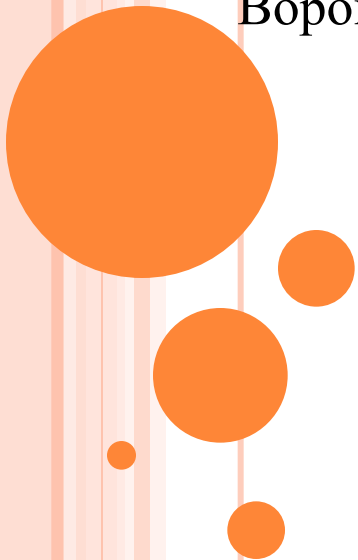


# Компьютерные, сетевые, информационные технологии

Лектор: к.т.н., ст. преподаватель  
кафедры «Электропривод а и электрооборудования»  
Воронина Наталья Алексеевна



# Распределение учебного времени:

Лекций – 8 часов.

Лабораторных работ (практических занятий) – 40 часов.

Всего аудиторных занятий – 48 часов.

Самостоятельная работа – 96 часов.

Всего по дисциплине – 144 часов.

Итоговая аттестация – зачет.

## Перечень работ:

6 лабораторных работ;

2 конференц-недели;

1-ая конференц-неделя – промежуточный контроль: доклад или реферат + баллы по лаб.работе (9 неделя)

2-ая конференц-неделя – доклад или реферат + сдача индивидуального задания (17 неделя)

подготовка и сдача зачета (18 неделя)!

# Лабораторный практикум

выделено по темам (всего 40 часов!)

Лабораторная работа №1. Разработка печатной платы.

Лабораторная работа №2, №3. Создание сборочного чертежа с использованием библиотеки стандартных элементов.

Лабораторная работа №4. Создание параметрического чертежа.

Лабораторная работа №5, №6. Разработка конструкторской документации на печатную плату.

# Лабораторный практикум

1. Задание (вариант)
2. Выделить в задании: печатную плату (ПП); систему управления (СУ); лицевая панель; блок питания.
3. В P-CAD Schematic: выполнить схему электрическую принципиальную по ГОСТу. Создать архив библиотек, проверить схему на правильность электрических соединений, сформировать bot-файл.
4. В P-CAD PCB: создать контур ПП; открыть библиотеки (созданные) и загрузить список электрических связей; расстановка элементов на ПП и оптимизация длин печатных проводников; введение правил трассировки; трассировка ПП (несколько вариантов расстановки и трассировки с целью выбора оптимального);
5. Создание КД: схема соединения; чертёж ПП; сборочный чертёж; спецификация

# Рейтинг

Лекции – 1,5 балла (всего 6 баллов);

Выполнение одной лабораторной работы – 5 баллов (за все выполненные лаб.работы 30 баллов);

Представление отчета оформленного по требованиям ОСТ ТПУ – 0-10 баллов;

Защита отчета на «отлично» – 8 баллов; на «хорошо» – 6 баллов; на «удовлетворительно» – 4 балла.

На 1 конференц-неделе – доклад или реферат – 3 балла.

На 2 конференц-неделе – доклад или реферат – 3 балла.

Дополнительные от 1-10 баллов студент может заработать при выполнении конкурсной работы или отдельного специального задания.

Итого за выполнение лабораторных работ при посещении всех занятий студент должен получить для допуска к зачету:

максимум – 60 баллов;

минимум для зачета – 26 баллов

Зачетная работа – 0 – 40 баллов

# Цели дисциплины:

Теоретические и практические цели дисциплины состоят в:

- изучении методов моделирования и исследования элементов и комплексов электротехники и электротехнических систем с помощью пакетов прикладных программ на ЭВМ.
- формирование у студентов, владеющих общими принципами и методами математического моделирования в инженерной деятельности и имеющих навыки их практического использования в области электромеханики, электроэнергетики и электротехники, прочной теоретической базы и практического опыта в области общих физических закономерностей функционирования основного электрооборудования.

## Цели дисциплины:

В результате приобретенные знания, умения и навыки позволят подготовить выпускника:

- к проектно-конструкторской деятельности, способного к расчету, анализу и проектированию электромеханических элементов, объектов и систем с использованием современных средств автоматизации проектных разработок;
- к научно-исследовательской деятельности, в том числе в междисциплинарных областях, связанной с математическим моделированием процессов в электромеханических системах и объектах, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов;
- к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры.



## Требования к студенту:

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо знать:

- терминологию, основные понятия и определения;
- этапы проектирования с использованием систем автоматизированного проектирования;
- структуры создания автоматизированных комплексов проектирования;
- виды прикладных пакетов программ для выполнения расчетных и проектировочных работ;
- основные требования ЕСКД для создания конструкторской и технологической документации;

## Требования к студенту:

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо уметь:

- подбирать прикладные пакеты программ для выполнения конкретного этапа проектирования;
- применять знания конструирования РЭА при проектировании электротехнических устройств и печатных плат, а также технологических процессов;
- оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД;

## Требования к студенту:

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо иметь опыт:

- проведения декомпозиции схемы электротехнических устройств;
- создания схем электрических принципиальных с помощью средств автоматизации проектирования;
- создания топологии печатного монтажа платы (ручным, интерактивным и автоматизированным способами);
- создания сборочных чертежей и чертежей детали в полном соответствии с ЕСКД;
- использования параметрических библиотек стандартных элементов при создании сборочных чертежей;
- создания собственных параметрических библиотек;
- редактирования чертежей.

