

УДК
621.396
К-192

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

С.В. РУДНИЦКИЙ, С.А. ХВАТЫНЕЦ

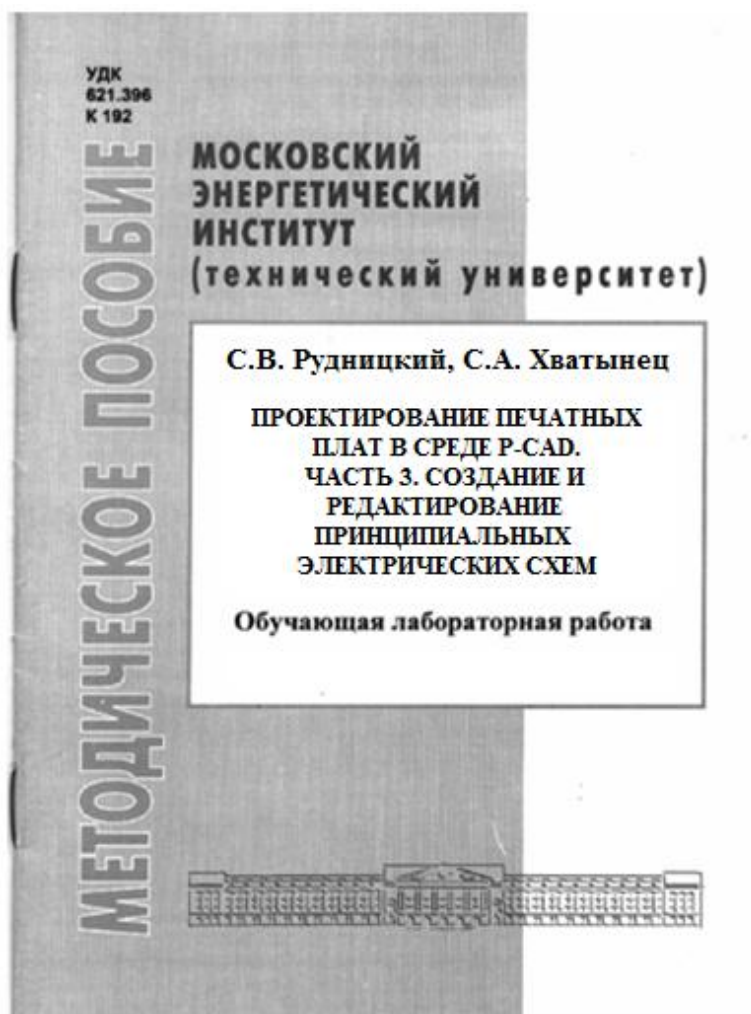
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В СРЕДЕ P-CAD.
ЧАСТЬ 3. СОЗДАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ
ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ**

Обучающая лабораторная работа
МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по курсу

«Автоматизация конструирования РЭС»

для студентов, обучающихся по направлению «Радиотехника»



УДК
621.396
К-192

Утверждено учебным управлением МЭИ

Рецензент: канд. техн. наук Краснов М.И.

Подготовлено на кафедре радиоприемных устройств

Рудницкий С.В., Хватынец С.А.

Проектирование печатных плат в среде P-CAD. Часть 3. Создание и редактирование принципиальных электрических схем. Обучающая лабораторная работа: Методическое пособие. – М.: Издательство МЭИ, 2012, – 16с.

Приводятся методические указания к выполнению обучающей лабораторной работы «Проектирование печатных плат в среде P-CAD. Часть 3. Создание и редактирование принципиальных электрических схем». В ее состав входит изучение редактора принципиальных электрических схем, рассмотрение примеров создания схем и выполнение индивидуального задания.

Пособие предназначено для студентов РТФ ИРЭ, обучающихся по направлению «Радиотехника» и выполняющих лабораторные работы по дисциплине «Автоматизация конструирования РЭС».

Учебное издание

Рудницкий Сергей Викторович
Хватынец Сергей Алексеевич

Проектирование печатных плат в среде P-CAD. Часть 3. Создание и редактирование принципиальных электрических схем

Обучающая лабораторная работа
Методическое пособие
по курсу

«Автоматизация конструирования РЭС»

для студентов, обучающихся по направлению «Радиотехника»

Редактор издательства _____

ЛР № _____ от _____

Темплан МЭИ 20XX(I), метод

Подписано в печать _____

Формат 60×84/16

Гарнитура Таймс

Печать офсетная

Физ. печ. л. 0,5

Изд. № _____

Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство МЭИ, 111020, Москва, Красноказарменная ул. 14

Отпечатано в типографии ЦНИИ «Электроника»,

117415, Москва, просп. Вернадского д. 39

© Московский энергетический институт 2012

1. ЦЕЛЬ, СТРУКТУРА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАБОТЕ

1.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью лабораторной работы является изучение принципов создания электрических принципиальных схем, редактирования цепей и создания многолистного проекта с помощью схематического редактора **Schematic Editor** программного продукта **P-CAD**.

