

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Абу Райхана Беруни**

кафедра «*Радиоэлектронные устройства и системы*»

Арипова М.Х.

**Методические указания к лабораторным работам по предмету
ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ОПТИМИЗАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

Ташкент-2015

УДК 681.3 ББК 30.2-5-05

Методические указания к лабораторным работам по предмету «Проектирования, оптимизация и производство радиоэлектронных средств». Арипова М.Х. -Ташкент: ТГТУ, 2015.

В методическом указание изложены общие вопросы автоматизированное проектирование радиоэлектронных средств с помощью пакета P-CAD 2001, методика выполнения лабораторных работ и контрольные вопросы для их защиты. Методическое пособие предназначено для студентов по специальностям 5A350703 «Устройства радиотехники и средства связи»

Рецензенты:

Назаров А.М. – проф. каф. “Радиотехнические устройства и системы” ТГТУ, д.т.н.

© Toshkent davlat texnika universiteti,2015

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ P-CAD

Современные технологии разработки и создания радиоэлектронных устройств и схем используют специальные программные средства, позволяющие разрабатывать микросхемы, радиочастотные устройства (волноводы и антенны) и принципиальные схемы электронных устройств.

Интегрированная САПР P-CAD - это наиболее популярная в мире система автоматизации проектирования и подготовки производства печатных плат.

В данном методическом пособии рассмотрено поэтапное автоматизированное проектирование электронных приборов (от разработки принципиальной схемы до разводки печатной платы и подготовки технической документации) в пакете **P-CAD 2001**.

Система **P-CAD 2001** предназначена для проектирования многослойных ПП электронных устройств в среде Windows, что включает в себя:

- создание (рисование, ввод) принципиальной электрической схемы,
- перенос схемы на ПП (упаковку), ((получение для этой схемы чертежа печатной платы с размещенными на ней компонентами)),
- ручное размещение компонентов на ПП ,
- ручную, интерактивную или автоматическую трассировку проводников,
- контроль ошибок в схеме и ПП,
- выпуск конструкторской и технологической документации.

Она состоит из четырех основных модулей: **P-CAD Library Manager**, **P-CAD Schematic**, **P-CAD PCB**, **P-CAD Autorouters** и ряда вспомогательных программ (рис.1).

P-CAD Schematic– графический редактор схем (используется для рисования принципиальной электрической схемы ЭЗ).

P-CAD PCB -графический редактор печатных плат ПП (используется для размещения элементов на ПП и редактирования печатных плат с размещенными на них элементами).

Данные редакторы позволяют перемещать информацию в другие программы Windows, например в Word для выпуска документации.

P-CAD Autorouters - производит автоматическую трассировку (разводку) дорожек в соответствии со стратегией, задаваемой пользователем в графическом редакторе P-CAD PCB. В состав **P-CAD 2001** входят два автотрассировщика: простейшая программа QuickRoute и заимствованная из системы Protel программа Shape-Based Router.

P-CAD Library Manager – Менеджер библиотек (осуществляет создание и ведение библиотек элементов, используемых при работе)

Процесс проектирования печатной платы устройства в **P-CAD** выглядит следующим образом (рис. 2)

1. Сначала **создают принципиальную электрическую схему** устройства в **P-CAD Schematic**. Условные обозначения элементов на схеме не формируют каждый раз заново, а берут из интегрированных библиотек **.lib**, которые включают в себя графические изображения символов и корпусов компонент, а так же необходимую текстовую информацию. Результатом работы на этом этапе является графический файл **.sch**.

2. Сама принципиальная электрическая схема не используется для разводки печатной платы. Система использует лишь информацию о соединениях внутри схемы и типах используемых компонентов.

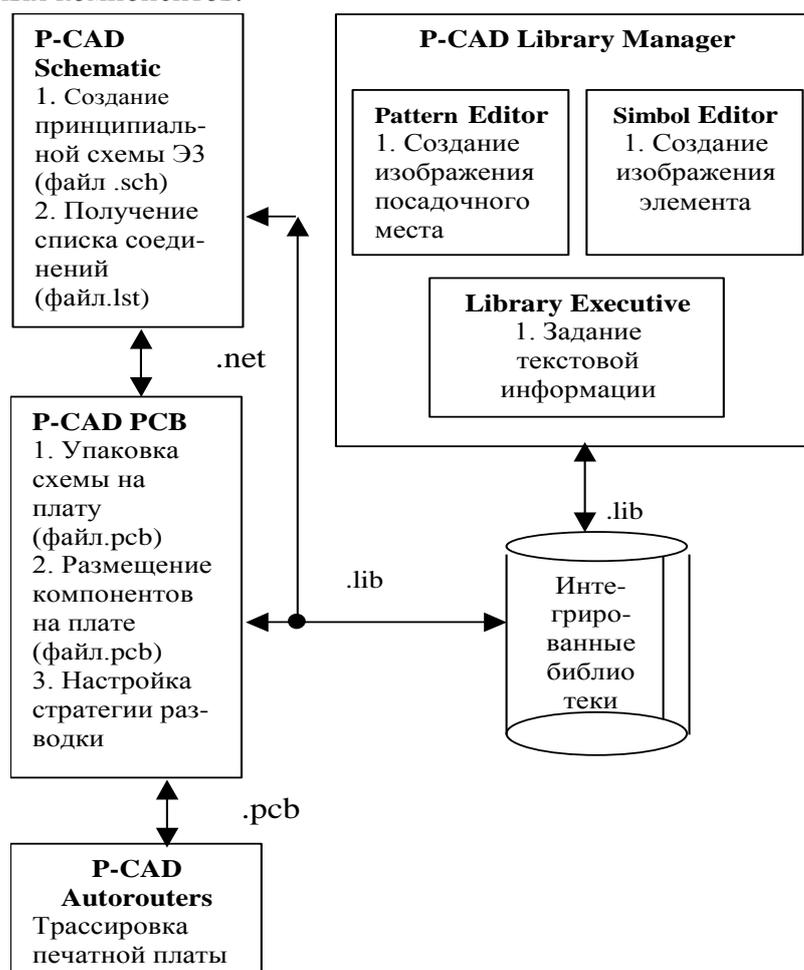


Рис.1. Обобщенная структура системы P-CAD

Поэтому вторым этапом создания ПЭС является – *создание файла связей* с описанием электрических соединений элементов и их типов. По завершении этого этапа появляется отдельный файл **.net** списка соединений.

3. Далее в **P-CAD PCB** на основе файла **.net** получают чертеж ПП с размещенными компонентами, на котором указаны линии электрических соединений между их выводами. (чертежи корпусов компонентов автоматически загружаются из интегрированной библиотеки **.lib**). Эта операция называется *упаковкой схемы на ПП*, в результате образуется файл **.pcb**.

4. Следующий этап – *задание контура печатной платы и размещение компонентов на печатной плате*. Действия производят вручную.

5. *Автоматическая разводка дорожек* платы производится с использованием автотрассировщика **P-CAD Autorouters**, стратегию разводки (правила) необходимо задать предварительно в **P-CAD PCB**.

6. Система P-CAD использует интегрированные библиотеки, содержащие графическую и текстовую информацию о компонентах. В графическом виде представлены символы и корпуса компонентов, а в текстовом – число секций в корпусе, номера и имена выводов. Если при создании принципиальной схемы в библиотеке отсутствует необходимый элемент, его можно создать, используя **P-CAD Library Manager (Library Executive, Symbol Editor-редактор символов компонент, Pattern Editor-редактор корпусов) - менеджер библиотек.**

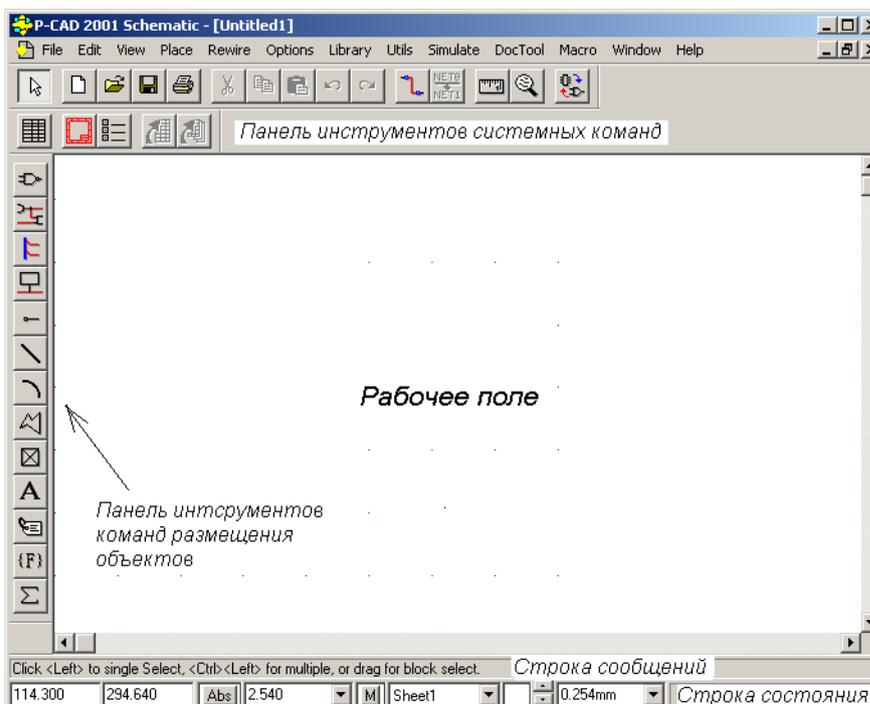


Рис.2. Рабочий экран P-CAD Schematic

Графический редактор принципиальных электрических схем P-CAD Schematic.

Интерфейс программы.

P-CAD Schematic предназначен для построения электрических принципиальных схем радиоэлектронных устройств. Запуск графического редактора производится из (Пуск/Программы/P-CAD2001/Schematic). Интерфейс программы представлен на рис.2.

Основное меню содержит команды редактора. Оно активизируется щелчком мыши на имени меню. Помимо меню системные команды дублируются в горизонтальной **панели инструментов**, содержащей их графическое представление в виде пиктограмм

Команды размещения объектов так же дублируются в вертикальной **панели инструментов**.

- В поле **рабочего окна** создается принципиальная электрическая схема, содержащая графические изображения символов, электрические соединения, шины и т.п.
- Вторая строка снизу – **строка сообщений**, в ней отображается полезная информация, которая зависит от выполняемых действий в данный момент времени.
- Самая нижняя строка – **строка состояний** служит для выбора некоторых параметров рисования (рис.3).

- - **Координаты X,Y** - числа в полях указывают текущие координаты курсора. Для перемещения курсора в заданную пользователем точку переместить курсор в поле **X**, на клавиатуре набирать значение координаты **X**, затем нажать клавишу **Tab**, набрать значение координаты **Y** и нажать клавишу **Enter**.
- - **Abs** и **Rel** - кнопки переключения типа сетки. Абсолютная сетка **Abs** имеет начало координат в левом нижнем углу рабочей области экрана. Относительная сетка **Rel** имеет начало координат в точке, указанной пользователем.
-



Рис 3. Назначение полей строки состояний

- - **Шаг сетки** - устанавливается при нажатии на кнопку **выбора** (стрелка).
- Набор шагов сеток устанавливается в поле **Grid Spacing** после выполнения команды **Options/Grids**.
- - **Текущий лист схемы** и кнопка **выбора листа** отражают установки, проведенные по команде **Options/Sheets** в закладке **Sheets**.
- - **Ширина линии** и выбор ширины линии (дублирует команду **Options/Current Line**).
- Для добавления в список новой толщины линии необходимо щелкнуть по кнопке **ширина линии (Line Width)** и ввести новое значение толщины линии. Тип линии устанавливается командой **Options/Current Line** в области **Style** диалогового окна.

Лабораторная работа №1 Настройка конфигурации программы

Цель: Знакомство с пакетом, получение основных навыков работы в графическом редакторе схем P-CAD 2001 Schematic и настройка конфигурации программы.

Настройка конфигурации программы. После запуска редактора (Пуск/Программы/P-CAD_2001/Schematic) необходимо установить удобную для использования среду – **настроить конфигурацию** (меню Options).

- **Options/Configure.** Диалоговое окно представлено на рис.1.1. В нем необходимо:

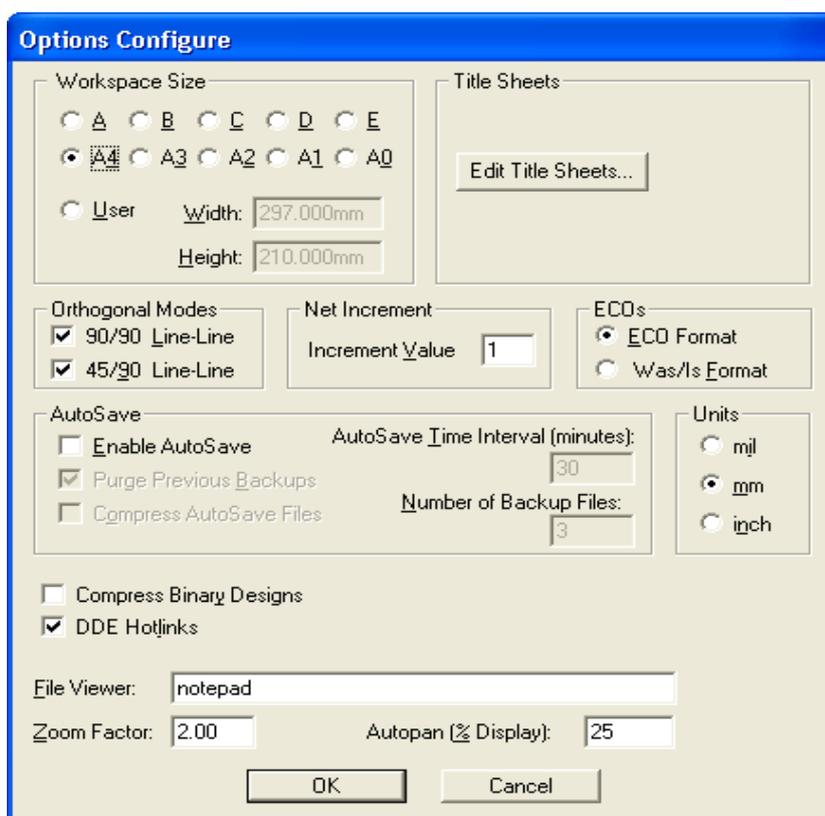


Рис.1.1. Настройка конфигурации P-CAD Schematic

- Задать стандартный формат листа в области **Workspace Size** (нестандартные размеры задаются в области Use).
- Выбрать систему единиц **Units**:
 - mil** – милы (1 мил = 0,001 дюйма = 0.0254 мм);
 - inch**- дюймы;
 - mm** – миллиметры;
 - (для изображения схем в ЕСКД выбираем mm).
- Установить режим ввода линий и цепей **Orthogonal Models**:
 - 90/90 Line-Line** ортогональные;
 - 45/90 Line-Line** диагональные.

- Указывать масштаб изменения изображения по командам **Zoom** в графе **Zoom Factor**.
- Подключить готовую форматку, нажав на кнопку **Edit Title Sheets**, в появившемся диалоговом окне (Рис.1.2.) нажать **Select** и выбрать нужный файл .ttl (файл форматки). Принять изменения, нажав кнопку **Modify**.

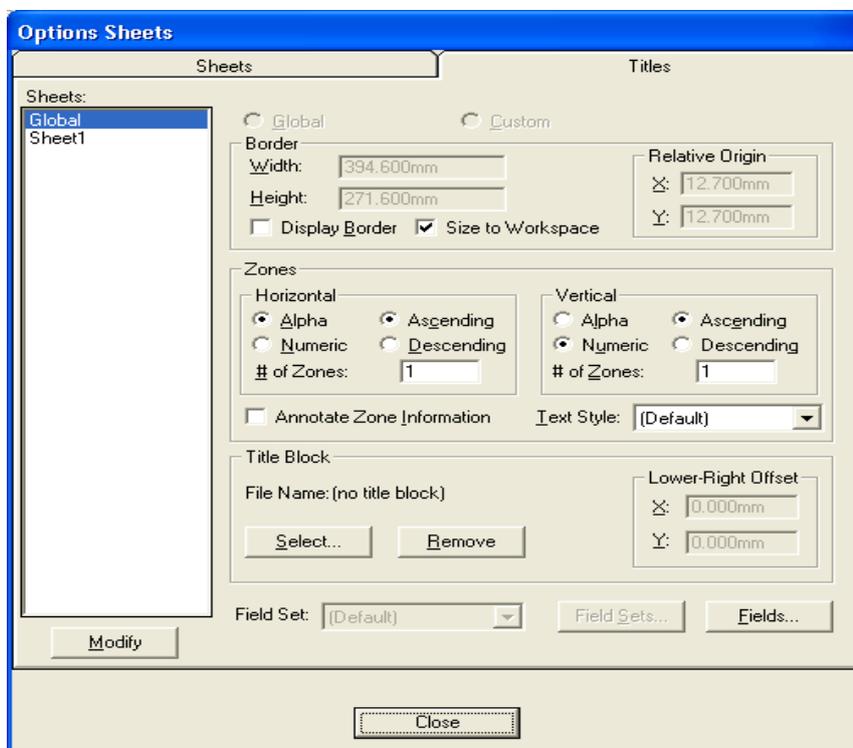
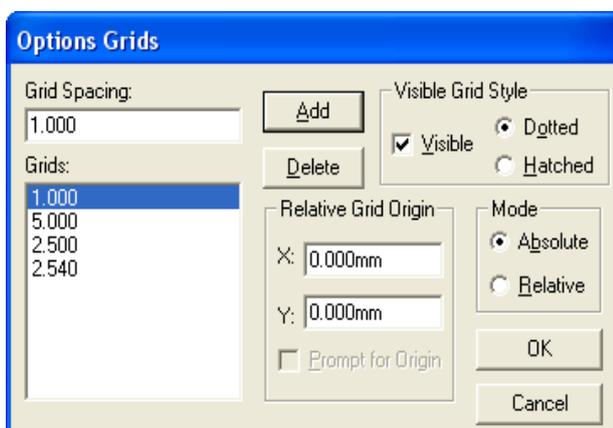


Рис.1.2. Вкладка Options Sheets.