# Виды профессиональной деятельности

- Конструкторская и технологическая;
- Организационно-управленческая;
- Научно-исследовательская.

Адаптация к следующим видам профессиональной деятельности:

- Монтажно-наладочные работы;
- Эксплуатационное и сервисное обслуживание .

# Учебно-методическое обеспечение

## Основная:

- 1. ГОСТ 2. 004-88. Общие требования к выполнению конструкторской и технологической документации.
- 2. ГОСТ 2. 101-68. Виды изделий.
- 3. ГОСТ 2. 102-68. Виды и комплектность конструкторской документации.
- 4. ГОСТ 2. 103-68. Стадии разработки.
- 5. ГОСТ 2. 105-79. Общие требования к текстовым документам.
- 6. ГОСТ 2. 118-73. Техническое предложение.
- 7. ГОСТ 2. 119-73. Эскизный проект.
- 8. ГОСТ 2. 120-73. Технический проект.
- 9. ГОСТ 2. 108-68. Спецификация.
- 10. ГОСТ 2. 701-84. Схемы, виды и типы. Общие требования к выполнению.
- 11. ГОСТ 2. 702-75. Правила выполнения электрических схем.
- 12. ГОСТ 2. 705-70. Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками.
- 13. ГОСТ 2. 710-81. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
- 14. ГОСТ 2. 721-74 - ГОСТ 2. 796-81. Обозначения условные графические в схемах.

# Учебно-методическое обеспечение

Дополнительная:

- 1. T-Flex CAD 2D. Руководство пользователя (электронный вариант).
- 2. Журналы «САПР и графика» 1998 – 2004 годы (электронный вариант).
- 3. Журналы «КомпьютерПресс» 1998 – 2004 годы.
- 4. Разевиг В.Д. Система проектирования печатных плат ACCEL EDA 15 (P-CAD 2000). – М: «Солон –Р», 2000. – 416 с.; ил.
- 5. Стешенко В.Б. ACCEL EDA. Технология проектирования печатных плат. – М.: «Нолидж», 2000. – 508 с.; ил.
- 6. Разевиг В.Д. Проектирование печатных плат в P-CAD 2001. М.: «Солон –Р», 2001. – 558с.; ил.
- 7. Уваров А. P-CAD 2000. ACCEL EDA. Конструирование печатных плат. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. – 320с.; ил.
- 8. Журналы «Express EDA» 2001 – 2004 годы.
- 9. Мактас М.Я. Восемь уроков по P-CAD 2001. М: «СОЛОН-Пресс», 2003. – 224с.; ил.
- 10. Заведеев С.В. Создание библиотек компонентов для P-CAD 2000 (2001). //EDA Express - М: Изд-во ОАО Родник Софт, 2002. №5. С. 21-23.

# Учебно-методическое обеспечение

Дополнительная:

- 11. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Э.Т.Романычева, А.К.Иванова, А.С.Куликов и др.; Под ред. Э.Т.Романычевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1989. – 448с.
- 12. Уваров А.С. PCAD 2002 и SPECSTRA. Разработка печатных плат. – М.: «Солон –Р», 2003. – 544 с.
- 13. Уваров А.С. Правила разработки интегральных библиотек в программе P-CAD 2002. //EDA Express - М.: Изд-во ОАО Родник Софт, 2003. №8. С. 24 – 26.
- 14. Романов А.В. Документатор 5.01 – готовый документ за «пару кликов». //EDA Express – М.: Изд-во ОАО Родник Софт, 2003. №8. С.7 – 10.

# Учебно-методическое обеспечение

Дополнительная:

- 15. Уваров А.С. Р-CAD. Проектирование и конструирование электронных устройств. – М.: «Горячая линия – Телеком», 2004. – 760 с.: ил.
- 16. **Слащёв И. В. Конструирование печатных плат. Разработка конструкторской документации: учебное пособие / И. В. Слащёв. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 172 с.**
- 17. Воронина Н.А. Конструирование и технологическое проектирование узлов приборов и электрооборудования с использованием САПР / Гормаков А.Н. , Слащев И.В. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005г. – 285 с. (*Гриф СибРО УМО*)
- 18. Воронина Н.А. Конструирование и технология электронных устройств. Печатные платы. / А.Н. Гормаков. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006г. – 152с.



# Введение

- Система проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) P-CAD, разработанная первоначально фирмой ALTIUM, на сегодняшний день является одной из самых мощных и полных, и последовательных систем автоматизированного проектирования для персональных компьютеров.
- Система P-CAD представляет собой пакет программ тесно связанных между собой.
- Система P-CAD предназначена для проектирования многослойных печатных плат (ПП) аналоговых, цифровых и цифро-аналоговых устройств.