В работе производится обучение и контроль усвоения материала по разделам:

- теоретическая часть: создание электрических принципиальных схем;
- практическая часть: приводятся примеры создания электрических принципиальных схем, включая многолистовой проект.

1.2 СТРУКТУРА ОБУЧАЮЩЕЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Раздел с теоретической частью содержит описания первоначальных настроек программы, основных функциональных клавиш, принципов работы с библиотеками компонентов, способов добавления компонентов на схему и создания электрических цепей в программе **Schematic Editor**. Также в нее входит описание примеров по созданию простейших принципиальных электрических схем с подробным описанием всех действий разработчика.

Практическая часть включает в себя задания на самостоятельную работу по составлению электрических схем на основе полученных знаний.

В заключение учащимся предлагается ряд теоретических вопросов для контроля понимания и запоминания пройденного материала.

2. ЗНАКОМСТВО С РЕДАКТОРОМ SCHEMATIC EDITOR

Запустить программу P-CAD Schematic можно либо через ярлык на рабочем столе с названием Schematic, либо через меню Пуск > Программы > P-CAD 2006 > Schematic.

Вид главного рабочего окна программы представлен на рис. 1 в приложении. Окно содержит следующие компоненты:

- Основное меню редактора содержит все возможные команды управления программой (такие как создание и сохранение проекта, настройка рабочего окна, прокладка проводников, установка компонентов и многое другое). Подробное описание каждой команды из этого меню приведено в приложении.

- Составное меню пиктограмм (“быстрых кнопок”) позволяет вызывать команды графического редактора без использования основного меню и открывающегося после этого вспомогательного меню. Связь команд

схемного графического редактора с “быстрыми кнопками” легко идентифицировать по изображенным на них символам. Некоторые кнопки из меню пиктограмм являются западающими и устанавливают режимы работы редакторов, остальные представляют собой кнопки прямого действия. Назначение пиктограмм приведено в таблице 1 приложения.

- Рабочая область. Здесь производится проектирование и отображение электрических схем.

- Строка состояния, внизу окна программы. На нее выведены следующие параметры, слева направо: координаты текущего положения курсора, кнопка выбора абсолютных/относительных координат, шаг сетки, кнопка записи макрокоманд, название текущего листа, текущая толщина линии рисования, подсказки либо для дополнительных действий с помощью “мыши” или клавиатуры, либо сообщения графического редактора о текущем режиме работы.



Для настройки вида рабочего окна программы нужно нажать кнопку **VIEW** основного меню и установить в подменю галочки рядом с названиями нужных элементов.

При первом запуске **Schematic Editor** следует задать основные параметры рабочего листа: формат листа, единицы измерения и т.д. Настроить эти параметры можно из основного меню рабочей области. Все пункты основного меню подробно описаны в приложении, здесь рассмотрим только некоторые из них.

Меню *Options > Configure.*

В открывшемся окне **Options Configure** (см. приложение рис. 12а) содержатся следующие настройки:

- В поле **Workspace Size** задается один из стандартных форматов листа схемы в американской (А, В ... Е) или европейской (А4, А3 ... А0) системах. Текущие размеры выбранного листа отображаются в строках **Width** (ширина) и **Height** (высота). В стандартных форматах длинная сторона листа располагается по горизонтали. Нестандартные размеры листа схемы устанавливаются нажатием кнопки **User**.

- Поле **Title Sheets** и кнопки **Edit Title Sheets...** (см. рис. 19 в приложении). Чертежи рамки и штампа создаются заранее с помощью **P-CAD Schematic** и заносятся в файлы с расширением имени ***.TTL** в директорию **titles** каталога **P-CAD**-а. Выполняются чертежи с помощью обычных линий (кнопка ) и добавления в штамп (кнопка ) соответствующих полей (описание ниже). Выбор готовой рамки осуществляется после нажатия кнопки **Select...** в поле **Title Block**. Также можно задать смещение рамки относительно нижнего правого угла **Lower Right Offset** по **X** и по **Y**. Для удаления, установленной рамки используется кнопка **Remove**. Чтобы изменения вступили в силу необходимо нажать кнопку **Modify**, которая расположена под списком рабочих листов слева.

В поле **Border** задается рисунок формата листа чертежа. По умолчанию установлена галка в поле **Size to Workspace**, то есть размер рамки равен размеру рабочего листа. Если убрать галку в поле **Size to Workspace** – активизируются поля **Width** (ширина рамки), **Height** (высота рамки), где можно скорректировать ее размер. Размер рамки не может превышать размера рабочего листа. В поле **Relative Origin** задается смещение рамки относительно начала координат. Рамка листа чертежа становится видимой после установки галки в поле **Display Border**.

В поле **Zones** задается буквенно-числовая нумерация зон чертежа.