- Команда **Options/Grids** служит для установки шага сетки (Рис.1.3.).
Размещение элементов схемы удобно производить в узлах решетки – это снимает в дальнейшем проблему стыковки проводников и элементов.



- **Add** –добавить новое значение;

- **Delete** –удалить выделенное значение.

Далее текущее значение шага сетки выбирают непосредственно в строке состояния.

Рис.1.3. Диалоговое окно Options/Grids.

(Для создания схем в ЕСКД добавьте шаг 2,5 и 5,00)

- **Options/Display** Устанавливают цвет различных объектов.

На закладке **Colors** (Рис.7) задаются:

- Цвет различных компонентов схемы:

Wire – цепь,

Part – символ компонента;

Bus – шина

Junction - точка соединения цепей;

Pin – вывод компонента;

Line – линия;

Text – текст;

Open End – не подсоединенный (открытый) вывод компонента или цепи;

Background – фон;

1*Grid – обычная сетка;

10*Grid – сетка с шагом в 10 раз больше обычного;

Selection – выбранный объект;

Title – форматка схем.

Установленные по умолчанию цвета объектов можно изменить, нажимая соответствующую клавишу с именем объекта и выбирая в появившейся палитре нужный цвет.

- Стиль подсоединения цепей к шине **Bus Connection Mode**;

- размер точки электрического соединения цепей (точки «пайки») **Junction Size**.

Small – малый (диаметр 20мил), **Large** – большой (диаметр 30мил), **User** - задается пользователем (от 1 до 394 mil).

- В закладке **Miscellaneous** (рис. 1.4.) окна **Options Display** в области **Cursor Style** выбирается стиль курсора:

Arrow — в виде стрелки;

Small Cross — в виде маленького перекрестия;

Large Cross — в виде большого перекрестия.

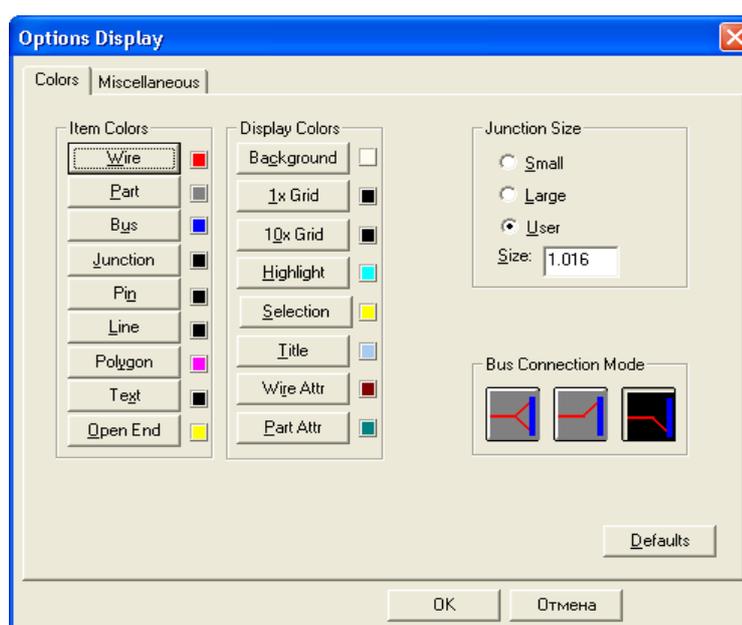


Рис.1.4. Диалоговое окно Options/Display/Color настройка элементов цепи и дисплея

▪ Команда **Options/Text Style** служит для определения стиля текста, устанавливаемого по умолчанию, а при необходимости позволяет создать свой стиль текста в дополнение к уже существующим. (Например, если необходимо ввести текст на русском языке, надо создать соответствующий стиль). В появившемся диалоговом окне нажать **Add** (рис.1.5).



- Во вкладке **Add Text Style** ввести имя нового шрифта (например «12»);
- нажать **OK**.

Рис.1.5. Диалоговое окно Text Style



- в появившемся окне **Text Style Properties** установить значения **Allow True Type**, **True Type Font**;
- Активизировать окно Шрифт, нажав кнопку **Font**.

Рис.1.6. Диалоговое окно Text Style Properties



- В следующем окне **Шрифт** (рис. 11) выбрать
- шрифт Arial;
 - начертание курсив;
 - Размер 12;
 - набор символов кириллически;
 - нажать OK.

Рис.1.7. Диалоговое окно Шрифт

- Команда **Options/Current Line...** служит для установки ширины линии. В появившемся диалоговом окне можно выбрать линии стандартной ширины (**Thick**, **Thin**), а также в поле **Use** задать ширину линии по своему усмотрению:

Thick – толстые – 0,762mm;

Thin – тонкие – 0,254mm;

Use – ширина линии устанавливается пользователем.

В дальнейшем при создании изображений необходимую ширину линии можно выбрать из набора непосредственно в строке состояний.

- Команда **Options/Current Wire...** служит для установки ширины проводников, выполняется аналогично предыдущему пункту.

*Все настройки (стили линий, стили шрифтов т. п.) запоминаются в файле схем *.sch , поэтому становится целесообразным создать шаблоны «пустых» схем (например, **templatel.sch**, **template2.sch**) и заносить в них только параметры конфигурации (списки шагов сетки, списки стилей и т. п.). При необходимости шаблоны дополняются новыми данными.*

Порядок выполнения работы.

Пользуясь пакетом P-CAD 2001 Schematic, студенты должны выполнить следующие этапы:

1. Познакомиться с теоретической частью *настройка конфигурации программы.*
2. Используя команду **Options/Configure** настроит конфигурации P-CAD Schematic.
3. Командой **Options/Grids** установит шага сетки.
4. Командой **Options/Text Style** определить стилия текста.
5. Командой **Options/Current** установит ширины проводников.

Контрольные вопросы:

1. Назначение пакета P-CAD, его состав.
2. Области и элементы окна пакета P-CAD Schematic.
3. Настройка конфигурации пакета P-CAD.
4. Задания формата листа и выбор единиц размерности.

- Заполните угловой штамп текстом.
- Для создания текста выберите команду **Place/Text**  , далее левой кнопкой мыши определите место на рабочем поле, где будет располагаться текст. Появится диалоговое окно **Place Text** (Рис.2.2) , в котором:

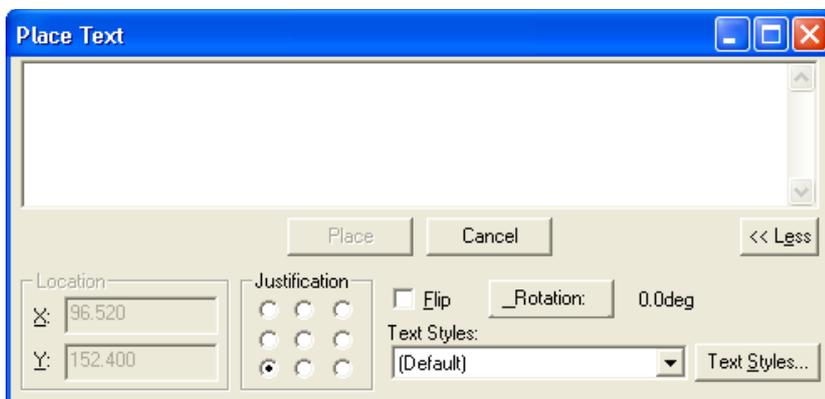


Рис.2.2. Вкладка Place Text.

~набирается текст;
 выбирается стиль текста в области Text Style (в этой области появился и тот стиль, который вы создаете командой **Options/Text Style**). На данном этапе так же

~можете создать свой стиль, активизировав кнопку **Text Style**;

~устанавливается положение текста относительно курсора (область **Justification**);

при заполнении штампа использовать шрифт Arial (курсив) следующих размеров:

Основной шрифт в рамке размер – 11

Надпись Title – размер 14

Надпись Date, Current Date, Current Time – размер 8

Надпись КОД размер 28 (жирный курсив).

Обратите внимания, что часть текста в штампе изображена в фигурных скобках (Author, Date, Time и т.д.). Фрагменты текста, повторяющиеся во многих схемах, удобно сохранить в полях Fields, это дает возможность вставлять значение полей, не набирая один и тот же текст много раз. При заполнении штампов это является актуальным.

- Разместите поля в области штампа, для этого выберите команду **Place/Field**,  выберите из списка нужное поле (например, Author) и щелкните левой кнопки мыши в нужном месте штампа.

Заполните поля их значениями, для этого выберите команду **File/Design Info** (Рис.2.3.), вкладка **Fields**, в появившемся окне **Design Info** введите значение полей, необходимых для создаваемой вами форматки. Например, чтобы ввести вашу фамилию в поле **Author** нажмите **Properties** и заполните соответствующую область. Чтобы добавить поле (например поле КОД) используйте кнопку **Add** и введите слово КОД, затем, как и в предыдущем случае, заполните значение кода.

46.НР.НВ.НЛ.ВД

Где: 46 – код кафедры;

НР – номер работы (например, 01);

НВ – номер варианта (например, 16);

НЛ – номер листа (например, 02);

ВД – вид документа:

- ПЗ – пояснительная записка;
- ПЭ – перечень элементов;
- Э1 – структурная схема;
- Э2 – функциональная схема;
- Э3 – принципиальная эл. схема
- Э4 – монтажная схема

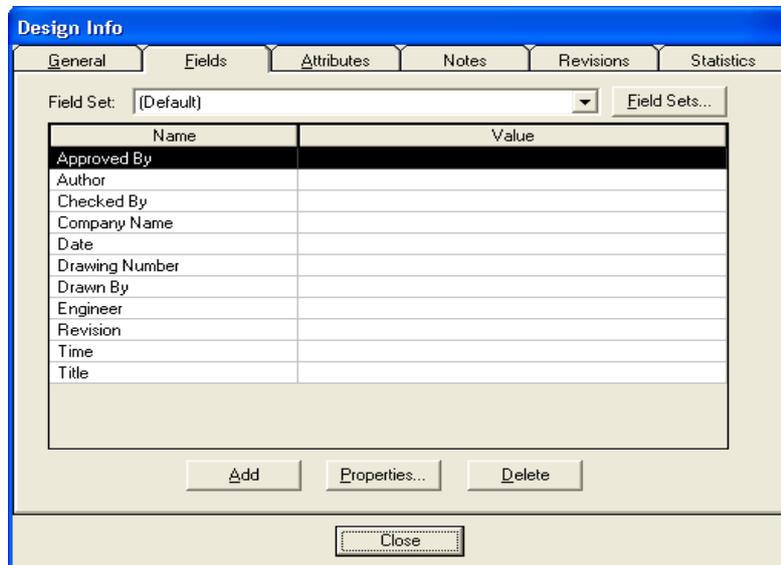


Рис.2.3. Вкладка Design Info.

2. Создать шаблон форматки А4 с дополнительным штампом (если документ содержит более одного листа, на всех листах кроме первого ставится малый штамп (Рис.2.4.)).

					185мм		
7мм	10	23	15	10			10мм
					5	{Код}	7
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лист
							8

Рис.2.4. Образец заполнения малого штампа.

- 3. Создать на первом листе формата А4 титульный лист для будущего отчета (Рис.2.5.).
- 4. Создать на листе формата А4 шаблон для перечня элементов. Основная надпись по форме 2 ГОСТ 2.104-68.

		{Current Date}	{Current Time}	{КОД}		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Фамилия			{Date}	Лит.	Лист
Проб.	Фамилия					Листов
Т. контр.					Кафедра Радиоэлектроники Группа, эм222	
Н. контр.						
Утв.						

Рис.2.5. Образец штампа для перечня элементов

Расстояние между таблицей и основной надписью не менее 12мм.

Поз. Обозн.	Наименование	Кол.	Примечание	15
20	185	10		8

Рис.2.6. Образец таблицы для перечня элементов

Контрольные вопросы:

1. Работа с форматкой (назначение, загрузка).
2. Задание шага сетки, способы переключения.
3. Настройки дисплея (задание цвета объектов, точек пересечения проводников и соединения шин).
4. Задание шрифта сообщений.
5. Работа с графическими примитивами (линия, дуга, замкнутая линия).
6. Работа с текстом.
7. Работа с полями.

Лабораторная работа №3 Создание компонентов интегрированной библиотеки

Цель: Получение навыков работы в графическом редакторе схем P-CAD Symbol Editor и создание условного обозначения радиоэлемента.

Библиотека **PCAD lib**, отвечающая требованиям российских ГОСТов, содержит все элементы, необходимые для создания проекта. Система P-CAD включает возможности, позволяющие создавать любые элементы библиотеки самостоятельно.

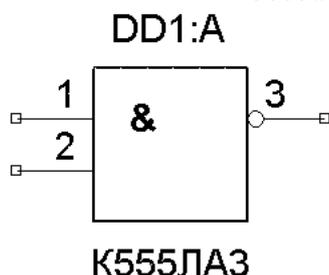
Библиотеки (**.lib**) в системе P-CAD называются *интегрированными*. Для каждого компонента в библиотеке содержится:

- изображение символа для электрической схемы (рис.3.1,а);
- изображение посадочного места для печатной платы (рис.3.1,б);
- текстовая информация о внутренней структуре и функциях отдельных составляющих.

Каждый компонент состоит из одной или нескольких логических секций (вентилей), которые *упаковываются* в один корпус (например, микросхема К555ЛА3 содержит 4 вентиля).

Текстовая информация взаимосвязи между символом и посадочным местом компонента

Создается с помощью Library Executive



Создается в редакторе Symbol Editor



Создается в редакторе Pattern Editor

Рис.3.1. Библиотечный элемент К555ЛА3:
а. условное изображение элемента б. посадочное место

Замечание: символ компонента и его посадочное место можно записывать не только в библиотеку (lib), но и в отдельные файлы с расширением **.sym** и **.pat** соответственно.

При создании компонента введены следующие обозначения:
Pad Number – номер вывода (контактной площадки) компонента;
Pin Designator – позиционное обозначение вывода компонента;
Symbol Pin Number – номер вывода в секции компонента;
Pin Names – имя вывода компонента.

Чтобы создать элемент библиотеки необходимо:

1. создать символьный образ (схемный), записать его в библиотеку;

2. создать посадочное место элемента со штыревыми или планарными выводами для дальнейшего размещения их на монтажно-коммуникационном поле;
3. создать взаимосвязи между символами элементов и их посадочными местами.

Последовательность операций, необходимая для создания библиотечного элемента, рассмотрена на примере конденсатора К31-11 и микросхемы К555ЛА3.

1. Создание символа компонента.

Порядок выполнения работы.

Для создания символа компонента (изображения условного обозначения элемента) используется графический редактор **P-CAD Symbol Editor**. Данный редактор запускается либо из меню **ПУСК**, либо из любого другого модуля P-CAD командой **Utils/P-CAD Symbol Editor** (рис.3.2).

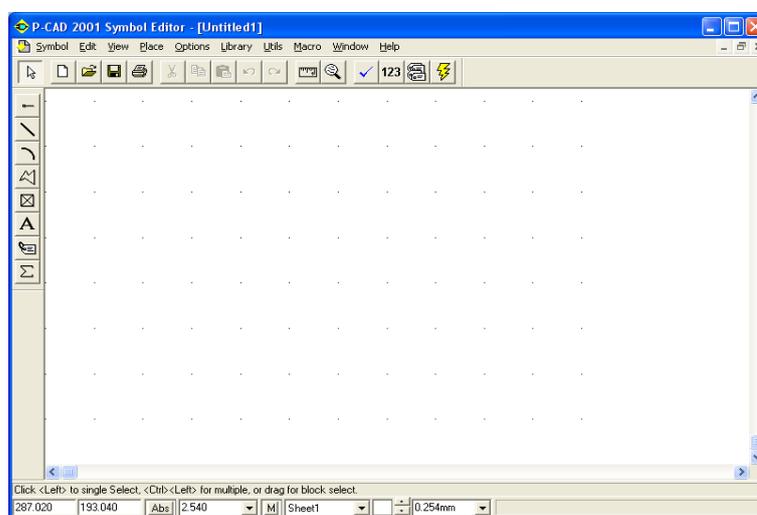


Рис.3.2. Интерфейс редактора **Symbol Editor**.

Экранный интерфейс программы аналогичен интерфейсу ранее рассмотренных модулей пакета P-CAD.

Изображение символа компонента, его размер и пропорции определяются требованиями ЕСКД

1.1 Создание условного обозначения конденсатора.

▪ Настройте конфигурацию программы:

- **Options/Configure** размер листа А4, единицы измерения мм;
- **Options/Grids** шаг сетки 2,5мм, 0,5мм;
- **Options>Current Line** установите линию рисования объектов тонкую сплошную;
- **Options>Display** посмотрите и при необходимости измените цвета рисования различных частей символа.

Полезная подсказка: прежде, чем создавать элемент в редакторе, изобразите его на бумаге, учитывая размеры ГОСТа, это даст возможность избежать ошибок.



Рис.3.3..Библиотечный элемент К31-11

а. условное изображение элемента, б. посадочное место.