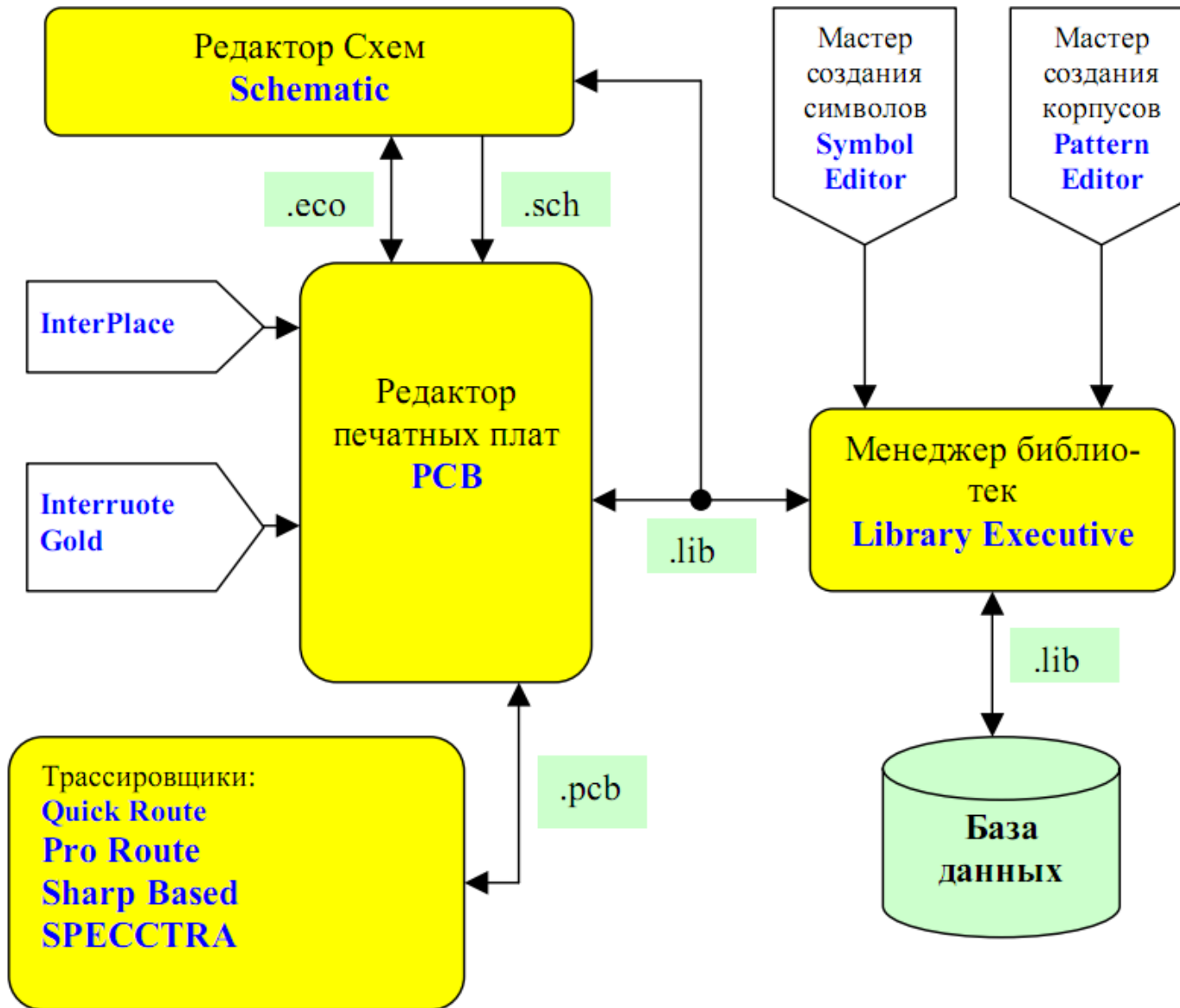
# Процесс проектирования электронных средств

- ввод принципиальной схемы (ПС)
- моделирование ПС
- упаковка в печатную плату (ПП)
- интерактивное размещение радиоэлектронных компонентов (РЭК) на ПП
- автотрассировка соединений
- создание конструкторской документации
- подготовка информации для производства плат на технологическом оборудовании.

## Современная система P-CAD:

способна обеспечить автоматизированную поддержку работ инженеров и специалистов на всех стадиях цикла проектирования и изготовления новой продукции.

# Структура системы P-CAD:



## Программные модули P-CAD :

- P-CAD Schematic - графический редактор электрических схем. Предназначен для разработки схем электрических принципиальных и может применяться для создания условных графических обозначений отдельных элементов.
- P-CAD PCB - графический редактор печатных плат. Предназначен для проектирования конструкторско-технологических параметров печатных плат. К ним относятся: задание размеров самой печатной платы, ширина проводников, величин зазоров, размер контактных площадок, диаметров переходных отверстий, задание экранных слоев, маркировка, размещение элементов и т.д.

## Программные модули P-CAD :

- P-CAD Autorouters - предназначены для автоматической трассировки проводников печатных плат. Включают в себя два трассировщика:
  1. программу Quick Route для проектирования печатных плат не очень сложных электрических схем.
  2. бессеточный трассировщик Shape-Based Router, предназначенный для проектирования многослойных печатных плат с высокой плотностью расположения элементов.
- Утилита Library Executive (Администратор библиотек) состоит из программ Library Manager (Менеджер библиотек), редактора символов элементов (Symbol Editor), и редактора посадочных мест Pattern Editor электрорадиоэлементов печатных плат.
- Symbol Editor - редактор символов элементов (файлов с расширением .sym). Предназначен для создания условных графических обозначений символов радиоэлементов электрических схем.