Annotate Zone Information включает/отключает разделение периметра рамки чертежа на зоны. Обозначаться эти зоны могут как в цифровой (**Numeric**), так и в буквенной (**Alpha**) форме. С помощью переключателя **Ascending/ Descending** можно задать направление отсчета буквенного или цифрового обозначения (см. соответствующие поля на рис. 19 приложения). Количество зон по вертикали (**Vertical**) и горизонтали (**Horizontal**) указывается в соответствующих полях **# of Zones**. В выпадающем меню **Text Styles** можно выбрать шрифт буквенно-числовых обозначений зон.

Слева в поле **Sheets** расположен список рабочих листов проекта (рис. 19 приложения). Значение **Global** означает, что при нажатии кнопки **Modify** все настройки данного окна будут применены ко всем рабочим листам проекта. Для применения настроек к отдельным рабочим листам в поле **Sheets** необходимо выбрать название нужного листа. При переключении со значения **Global** на **Sheet1** (или любой другой из проекта) все поля справа отключатся, а неактивные до этого поля сверху **Global** и **Custom** активизируются. Далее выбираем **Custom** и задаем настройки только для выбранного в списке рабочего листа. Для сохранения изменений следует нажать кнопку **Modify**.

В самом низу окна **Options Sheets** (рис. 19 приложения) расположено выпадающее меню **Field Set** и две кнопки **Field Sets...** и **Fields...**. В режиме **Global** это меню неактивно, но при переходе к индивидуальным настройкам – активизируется. При нажатии на кнопку **Field Sets...** появляется окно под названием **Field Sets** (рис. 20 в приложении). Нажимаем кнопку **Add** и в поле **Field Set Name** задаем новое название (**Field Set 1** – название по умолчанию). Если необходимо удалить какое-либо поле, используется кнопка **Delete**. Нажимаем кнопку **Close** и возвращаемся к предыдущему окну **Options Sheets**.

Нажав на кнопку **Fields...** в окне **Options Sheets** вызываем окно настроек штампа **Design info** (см. рис. 21 приложения). В выпадающем меню **Field Set** на закладке **Fields** перечисляются все поля, которые были добавлены в проект на предыдущем шаге. Ниже перечисляются стандартные поля:

approved by – утверждено

autor – автор

checked by – проверено

Company Name – название организации

Date – дата

Drawing Number – шифр чертежа

Drawn By – начертил

Engineer – инженер


Revision – ревизия

Time – время

Title – название

Это стандартные поля и их удалить нельзя (их можно только не заполнять). Для добавления своего поля необходимо нажать на кнопку **add**, затем в появившемся окне **Field Properties** (см. рис. 22 приложения) в области **Name** ввести название нового поля, а в области **Value** – значение (в буквенно-цифровом виде).

Для заполнения уже существующих полей окна **Design info** (см. рис. 21 приложения) надо сделать следующее: на нужной строке кликаем левой кнопкой мышкой два раза и, в появившемся окне **Field Properties**, в значении **Value** вводим необходимую информацию. Вызвать окно редактирования параметров **Design Info** можно также с помощью команды меню **File -> Design Info...**

Для заполнения полей штампа на рабочем листе необходимо нажать кнопку . В появившемся списке выбрать нужное поле и нажать **OK**. Затем поместить требуемую надпись в нужном поле штампа с помощью мыши.


- В графе **Orthogonal Modes** устанавливаются режим прокладки цепей и линий. **90/90 Line-Line** — ввод ортогональных линий, **45/90 Line-Line** — ввод диагональных линий. Рекомендуется включить оба режима, тогда линии проводятся по осям координат, по диагоналям или под произвольным углом. Переключение между режимами осуществляется нажатием на клавишу **O**, которая определяет характер текущего сегмента линии.


- В поле **Net Increment** задается порядок увеличения номера новой цепи. Отрицательное значение в этом поле означает уменьшение номера цепи. Нулевое значение отключает данную функцию.


- Формат файлов **ECO** задается в поле **ECOs**. **ECO (Engineering Change Order)** позволяет записывать в текстовый файл все изменения, выполненные в графическом редакторе **P-CAD Schematic**, и передавать их в **P-CAD PCB** для внесения соответствующих изменений на печатную плату (так называемая *прямая корректировка*, **Forward Annotation**), и наоборот, переносить изменения из ПП на электрическую схему (*обратная корректировка*, **Backward Annotation**).

Доступны два формата файла **ECO**, которые отличаются объемом заносимой информации:

- **ECO Format** — запись всех изменений в файл (с расширением ***.ECO**); в данном формате дополнительно заносятся:
 - ✓ изменения имен цепей;
 - ✓ добавления, удаления и модификации символов и корпусов компонентов;
 - ✓ добавление и удаление цепей;
 - ✓ добавление и удаление узлов цепей;
 - ✓ добавление, удаление и модификация атрибутов.
- **Was/Is Format** — запись в файл только изменений позиционных обозначений компонентов **RefDes** (расширение имени файла ***.WAS**);

По команде **Utils→Records ECOs...** (или кнопка ) включается/отключается запись в файл всех изменений схемы или ПП (см. рис. 13 приложения).

После окончания редактирования схемы или ПП, необходимо сохранить проект с помощью команды **File→Save** (кнопка ). При сохранении редактор Schematic или PCB предложит внести информацию в файл с расширением ECO (см. рис. 14 приложения).


Сохранить файл с расширением ECO (без сохранения проекта кнопкой ) можно также с помощью команды **Utils→Export ECOs**. В таком случае система выдаст предупреждение о том, что возможны несоответствия между сохраненным проектом и файлом изменений **ECO**.

Отключить помощника ECO Recorder можно и без записи новых изменений. При таком действии система предупредит о возможной потере несохраненных данных (см. рис. 15 приложения).

После нажатия кнопки **Save ECOs Now** (см. рис. 14 приложения) появляется окно для задания имени файла и комментария к нему (рис. 16 приложения). Далее следует нажать либо **Append ECOs to File** (сохранить изменения), либо **Discard ECOs** (отказаться от сохранения).

Далее запускаем редактор, в который надо внести изменения (**Schematic Editor** или **PCB Editor**). Для импортирования ECO файла выбираем меню **Utils -> Import ECOs...** . Появляется окно как на рис. 17 приложения.

При невозможности внесения каких-либо изменений в проект система выводит различные информационные сообщения.

Следует сказать, что новые электрические цепи на схемах не рисуются полностью, а помечаются портами с указанием имен цепей. На ПП новые цепи отмечаются в виде электрических связей (кнопка ).

Если в проект внесены изменения, которые не были записаны в файл корректировки (**ECO**), то в редакторе **P-CAD PCB** имеется возможность сравнить список соединений текущей ПП с другим списком соединений (схемы). Для этого выбирается меню **Utils -> Compare Netlist** (см. рис. 18 приложения).

- Поле **AutoSave** управляет режимом автосохранения проекта. Эта функция позволяет программе автоматически сохранять копию проекта на жестком диске компьютера. Галка в поле **Enable AutoSave** включает режим автосохранения, при этом активируются следующие функции: **AutoSave time Interval** задает временной интервал (в минутах) между автосохранениями; **Purge Previous Backups** функция удаления старых записей автосохранения; **Compress AutoSave Files** функция сжатия записей автосохранения для уменьшения занимаемого ими места на жестком диске (увеличивает нагрузку на процессор); **Number of Backup Files** количество файлов автосохранения. Более старые файлы будут удаляться.

- В поле **Units** (см. рис. 12а) выбирают систему единиц:
 - **mil** — милы (1 mil = 0,001 дюйма = 0,0254 мм);
 - **mm** — миллиметры;
 - **inch** — дюймы

Изменить систему единиц можно на любой фазе работы с проектом без потери точности. О текущей системе единиц можно судить по размерности ширины линий, указываемой в строке состояния (см. рис. 1 приложения).

- **Compress Binary Designs** – сжать проект (уменьшает размер занимаемый файлом проекта).
- **DDE Hotlinks** – «горячая» связь между редакторами САПР P-CAD. Например выделенный компонент на печатной плате в редакторе **PCB Editor** будет также выделен в редакторе схем **Schematic Editor**. Необходим для работы программы SPECCTRA.
- **File Viewer** – программа для просмотра отчетов, списков ошибок и т.д. По умолчанию установлен **Notepad** (блокнот). При желании можно изменить эту настройку, например, просматривать редактором **Bred**.
- **Zoom Factor** – коэффициент масштабирования изображения по командам **Zoom** (для изменения масштаба рабочего листа удобно использовать клавиши «+» и «-» на клавиатуре).
- **Autopan (%Display)** – величина смещения границ видимой рабочей области, при управлении курсором клавишами стрелок (↑, ↓, ←, →). Эта величина задается в процентах относительно размера экрана. Например, при **Autopan = 50%** видимая часть поля смещается в указанном стрелкой направлении на половину своего размера.

- Описание поля **Title Sheets** можно найти в приложении.

Все настройки окна **Options Configure** записываются в файл конфигурации с расширением *.ini и сохраняются при переходе к другому проекту.

Перейдем в меню Option->Grids.

Здесь задаются настройки координатной сетки рабочей области (см. рис. 23 в приложении). В поле **Grids** отражены все доступные значения шага сетки, нажатием на кнопку **Add** к списку шагов добавляют новые

значения. Текущее значение шага сетки выбирают курсором в списке **Grids** или, что более удобно, непосредственно на строке состояний (см. рис. 1 в приложении). Параметры сетки не сохраняются при переходе к новому проекту. Остальные настройки окна **Options Grids** отражены на рис. 23 приложения.

Рассмотрим меню Options->Display.

При выборе этого пункта меню появится окно как на рис. 24 приложения.

На вкладке **Colors** в графе **Item Colors** устанавливают цвета следующих элементов схемы:

- **Wire** — цепь;
- **Part** — символ компонента;
- **Bus** — шина (линия групповой связи);
- **Junction** — точка соединения цепей;
- **Pin** — вывод компонента;
- **Line** — линия;
- **Polygon** — полигон;
- **Text** — текст;
- **Open End** — не подсоединенный (открытый) вывод компонента или цепи.

В графе **Display Colors** указывают цвета вспомогательных элементов:

- **Background** — фон;
- **1xGrid** — обычная сетка;
- **10xGrid** — сетка с шагом в 10 раз больше обычного;
- **Highlight** — выделенный объект;
- **Selection** — выбранный объект;
- **Title** — рамка и штамп чертежа;
- **Wire Attr** — атрибуты цепей;
- **Part Attr** — атрибуты компонентов.

Для изменения цвета какого-либо объекта следует нажать соответствующую клавишу и в открывшейся палитре выбрать нужный цвет

В поле **Junction Size** выбирают размер точки электрического соединения цепей:

- **Small** — малый (диаметр 20 mil);
- **Large** — большой (диаметр 30 mil);
- **User** — задаваемый пользователем (от 1 до 394 mil).

В поле **Bus Connection Mode** (рис. 24 приложения) указывают один из трех стилей изображения подсоединения цепей к шине. Выбор осуществляется нажатием на соответствующую кнопку с пиктограммой подсоединения.

На закладке **Miscellaneous** (см. рис. 25 приложения) в поле **ERC Errors** задаются параметры:

- **Show** — разрешение вывода на схему маркеров ошибок ERC;
- **Hide** — запрет вывода на схему маркеров ошибок ERC;

- **No Change** — запрет изменения на схеме маркеров ошибок ERC.

В поле **Cursor Style** (рис. 25 приложения) выбирается тип курсора (можно менять тип курсора прямо из главного рабочего окна клавишей **X** на клавиатуре): **Arrow** — стрелка; **Small Cross** — маленькое перекрестье; **Large Cross** — большое перекрестье.

В поле **Sheet Connector Cross Referencing** (рис. 25 приложения) включается/отключается показ на глобальных соединениях рабочих листов, на которые проходят глобальные проводники (о глобальных соединениях в схеме мы будем говорить далее). Есть возможность задать шрифтовую схему **Text Style** для надписей и задать смещение по осям **X** и по **Y**.

Также доступны опции (рис. 25 приложения):

- **Draft Mode** — изображение контуров линий и полигонов (не заливая их краской);
- **Display Default PinDes** — отображение номеров выводов, заданных по умолчанию, у символов компонентов;
- **Display Open Ends** — выделение не подсоединенных выводов и цепей;
- **Display Overridden Errors** — отображение на экране перекрывающихся маркеров ошибок;
- **Display Part Gate Number** — отображение на экране номеров секций компонентов;
- **Scroll Bars** — размещение на экране линий прокрутки;
- **Show Data Tips** — вывод подсказок на рабочем поле (они не выводятся при использовании курсора большого размера и при выполнении команды **View>Snap to Grid**);
- **Thin Stroke Text** — установка тонких линий растровых шрифтов;
- **Drag by Outline** — изображение символов компонентов линиями контура при их перемещении или копировании (для ускорения перечерчивания экрана).

Нажатие клавиши **Defaults** устанавливает значения всех параметров по умолчанию, **OK** — внесение изменений, **Cancel** — их отмена.

Меню Options -> Preferences... (см. рис. 26 приложения).

В этом окне задается список "горячих" клавиш для пунктов меню (**Menu Commands**), команд функциональных кнопок (**Shortcut commands**) и макросов (**Macros**). Переключение между этими пунктами осуществляется из поля **Command Type**. Выше расположен список пунктов меню **Menu Commands**, рядом поле с комбинацией "горячих" клавиш **Current Keys**. Для того чтобы задать новую комбинацию клавиш для выбранного пункта **Menu Commands**, необходимо поставить курсор в поле **Press a Shortcut Key** и нажать на клавиатуре необходимую комбинацию, затем нажать кнопку справа **Assign**. Если заданная комбинация уже используется в каком-либо пункте, P-CAD выдаст сообщение под полем **Press a Shortcut Key** о том, что эта комбинация уже использована в таком-то пункте. Если Вы уверены, что хотите использовать эту комбинацию в

выбранном Вами пункте, нажимаете кнопку **Assign**, при этом комбинация клавиш будет переназначена. Для одного и того же пункта можно задать сразу несколько "горячих" клавиш. С помощью кнопки **Remove** можно удалить ненужную комбинацию клавиш, предварительно указав на нее в списке **Current Keys**. Также можно загрузить файл с уже готовым списком "горячих" клавиш, нажав на кнопку **Key File...** Кнопкой **Defaults** производится сброс настроек.

На второй вкладке **Mouse** (см. рис. 27 приложения) окна **Options Preferences** перечислены настройки мыши. В поле **Ctrl/Shift Behavior** можно переключаться между функциями клавиш **Ctrl** и **Shift**, используемых совместно с мышью. Например, в первом пункте с помощью клавиши **Ctrl** и мыши копируется выделенный объект, а при использовании клавиши **Shift** и мыши позволяет выделять и редактировать отдельные части целых символов (например, выделить отдельно от всего символа надписи **Value** и **RefDes** и повернуть их на 90°). Вторая позиция в поле **Ctrl/Shift Behavior** меняет функциями клавиш местами.

Самый нижний пункт вкладки **Mouse** включает/отключает вывод свойств объекта при двойном клике мышкой по нему (**Double Click to Display Properties**).

Меню Options -> Sheets... (см. рис. 28 приложения).

Этот пункт меню служит для добавления и удаления рабочих листов из проекта. Окно настроек рабочих листов можно вызвать более быстрым способом – кликнуть в строке параметров текущего состояния в главном рабочем окне по полю, расположенному между выпадающими меню *текущий лист* и *текущая толщина линии*.

Слева, на вкладке **Sheets** окна **Options Sheets** (рис. 28 приложения), перечислены все рабочие листы в данном проекте. Для создания нового листа необходимо в поле **Sheet Name** ввести нужное название листа (по умолчанию P-CAD дает названия типа **Sheet1**, **Sheet2...**). Название может быть любым (*даже написанным кириллицей*). Удалить ненужный лист можно выделив его в списке **Sheets**, а затем нажав на кнопку **Delete**. Звездочка около названия обозначает лист, который сейчас открыт на рабочем пространстве главного окна. Если необходимо, чтобы был выведен другой лист, можно указать на него в списке **Sheets** и нажать на кнопку **Current** (или выбрать из выпадающего меню главного окна на рис. 1 приложения). Поменять местами порядок следования рабочих листов в проекте можно с помощью кнопок **Move Up** и **Move Down**.

Меню Options -> Current Wire....

Здесь настраивается толщина текущего электрического проводника. Доступны три опции: **Thick** – 15 mil (0.381 мм); **Thin** – 10 mil (0.254 мм); **User** – определяется разработчиком.

Меню Options -> Current Line....

Откроется окно настройки толщины текущей линии. Настройки толщины такие же, что и для **Current Wire**. Также можно задать стиль (Style) линии: **Solid** (сплошная), **Dashed** (пунктирная), **Dotted** (точками).

Меню Options -> Text Style... (рис. 29 в приложении).

Служит для настройки стиля текста и при необходимости редактируют стили выполнения отдельных групп надписей:

- **Default** — растровый шрифт Stroke по умолчанию (расстояние между строками 2,5 мм, не редактируется);
- **PinStyle** — стиль имен выводов компонентов;
- **PartStyle** — стиль имен компонентов;
- **WireStyle** — стиль имен цепей;
- **PortStyle** — стиль имен портов;
- **DefaultTTF** — контурный шрифт **TrueType** (по умолчанию шрифт Arial, размер 3,17 мм, не редактируется).

Любой стиль можно назначить текущим (**Current Text Style**) двойным щелчком мыши по его имени (появится звездочка рядом с именем). Для добавления нового стиля нажимают клавишу **Add**, для редактирования — **Properties** (см. рис. 29 приложения).


В меню редактирования шрифта (рис. 30 приложения) доступны настройки: **Stroke Font** (растровые шрифты) или **TrueType Font** (векторные шрифты), шрифт (кнопка **Font**) и его размер (здесь размер задается в mil или в мм). Все стили надписей сохраняются в файле схемы.

При нажатии кнопки **Font** на рис. 30 приложения, появляется окно настроек (рис. 31 приложения). Для того чтобы надпись русскими буквами на чертеже отображалась правильно, необходимо выбрать шрифт поддерживающий кириллицу и выбрать **Cyrillic** в поле **Script** (рис. 31 приложения).

Рассмотрим пункт Library основного меню.

Для проектирования схем потребуется включить в проект необходимые библиотеки компонентов, это можно сделать двумя способами.

Способ 1. Из меню **Library -> Setup**. В появившемся окне (см. рис. 35 приложения) нажимаем кнопку **Add** и добавляем нужные библиотеки.

Способ 2. Нажимаем кнопку . В появившемся окне **Place Part** (см. рис. 36 приложения) нажимаем кнопку **Library Setup...**. Появляется окно **Library Setup**, далее производим те же действия, что и в **Способе 1**.

Если в проекте участвует несколько библиотек, то переключение между ними осуществляется в окне **Place Part** в поле **Library** – необходимо нажать на стрелку для активации выпадающего меню, в котором перечислены все добавленные библиотеки.

Для более наглядного выбора нужного компонента в окне (см. рис. 36 приложения) нужно нажать на кнопку **Browse>>**. Тогда справа откроется окно, в котором будет показываться символ текущего компонента.

Далее при необходимости настраивается количество рабочих листов (меню **Options -> Sheets**), толщина провода (**Options -> Current Wire**), толщина линии (**Options -> Current Line**), а также стиль текста (**Options -> Text Style**).

Теперь перейдем к пункту **UTILS** основного меню.

*Первым пунктом меню **Utils** является пункт **Renumber...*** – перенумеровка (рис. 32 приложения). В левом поле **Type** задается то, что будет перенумеровываться: **RefDes** – название компонента (R1, R2 ...); **Pin Num** – номера выводов; **Default Pin Des** – номера выводов, заданные по умолчанию;

По центру расположено поле **Direction** – направление, в котором будет производиться перенумеровка. Доступны два варианта: **Top to Bottom** (сверху вниз) и **Left to Right** (слева направо).

Справа расположено поле **RefDes** в котором задается принцип перенумеровки указателей компонент.

Ниже располагаются два поля: **Starting Number** (с какого номера пойдет отсчет) и **Increment Value** (значение увеличения, которое будет прибавляться к каждому последующему номеру).

*Меню **Utils -> Force Update...** (рис. 33 приложения).*

Данный пункт меню необходим в том случае, когда электрическая принципиальная схема уже начерчена, но необходимо внести изменения в библиотеку элементов, которые использовались в схеме. Если Вы произведете изменения в символах компонентов в библиотеке, то P-CAD не отразит эти изменения на чертеже. Для этого и необходим этот пункт меню.

Слева (рис. 33 приложения) расположен список всех компонентов в схеме. Например, если были произведены изменения в символе компонента BT878\QFP80, необходимо указать на него в списке **Components** и выбрать необходимые опции из поля **Attribute and Pin Label Handling**: **Merge Attributes (Favor Library)** – объединить атрибуты по библиотеке; **Merge Attributes (Favor Design)** – объединить атрибуты по чертежу; **Replace Attributes In The Design** – заменить атрибуты на чертеже; **Ignore Attributes From Library** – игнорировать атрибуты из библиотеки.

Далее нажимаем кнопку **Update**. Если необходимо выделить несколько компонентов в списке используйте клавишу **Ctrl**.

*Меню **Utils -> Customize...** (рис. 34 приложения).*


P-CAD может использовать вспомогательные утилиты, которые подключаются к редактору схем через вспомогательное окно **Utils Customize...**



Добавить новую утилиту можно нажав кнопку **add**, удалить – **Remove**. В поле **Menu Text** задается имя утилиты, которое будет выведено на верхнюю панель редактора в виде кнопки.


На этом знакомство с меню редактора **P-CAD Schematic** можно считать законченным, переходим к рассмотрению примера рисования принципиальной электрической схемы.



3. ПРИМЕРЫ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Пример 1. Требуется нарисовать представленную на рис. 37 в приложении схему.

Запускаем редактор электрических принципиальных схем **Schematic Editor**. Проводим необходимые для проекта настройки. Нажимаем на кнопку . В появившемся окне (см. рис. 36 приложения) нажимаем кнопку **Library Setup...**. Появляется следующее окно (см. рис. 35 приложения). В нем добавляем нужную библиотеку компонентов. Теперь окно на рис. 36 выглядит примерно как на рис. 38 приложения. Теперь в текущем окне **Place Part** в поле под **Component Name** нужно выбрать необходимый компонент. Выберем для примера индуктивность. Выбор осуществляется путем нажатия на соответствующий компонент в списке. Затем нажимаем кнопку **ОК**. После этого рядом с курсором мыши будет «висеть» выбранный компонент. Кликнем на рабочем поле в нужном месте, и выбранный компонент будет установлен в указанное место.

Для того чтобы выйти из режима установки этого компонента и перейти к установке следующего необходимо снова нажать на кнопку , появится окно **Place Part**, где выбираем следующий необходимый по заданной схеме компонент и нажимаем кнопку **ОК**. Для того чтобы совсем выйти из режима установки компонентов просто нажмите **правую** кнопку мыши и затем кнопку .

После того как необходимое количество компонентов установлено на рабочее поле, некоторые из них необходимо переместить на другое место. Для этого просто активируем кнопку  и кликаем на нужном компоненте. При этом компонент меняет цвет и будет обведен пунктирным прямоугольником. Удерживая нажатой **левую** кнопку мыши, можно перетаскивать компонент на нужное место. При этом удобно регулировать масштаб клавишами «+» и «-», возвращаться в центр экрана клавишей **C**, поворачивать выделенные компоненты клавишей **R** или зеркально отображать клавишей **F**.


Теперь, для проведения линий связи, нажимаем на кнопку . Кликаем на открытом конце вывода компонента (курсор мыши превращается в X), затем кликаем на другом открытом конце вывода, между этими выводами прокладывается связь. Режим прокладки соединений отключается так, как и в случае с компонентами, кнопкой .

Пример 2. Рассмотрим более сложный пример - многолистовой проект с использованием шин и нумераций проводников. Электрическая принципиальная схема для первого листа представлена на рис. 39 в приложении, для второго – на рис. 40 приложения.


Данный пример демонстрирует работу с многолистовой принципиальной электрической схемой и глобальными проводниками.

По умолчанию в проекте присутствует только один рабочий лист, нам необходимо добавить еще один. Для этого нужно открыть окно из меню **Options -> Sheets** (см. рис. 41 приложения) и установить вкладку **Sheets**.

В поле **Sheet Name** вводится название нового рабочего листа, затем нажимается кнопка **Add**.

Также в данном примере используется шина. Ее используют как и обычную линию, нажав кнопку . Проведя линию шины, к ней подводят соответствующие проводники, которые автоматически к ней присоединяются. Тип присоединения к шине задается в меню **Options -> Display** в поле **Bus connection mode**. Проводники в шине различаются по названию. По умолчанию названия проводников не очень информативны для разработчика. Если дважды кликнуть на нужном проводнике – появится окно с его свойствами. Во второй вкладке **NET** в поле **NET NAME** задается имя соединения. Ниже в полях **Nodes** показаны выводы, к которым подсоединяется этот проводник. В поле **Sheets** показаны рабочие листы, по которым проходит данный проводник. После задания имени соединения в поле **Net Name** можно в первой вкладке **Wire** поставить галку в поле **Display**, тогда после выхода из этого меню над соединением отобразится его имя. Это имя можно передвигать. Если, зажав клавишу **Shift** на клавиатуре, щелкнуть по этому имени, то оно выделится отдельно от соединения и его можно будет перетащить на нужное место.

Название соединения можно задать и отобразить иным способом.

Делается это с помощью кнопки **Place Port** . После нажатия на эту кнопку P-CAD переходит в режим установки портов. Кликнув курсором на нужном проводнике, вызываем окно настроек портов (см. рис. 42 в приложении).

В верхнем поле **Net Name** задаем название соединения. Удобно пользоваться автоматическим повышением номера в названии соединения, поставив галку в поле **Increment Port Name**. Тогда при повторной установке порта P-CAD автоматически повысит номер. Например, если имя первого порта AD1, то имя второго порта автоматически установится AD2. В поле **Pin Count** можно выбрать количество соединений, которое такой порт будет обслуживать – 1 или 2. Соответственно для 2-х проводников у порта будет два открытых вывода. В поле **Pin Length** задается длина выводов порта **Shot** – короткий, **Long** – длинный. В поле **Pin Orientation** задается ориентация открытого вывода у порта в пространстве, **Vertical** – вертикальное, **Horizontal** – горизонтальное. Ниже, в поле **Port Shape**, можно выбрать рамку для названия вывода, нажав на нужную пиктограмму. Конечный вид порта будет автоматически отображаться в том же окне рядом с кнопками **OK** и **Cancel**.

Вообще совсем не обязательно помещать порт на проводник. Можно поместить порт на свободное рабочее пространство, задать все необходимые параметры, а затем перенести нужный порт на нужный

проводник и подсоединить его открытый вывод к проводнику. В этом случае P-CAD сам автоматически переименует этот проводник и поставит ему имя, указанное в настройках порта. С помощью портов осуществляется соединение многолистовых схем проекта. При установке портов с одинаковыми названиями на различных листах одного проекта, проводники на которые установлены эти порты автоматически становятся глобальными и считаются соединенными. Это можно увидеть в свойствах такого глобального проводника. Два раза кликаем на глобальном проводнике и, в появившемся окне **Port Properties** (рис. 43 приложения), в поле **Sheets** на вкладке **NET** видим рабочие листы, по которым проходит этот проводник. Также в поле **Nodes** перечислены выходы, к которым подсоединяется данный проводник.

Установка компонентов и проведение проводников для примера №2 осуществляется точно так же, как и в примере №1.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 1) Получить у преподавателя индивидуальное задание.
- 2) В редакторе **P-CAD SCHEMATIC** создать схемы, указанные в индивидуальном задании.

5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

- 1) Что такое символ компонента и для чего он нужен?
- 2) Как сделать надпись кириллицей?
- 3) Как выделить однотипные символы в большой схеме?
- 4) Где включается/выключается отображение Ref Des, Value, Type?
- 5) Как добавить в проект еще один рабочий лист?
- 6) Где задаются параметры рабочего пространства и вывод рамки со штампом на рабочий лист?
- 7) Как можно задать имя соединения? Какими способами и чем они отличаются?
- 8) Как сделать глобальное (межлистовое) соединение?
- 9) Как добавить библиотеку в проект?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лопаткин А.В. Проектирование печатных плат в P-CAD 2001. – Н.Новгород.: – 2002. – 185с.
2. Разевиг В. Д. Система P-CAD 2000. Справочник команд. - М.: Горячая линия — Телеком, 2001. — 256с.