- **Нарисуйте изображение контура элемента.** (рис.3.3,а) командой **Place/Line**.

Учитывая, что расстояние между пластинами конденсатора равно 1,5мм, установите шаг сетки 0,5мм и включите режим перемещения курсора по узлам сетки **View/Snap to Grid**.

- **Создайте выводы символа.**

- Установите шаг сетки 2,5мм (все размеры на схеме должны быть кратны 2,5 мм);
- Выберите команду **Place/Pin**. . В появившемся диалоговом окне (рис.3.4) настройте вид вывода.
- Выберите команду **Place/Pin**. . В появившемся диалоговом окне (рис.3.4) настройте вид вывода.

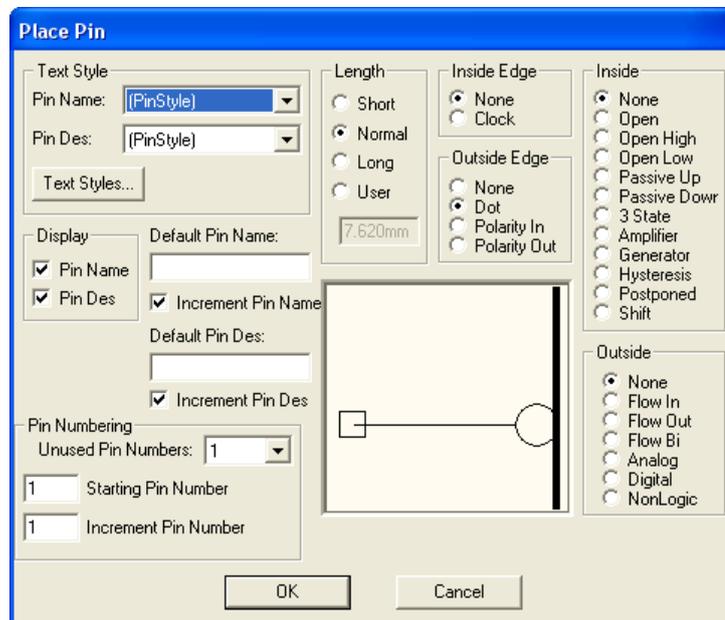


Рис.3.4. Диалоговое окно **Place Pin**.

Для первого контакта:

- ~ в поле **Length** (длина) выберите нормальную длину контакта **Normal**;
- ~ в поле **Outside Edge** (выходной контакт) установите значение **None (Dot)** добавляет кружок инверсии);
- ~ в окне **Default Pin Des** (позиционное обозначение первого вывода) проставьте 1;

- ~ в поле **Display** отключите флажки **Pin Name** и **Pin Des**, (имя и позиционное обозначение вывода на экран выводится не будут);
- ~ включите флажок **Increment Pin Des** (приращение номера очередного размещаемого контакта на 1);
- ~ в поле **Text Style** в строчках **Pin Name** и **Pin Des** выберите стиль текста **Default TTF**;
- ~ нажмите **ОК**.
- ~ нажмите левую кнопку мышки в точке изображения символа, где будет размещен вывод;

Для второго контакта:

- ~ нажмите левую кнопку мышки в точке графического изображения символа, где будет размещен вывод Не отпуская кнопку мышки, клавишей **F** разверните изображение на 180°.

▪ **Задайте точку привязки** символа командой **Place/Ref Point**. Щелкните мышью в точке первого контакта символа (сверху изображения первого контакта появится светлый прямоугольник с диагоналями).

▪ Выполните команду **Place/Attribute** для задания атрибутов символа (рис.3.5):

- в поле **Attribute/Category** укажите назначение атрибута элемента **Component**;
- в поле **(Name)** выберите имя атрибута позиционного обозначения **Refdes**;
- в списке **text Style** установите стиль текста позиционного обозначения элемента на схеме **Default TTF**;
- Нажмите **ОК** и перетащите надпись в нужное место рисунка (над изображением элемента);
- повторите предыдущие операции для размещения типа компонента (**Type**) под изображением элемента. (Рис.3.6)

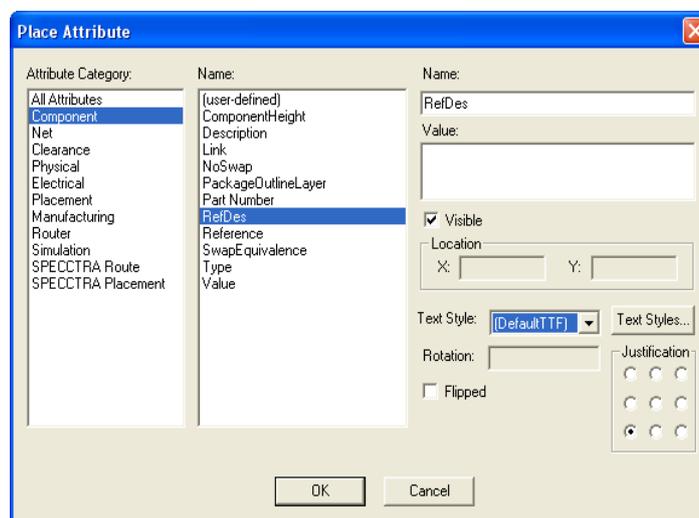
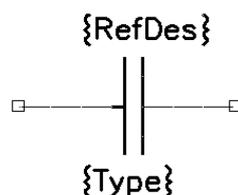


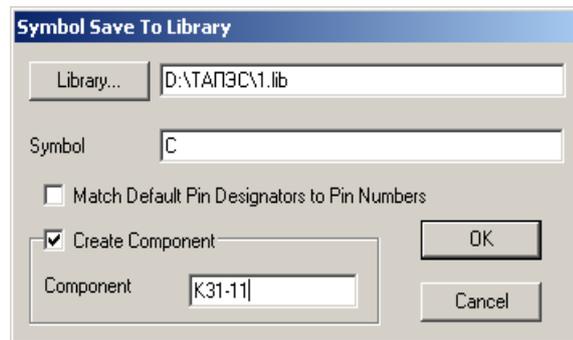
Рис.3.5. Окно задания атрибутов символа



- Проверьте правильность создания символа командой **Utils/Validate** . На экране появится соответствующее ситуации сообщение – правильно или неправильно выполнено кодирование символа компонента.

Рис.3.6.Изображение символа элемента

- **Сохраните** символьное изображение элемента в библиотеке, для этого:
 - Выберите команду **Symbol/Save As**. Диалоговое окно изображено на рис.3.7



- в поле **Library** выберите имя нужной библиотеки;
- включите флажок **Create Component**;
- в окне **Symbol** наберите имя символа (например, C);
- в поле **Component** введите имя компонента K311-11;
- ОК;

Рис. 3.7. Сохранение символа компонента в библиотеке.

- В следующем диалоговом окне (рис. 3.8) установите флажок **Normal** и нажмите **ОК**.

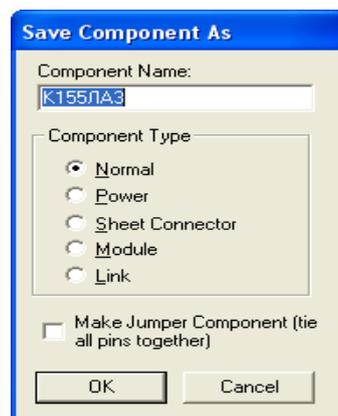


Рис.3.8. Окно сохранения элемента в библиотеке.

Замечание: если библиотека еще не создана, то прежде, чем выполнить запись элемента в библиотеку создайте ее командой **Library/New**, задав в появившемся диалоговом окне имя библиотеки с обязательным расширением **.lib**

Контрольные вопросы:

1. Создание символьного изображения элемента.
2. Создание условного обозначения конденсатора.
3. Как создаётся выводы символа?
4. Сохранение символа компонента в библиотеке.

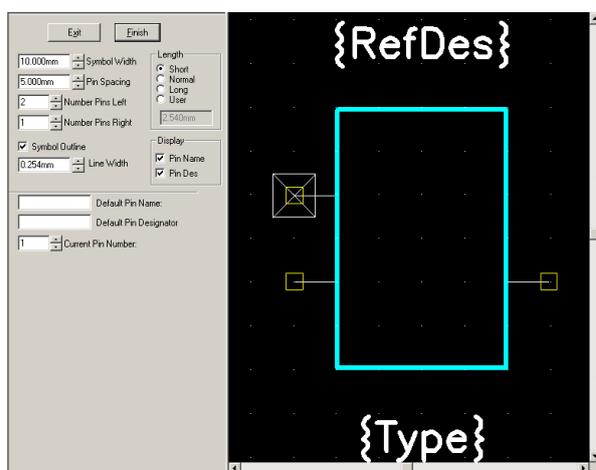
Лабораторная работа №4 Создание компонентов интегрированной библиотеки

Цель: Получение навыков работы в графическом редакторе схем P-CAD Symbol Editor и создание условного обозначения радиоэлемента.

1.2 Создание условного обозначения микросхемы K555ЛА3.

Порядок выполнения работы.

Условное обозначение микросхемы удобно создавать, используя мастер создания компонента **Symbol/Symbol Wizard**  В диалоговом окне (рис. 4.1) должна быть представлена следующая информация:



- **Symbol Width** – ширина символа (величина должна быть кратна параметру **Pin Spacing**);
- **Pin Spacing** – расстояние между смежными выводами по вертикали;
- **Length** – длина вывода;
- **Number Pins Left/Rigth** – количество выводов на левой / правой стороне символов;

Рис.4.1. Окно команды **Symbol/Symbol Wizard**

- **Symbol Outline** – разрешает отображение контура символа на экране;
- **Line Width** – ширина линии контура символа;
- В области **Display – Pin Name/Pin Des** – разрешает отображение на экране имена/номера выводов;
- **Default Pin Name / Default Pin Designator** – устанавливается имя / номер вывода;
- **Current Pin Number** – проставляется номер текущего вывода (после ввода данных для каждого контакта нажимайте клавишу **Enter**).

После ввода информации во все поля нажмите кнопку **Finish** – в результате изображение символа появится на основном экране редактора, где производится дальнейшее редактирование и проверка элемента.

- Если необходимо **перенумеровать, переименовать** контакты или изменить их позиционные используйте команду **Utils/Renumber** , диалоговое окно которой представлено на рис.4.2.

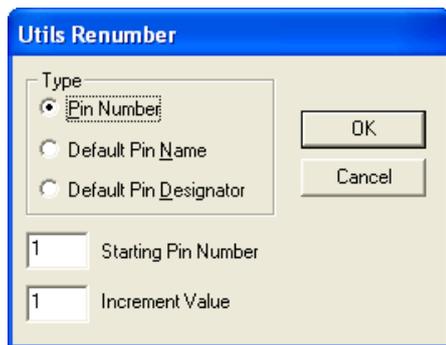


Рис.4.2. Диалоговое окно перенумерации контактов.

~В области **Type** установите режим **Pin Number** (для изменения номеров контактов), **Default Pin Name** (для изменения имен контактов) или **Default Pin Designator** (для изменения позиционных обозначений контактов).

- ~ В окнах **Starting Pin Number** (стартовый номер контакта) и **Increment Value** (приращение) установите значение **1**. Нажмите клавишу **OK**.
- ~ Прощелкайте контакты в нужной последовательности.

- Внутри прямоугольника разместите знак **&** командой **Place/Text**.

Контрольные вопросы:

1. Создание символьного изображения элемента.
2. Создание условного обозначения конденсатора.
3. Как создаётся выводы символа?
4. Сохранение символа компонента в библиотеке.

Лабораторная работа №5

Создание посадочного места компонента

Цель: Получение навыков создания библиотечного элемента, состоящего из символьного образа (редактор Symbol Editor), посадочного места (редактор Pattern Editor), текстовой информации связи (программа Library Executive).

Для создания посадочного места компонента используется графический редактор **P-CAD Pattern Editor (Utils/P-CAD Pattern Editor)**.

Экранный интерфейс программы аналогичен интерфейсу ранее рассмотренных модулей пакета P-CAD.

5.1 Создание посадочного места конденсатора.

Порядок выполнения работы.

▪ Настройте конфигурацию программы:

- **Options/Configure** размер рабочей области (например 80x80мм), единицы измерения мм;
- **Options/Grids** шаг сетки 1,25мм (все размеры на плате должны быть кратны 1,25мм)
- **Options>Current Line** установите толщину линии рисования объектов 0,2мм;
- **Options>Display** посмотрите и при необходимости измените цвета объектов, расположенных на различных слоях платы.

Полезная подсказка: прежде, чем создавать элемент в редакторе, изобразите его на бумаге, учитывая реальные размеры.

▪ Подключите стеки контактных площадок и переходных отверстий.

Данные о контактных площадках и переходных отверстиях формируются для дальнейшего «обувания» выводов компонентов.

Контактные площадки для выводов компонентов и переходных отверстий могут иметь различные формы и размеры, поэтому для элементной базы, применяемой в разработках, пользователь может создать собственную библиотеку стеков контактных площадок и переходных отверстий, которые сохраняются в файле технологических параметров проекта **Design Technology Parameters** (расширение **.dtp**). Этот файл содержит сведения и о других параметрах проекта (величинах допустимых зазоров, структуре слоев, свойствах и классах отдельных цепей и др.)

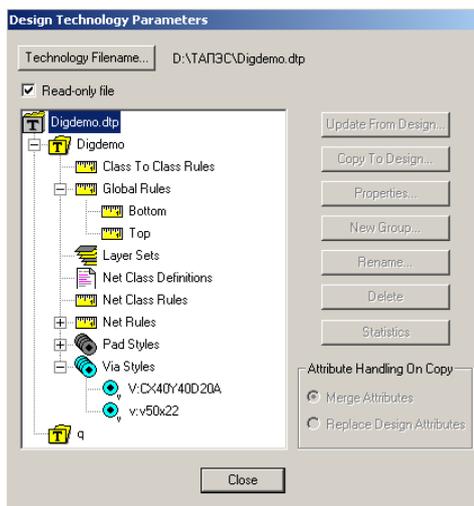
В курсе лабораторных работ применяется уже готовый файл технологических параметров **Digdemo.dtp**.

- Выберите команду **File/ Design Technology Parameters** (Рис.5.1);
- С помощью кнопки **Technology/Filename** подключите файл D:\ТАПЭС\Digdemo.dtp;

▪ **Подключите** ранее созданную библиотеку командой **Pattern/Open** (либо создайте новую **Library/New**).

▪ Разместите контактные площадки соответственно чертежу установочного места:

- Выберите нужный стиль контактной площадки командой **Options/Pad Style** (Рис.5.2) (например, **Default**);



Зис.5.1. Окно технологических параметров проекта.

- просмотрите параметры контактных площадок и переходных отверстий, для этого выберите объект в левой части окна и нажмите кнопку **Properties** (рис.74).

~В области **Type** тип контактной площадки (**Thru** – для штыревого вывода, **Top** и **Bottom** для планарного).

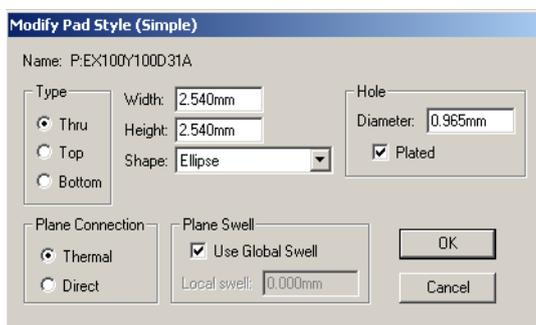


Рис.5.2. Окно свойств контактных площадок.

~ **Width, Height, Shape** – размеры и форма контактной площадки.
 ~ **Diameter** – диаметр отверстия (если выбрано **Plated**, то отверстие металлизировано).
 ~ Ок

- Установите первый контакт в нужную точку командой **Place Pad**  панели инструментов. Повторите данную команду для второго контакта компонента (не забывайте настраивать тип контактов);

- Установите точку привязки компонента к первому контакту командой **Place/Ref Point**.

▪ **Нарисуйте контур компонента**, для этого:

- В строке состояния установите слой **Top Silk**;

- Нарисуйте корпус компонента, используя команды **Place Line** и **Place Arc**.

▪ Выполните команду **Place/Attribute** для задания атрибутов компонента (действия производится аналогично заданию атрибутов символа):

▪ **Проверьте правильность** создания файла командой **Utils/Validate** 

▪ **Сохраните** созданный компонент в библиотеке командой **Pattern/Save As**.

5.2 Создание посадочного места микросхемы.

Посадочное место микросхемы удобно создавать, используя мастер создания компонента **Pattern/Pattern Wizard**  В диалоговом окне (рис. 5.3) должна быть введена следующая информация:

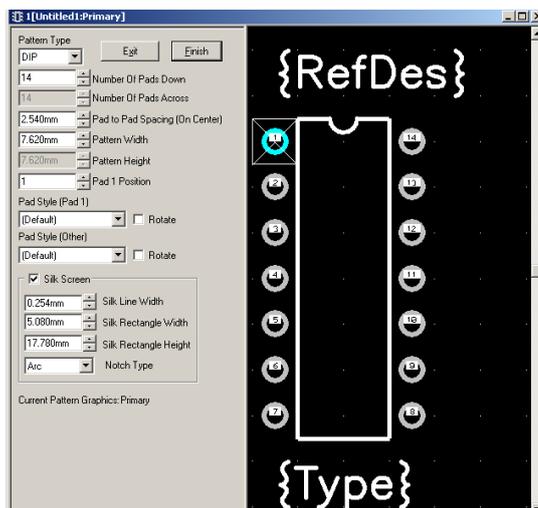


Рис.5.3. Окно команды **Pattern/Pattern Wizard**

- **Pattern Type** тип корпуса;
- **Number of Pads Down** – число выводов по вертикали;
- **Number of Pads - Across** – число столбцов в массиве (для корпусов типа Array и Quad);
- **Pad to Pad Spacing** – расстояние между контактами в строках;

- **Pattern Width, Pattern Height** – ширина и высота корпуса микросхемы;
- **Pad 1 Position** – первый вывод (в DIP корпусе обычно верхний левый вывод);
- **Pad Style (Pad 1/Other)** – типы стеков контактных площадок для первого и остальных выводов;
- **Silk Screen** – выводит изображение корпуса на экран;
- **Silk Line Width** – ширина линии корпуса;
- **Silk Rectangle Width/Height** – высота/ширина корпуса;
- **Finish** – изображение посадочного места микросхемы переносится в основной экран редактора, где его можно окончательно отредактировать.