## Программные модули P-CAD :

- Pattern Editor - редактор посадочных мест (файлы с расширением \*.pat). Предназначен для разработки посадочных мест для конструктивных электрорадиоэлементов на печатных платах.
- InterPlace PCS - программа интерактивного размещения элементов на печатной плате.
- Relay - программа просмотра печатной платы, расстановки элементов на ней, задание основных атрибутов, контроля технологических ограничений.
- Signal Integrity - программа анализа электрических параметров печатной платы.
- Вспомогательные утилиты, образующие интерфейс DBX (Data Base Exchange), в частности производят перенумерацию компонентов, создают отчеты в требуемом формате, рассчитывают паразитные параметры печатных плат и т.д.

# Основные этапы проектирования ПП :

## ○ 1 этап - проектирования :

- формирование технического задания,
- разработка структуры объекта.

На этом этапе основной является текстовая документация, которая сопровождается выпуском структурных или функциональных схем. В системе P-CAD существует возможность создания такой документации с помощью редакторов P-CAD Schematic и P-CAD PCB.

## ○ 2 этап - создания принципиальной электрической схемы:

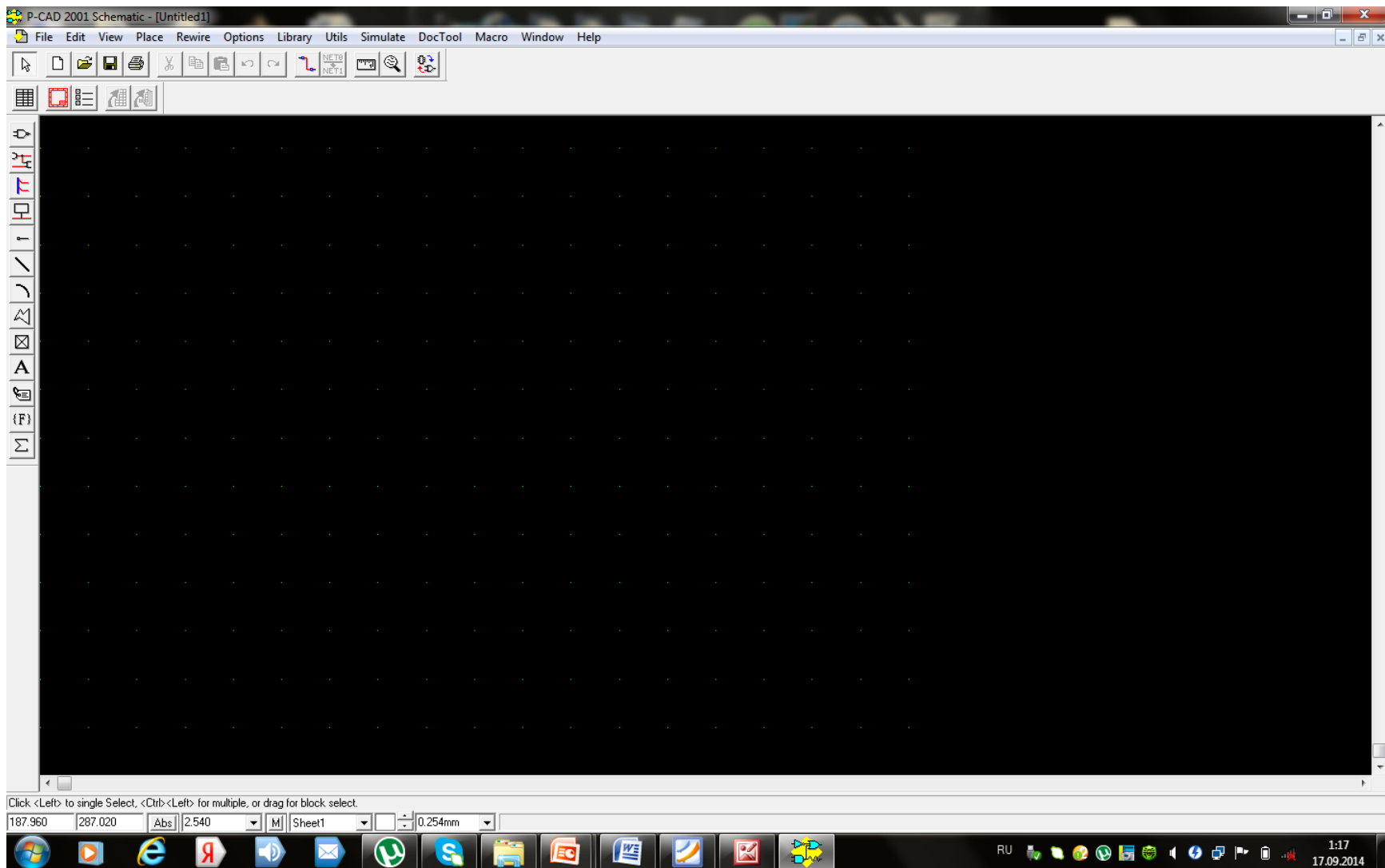
- создание чертежа принципиальной электрической схемы (файл с расширением \*.SCH) с помощью редактора P-CAD Schematic,
- составление списков электрических связей схемы,
- архивацию библиотечного файла,
- проверка схемы на короткие замыкания.

# Основные этапы проектирования ПП :

- 3 этап - схемотехническое моделирование:  
с помощью программ MicroCAP, Electronics Workbench, P-Spice или аналогичными программами.
- 4 этап:
  - формирование контура печатной платы,
  - размещение компонентов на нее вручную с помощью графического редактора P-CAD PCB.
- 5 этап:  
Трассировка соединений с помощью программы Quick Route или бессеточного трассировщика Shape-Based Router.
- 6 этап:  
Работа со вспомогательными программами (утилитами) для верификации ПП, сопоставления чертежей принципиальных электрических схем и ПП и внесение в них изменений, выпуск текстовых документов.
- 7 этап:  
Выпуск конструкторско-технологической документации.



# Интерфейс графического редактора P-CAD Schematic:



# Интерфейс графического редактора P-CAD Schematic:

- Окно редактора включает (сверху вниз):

1. заголовок окна с именем текущего файла;

2. меню команд;

3. панель системных команд (выбор объектов; создать файл, открыть файл, сохранить файл, печать документа; вырезать объекты, копировать объекты, вставить объекты; отмена действия, повтор действия и др.)

4. рабочее поле;

5. строку подсказки;

6. строку состояний.

- Видимость панелей и строк устанавливается с помощью флажков

Command Toolbar, Placement Toolbar, Custom Toolbar, DocTool Toolbar,

Design Manager, Prompt Line, Status Line в меню **View**.

# Интерфейс графического редактора P-CAD Schematic:

○ Пиктограммы левой панели размещения инструментов сверху в низ имеют следующее назначение:

1. Place Part - размещение символа компонента;
2. Place Wire - размещение цепи;
3. Place Bus - размещение шины;
4. Place Port - размещение порта;
5. Place Pin - размещение вывода;
6. Place Line - размещение линии;
7. Place Arc - размещение дуги;
8. Place Polygon - размещение полигона;
9. Ref Point - размещение точки привязки символа;
10. Text - ввод текста;
11. Attribute - ввод атрибута;
12. Field - размещение строки данных;
13. EEE Symbol - размещение символа блока.

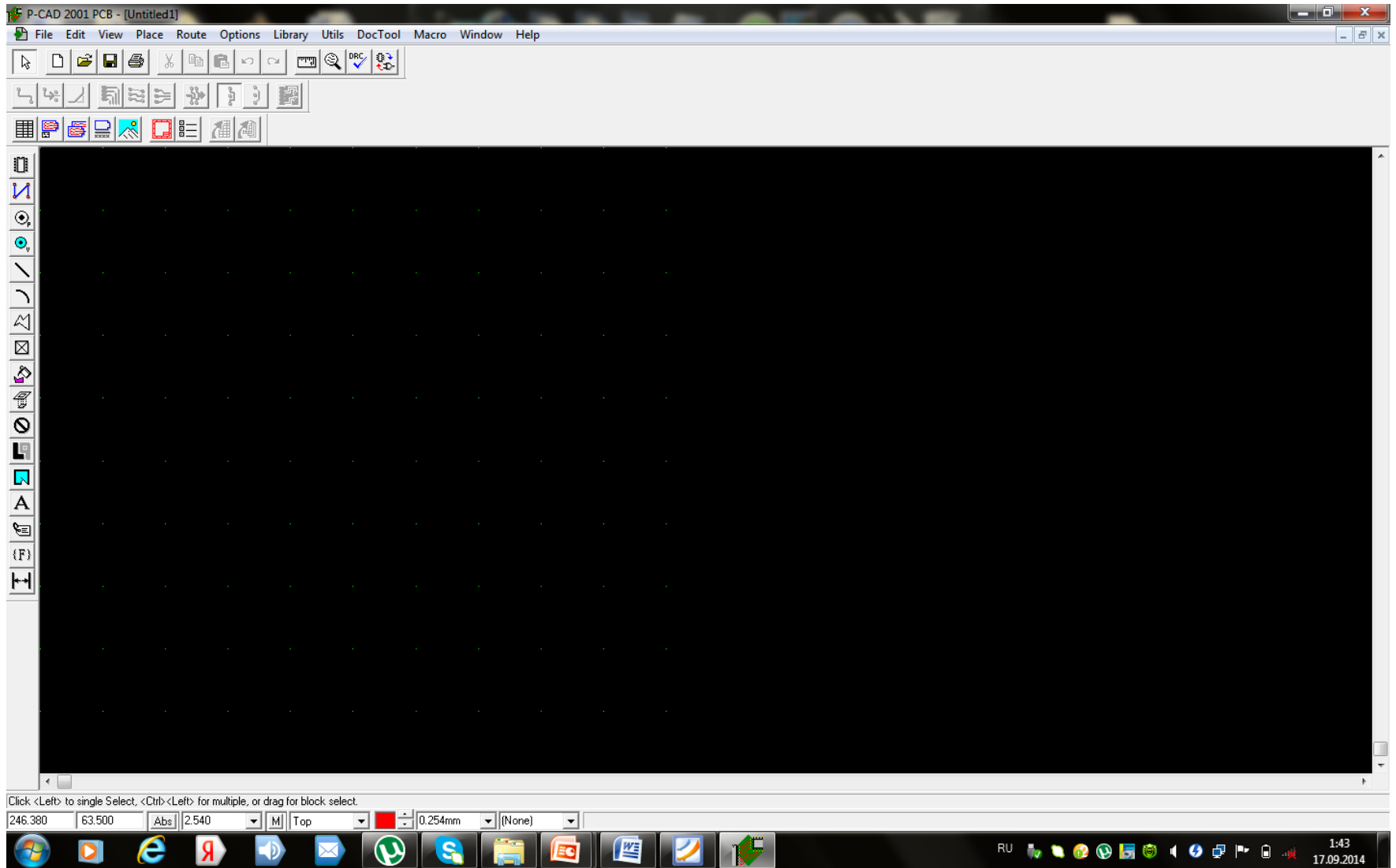
# Интерфейс графического редактора P-CAD Schematic:

- Другие пиктограммы расположены на панели инструментов
  1. Manual - редактирование цепи;
  2. Rename Net - переименование цепи;
  3. Measure - измерить расстояние;
  4. Record ECOs - начать/закончить запись файла изменений.

## Интерфейс графического редактора P-CAD PCB :

- Для размещения и трассировки печатных плат (ПП) используется графический редактор PCB.
- Пиктограммы меню инструментов этого редактора следующие:

# Интерфейс графического редактора P-CAD PCB:



# Интерфейс графического редактора P-CAD PCB:

1. Place Component - размещение корпуса элемента;
2. Place Connection - ввод электрической связи;
3. Place Pad - размещение стека контактной площадки (КП);
4. Place Via-размещение переходного отверстия;
5. Place Line - рисование линии;
6. Place Arc - рисование дуги;
7. Place Polygon - рисование полигона;
8. Place Point - размещение точки привязки;
9. Place Copper Pour - размещение области металлизации;
10. Place Cutout - размещение выреза в области металлизации;
11. Place Keepout - создание барьера трассировки;
12. Place Plane - создание линии раздела двух слоев металлизации;
13. Place Room - создание «комнаты»;
14. Place Text - размещение текста;
15. Place Attribute - размещение атрибута;
16. Place Field - размещение строки данных трасс;
17. Place Dimension - простановка размера;
18. Measure - измерение расстояния;

# Интерфейс графического редактора P-CAD PCB:

19. Online DRC - проверка соблюдения ограничений;
20. Record ECOs - начать/закончить запись файла изменений;
21. Rout Manual - прокладка проводников вручную;
22. Route Interactive - прокладка проводников в интерактивном режиме;
23. Route Miter - сглаживание изгиба проводников;
24. Route Bus - прокладка шин;
25. Route Multi Trace - прокладка нескольких проводников;
26. Route Fanout - создание (генерация) стрингеров (коротких отрезков трасс);
27. Push Traces - отталкивание трасс;
28. Maximize Hugging - улучшение огибания препятствий;
29. Minimize Length - уменьшение длины

# Создание трассировки ПП и выпуск КД:

1. Настройка РСВ-редактора;
2. Создание (импорт) контура ПП;
3. Открытие библиотек и загрузка файла электрических связей;
4. Расстановка элементов на ПП и оптимизация длин печатных проводников;
5. Введение правил для трассировки;
6. Трассировка ПП (возможно использование нескольких вариантов расстановки элементов и трассировки с целью выбора оптимального);
7. Создание КД.



# Комплект конструкторской документации (КД):

1. Чертеж детали. Сборочный чертёж для многослойной ПП.
2. Спецификация.
3. Технические требования.
4. Таблица проверки монтажа.
5. Данные фотошаблона.
6. Данные сверления.
7. Данные для обработки контура.
8. Данные контроля.
9. Ведомость документов на носителях данных.

# Примеры контрольных вопросов :

- 1. Структуры САПР. Масштабы САПР. Примеры полномасштабных комплектов САПР.
- 2. Особенности работы с P-CAD SHEMATIC: назначение, правила настройки и выполнения схемы, назначение обозначения ряда цепей.
- 3. Состав конструкторских документов для выпуска печатной платы.
- 4. Программные средства создания топологии печатных плат. Требования, предъявляемые к САПР печатных плат.
- 5. Особенности работы с P-CAD PCB: назначение, правила настройки, назначение списка связей, как задается ширина цепей питания и земли.
- 6. Каким образом загружаются библиотеки ЭРЭ?
- 7. САПР для персональных компьютеров в радиоэлектронике: особенности выбора.
- 8. Состав программных модулей P-CAD.
- 9. Как для чего устанавливаются порты на линии связи?

## Примеры контрольных вопросов :

- 10. Параметризация: основные понятия, использование в инженерной практике в различных САПР-системах.
- 11. Каково назначение каждого из программных модулей системы P-CAD?
- 12. Как средствами РСВ-редактора можно выполнить оптимизацию длин соединений на печатной плате?
- 13. Назначение системы Техно-Про.
- 14. Основные возможности T-Flex CAD 2D.
- 15. Как выполняется ориентация элементов УГО на рабочем поле?
- 16. Отечественный САПР векторизации чертежей.
- 17. Основные определения и технические требования, предъявляемые к печатным платам.
- 18. Как производится соединение выводов элементов на схеме?
- 19. Для чего необходимы механические САПР при разработке печатных плат?
- 20. Последовательность работы в P-CAD при проектировании печатных плат.

# Примеры контрольных вопросов :

- 21. Как и в каком слое создается контур печатной платы?
- 22. Основные характеристики P-CAD. Структура P-CAD.
- 23. Назначение программного модуля РСВ системы проектирования P-CAD.
- 24. Как удалить «лишние» надписи у элементов на плате?
- 25. Необходимость векторизации чертежей.
- 26. Возможности системы проектирования P-CAD.
- 27. Как выполнить автоматическую трассировку печатных проводников?
- 28. Электронный архив чертежей. Программы векторизации.
- 29. Назначение T-Flex CAD 2D.
- 30. Каков порядок настройки конфигурации РСВ-редактора?
- 31. Назначение системы проектирования P-CAD.
- 32. Возможности системы проектирования T-Flex CAD 2D.
- 33. Как задается стратегия трассировки?

## Примеры контрольных вопросов :

- 34. Поясните назначение программы P-CAD Schematic.
- 35. Основные возможности T-Flex LT.
- 36. Выбор сетки при создании схемы электрической принципиальной.
- 37. Различия (основные) между Quick Route и Shape Based Router.
- 38. Программное обеспечение для векторизации чертежей.
- 40. Для чего требуется команда Keep Out при проектировании печатных плат?
- 41. Какие программы автоматической трассировки входят в состав P-CAD?
- 42. Класс точности печатных плат.
- 43. Каким образом можно загрузить в T-Flex CAD файлы P-CAD.
- 44. Структура P-CAD. Основные характеристики P-CAD.
- 45. Состав конструкторской документации для схем электрических принципиальных.
- 46. Как получить отчет о проведенной трассировке, и какая информация при этом выводится?

# Примеры контрольных вопросов :

- 47. Основные возможности T-Flex CAD 2D.
- 48. Когда требуется использование сетки при проектировании печатных плат?
- 49. Как выполняется ориентация позиционных обозначений элементов на рабочем поле?
- 50. Выполнение полного комплекта конструкторско-технологической документации с использованием T-Flex.
- 51. От чего зависит ширина проводника и расстояние между проводниками?
- 52. Каким образом выбираются для размещения элементы, входящие в электрическую схему?
- 53. Параметризация: основные понятия, использование в инженерной практике в различных САПР-системах.
- 54. Основные возможности T-Flex CAD 2D.
- 55. Как загружается список соединений электрической схемы?

## Примеры контрольных вопросов :

- 56. Для чего необходимы механические САПР при разработке печатных плат?
- 57. Что такое глобальные имена?
- 58. Особенности работы с P-CAD PCB: назначение, правила настройки, назначение списка связей, как задается ширина цепей питания и земли.
- 59. Основные определения и технические требования, предъявляемые к печатным платам.
- 60. Каким образом производится подключение выводов элементов к шине?

# 1-ая конференц-неделя (9 неделя):

**Задание:** необходимо во время конференц-недели написать реферат или сделать доклад (5-7 мин) в виде презентации.

Тему доклада или реферата можно выбрать из списка рекомендуемых Вам тем, приведённых ниже, либо выбрать свою, наиболее интересующую Вас тему (по данному курсу).

Рекомендуемые темы докладов и рефератов:

- 1. Назначение системы проектирования P-CAD.
- 2. Возможности системы проектирования P-CAD.
- 3. Состав программных модулей P-CAD.
- 4. Каково назначение каждого из программных модулей системы P-CAD?
- 5. Назначение T-Flex CAD 2D.
- 6. Возможности системы проектирования T-Flex CAD 2D.
- 7. Назначение системы Техно-Про.
- 8. Необходимость векторизации чертежей.
- 9. Программное обеспечение для векторизации чертежей.



# 1-ая конференц-неделя (9 неделя):

- 10. Отечественный САПР векторизации чертежей.
- 11. Класс точности печатных плат.
- 12. Последовательность работы в P-CAD при проектировании печатных плат.
- 13. Для чего необходимы механические САПР при разработке печатных плат?
- 14. Назначение программного модуля РСВ системы проектирования P-CAD.
- 15. Изготовление печатных плат: материал; последовательность изготовления и т.д.
- 16. Конверсия данных P-CAD 200X в формат Altium Designer.
- 17. История создания печатных плат.
- 18. Проверка ПП на ошибки и их расшифровки.
- 19. Технические требования, предъявляемые к печатным платам.
- 20. Последовательность изготовления печатных плат.
- 21. Программные средства фирмы AutoDesk.

# Система P-CAD

- Система P-CAD – предназначена для проектирования и конструирования электронных устройств различной степени сложности. В первую очередь эта система широко используется для разработки печатных плат непосредственно на компьютере, и выпуском конструкторской документации в соответствии с ЕСКД.

# Система T-FLEX CAD

- Система T-FLEX CAD предназначена для создания конструкторской документации и автоматизации конструкторских работ различных подразделений предприятия;
- Она содержит достаточный набор функций для формирования чертежей любой сложности.
- Разработанные для системы с учетом последних достижений в области САПР функции эскизирования позволяют быстро, удобно и качественно создавать непараметрические чертежи.

# T-FLEX

- Для создания конструкторской документации в настоящее время фирма «Топ Системы» (г. Москва) предлагает три системы, которые позволяют охватить все уровни автоматизации конструкторских работ различных подразделений предприятия:
- T-FLEX CAD LT – автоматизация черчения;
- T-FLEX CAD 2D – автоматизация проектирования;
- T-FLEX CAD 3D – трехмерное моделирование.

- T-FLEX CAD - система параметрического проектирования, так как элементы моделей и чертежей могут быть связаны параметрами и геометрическими отношениями (параллельность, перпендикулярность, касание и т.д.).
- Все параметры чертежа могут быть выражены с помощью переменных, рассчитаны по формулам, выбраны из баз данных.

- Любой чертеж или 3D модель можно включить в пользовательскую библиотеку, а создание библиотек не требует обращения к разработчикам или программистам.
- В T-FLEX CAD существует несколько способов создания чертежей и 3D моделей.
- Они перекликаются с аналогичными принципами построения в других CAD-системах.

# Запуск и настройка редактора схем Schematic

○ Два способа:

1. Пуск на панели задач Windows.

2. В появившемся меню указать последовательно курсором пункты : Программы - P-CAD - Schematic. Можно воспользоваться соответствующим ярлыком на рабочем столе, если он установлен.



# Выбор и установка системы единиц измерения и размеров чертежа

- P-CAD допускает работу в двух системах измерения – дюймовой и метрической.
- В области Units диалогового окна Options/Configure устанавливается система единиц измерения: mil — милы (1 мил = 0,001 дюйма = 0,0254 мм), mm - миллиметры (1мм = 40мил), inch - дюймы. Изменить систему единиц можно на любой фазе работы без потери точности.
- По умолчанию в системе в качестве единиц измерения установлены **mils** (тысячная часть дюйма).





# Выбор и установка системы единиц измерения и размеров чертежа

- Кроме того в P-CAD в настройках системы требуется определить размер рабочей области.
- Для установки метрической системы единиц измерения и формата чертежа необходимо:
  1. В основном меню схемного редактора выбрать команду *Options/Configure* (Параметры/конфигурация).
  2. В диалоговом окне *Options/Configure* в рамке *Workspace Size* (размер рабочей зоны) нажмите кнопку *User* (пользовательский) и введите значение ширины листа (окно *Width*) равной 210 mm и высоту листа (окно *Height*) 297 mm.
  3. В рамке *Units* в качестве единиц измерений выберите миллиметры (кнопка mm).
  4. Кнопка *Edit Title Sheets* (оформление чертежа) позволяет установить стили оформления чертежей.
  5. Состояние остальных параметров представлено по умолчанию в диалоговом окне.

**Options Configure**

Workspace Size

A  B  C  D  E

A4  A3  A2  A1  A0

User Width: 210.000mm

Height: 297.000mm

Title Sheets

Edit Title Sheets...

Orthogonal Modes

90/90 Line-Line

45/90 Line-Line

Net Increment

Increment Value: 1

ECOs

ECO Format

Was/Is Format

AutoSave

Enable AutoSave AutoSave Time Interval (minutes): 30

Purge Previous Backups

Compress AutoSave Files Number of Backup Files: 3

Units

mil

mm

inch

Compress Binary Designs

DDE Hotlinks

File Viewer: notepad

Zoom Factor: 2.00 Autopan (% Display): 25

OK Cancel

Размер рабочей области

Режим рисования линий

Параметры автосохранения

«Горячая» связь с РСВ

Текстовый редактор для просмотра

Оформление чертежа

Режим контроля изменений

Выбор единиц измерения



## Установка параметров сетки

- Для облегчения работы все элементы схемы на рабочем поле привязываются к узлам специальной сетки.
- Параметры сетки (расстояние между узлами, вид сетки и ее тип) устанавливаются по команде *Options/Crids* (Параметры/сетки).
- При этом появляется специальное диалоговое окно.



# Диалоговое окно

**Options: Grids**

Grid Spacing:

Grids:

Visible Grid Style

Visible

Dotted

Hatched

Relative Grid Origin

X:

Y:

Prompt for Origin

Mode

Absolute

Relative



## Параметры сетки

- В окне *Crid Spacing* (шаг сетки) устанавливают шаг сетки (например 2.5 мм) без указания единиц измерения.
- Фиксируют это значение нажатием кнопки *Add* (добавить). Новое значение сетки появится в окне *Crids* (сетка).
- Значение 2.540 мм установленное изначально удаляют.
- Сетку оставляют видимой (установив флажок *Visible*).
- Тип сетки в рамке *Mode* (режим): абсолютная – *Absolute* или относительная – *Relative* (установлен флажок *Absolute*).
- вид ее отражения в рамке *Visible Crid Style* (стиль видимой сетки): в виде точек *Dotted* или линий *Hatched* (установлен флажок *Dotted*).
- