиной; Выход 1-го винтеля элемента K511ПУ2 с шиной; Первый вход 4-го винтеля элемента K511ПУ2 с шиной;

сеть4: R3(-100; 35) с шиной; C1(95; -5) с L1(110; 10) с шиной;

сеть5: Входы 3-го винтеля элемента K511ПУ2 с шиной; Выход 4-го винтеля элемента K511ПУ2 с шиной;

сеть6: Два нижних входа 1-го винтеля элемента 133ЛА6 с шиной; Выход 3-го винтеля элемента K511ПУ2 с шиной;

сеть7: Входы 2-го винтеля элемента K511ПУ2 с шиной; Два нижних входа 2-го винтеля элемента 133ЛА6 с шиной;

сеть8: Нижний вход 4-го винтеля элемента K511ПУ2 с шиной; Два верхних входа 2-го винтеля элемента 133ЛА6 с шиной;

сеть9: Выход 2-го винтеля элемента K511ПУ2 с шиной; Два верхних входа 1-го винтеля элемента 133ЛА6 с шиной;

сеть10: Выход 1-го винтеля элемента 133ЛА6 с шиной; XS1(2-й вывод) с шиной;

сеть11: Выход 2-го винтеля элемента 133ЛА6 с шиной; XS1(3-й вывод) с шиной;

сеть12: L1(128,5; 10) с XS1(6-ой вывод); R1(-180; -29) с шиной; VD1(-155; -29) с шиной; VT1(-100; -18) с шиной;

сеть13: XS1(7-й вывод с шиной); C1(95; -15,5) с шиной;

6. Проверить возможные синтаксические ошибки, допущенные при создании схемы.

Для этого выполнить команды Проверка/Проверка связей(ERC). Откроется одноименное окно, в котором приводится перечень проверок, выполняемых программой.



После этого программой производится поиск ошибок, результаты которого выводятся на экран. Если в схеме присутствуют ошибки, то список ошибок будет выведен в диалоговом окне.

7. Для записи сформированной схемы выполнить команды Файл/Сохранить как. Откроется диалоговое окно Сохранить как, в котором необходимо указать папку для хранения проекта. Если такая папка не была создана ранее, то ее можно создать под именем «Проект». После этого открыть папку «Проект» и в строке «Имя файла» набрать «Схема». Щелкнуть по панели «Сохранить».

8. Для упаковки схемы на печатную плату (размещения на ПП корпусов ЭРЭ с указанием электрических связей между ними в соответствии с принципиальной схемой) ее надо записать в виде списка соединений. Последний включает в себя список ЭРЭ и цепей с указанием номеров выводов ЭРЭ, к которым они подключены.

Для этого в меню Файл/Экспорт выполнить команду Netlist/P-CAD Netlist... В открывшемся стандартном окне Windows указать папку «Проект» и имя файла списка соединений — «Схема» с расширением .net. Нажать кнопку ОК. Схема будет сохранена.

Процедура создания схемы электрической принципиальной завершена. Можно приступать к размещению ЭРЭ на печатной плате.

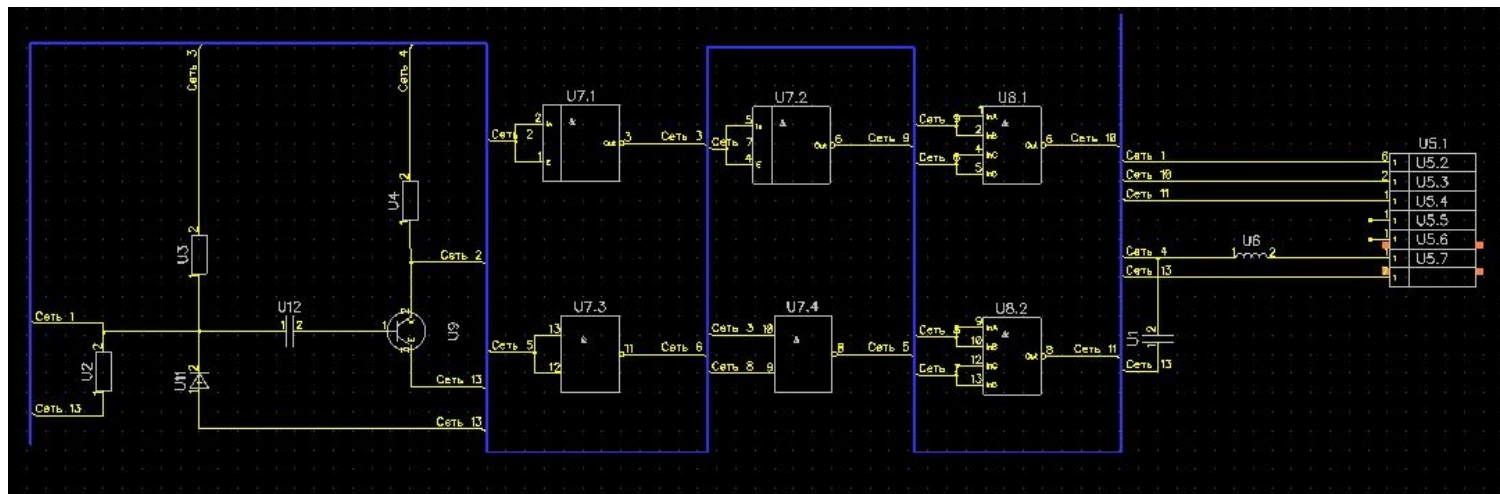


Рисунок 5.2.8 Результат схемы

## 6. Размещение конструктивных элементов на печатной плате

**Цель занятия** — изучение методики работы с графическим редактором **DipTrace PCB Layout**; приобретение навыков при решении задачи размещения конструктивных элементов РЭС на печатной плате.

## 6.1. Общие сведения о графическом редакторе **DipTrace PCB Layout**

Графический редактор **DipTrace PCB Layout** предназначен для выполнения работ, связанных с технологией разработки и конструирования узлов печатных плат. Он позволяет упаковывать схемы на плату, задавать размеры ПП, ширину проводников и величину индивидуальных зазоров для разных проводников, задавать размеры контактных площадок и диаметры переходных отверстий, экранные слои. Редактор позволяет выполнять маркировку ЭРЭ, их размещения, неавтоматическую трассировку проводников и формировать управляющие файлы для технологического оборудования.

Запуск программы осуществляется через кнопку «Пуск» с последующим выполнением в выпадающем меню команд программы **DipTrace** и **PCB Layout**. Щелчок мыши по **PCB Layout** запустит программу. В том случае, если на компьютере запущена одна из программ **DipTrace**, необходимо щелкнуть ЛК по команде **Tools**. Откроется выпадающее меню. Щелчок мыши по **PCB Layout** запустит программу. При этом действующая программа не закроется, а только свернется, и к ней всегда можно будет вернуться.

Экран графического редактора **PCB Layout** представлен на рис. 6.1.1.

Пиктограммы меню инструментов следующие:

1. Zoom Window – масштабировать окно;
2. Zoom Extends – масштабировать по размерам;
3. Undo Zoom – предыдущий масштаб и позиция;
4. Scale – масштаб;
5. Grid Size – шаг сетки;
6. Line – размещение линии;
7. Arc – размещение дуги;
8. Rectangle – размещение прямоугольника;
9. Filled Rectangle – размещение непрозрачного прямоугольника;
10. Ellipse – размещение эллипса;
11. Filled Ellipse – размещение непрозрачного эллипса;
12. Polyline – размещение ломанной линии;
13. Polygon – размещение полигона;
14. Place Text – вставить текст;
15. Place Picture – вставить изображение;
16. Current Shape and Text Layer – слой установки фигур и текста;
17. Arrange Components – упорядочить компоненты;
18. Run Auto-placement – запуск авто-позиционирования;
19. Auto-place Selected – авто-позиционирование выделенных;
20. Placement Setup... – настройки позиционирования;
21. Default Mode – режим по умолчанию;
22. Measure – измеритель расстояний;
23. Define Origin – изменить начало координат;
24. Place Component... - вставить компонент;

25. Component Placement Side – сторона установки компонента;
26. Place Pad — вывод;
27. Place Static Via — межслойный переход;
28. Place Mounting Hole – технологическое отверстие;
29. Place Copper Pour – заливка пустых областей;
30. Place Table – вставить таблицу;
31. Route Manual – установка трассы вручную (~);
32. Edit Traces – редактирование трассы в соответствии с углами;
33. Free Edit Traces – свободное редактирование трассы;
34. Route Setup – параметры трассировки;
35. Run Autorouter – запуск автотрассировки;
36. Autorouter Setup – настройки автотрассировки;
37. Place Board Outline – определение границ платы (области трассировки);
38. Check Design – показать ошибки трассировки;
39. Design Rules – параметры проверки ошибок;
40. Current Signal/Plane Layer – текущий сигнальный/экранный слой.

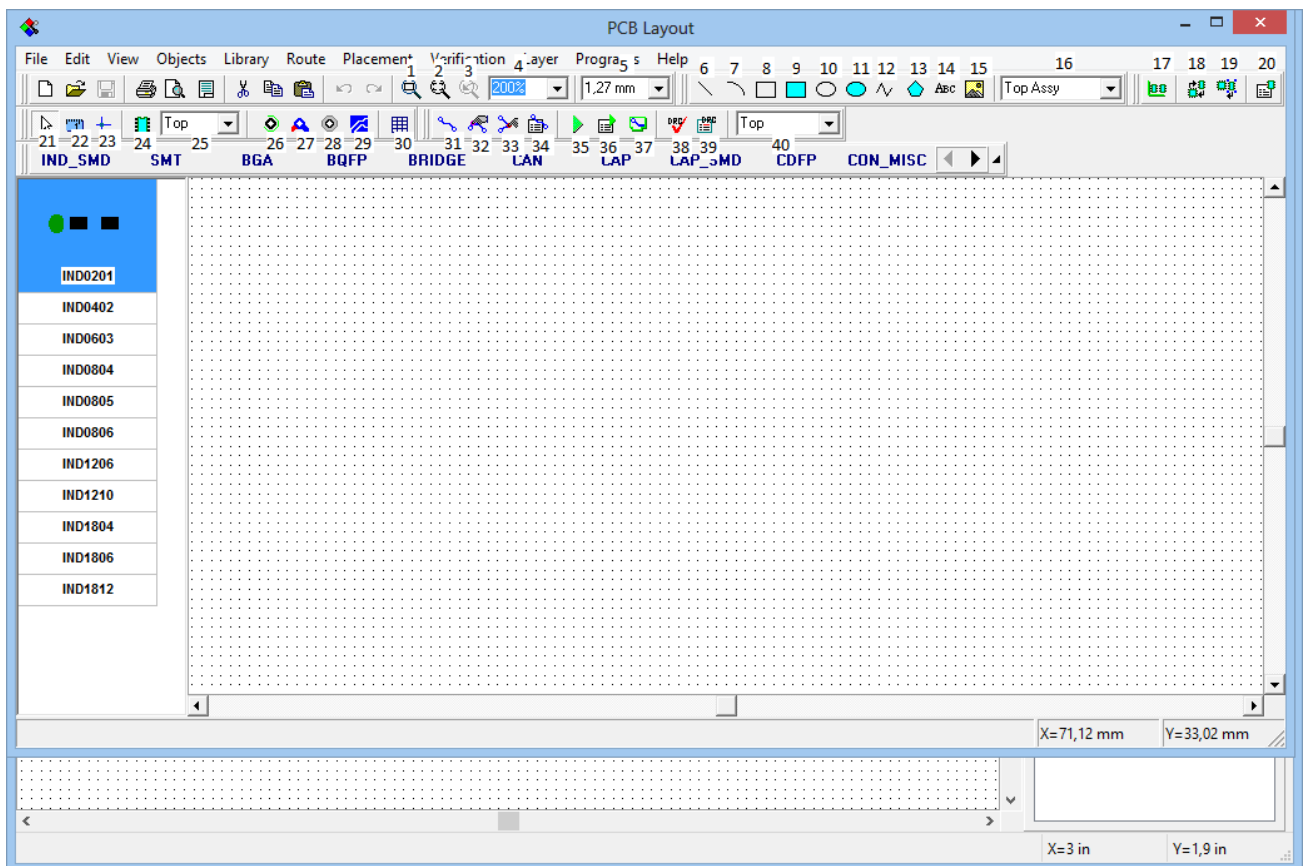


Рис. 6.1.1

## 6.2. Размещение электро-радиоэлементов на печатной плате

После запуска программы **PCB Layout** следует настроить его конфигурацию.

1. По командам **View/Units** выбрать метрическую систему единиц — mm. Далее устанавливаем размер сетки 1,25 мм. Для этого поместить курсор в строке состояний в поле, показывающее текущую сетку. Щелкнуть ЛК и ввести 1,25. Нажать клавишу Enter (рис. 6.2.1).

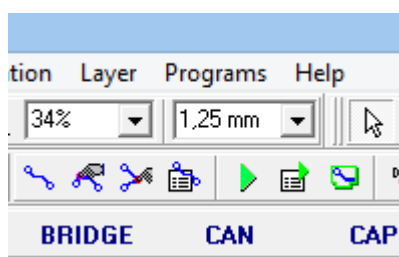


Рис. 6.2.1

2. Загрузить все библиотеки, из которых были набраны элементы схемы. Командами **Library/Library Setup** открывается окно Library Setup (рис. 6.2.2).

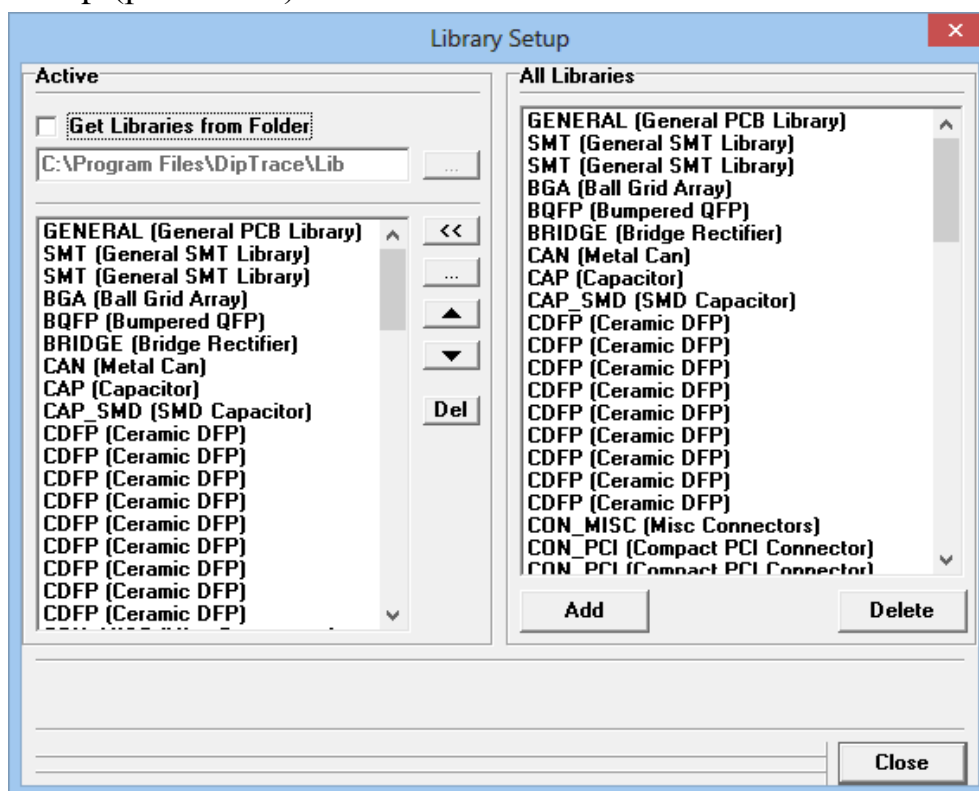



Рис. 6.2.2

Появится одноименное окно управления библиотеками, в котором для добавления в список новой библиотеки нажать кнопку **Add**. При этом нужно будет убрать галочку с поля **Get Libraries from Folder**, если ваша библиотека лежит не в этой папке.

После этого в стандартном окне Windows выбрать нужную библиотеку (рис. 6.2.3). Если необходимо, снова нажать кнопку Add и добавить следующую библиотеку. Таким же способом надо загрузить все используемые при создании схемы библиотеки и кнопкой 

переместить их в список активных библиотек.

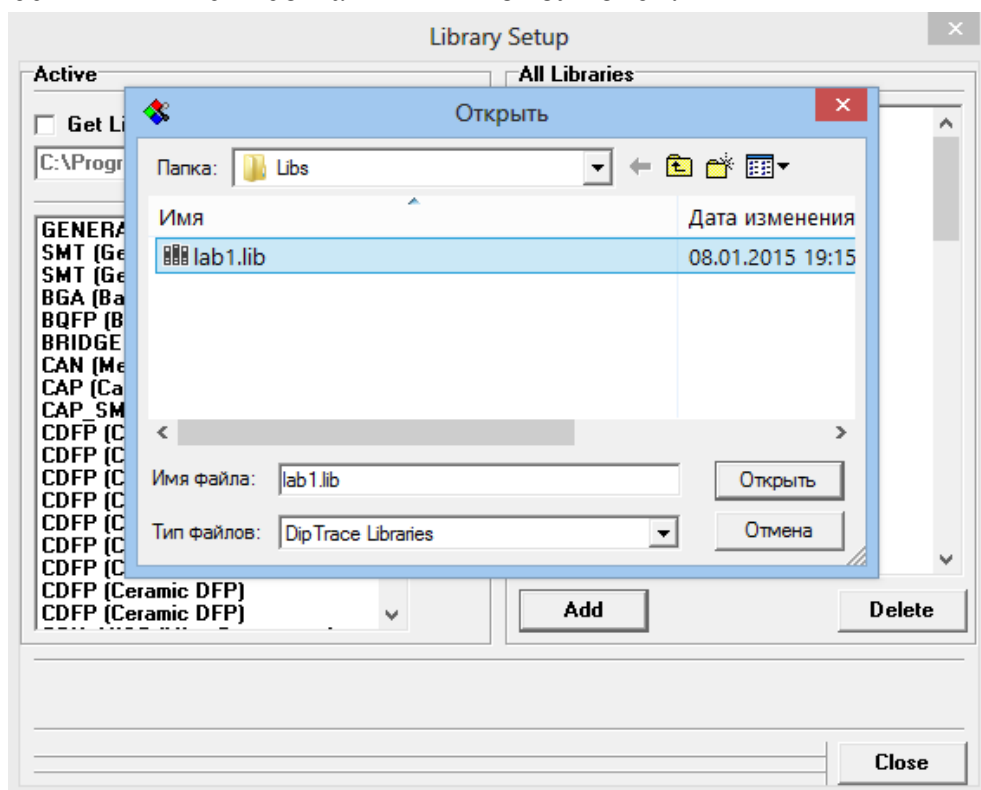


Рис. 6.2.3

Затем ползунком загруженных библиотек найти свою библиотеку и подключить ее (рис. 6.2.4)

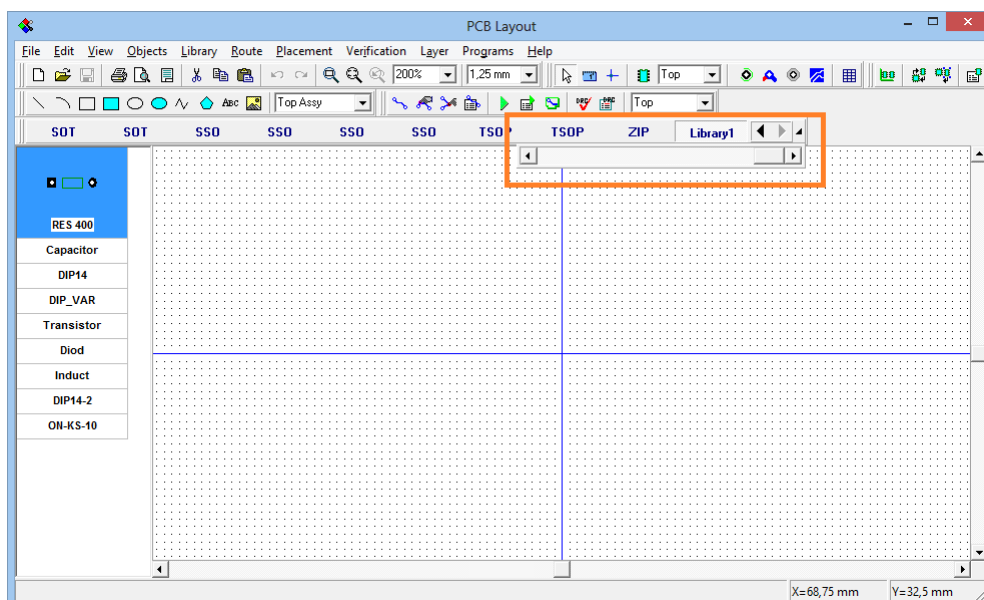


Рис. 6.2.4

После этого мы должны присоединить схему с компонентами, сконфигурированную с помощью DipTrace Schematic, выполнив команды **File/Renew Design from Schematic/By Components**. В открывшемся окне

выбираем файл со схемой и открываем его (рис. 6.2.5).

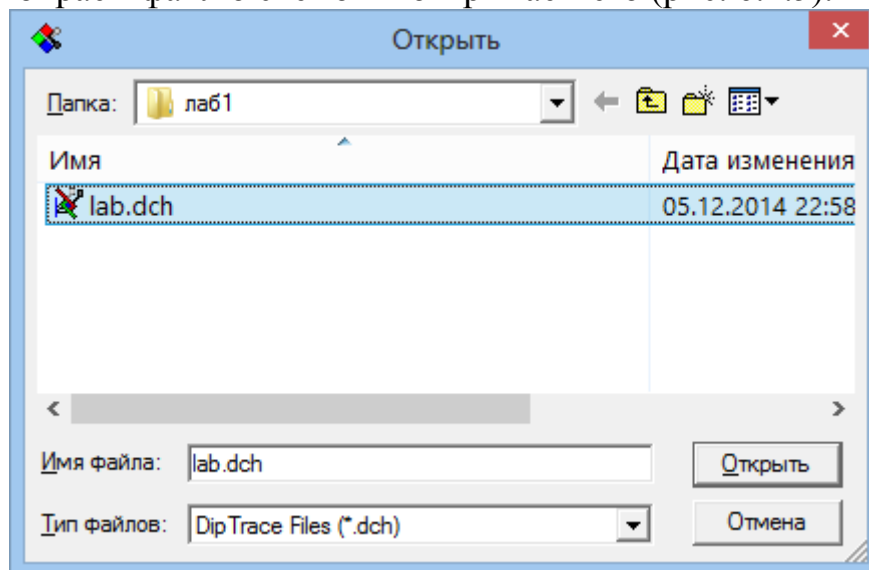


Рис. 6.2.5

После этого на рабочем поле должны появиться контуры ЭРЭ и связи между ними (рис. 6.2.6).

Одновременно формируется текстовый файл, в который записываются возникшие при трансляции ошибки и предупреждения (если есть ошибки, загрузка файла соединений не произойдет). Необходимо просмотреть перечень ошибок и предупреждений и исправить все ошибки.

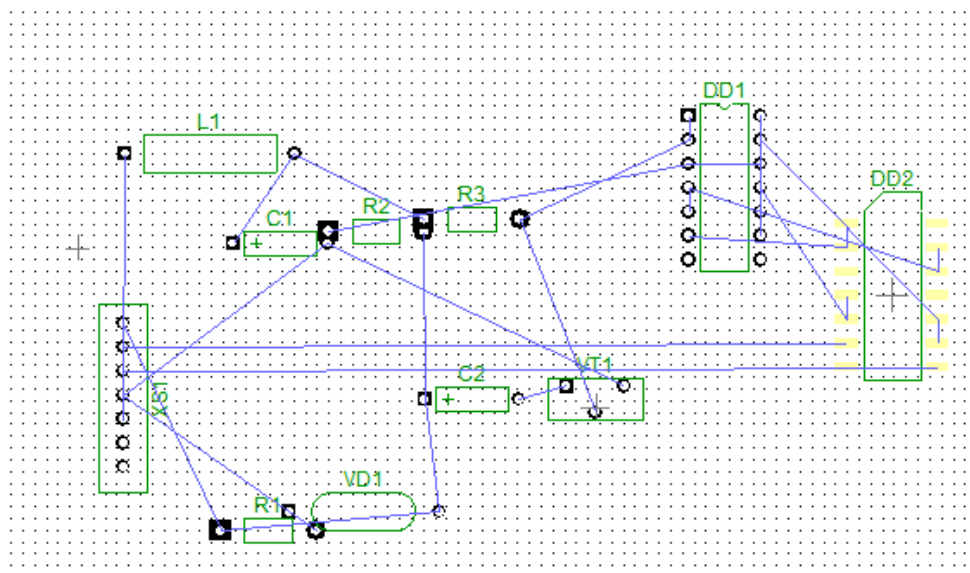


Рис. 6.2.6

#### 4. Установка контура печатной платы.

По командам **Route/Board Points** указать размер платы, превышающий габаритные размеры печатной платы (в нашем примере задать с запасом

250x250 мм) и поставить галочку на поле **Create Rectangular Board** (рис. 6.2.7).

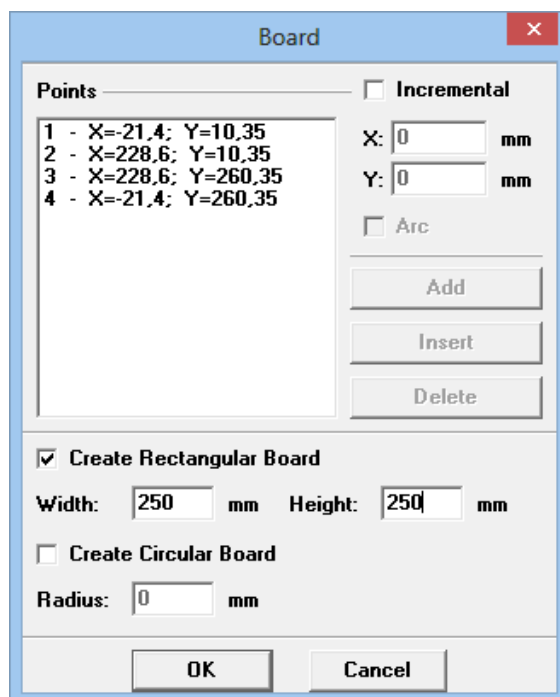


Рис. 6.2.7

Границы платы показаны на рис. 6.2.8.

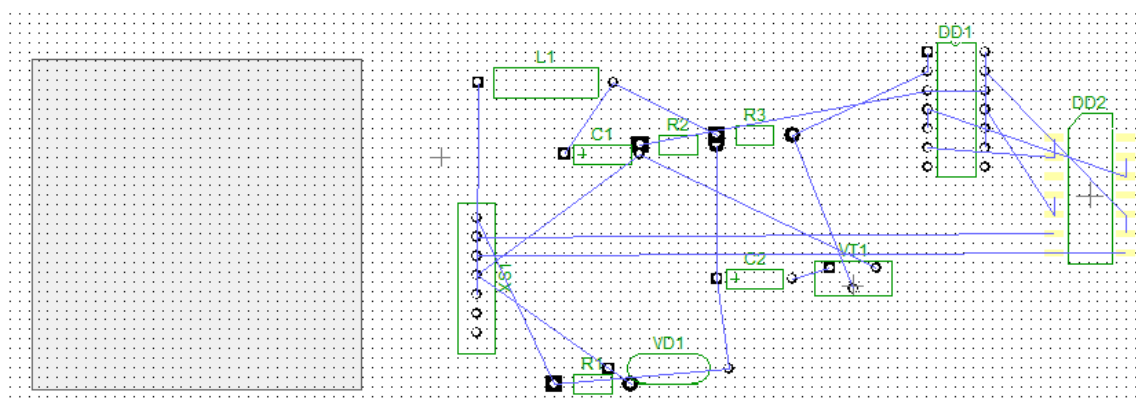


Рис. 6.2.8

5. Приступить к размещению элементов. Критерием качества размещения считать минимальную суммарную длину соединений. Для этого выполнить команды **Layer/Layer Setup**. Установить текущим слой **Top**.

При установке элементов редактор позволяет манипулировать ими: вращать, перемещать, делать невидимыми тексты.

Вращать выбранный элемент можно вокруг точки привязки. Для этого его выделяют и нажатием клавиш **CTRL+R** поворачивают против часовой стрелки на 90°.

Элементы необходимо размещать внутри контура ПП так, чтобы суммарная длина соединений была минимальной (рис. 6.2.9).

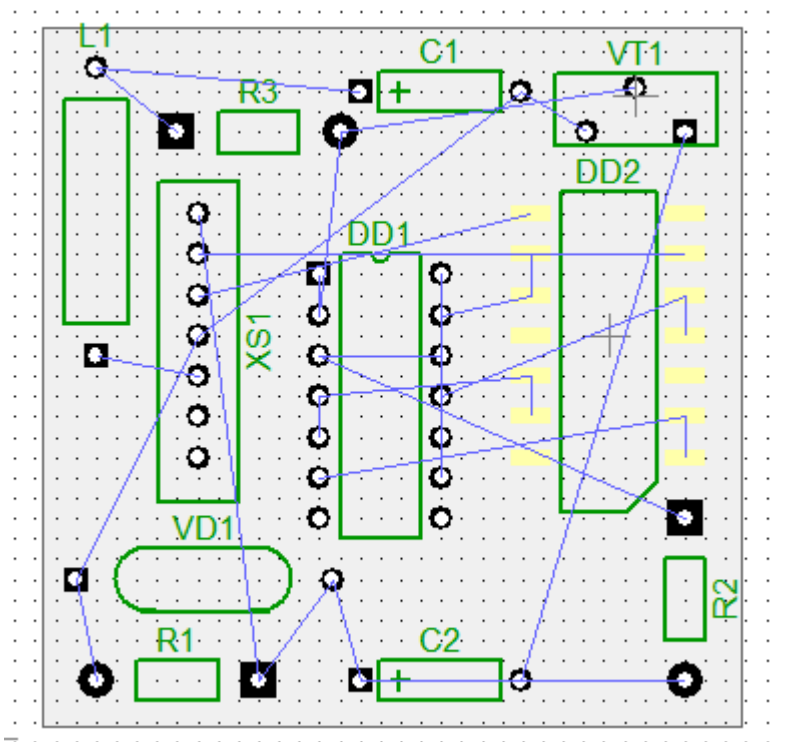


Рис. 6.2.9

6. После завершения размещения ЭРЭ на ПП целесообразно выполнить минимизацию длин соединений путем перестановки логически эквивалентных секций и выводов. Для этого нужно выбрать одну из пиктограмм в меню:

- Arrange Components – упорядочить компоненты;
- Run Auto-placement – запуск авто-позиционирования;
- Auto-place Selected – авто-позиционирование выделенных.

7. Результат размещения ЭРЭ на печатной плате необходимо сохранить. Для этого выполнить команды **File/Save As**. В стандартном окне Windows в окне «Имя файла» ввести «Размещение». Нажать кнопку Сохранить.

Результат размещения элементов на ПП будет сохранен в виде отдельного файла с расширением .pcb.

Задача размещения элементов на печатной плате решена и можно приступать к трассировке печатных проводников на плате.

### 6.3 Автоматическая трассировка проводников печатных плат.

Сначала зададим настройки авто трассировщика **Route/Autoroute Setup** (рис. 6.3.1). В настройках Grid Router отмените опцию **Use All Routers** и измените параметр **Number of Layers** (количество слоев) на 1 – трассировка будет производиться в нижнем слое. Вы можете изменить этот параметр на 2, тогда трассировка будет выполняться в двух слоях. Также Вы можете изменить качество трассировки, изменяя параметр **Auto Setup**, но более качественная трассировка занимает больше времени, т.к. выполняется несколько вариантов разводки и выбирается наилучший из них. Выбираем



**Auto Setup: Normal** как наиболее оптимальный с точки зрения качества и длительности трассировки. Быстрый режим можно использовать для несложных двухслойных плат или для предварительной трассировки сложных многослойных плат (когда качественная разводка занимает очень много времени). Нажмите ОК для применения изменений.

Grid Router Setup

Auto Setup: **Normal** Set by Default

Create Traces | Correct

Angles: 90 & 45 deg.

Number of Layers: 2

☒ Use All Layers

☐ Route without Vias

☐ Use Priority Layer Directions

☐ Allow Jumper Wires

Jumper Wire Direction: Vertical

☒ Matrix Shift and Choice

Number of Options: 1

Number of Optimizations: 3

Via Value: 76.2 mm

First Route Limit: 2

Second Route Limit: 4

Max. Number of Modifications: 5

OK Cancel

Рис. 6.3.1

Затем выберите **Route/Route Setup**, измените параметр **Template** на 0,5 мм и нажмите ОК (рис. 6.3.2). (Трассы шириной 0,5мм выбраны для тех радиолюбителей, которые используют метод нанесения рисунка на печатную плату с помощью лазерного принтера, использование фоторезистивной технологии и ультрафиолетовых ламп позволяет достичь ширины проводников 0,3 мм и менее в зависимости от возможностей соответствующего оборудования).

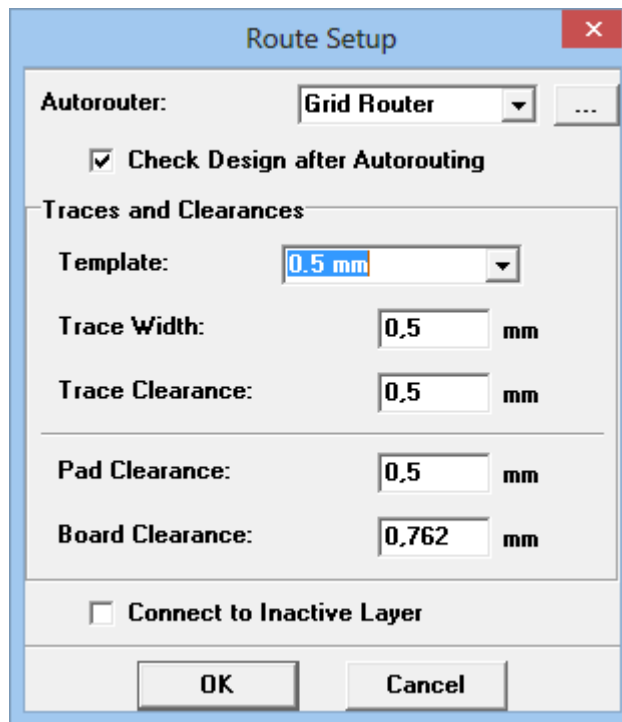


Рис. 6.3.2

Теперь разведите Вашу плату, выполнив команду **Route/Run Autorouter**, либо нажмите клавишу F9, и плата будет разведена. После этого будет выполняться трассировка ПП (рис. 6.3.3).

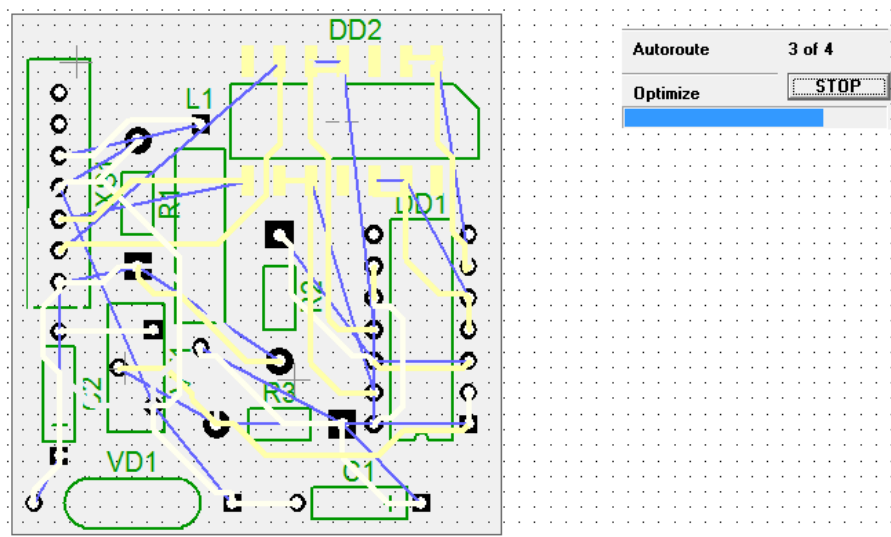


Рис. 6.3.3

Полученный результат трассировки ПП представлен на рис. 6.3.4.

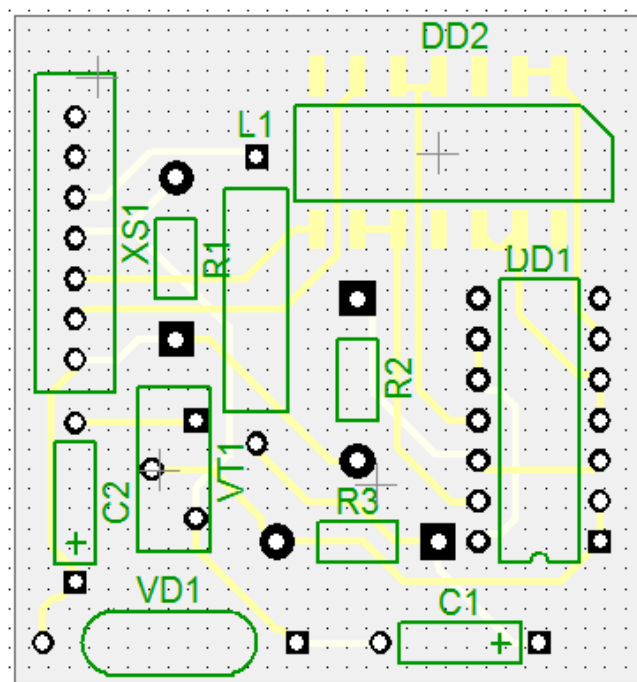


Рис. 6.3.4

Трассы серого цвета, означают то, что они размещены в нижнем слое, а трассы желтого цвета – в верхнем.

Полученный результат (рис. 6.3.4) сохранить командами **File/Save As** под именем «Результат трассировки».