Сохраните созданный файл посадочного места в свою библиотеку (например под именем Dip14).

Теперь необходимо согласовать символы компонентов с их посадочными местами, внести дополнительную текстовую информацию. Данная операция называется *упаковкой компонента в корпус*. Для этого используется менеджер библиотек **P-CAD Library Executive**, который запускается либо из меню ПУСК, либо из любого другого модуля P-CAD командой **Utils/P-CAD Library Executive**.

Работу менеджера библиотек наиболее интересно рассмотреть на примере создания интегрированных данных для микросхемы K555ЛА3.

▪ **Выберите нужную библиотеку .lib**, в которой сохранены созданные вами элементы, для этого выполните команду **Component/New** (Рис.5.4).

- *введите имя посадочного места*, активизировав кнопку **Select Pattern** (например, DIP14);
- *введите число вентиля* компонента, которые упаковываются в один корпус микросхемы (для микросхемы K555ЛА3 это 4); нажмите **Enter**. В нижней части диалогового окна появится таблица, в которой:
 - ~ **Gate#** имена логических секций;
 - ~ **Gate Eq** – коды логической эквивалентности секций (1 – если все секции одинаковы);
 - ~ **Normal** – имя символа данной секции. Установите курсор в ячейку столбца Normal, нажмите на кнопку **Select Symbol**, выберите имя символа данного компонента (это имя появится в таблице);

- в окне **Refdes Prefix** введите **DD** – так будут на схеме именоваться позиционное обозначение компонента;
- установите флажки **Normal** – обычный компонент, **Homogeneous** – однородный компонент (все секции одинаковы).

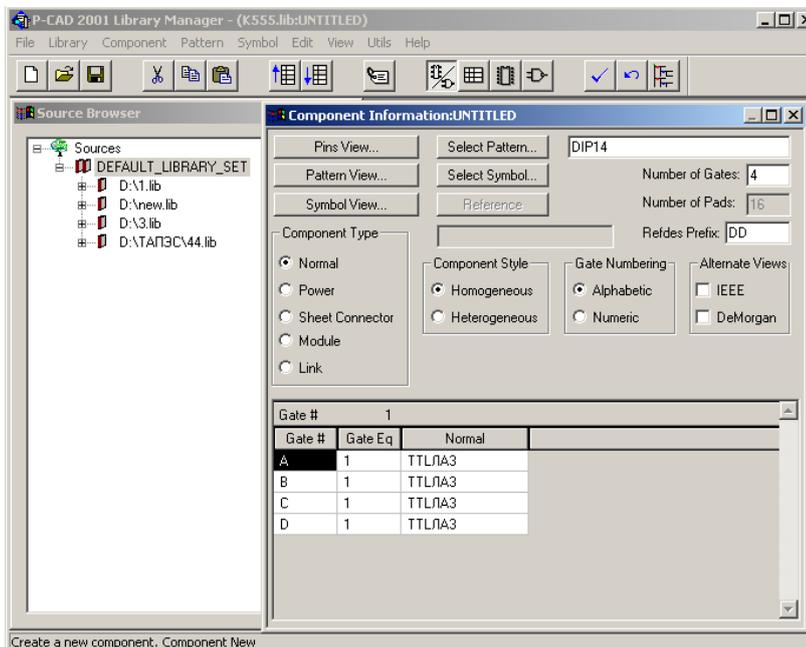


Рис.5.4. Окно ввода информации.

- *создайте таблицу выводов Pin View*, для этого щелкните по кнопке **Pins View** и заполните таблицу информацией для текущего компонента. В данном случае она выглядит так: (Рис.5.5)

	Pad #	Pin Des	Gate #	Sym Pin #	Pin Name	Gate Eq	Pin Eq	Elec. Type
1	1	1	1	1	IN1	1	1	Input
2	2	2	1	2	IN2	1	1	Input
3	3	3	1	3	OUT	1		Output
4	4	4	2	1	IN1	1	1	Input
5	5	5	2	2	IN2	1	1	Input
6	6	6	2	3	OUT	1		Output
7	7	7	PWR		GND			Power
8	8	8	3	3	OUT	1		Output
9	9	9	3	1	IN1	1	1	Input
10	10	10	3	2	IN2	1	1	Output
11	11	11	4	3	OUT	1		Output
12	12	12	4	1	IN1	1	1	Input
13	13	13	4	2	IN2	1	1	Output
14	14	14	PWR		VCC			Power

Рис.5.5. Таблица выводов компонента.

Где:

- ~ **Pad#** - номера контактных площадок корпуса компонента;
- ~ **Pin Des** – позиционные номера выводов компонентов на схеме;
- ~ **Sym Pin** – номера вывода символа в соответствующей секции символа;
- ~ **Pin Name** – имена выводов в каждой секции;
- ~ **Gate Eq** – логическая эквивалентность секций;
- ~ **Pin Eq** – логическая эквивалентность выводов;

- ~ **Gate#** - номер секции (вентиля), в которую назначен вывод символа;
- ~ **Elec.Type** – тип вывода заполняют после столбца Gate#, используя стрелку выбора в одноименной горизонтальной строке.

- Кнопки **Pattern View, Symbol View** используются для просмотра и редактирования посадочного места и символа компонента соответственно;
- После выполнения всех указанных выше операций выполните команду **Component/Validate** для **проверки согласованности** всех данных компонента.
- **Сохраните** компонент в текущей библиотеке **Component Save As**.

Задание для лабораторной работы №3-5:

1. Создайте библиотечные элементы конденсатора и микросхемы, описанные в методическом пособии (таблица 5.1).

2. Создайте элемент библиотеки, соответствующий варианту. Информация о символьном изображении компонента представлена в методическом пособии, для получения необходимой информации о посадочном месте элемента используйте справочники.

Таблица 5.1
Варианты для лабораторной работы

<i>N вар.</i>	<i>Вид элемента</i>	<i>N вар.</i>	<i>Вид элемента</i>
	Конденсаторы		Транзисторы
1	К21-8 Б	12	КТ805 (АМ-ВМ)
2	К10-60 (а)	13	КТ807 (АМ, ВМ)
3	К50-6	14	КТ808 А
4	К15-5	15	КТ815
	Реле	16	2Т831 (А-Г)
5	РЭС 64Б	17	КТ864 А
6	РЭС 81	18	КТ660 А,Б
	Трансформаторы		Микросхемы
7	ТВТ 1	19	К572 ПА1
8	ТОТ 1	20	АТ89 С51
9	ТМ 5	21	К580 ВИ55
	Резисторы	22	К155 ЛП9
10	СПЗ-44	23	DS 232
11	РП1-60	24	МАХ 487
		25	К564 КП2
		26	К1113 ПВ1А

Условные обозначения элементов

<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор переменный</p>	<p>Резистор переменный сдвоенный</p>	<p>Резистор переменный с замыкающим контактом</p>	<p>Резистор подстроечный</p>
<p>Резисторы нелинейные: терморезистор и варистор</p>	<p>Конденсатор постоянной емкости</p>	<p>Конденсаторы оксидные полярный и неполярный</p>	<p>Конденсатор подстроечный</p>	<p>Конденсатор переменной емкости (КПЕ)</p>	<p>Сдвоенный блок КПЕ</p>
<p>Конденсаторы проходной и опорной</p>	<p>Катушка индуктивности, дроссель (L3 - с отводами)</p>	<p>Катушка, дроссель с магнитопроводом (L7 - с медным)</p>	<p>Трансформатор с тремя обмотками и электростатическим экраном</p>	<p>Диод, диодный мост</p>	<p>Стабилитрон (VD8 - двуханодный)</p>
<p>Диод Шоттки (VD9), ограничительный (VD10), варикап (VD11)</p>	<p>Варикапная матрица</p>	<p>Динистор (VS1), тринистор (VS2, VS3), симистор (VS4)</p>	<p>Транзистор p-n-p</p>	<p>Транзистор n-p-n</p>	<p>Транзистор однопереходный</p>
<p>Транзистор полевой с р-каналом</p>	<p>Транзистор полевой с изолированным затвором и р-каналом</p>	<p>Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и n-каналом</p>	<p>Фоторезистор</p>	<p>Фото- и светодиод</p>	<p>Фототранзистор</p>
<p>Оптрон резисторный</p>	<p>Оптрон диодный</p>	<p>Оптрон тиристорный</p>	<p>Оптрон транзисторный</p>	<p>Триод</p>	<p>Двойной триод</p>
<p>Пентод</p>	<p>Контакт замыкающий (выключатель)</p>	<p>Контакт размыкающий</p>	<p>Контакт переключающий</p>	<p>Геркон</p>	<p>Переключатель 2П3Н</p>
<p>Переключатель 6П1Н</p>	<p>Переключатель 3П2Н (среднее положение - нейтральное)</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные (с самовозвратом)</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные с возвратом в исх. положение повторным нажатием</p>	<p>Штырь и гнездо разъёмного соединителя (XW1-XW4 - коаксиального)</p>	<p>Вилка и розетка разъёмного соединителя</p>

© Журнал «Радио»

Условные обозначения элементов

<p>Штепсель и гнездо телефонные</p>	<p>Контакты разборного и неразборного соединений</p>	<p>Переключатель контактный</p>	<p>Реле электромагнитное</p>	<p>Реле поляризованное</p>	<p>Микрофон</p>
<p>Телефон (BF5 – головной)</p>	<p>Головка громкоговорителя</p>	<p>Головка магнитная</p>	<p>Головки стереофонических электромагнитного и пьезоэлектрического звукоснимателей</p>	<p>Гидрофон (ультразвуковой передатчик-приемник)</p>	<p>Резонатор кварцевый пьезоэлектрический</p>
<p>Приборы электроизмерительные</p>	<p>Коллекторный электродвигатель постоянного тока</p>	<p>Электродвигатель асинхронный</p>	<p>Элемент гальванический аккумуляторный, батарея элементов</p>	<p>Лампы накаливания осветительная (EL1) и сигнальная (HL1, HL2)</p>	<p>Лампы тлеющего разряда и газоразрядная осветительная</p>
<p>Датчик Холла</p> <p>Токвые выводы</p>	<p>Антенны электрическая и магнитные</p>	<p>Соединение с общим проводом (корпусом), заземление</p>	<p>Ответвления линий электрической связи</p>	<p>Экранированные линии связи</p>	<p>Экран группы элементов</p>
<p>Кабель коаксиальный</p>	<p>Линии электрической связи, выполненной скрученными проводами</p>	<p>Линия электрической связи, выполненная гибким проводом</p>	<p>Линия групповой связи</p>	<p>Усилитель операционный</p>	<p>Компаратор КР554СА3</p>
<p>Таймер КР1006ВИ1</p>	<p>Элементы логические</p>	<p>Элементы логические</p>	<p>D-триггер</p>	<p>Индикатор цифровой</p>	<p>Набор резисторов</p>
<p>Датчики неэлектрических величин</p>	<p>Микрохемный стабилизатор напряжения</p>	<p>Коммутатор электронный</p>	<p>Усилитель</p>	<p>Аттенуаторы с постоянным и регулируемым затуханием</p>	<p>Генератор</p>
<p>Преобразователь</p>	<p>ФНЧ (Z1), ФВЧ (Z2), полосовой (Z3) и режекторный (Z4) фильтры</p>	<p>Линии задержки: общее обозначение (DT1), с сосредоточенными (DT2) и распределенными (DT3) параметрами</p>	<p>Направление передачи сигнала</p>	<p>Поток цифровых данных</p>	<p>Линии механической связи элементов</p>

Контрольные вопросы:

1. Назначение менеджера библиотек.
2. Программы для редактирования и создания библиотек элементов.
3. Создание символьного изображения элемента.
4. Создание посадочного места элемента.
5. Создание многосекционного элемента.
6. Описание компонентов и ног элементов.
7. Создание и редактирование компонентов.

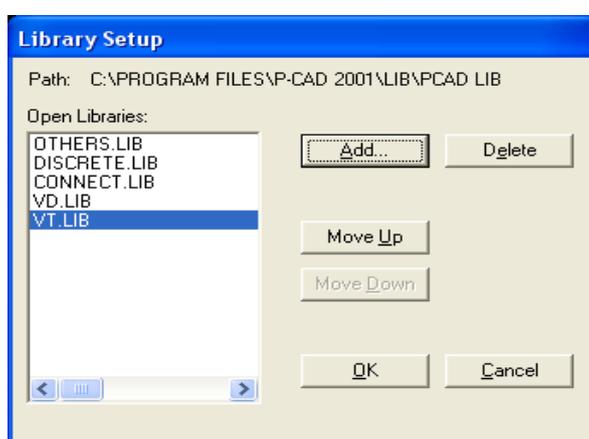
Лабораторная работа №6

Создание изображения принципиальной электрической схемы

Цель: Получение навыков работы в графическом редакторе схем P-CAD Schematic при создании принципиальной электрической схемы.

На электрической схеме изображаются символы компонентов, электрические связи между ними, текстовая информация, буквенно-цифровые обозначения. Для создания принципиальной электрической схемы необходимо выполнить ряд действий в следующей последовательности :

Подключение библиотек. Изображения условных обозначений элементов, выполненных в соответствии с ЕСКД, находятся в интегрированных библиотеках, собранных в папке PCAD lib. (D:\ТАПЭС\PCAD lib). (рис.6.1-6.2.) Например, библиотека R.lib содержит резисторы, VT – транзисторы, K555 – микросхемы логических элементов 555 серии.



Перед нанесением на схему символов компонентов необходимо открыть библиотеки командой **Library/Setup**, добавляя их имена в область **Open Libraries**, после нажатия кнопки **Add**. (Для удаления библиотек из списка используется клавиша **Delete**).

Рис.6.1. Окно добавления библиотек

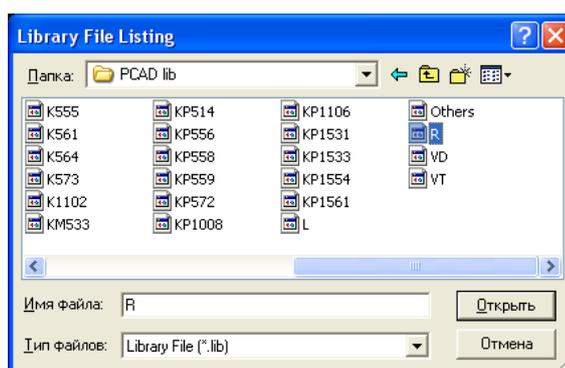


Рис.6.2. Окно выбора библиотек.

Размещение библиотечных элементов на рабочем поле производится командой

 **Place/Part.**

- После выбора данной пиктограммы щелчок курсором в любой точке схемы открывает окно выбора компонента (Рис.6.3).

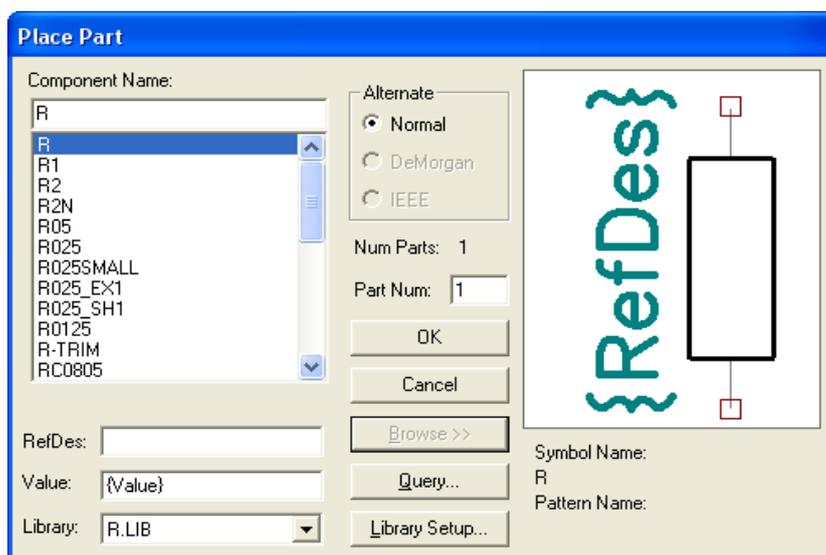


Рис.6.3. Окно выбора компонента.

- в области **Library** указывается имя одной из открытых библиотек, список ее компонент находится в окне **Component Name**, имя нужного компонента выбирают из списка;

- кнопка **Browse** позволяет просмотреть графическое изображение символа компонента;

- в области **Parts Num** задается текущая секция компонента;

- нажатие клавиши **Query** активизирует средства поиска компонента в открытых библиотеках;

- в поле **RefDes** задается позиционное обозначение элемента, далее позиционные обозначения элементов и их секций на электрической схеме проставляются автоматически (например, если в поле **RefDes** установлено DD1, то последовательно размещаемые элементы получают имена DD1, DD2, ...).

- Размещение символа компонента на схеме выполняется после щелчка курсором в любой точке рабочего окна (повторный щелчок курсором размещает на схеме очередную копию символа выбранного компонента, присваивая ему следующее позиционное обозначение). До тех пор, пока не отпущена левая кнопка мышки, символ можно:

- перемещать по экрану;
- поворачивать его (клавиша **R**);
- зеркально отображать (клавиша **F**).

- Для размещения другого элемента необходимо повторить команду **Place/Part**.

Полезный совет: при размещении элементов удобно включить команду **View/Snap to Grid**, которая позволяет перемещаться курсору только по узлам координатной сетки, это облегчает дальнейшую стыковку выводов элементов с проводниками.

Создание электрических цепей (объединение элементов проводниками) осуществляется командой **Place/Wire** .

- Щелчком мыши отмечается начальная точка цепи, каждое следующее нажатие левой кнопки мыши фиксирует точку излома. До тех пор, пока не отпущена левая кнопка мышки, можно:

- изменить угол ввода линии из числа установленных при настройке конфигурации (клавиша **O**);
- изменить ориентацию линии (клавиша **F**).
- Завершается ввод цепи нажатием правой кнопки мыши (или **Esc**)
- не подсоединенные выводы компонентов и открытые концы цепей помечаются квадратиками, которые пропадают после выполнения электрического соединения;
- узлы электрической цепи помечаются точкой (Junction), которая автоматически проставляется на Т-образных соединениях.

Чтобы поставить точку соединения пересекающихся отрезков цепей, необходимо при построении второй цепи щелкнуть курсором в точке пересечения, а затем продолжить ее построение.

▪ Каждая электрическая цепь имеет свое имя, которое присваивается системой автоматически (например, Net00001). Если между компонентом заземления GND и каким-либо контактом элемента схемы провести связь, то проведенная цепь автоматически получит имя GND.

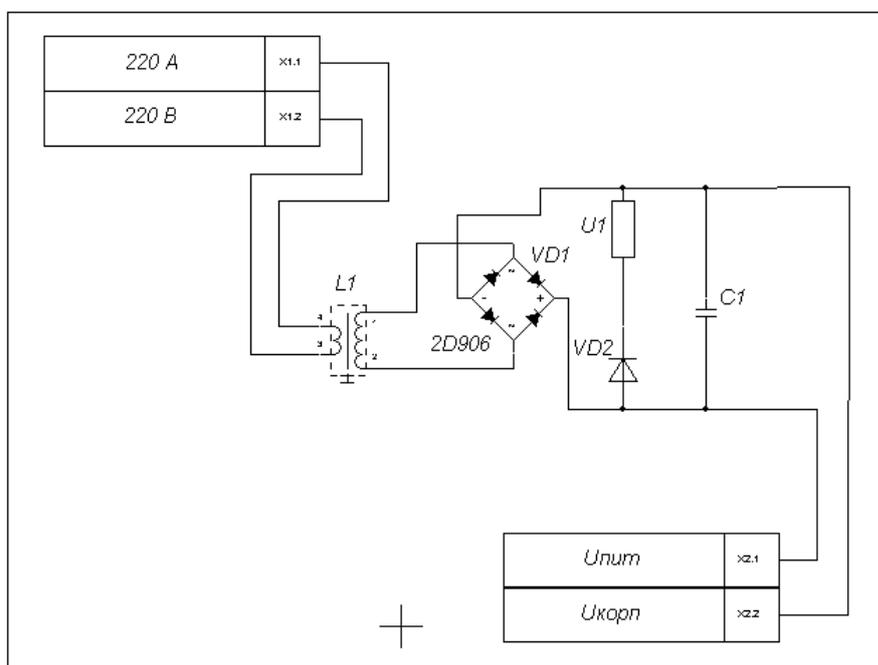
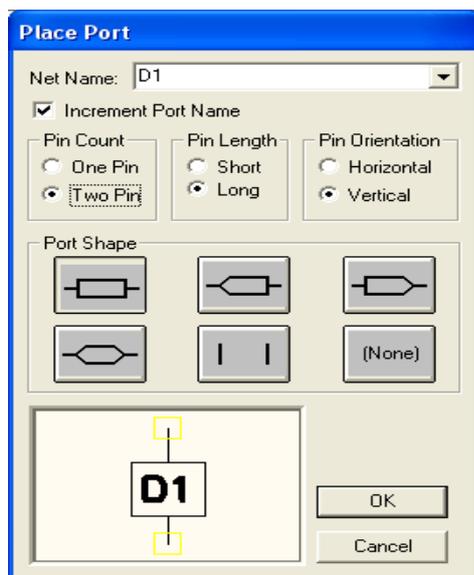


Рис.6.4.. Изображение принципиальной схемы в редакторе P-CAD Schematic.

Размещение шин осуществляется командой **Place/Bus** 

- Процесс создания изображения шины аналогичен созданию изображения электрических цепей, ширина линии всегда 0.762 мм (изменить ее нельзя).
- Каждая шина имеет свое имя, которое автоматически присваивается системой (например, Bus00001).
- Цепи, входящие в состав шины, размещаются командой **Place/ Wire**, при подключении к шине автоматически изображается излом цепи под углом 45° (стиль излома устанавливается при настройке конфигурации **Options/Display**).
- Имена цепей, образующих шину, задаются подключением к цепям специальных портов по команде **Place/Port** . После выбора этой команды щелчком мышки в любой точке схемы открывается меню выбора порта (Рис.6.5):



- в области **Net Name** необходимо указать имя первой цепи, например **D1**. Если включить опцию **Increment Port Name**, то при размещении портов они автоматически получат имена **D1, D2,...**;

- для шин задают следующую конфигурацию порта:
Pin Count (число контактов –One Pin), **Pin Length** (длина вывода - Short), **Pin Orientation** (ориентация контакта - Vertical);
Port Shape (форма порта - None),

Рис.6.5. Окно выбора порта **Place Port**

Порты подключаются последовательными щелчками мышки по именуемым цепям.

Чтобы имена цепей появились на схеме, нужно установить переключатель **Display** в окне **Bus Properties** команды **Properties** контекстного меню шины.

Задание для лабораторной работы №6:

Создайте принципиальную-электрическую схему соответствующий варианту (таблица 8.2).

Контрольные вопросы:

1. Как создаются принципиально- электрической схемы?
2. Как подключаются к библиотеку?
3. Размещение библиотечных элементов на рабочем поле
4. Создание электрических цепей

Лабораторная работа №7

Редактирование созданной схемы

Цель: Получение навыков работы в графическом редакторе схем P-CAD Schematic при редактировании созданной электрической схемы.

Любые изменения в схеме производятся с выделенным объектом или объектами.

- **Режим выбора объектов** активизируется командой **Edit/Select**  (или кнопка **S** на клавиатуре).

Обратите внимания, что графический редактор P-CAD Schematic находится в одном из двух режимов: режиме создания изображения, когда кнопка  отжата (выбрана одна из команд рисования) и режиме редактирования, когда кнопка  нажата (происходит выбор элементов изображения).

- чтобы выбрать один объект (элемент, цепь) щелкните курсором на нем, объект будет подсвечен;
- чтобы выбрать группу объектов, выделяйте элементы, удерживая одновременно клавишу **Ctrl**;
- чтобы выбрать часть элемента (например, вывод символа, его позиционное обозначение или имя цепи) щелкните курсором на нем, удерживая при этом клавишу **SHIFT**;
- щелчком мыши в свободной части рабочего окна выбор объектов отменяется.

Порядок выполнения работы.

- **Редактирование положения объекта вручную.** Выделенные объекты можно:
 - перемещать с помощью мыши;
 - вращать (**R**);
 - отображать зеркально (**F**);
 - копировать (**Copy**) с помощью мыши, удерживая клавишу **Ctrl**;
 - удалять (**Delete**) и т.д.
 - щелчок правой клавиши мыши на выделенном объекте традиционно вызывает контекстно-зависимое меню команд, содержащее все действия, которые можно выполнить над выделенным элементом.

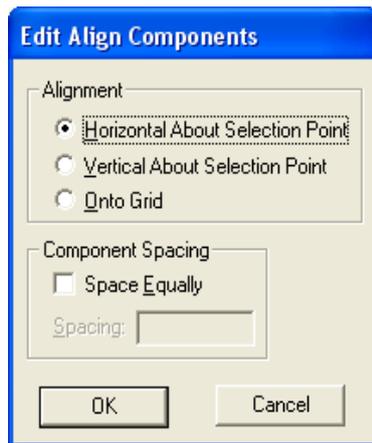
▪ **Автоматическое выравнивание элементов** схемы в рабочей области по горизонтали и вертикали, для этого необходимо:

- для выделенной группы компонентов в контекстном меню выбрать команду **Selection Point** и установить точку привязки, относительно которой будет производиться выравнивание;

- в контекстном меню выбрать команду **Align** (рис. 7.1);

Если установлен флажок **Space Equally** в области **Component Spacing**, то в окне **Spacing** можно точно установить расстояние между выравниваемыми компонентами в выбранной системе единиц.

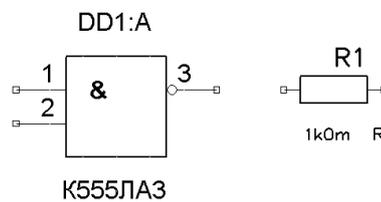
Просмотр и изменение атрибутов элемента схемы. Условное обозначение элемента кроме самого изображения на схеме включает в себя следующие атрибуты (Рис.7.2):



- в области **Alignment** диалогового окна выбрать одно из трех возможных направлений выравнивания относительно указанной точки привязки:

- горизонтальное **Horizontal About Selection Point**;
- вертикальное **Vertical About Selection Point**;
- выравнивание в узловые точки сетки **Onto Grid**.

Рис.7.1. диалоговое окно команды выравнивания **Align**.



- позиционное обозначение элемента (**RefDes**) - DD1:A, R1;
- тип элемента (**Type**) – K555ЛА3, R;
- номинальное значение (**Value**) 1k0m.

Рис.7.2. Атрибуты условных обозначений элементов на схеме.

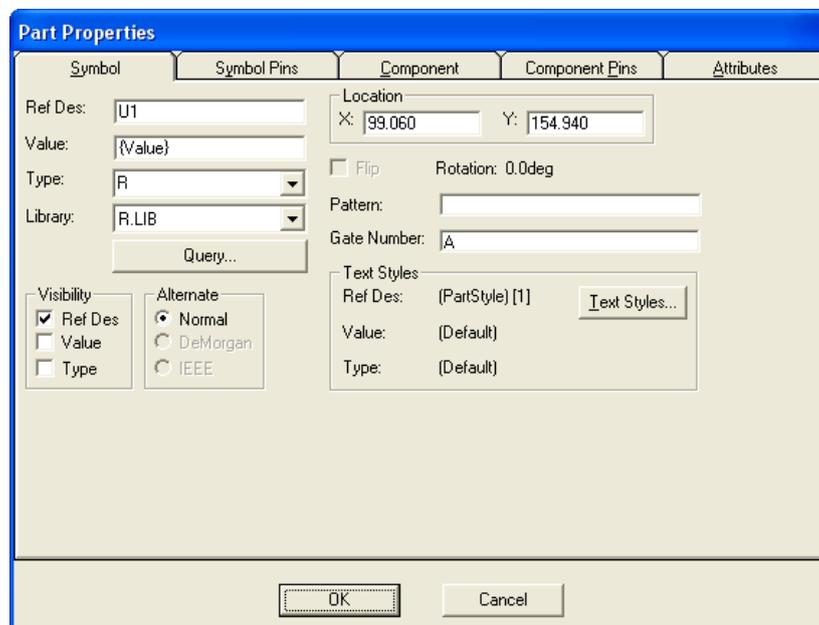


Рис.7.3. Окно свойств выбранного компонента.

Доступ к ним осуществляется на вкладке **Symbol** окна свойств элемента (**Properties**) контекстного меню (рис.7.3). Характеристики можно:

- отредактировать, изменяя значения соответствующих областей (**RefDes**, **Value**, **Type**);
- вывести на схему (или сделать невидимыми), установив (или удалив) галочки в области **Visibility**.
- перед завершением создания схемы целесообразно переименовать позиционные обозначения компонентов по команде **Utils/Renumber** (Рис.7.4).

В меню необходимо выбрать **RefDes** и порядок простановки позиционных обозначений **Top to Bottom** (сверху вниз) или **Left to Right** (слева направо). В окне **Starting Number** вносится начальное значение позиционного обозначения, а в окно **Increment Value** - величина приращения при перенумерации. Позиционные обозначения будут перенумерованы в заданном порядке.



Рис.7.4. Окно переименования позиционных обозначений.

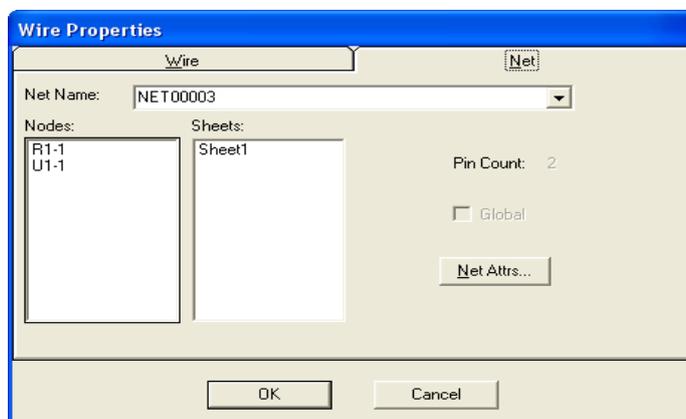


Рис. 7.5. Свойства цепи, вкладка Net.

- **Редактирование свойств электрических цепей** производится командой **Properties** контекстного меню. Имя цепи, присвоенное системой автоматически, можно:
 - изменить, введя новое значение в область **Net Name** на вкладке **Net** (Рис.7.5);
 - вывести на схему (или сделать невидимыми), установив (или удалив) галочку в области **Display** на вкладке **Wire** (Рис.7.6);
 - если группа цепей имеет однородные имена типа A1,A2 и т.д., то для *автоматической нумерации* таких цепей необходимо выполнить команду **Utils/Rename Nets**, щелкнуть курсором в любой точке схемы и в открывшемся меню на строке **Net Name** ввести префикс имени, например **In**, и выбрать параметр **Increment Name** (режим приращения имени). После закрытия этого меню щелчком курсора по нужной цепи

присвоить ей имя **In0**, щелчком курсора по второй (следующей) цепи присвоить ей имя **In1** и т. д. (Рис. 7.7).

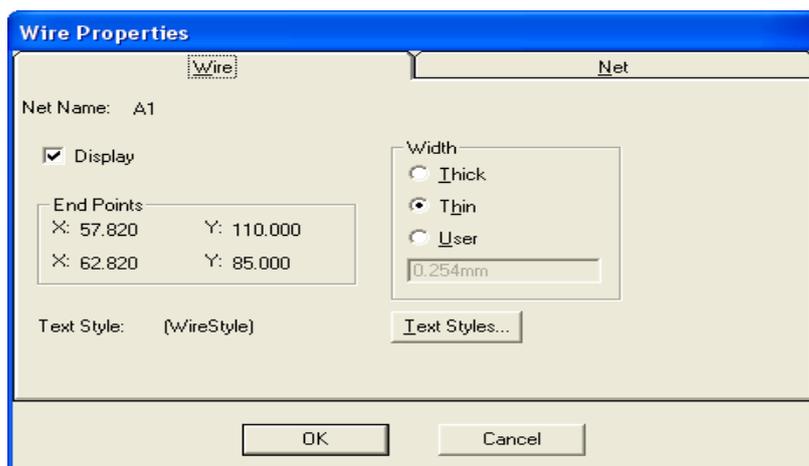


Рис. 7.6. Свойства цепи, вкладка Wire

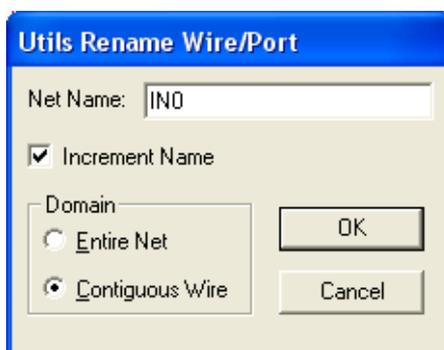
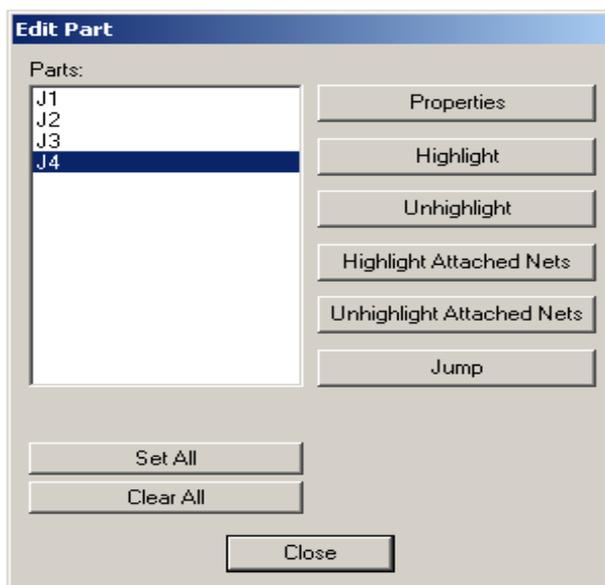


Рис. 7.7. Окно переименования цепи.



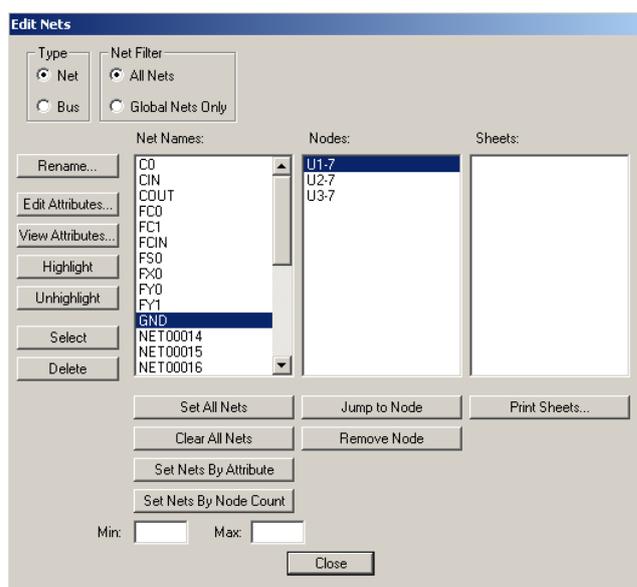
- выберите в окне **Edit Part** имя компонента;
- нажмите кнопку **Jump**.

Экран смещается в сторону нужного компонента, а сам компонент подсвечивается на схеме.

Рис. 7.8. Окно поиска элемента.

- **Быстрый поиск компонентов и цепей.** При работе со схемой удобно пользоваться средствами быстрого поиска.

- При поиске на схеме нужного *компонента* выполняется команда **Edit/Parts** (рис.7.8)
- При поиске нужной *цепи* выполняется команда **Edit/Nets** (рис.7.9).



- выберите в окне **Net Names** имя цепи;

- последовательно нажмите кнопки **Select** и **Jump to Node**;

Экран смещается в сторону выбранной цепи, а сама цепь на схеме подсвечивается.

Рис.7.9. Окно поиска цепи.

Средства просмотра изображения.

Для удобства рисования и просмотра схемы в P-CAD существуют команды обзора рабочего окна. Они изменяют вид, масштаб изображения схемы, ее положение в пределах рабочего окна. Вы можете:

- использовать линейки прокрутки, которые позволяют сканировать рабочее поле;
- центрировать изображение относительно текущего положения курсора, нажав на клавиатуре **C** (или выбрав команду **View/Center**)
- увеличить (нажать **серый +**) или уменьшить (нажать **серый -**) масштаб изображения относительно положения курсора в количество раз, установленное командой **Options/Configure**,
- команда **View/Extent** – масштабирует рабочую область так, чтобы все изображение вместились в экран;
- команда **View/All** – выводит на экран весь лист вместе с форматкой.

Задание для лабораторной работы №6:

Создайте принципиальную-электрическую схему соответствующего варианта и произвести редактированию схему.

Контрольные вопросы:

1. Как объект редактируется в ручную?
2. Как выполняются автоматическое выравнивание элементов схемы в рабочей области?
3. Редактирование свойств электрических цепей.
4. Средства просмотра изображения.

Лабораторная работа №8

Создание принципиальной электрической схемы радиоэлектронного устройства

Цель: Получение навыков работы в графическом редакторе схем P-CAD Semantic при создании принципиальной электрической схемы.

Задание для лабораторной работы № 8

1. Создайте в системе P-CAD простейшую схему соответственно своему варианту.

Для этого:

- Настройте конфигурацию редактора (формат А4). Шаг сетки установите исходя из того, что в ЕСКД все расстояния в принципиальной электрической схеме должны быть кратны 2.5 мм.

- Подключите необходимые библиотеки элементов из интегрированной библиотеки D:\ТАПЭС\PCAD lib.

- Разместите условные обозначения элементов в рабочей области.

- Объедините выводы элементов проводниками, проконтролируйте, чтобы все соединения имели электрический контакт (он гарантируется отсутствием желтых квадратиков в местах соединения проводников);

- Откорректируйте, если это необходимо, позиционные обозначения элементов: расположите их вертикально сверху над изображениями элементов, проконтролируйте, чтобы стиль текста всех позиционных обозначений был одинаковым.

Полезная справка: Всем элементам, устройствам и функциональным группам изделия присваиваются позиционные обозначения, содержащие информацию о виде элемента (например, R – резистор, DD – микросхема, VD – диод) и его порядковом номере в пределах данного вида (например, R1,R2; C1,C2,...)(таблица 8.1).

Таблица 8.1.

Таблица позиционных обозначений элементов:

	Группа элементов	Примеры элементов	Код
A	Устройство (общее обозначение)		
B	Преобразователи неэлектрических величин в электрические и, аналоговые преобразователи или датчики	Громкоговоритель Тепловой датчик Фотоэлемент Микрофон Пьезоэлемент	BA BK BL BM BQ
C	Конденсаторы		C
D	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая Схема интегральная цифровая, логический элемент Устройство хранения инф-ии	DA DD DS
E	Элементы разные	Нагревательный элемент	EK
F	Защитные устройства	Предохранитель плавкий	FU
G	Генераторы, источники питания	Батарея	GB
H	Индикаторы	Индикатор символьный	HG
K	Реле, контакторы	Реле напряжения	KV
L	Катушки индуктивности		L
M	двигатели		M
P	Приборы, измерительное	Амперметр	PA

	оборудование	Вольтметр	PV
Q	Выключатели	Выключатель автоматический	QF
R	Резисторы	Резистор Потенциометр	R RP
S	Устройства комутации	Выключатель автоматический	SF
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока Трансформатор напряжения	TA TV
U	Устройства связи	Модулятор Демодулятор	UB UR
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Диод, стабилитрон транзистор	VD VT
W	Линии и элементы СВЧ, антенны	Ответвитель Аттенюатор Антенна	WE WU
X	Соединения контактные	штырь	XP
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	электромагнит	YA
Z	Устройства оконечные	Фильтр кварцевый	ZQ

При расстановке позиционных обозначений элементов придерживаются правил:

- от верхнего левого угла вниз, затем смещаются вправо и снова сверху вниз (сверху вниз);
 - или от верхнего левого угла вправо потом смещаются вниз и снова слева направо (слева направо).
- Под условными обозначениями элементов проставьте их типы.
 - Задайте имена цепей (например, А1, А2, и т.д.), сделайте имена цепей не видимыми на схеме.
 - Сохраните созданную вами схему в соответствующей папке **D:\ТАПЭС\№группы\оригинальное имя файла.sch** (используйте стандартные команды: **File/Save** или **File /Save As**).

2. Создайте перечень элементов для своей схемы, используя уже изготовленный вами шаблон.

Общий вид схемы

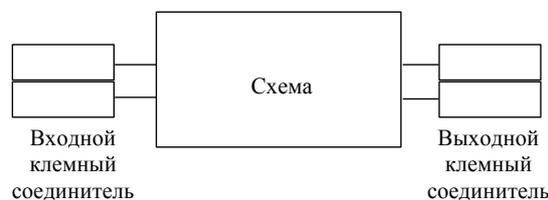
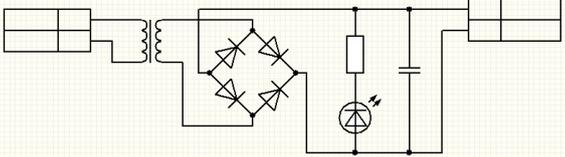
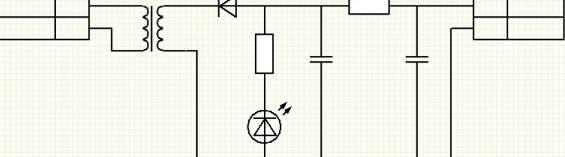
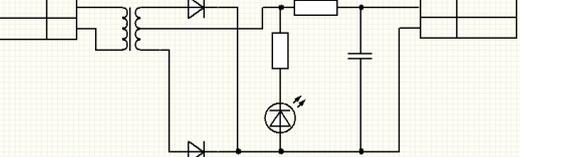
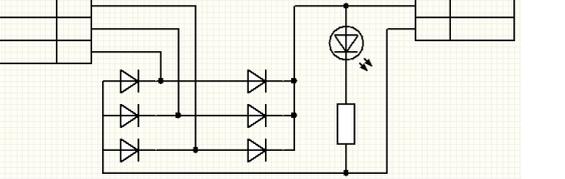
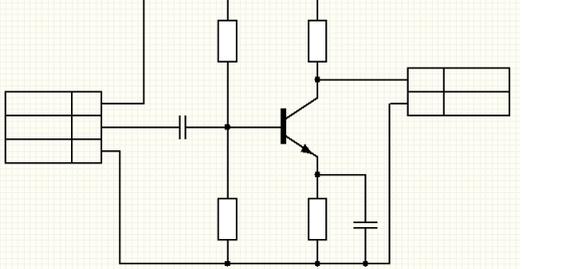
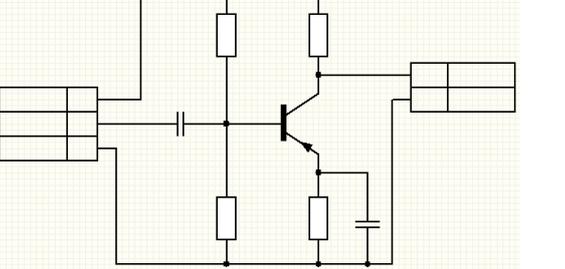
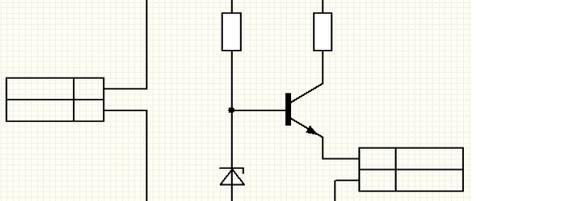
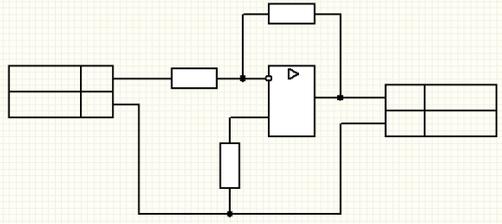
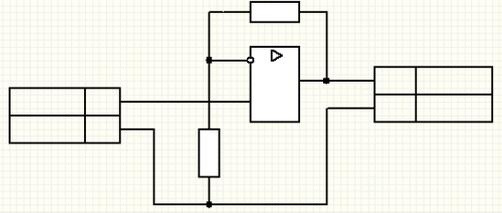
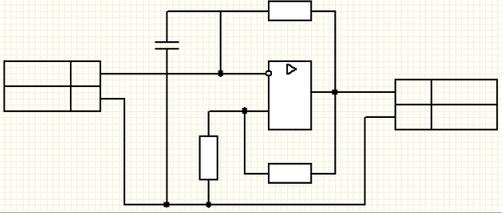
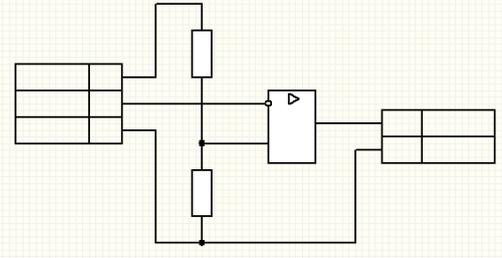
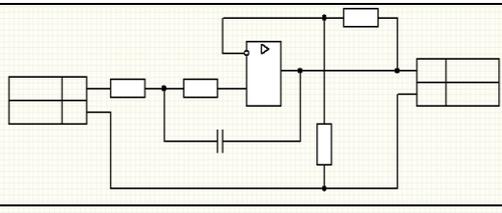
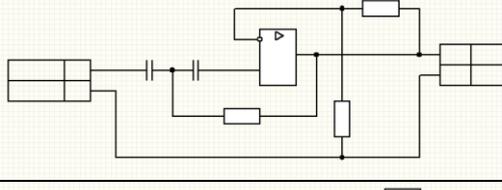
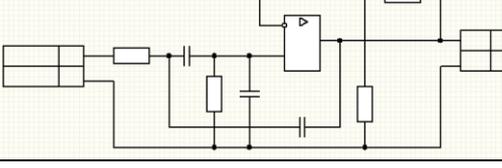
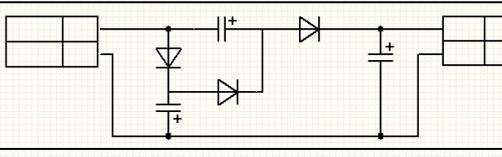
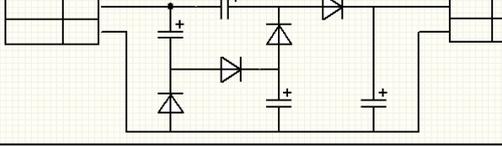
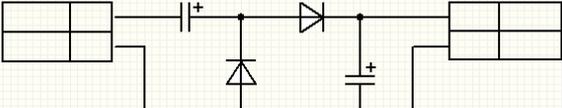


Таблица 8.2.

Варианты лабораторной работы №6-8

№ Варианта	Название схемы	Схема
<i>Схемы выпрямителей с фильтрами</i>		
1	Схема мостового выпрямителя с емкостным фильтром	
2	Схема однополупериодного выпрямителя с П-образным емкостным фильтром	
3	Схема двухполупериодного выпрямителя с RC фильтром	
4	Трехфазный выпрямитель (схема Ларионова)	
<i>Транзисторные схемы</i>		
5	Усилитель на биполярном транзисторе n-p-n	
6	Усилитель на биполярном транзисторе p-n-p	
7	Стабилизатор напряжения на транзисторе и стабилитроне	

		<i>Схемы на ОУ</i>
8	Инвертирующий усилитель	
9	Неинвертирующий усилитель	
10	Мультивибратор	
11	Компаратор	
12	Активный фильтр НЧ	
13	Активный фильтр ВЧ	
14	Активный полосовой фильтр	
		<i>Умножители напряжения</i>
15	Умножение напряжения на 3	
16	Умножение напряжения на 4	

17	Умножение напряжения на 2	
----	---------------------------	--

Контрольные вопросы:

1. Основные этапы создания принципиальной схемы.
2. Подключение библиотек.
3. Размещение элементов на рабочем поле.
4. Создание электрических соединений.
5. Редактирование параметров элементов.
6. Нумерация элементов, автонумерация.
7. Редактирование свойств электрических цепей.
8. Настройка печати схемы.
9. Поиск элементов и электрических цепей.

Лабораторная работа №9

Работа в графическом редакторе печатных плат P-CAD PCB

Цель: Получение навыков работы в графическом редакторе печатных плат P-CAD PCB при разработке конструкции радиоустройств.

Редактор печатных плат **P-CAD PCB** служит для:

- формирования печатной платы (ПП), соответствующей принципиальной схеме, созданной в P-CAD Schematic;
- задания габаритов ПП и размещения компонентов на печатной плате;
- создания правил ручной и автоматической трассировки соединений на плате;
- ручной или автоматической трассировки проводников.

Запуск графического редактора **P-CAD PCB** (как и любого модуля системы P-CAD) можно осуществить либо из меню **ПУСК**, либо из любого модуля P-CAD командой **Utils/P-CAD PCB...**

Интерфейс программы аналогичен интерфейсу редактора P-CAD Schematic и отличается в основном набором команд основного меню, панели инструментов системных команд и команд размещения (Рис.9.1).

На рабочем поле создается изображение не схемы, а печатной платы с расположенными на ней компонентами.

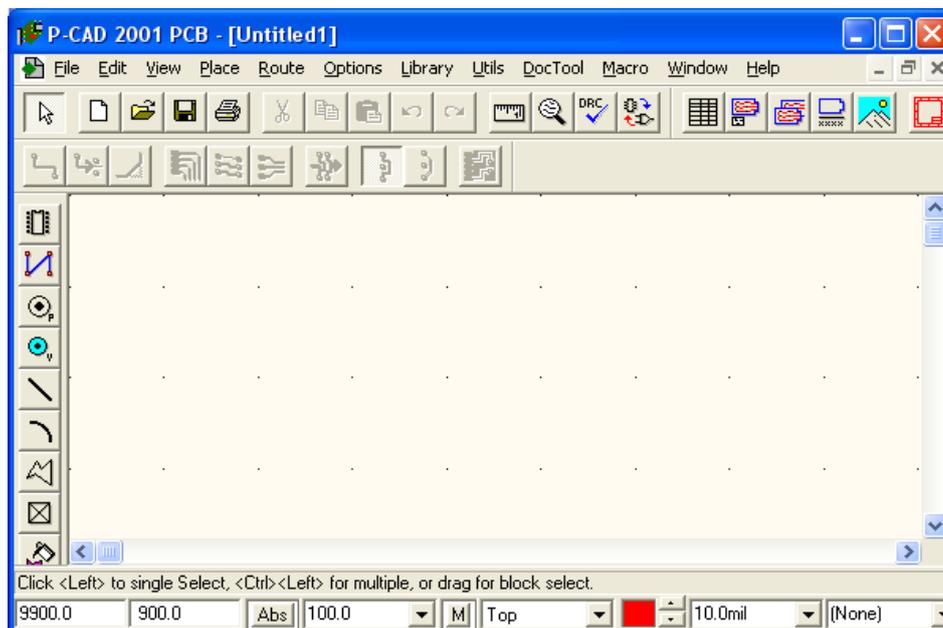


Рис.9.1. Рабочее окно редактора P-CAD PCB

Порядок выполнения работы.

Настройка конфигурации программы.

После запуска редактора (**Пуск/Программы/P-CAD_2001/PCB**) необходимо установить удобную для использования среду – **настроить конфигурацию** (меню **Options**).

▪ **Options/Configure.**

- . Диалоговое окно закладки **General** представлено на рис.9.2.

- в области **Units** выберите систему единиц измерения (mm);
- в области **Workspace Size** укажите размер рабочей области для размещения компонентов и трассировки электрических соединений (выберите формат в зависимости от размеров печатной платы).

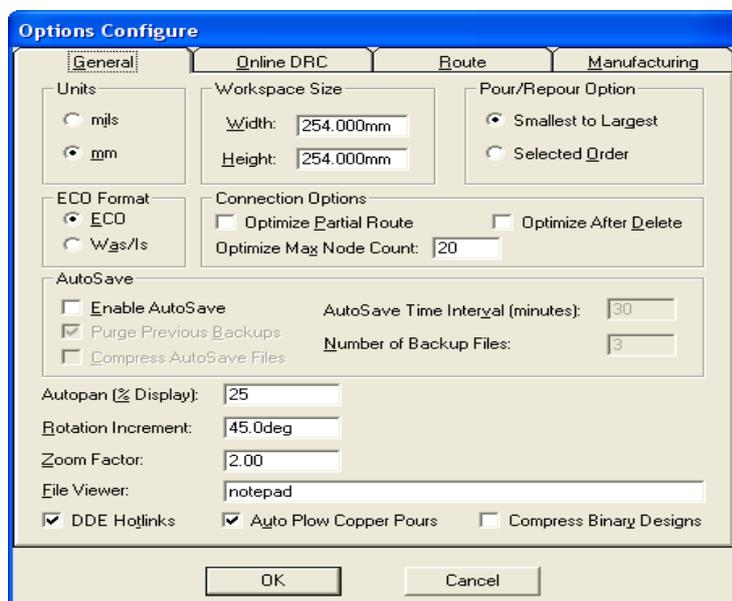


Рис.9.2. Окно настройки конфигурации P-CAD PCB.

Диалоговое окно закладки **Online DRC** предназначено для настройки процесса проверки технологических параметров при размещении компонентов.

Диалоговое окно закладки **Route** позволяет настроить правила ручной и интерактивной трассировки проводников, которые используются и некоторыми автотрассировщиками.

- **Options/Grid** задайте шаг сетки рабочего поля (элементы размещаются в ее узлах).

- для компонентов с планарными выводами 1,25мм,
- для компонентов со штыревыми выводами 2,5мм.

- **Options/Layers** - просмотрите и, при необходимости, настройте структуру слоев (рис.9.3).

~Любые изображения на печатной плате (проводники, контуры компонентов, текстовая информация, контуры печатной платы и т.д.) производятся в определенном для них слое (список слоев отображен в области **Layers**).

По умолчанию установлена следующая структура слоев печатной платы:

Board –слой контура печатной платы,

Top, Bottom – слой проводников на верхней (сторона компонентов) и нижней (сторона пайки) стороне платы;

Top Silk, Bot Silk – слой шелкографии, для изображения контуров компонентов и их позиционных обозначений на верхней и нижней стороне платы;

Top Paste, Bot Paste – слой флюса для изображения пайки на верхней и нижней стороне платы;

Top Mask, Bot Mask –слой маски пайки на верхней и нижней стороне платы;

Top Assy, Bot Assy – дополнительный слой текстовых обозначений на верхней и нижней стороне платы.

- Каждый слой относится к одному из *3х типов*:

Signal – сигнальный слой, слой разводки проводников, помечается символом **S**. По умолчанию структура слоев для печатной платы устанавливается с двумя сигнальными слоями **Top** и **Bottom**;

Plane – слой металлизации, помечается первым символом **P**,

Non Signal – вспомогательные слои, помечаются символом **N**.

- Тип слоя указывается в поле **Type**.

Для сигнальных слоев в области **Routing Bias** задается приоритетное направление трассировки проводников:

Auto – выбирается автоматически (символ **A**);

Horizontal – горизонтальное (символ **H**);

Vertical – вертикальное (символ **V**).

- Каждый слой может находиться в одном из *двух состояний*:

Enable включен (– символ **E**);

Disable выключен (– символ **D**).

(выключив слой **Bottom** можно задать одностороннюю разводку ПП).

Указанные установки производятся после выделения имени слоя и нажатии соответствующих кнопок, находящихся на передней панели.

Полезная информация:

- Чтобы развести одностороннюю плату нужно выключить **Disable** слой **Bottom**;

- чтобы развести многослойную плату (более 2х слоев), вдобавок к слоям **Top** и

Bottom необходимо ввести дополнительные сигнальные слои. Для этого:

- ~ ввести имя слоя в области **Layer Name**;
- ~ ввести номер слоя;
- ~ цвет слоя система предложит автоматически;
- ~ установить тип слоя **Signal** в области **Type**;
- ~ нажать **ADD**.

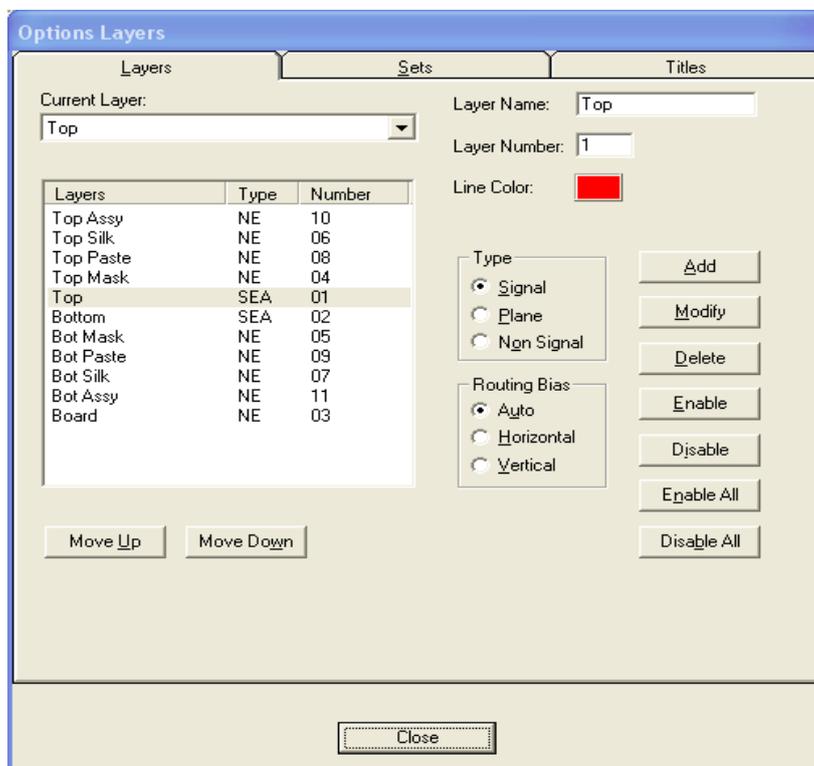


Рис.9.3. Структура слоев печатной платы.

- **Options/Display** – просмотрите параметры монитора. В диалоговом окне можно настроить цвета объектов для различных (требуемых для проекта) слоев печатной платы (Рис.9.4).

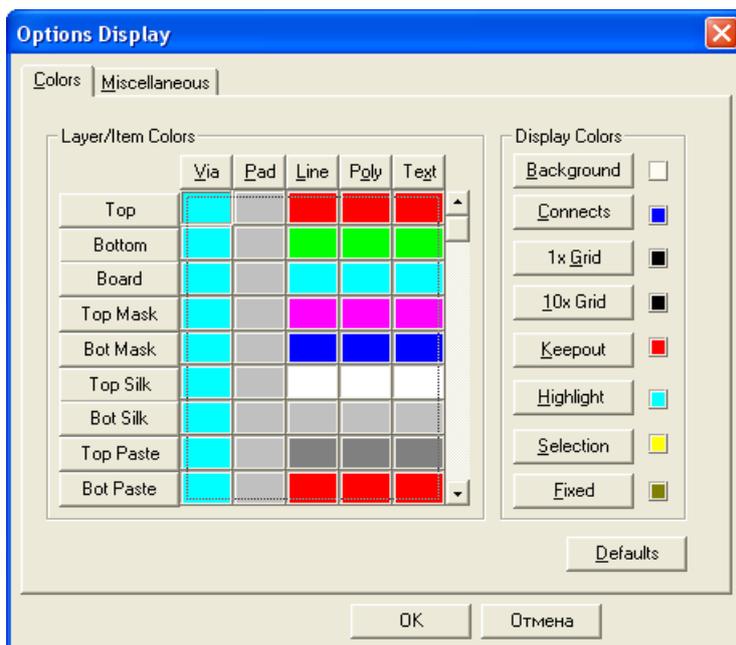


Рис.9.4. Установка цвета слоев печатной платы.

Via – переходные отверстия,
Pad – выводы компонентов,
Line – проводники и линии,
Poly – полигоны,
Text – текстовые данные.

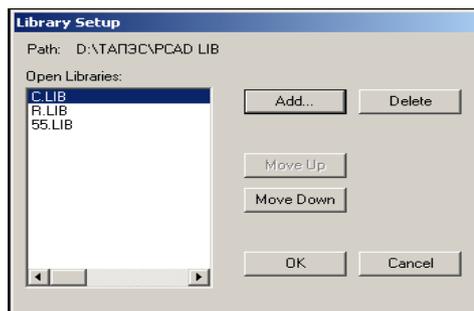
Дополнительные параметры монитора можно установить в закладке **Miscellaneous**.

2. Упаковка схемы на печатную плату.

Для того чтобы создать печатную плату на основе принципиальной схемы, необходимо на *поле печатной платы* перенести изображения корпусов компонентов с указанием линий электрических соединений между их выводами (условные обозначения элементов данной схемы автоматически заменяются изображениями корпусов). Этот процесс называется *упаковкой схемы на печатную плату*.

Чтобы упаковать схему на ПП произведите следующие действия:

- **Подключите к проекту соответствующие библиотеки.** Для этой цели командой **Library/Setup...** загрузите созданный вами ранее файл (.lib) интегрированной библиотеки (рис.9.5).



- Нажмите **ADD**;
- выберите файл (.lib);
- **ОК**.

Рис.9.5. Окно установки интегрированной библиотеки.

▪ **Нарисуйте на рабочем поле замкнутый контур печатной платы** заданных размеров в слое **Board**. Для этого:

- В строке статуса установите текущий слой **Board**;
- Выберите команду **Place/Line**, нарисуйте прямоугольник заданных размеров.

Полезная подсказка: контур печатной платы удобно рисовать, задавая координаты углов в области X и Y строки состояния.

▪ **Произведите упаковку схемы на печатную плату.** Для этого:

- загрузите файл списка соединений (с расширением **.net**), командой **Utils/Load Netlist** (рис.9.6);

- Найдите нужный файл списка соединений, с помощью опции **Netlist Filename**;
- В области **Netlist Format** установите формат **P-CAD ASCII**;
- Остальные опции установите так, как показано на рис.9.6.

Замечание: после выполнения команды первоначальный вид печатной платы восстановить невозможно, поэтому ее рекомендуется сохранить в отдельном файле с другим именем.

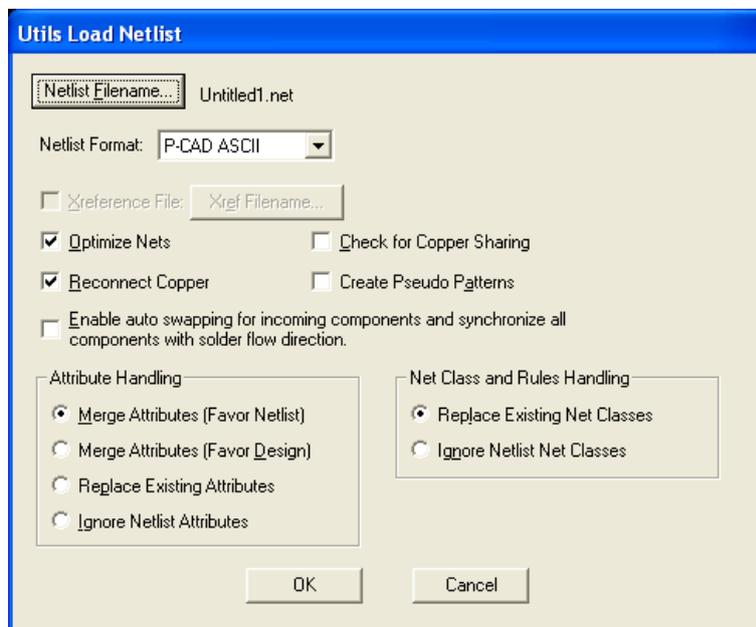


Рис. 9.6. Меню команды загрузки файла соединений.

Компоненты проекта размещаются над верхней границей печатной платы. При этом на экране отображаются прямые линии еще не разведенных электрических связей (Рис.9.7).

При установке курсора (не нажимая левую кнопку мыши) на объект размещения появляется информация о позиционном обозначении компонента, его типе и значении атрибута компонента, а для электрической цепи – ее номер (имя) и имена компонентов и их контактов, которые цепь соединяет.

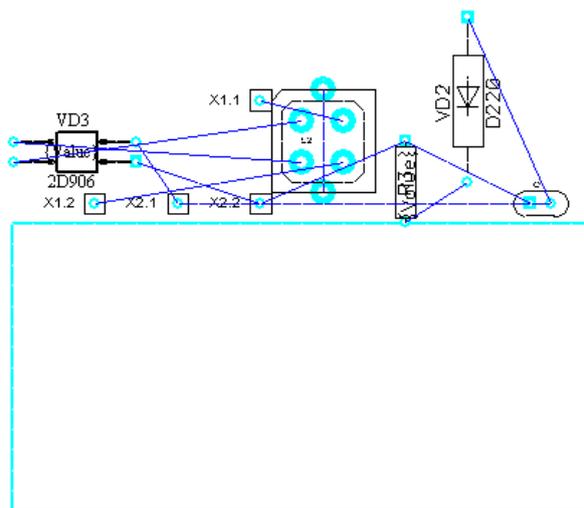


Рис.9.7. Схема, упакованная на печатную плату

Лабораторная работа №10

Конструкторское проектирование РЭС

Цель: Получение навыков работы в графическом редакторе печатных плат P-CAD PCB при разработке конструкции радиоустройств.

Размещение компонентов на плате.

После упаковки схемы на ПП необходимо упорядоченно разместить компоненты на плоскости платы. Отображаемые линии связи между компонентами, позволяют разработчику лучше ориентироваться при размещении компонентов.

Команды, описанные в данном разделе, аналогичны соответствующим командам графического редактора P-CAD Schematic.

▪ **Размещение компонентов на печатной плате вручную.** Выделенные объекты можно:

- перемещать с помощью мыши;
- разворачивать (клавиша **R**);
- переносить на другую сторону платы (клавиша **F**);
- выполнить автоматическое выравнивание группы объектов, используя команды

Selection Point и **Align** контекстного меню;

- **Edit/Nets** - просмотр (и при необходимости редактирование) электрических цепей кнопка **Rename** позволяет изменить имя выделенной цепи.

- кнопка **Info** выводит информацию о выделенной цепи

- кнопка **Jump to Node** позволяет перейти к выделенному узлу;

- кнопка **Select** позволяет перейти к редактированию выбранной цепи проекта (рис.10.1).

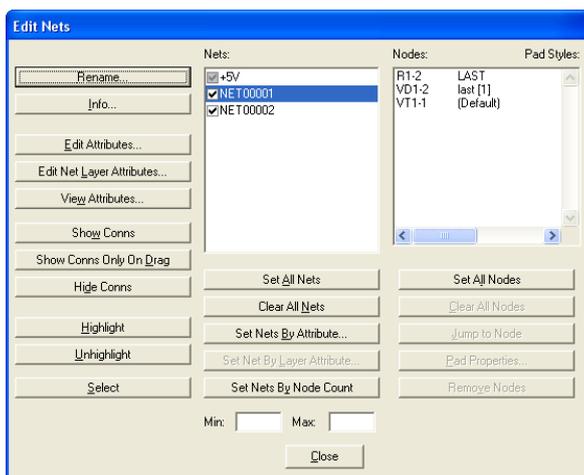


Рис.10.1. Диалоговое окно команды **Edit/Nets**

- В окне **Nets** отображены имена всех цепей проекта;

- в окне **Nodes** указаны имена компонентов и номера их контактов, связанные с выделенной цепью;

▪ При размещении компонентов на печатной плате иногда приходится скорректировать свойства компонента: тип посадочного места, имя компонента и др. Для этих целей служит команда **Properties** контекстного меню. Пять закладок диалогового окна (рис.10.2) в полной мере решают задачу просмотра и редактирования свойств компонента.

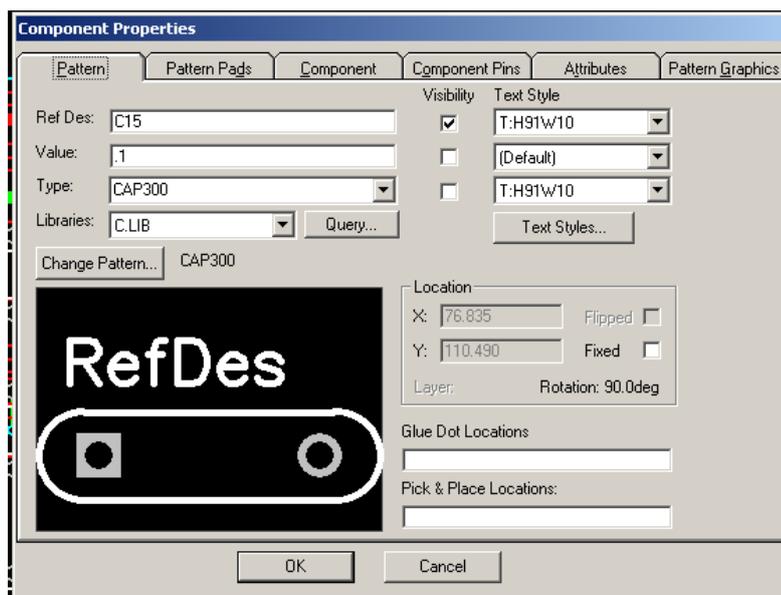


Рис. 10.2. Закладка **Pattern** редактирования компонента.

Используя уже накопленный опыт работы с пакетом, ознакомьтесь с функциями данного диалогового окна самостоятельно.

▪ Перед началом трассировки соединений полезно провести оптимизацию электрических связей командой **Utils /Optimize Nets** с целью минимизации общей длины физических связей между компонентами и оптимизации плотности соединений (рис. 10.3).

Происходит оптимизация электрических соединений, результаты которой выводятся в виде текстового сообщения на экран



- Выберите режим **Auto**;
- установите опцию **Entire Design** (оптимизация связей в пределах всего проекта).

Рис.10.3. Окно команды Utils /Optimize Nets.

4. Трассировка печатной платы.

После размещения компонентов схемы на ПП необходимо провести трассировку соединений. P-CAD дает возможность развести плату 3-мя способами, используя:

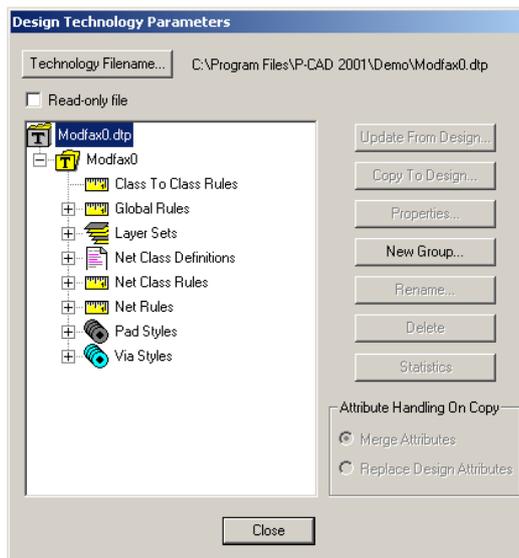
- ручную трассировку (все дорожки проводятся линиями вручную);
- интерактивную трассировку (трассы проводятся вручную, но система автоматически следит за соблюдением установленных технологических параметров);
- автоматическую трассировку (проводники прокладываются автоматически с соблюдением установленных технологических параметров и правил трассировки).

В данном курсе работ будем применять автоматическую трассировку с использованием автотрассировщика **Quick Route**, который позволяет разводить несложные печатные платы, содержащие небольшое количество компонентов.

▪ Настройка технологических параметров трассировки.

Прежде, чем запустить программу автоматической трассировки нужно ввести информацию о технологических требованиях и правилах трассировки при проектировании печатной платы

- величины допустимых зазоров между объектами: компонентами, контактными площадками (Pad); проводниками (Line); переходными отверстиями (Via),
- свойства и классы отдельных цепей и др.



Чтобы перенести данные из уже созданного файла технологических параметров в открытый проект

- выберите команду **File/Design Technology Parameters** (рис.10.4);

- нажмите на кнопку **Copy To Design**.

(В лабораторных работах используются готовые установки).

Рис.10.4. Окно технологических параметров проекта.

Эта информация хранится в файле технологических параметров проекта (.dtp), доступ к которому осуществляется командой **File/Design Technology Parameters**. При разработке печатной платы можно вводить параметры и создавать данный файл заново,

либо перенести данные из готового (ранее созданного) файла технологических параметров.

- Чтобы заново настроить технологические параметры в зависимости от классов цепей выполните команду **Options/Design Rules** (Рис. 10.5.). Ввести новые данные или ознакомиться с готовыми установками, вы сможете, просмотрев все закладки данного окна.

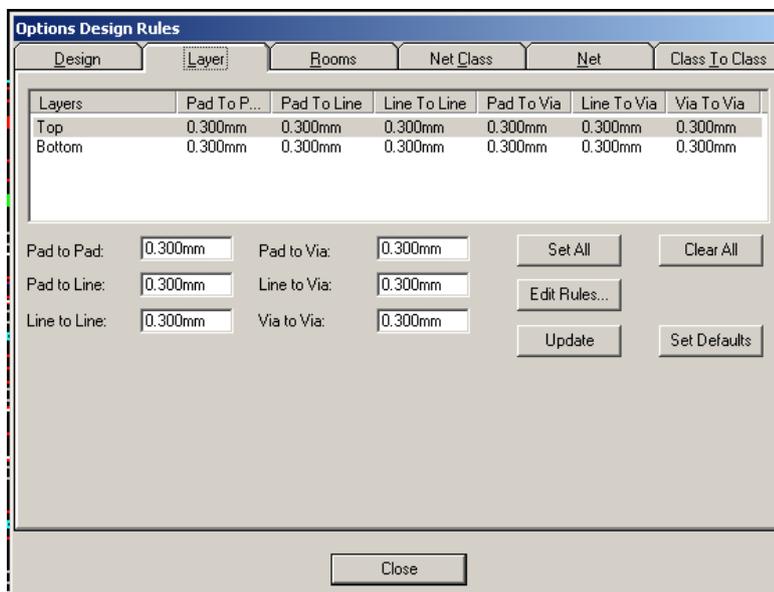


Рис. 10.5. Настройка параметров трассировки

- При необходимости задайте **области запрета для трассировки** командой **Place/KeepOut**.
- **Автоматическая трассировка печатной платы.** Для запуска автотрассировщика выберите команду **Route/Autorouters**.

В диалоговом окне выберите трассировщик **Quick Route** (Рис.10.6).

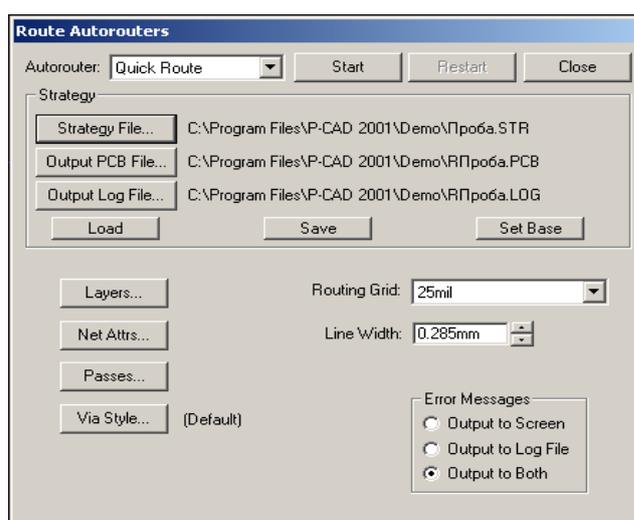


Рис.10.6. Стартовое окно трассировщика **Quick Route**.

- Кнопка **Strategy File** – задает имя файла стратегии трассировки, то есть совокупность параметров для трассировки (.STR).

- Кнопка **Output PCB File** – задает имя файла с записью результатов трассировки (R*.PCB).
- Кнопка **Output Log File** – задает имя текстового файла отчета о результатах трассировки (R*.LOG).

- Шаг трассировки устанавливается в области **Routing Grid** (установите 12,5mil).
- Ширина всех проводников выбирается в области **Line Width**.
- Кнопка **Passes** позволяет настроить стратегию трассировки:

Wide Line Routing – автотрассировщик производит разводку в первую очередь «широких» цепей;

Horizontal – трассировка простых трасс только горизонтальными линиями;

Vertical – трассировка простых трасс только вертикальными линиями и т.д.

Трассировщик можно запускать с активизацией всех проходов, за исключением двух последних (оптимизирующих).

- Для запуска процесса разводки дорожек нажмите на кнопку **Start**. В рабочем окне трассировщика отображается процесс разводки печатной платы.

Автоматическая трассировка проводится по команде **Tools/Start Autorouter** . Автотрассировщик можно остановить по команде **Tools/Pause Autorouter**, возобновить по команде **Tools/Restart Autorouter** и прекратить по команде **Tools/Stop Autorouter** .

- По завершении автоматической трассировки выберите команду **File/Save and Return** чтобы перейти в редактор P-CAD PCB для окончательной коррекции печатной платы вручную (Рис.10.7).

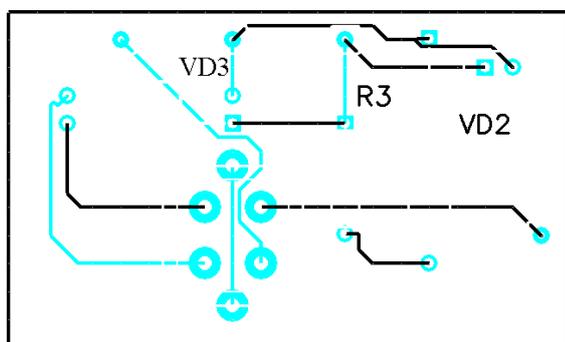


Рис.10.7. Окно редактора P-CAD PCB содержащего изображение ПП для схемы, изображенной на рис.20.

5. Вывод данных на печать.

Для вывода результатов проектирования на печать используется команда **File/Print** (рис.10.8). Диалоговое окно позволяет настроить параметры печати.

- Нажмите на кнопку **Setup Print Jobs** для того, чтобы с помощью появившегося диалогового окна (рис.10.9) сформировать задания на печать.

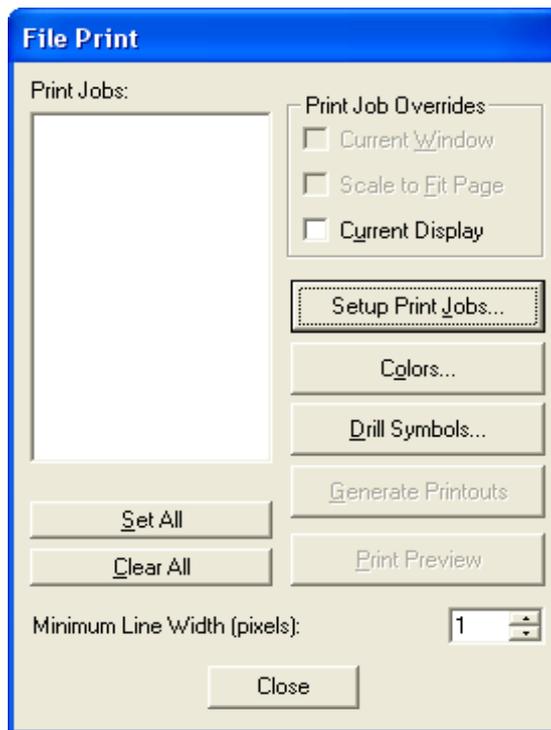


Рис.10.8. Окно команды **File/Print** настройка параметров печати.

- Флажок **Current Window** разрешает печать объектов ПП, расположенных в видимой части окна.

- Флажок **Current Display** разрешает печать всего содержимого видимой части окна.

- Флажок **Scale to Fit Page** масштабирует изображение так, чтобы оно полностью уместилось в поле выбранной для печати форматки.

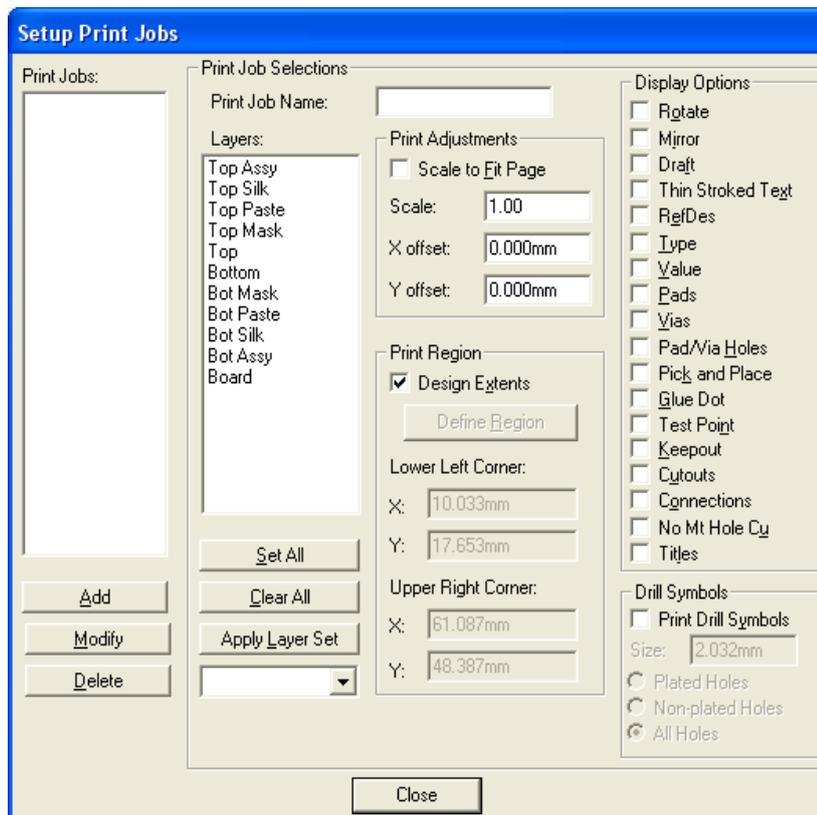


Рис.10.9. Окно **Setup Print Jobs**.

Вам необходимо распечатать три вида печатной платы, которые отличаются набором выводимых на печать слоев, следовательно, надо сформировать три задания:

- 1 - печать верхнего слоя платы (документ должен содержать изображения компонентов, трассы со стороны компонентов, контура печатной платы);
- 2 – печать нижнего слоя платы (документ должен содержать трассы со стороны пайки, контур ПП);
- 3 – сборочный чертеж (документ должен содержать все элементы монтажа и их позиционные обозначения без трасс).

Для формирования задания 1 (печать верхнего слоя платы)

- введите имя задания (например, 1) в область **Print Job Name**;
- в области **Layers** выберите имена слоев, выводимых на печать (Top, Top Silk, Board);
- в области **Display Options** установите флажки выводимых на печать элементов данных (Vias, Pads);
- нажмите кнопку **Add** - номер задания на печать отобразится в области. **Print Job Name**.

Установка второго и третьего задания производится аналогично.

- Для второго задания (печать нижнего слоя платы) задайте вывод на печать слоев **Bottom, Board** и элементов **Vias, Pads**.
- Для третьего задания (сборочный чертеж) установите вывод всех слоев, кроме сигнальных (кроме **Top, Bottom**) и элементов **Vias, Pads, Ref Des, Type**.

Если свойства задания надо изменить выберите имя задания в области **Print Job Name**, внесите соответствующие изменения, нажмите клавишу **Modify**.

- активизируйте кнопку **Close**, чтобы вернуться в предыдущее окно.
- В поле **Print Jobs** укажите задание, которое необходимо распечатать.

Нажав кнопку **Print Preview** (предварительный просмотр) можно просмотреть компоновку чертежа.

- Запустите печать кнопкой **Generate Printouts**.

Задание для лабораторной работы № 9,10:

1. Разработайте печатную плату для электрической схемы, созданной вами в лабораторной работе №7 и 8 для этого:

- Настройте конфигурацию программы: система единиц – мм, размер рабочей области 210x297, шаг сетки 2,5мм. Определите, какие слои установлены по умолчанию, цвет изображения элементов ПП.
- Упакуйте схему на печатную плату (размер платы 60x80мм).
- Разместите компоненты на плате.
- Проведите оптимизацию электрических связей.
- Загрузите файл технологических параметров.
- Проведите автоматическую трассировку платы, предварительно настроив стратегию разводки.

2. выведите на печать результаты разработки:

- вид печатной платы со стороны пайки;
- вид ПП со стороны компонентов;
- сборочный чертеж.

Контрольные вопросы:

1. Назначение компонента P-CAD PCB.
2. Области и элементы окна пакета P-CAD PCB.
3. Настройка конфигурации программы.
4. Задание и назначение слоев печатной платы.
5. Упаковка схемы на печатную плату.
6. Размещение компонентов на ПП.
7. Трассировка ПП.
8. Вывод изображения печатной платы на печать.

Литература

1. М. Я. Мактас Восем уроков по P-CAD 2001.- М:2001.
2. Сучков. Основы проектирования печатных плат в САПР/P-CAD и ACCEL EDA - М: 2000.
3. Разработка САПР. В.10 кн .под. ред. А.В.Петрова -М.: Выс.школа, 1990.
4. Алексеев О.В. Автоматизация проектирования радиоэлектронной аппаратуры.- М.: Высшая школа, 2002.

Оглавление

Общие сведения о системе автоматизированного проектирования P-CAD.....	3
Лабораторная работа №1.	
Настройка конфигурации программы.....	7
Лабораторная работа №2.	
Создание шаблонов форматов.....	12
Лабораторная работа №4.	
Создание компонентов интегрированной библиотеки.....	16
Лабораторная работа №5.	
Создание посадочного места компонента.....	21
Лабораторная работа №6	
Создание изображения принципиальной электрической схемы.....	30
Лабораторная работа №7	
Редактирование созданной схемы.....	34
Лабораторная работа №8	
Создание принципиальной электрической схемы радиоэлектронного устройства.....	39
Лабораторная работа №9	
Работа в графическом редакторе печатных плат P-CAD PCB.....	44
Лабораторная работа №10	
Конструкторское проектирование РЭС.....	49
Литература.....	56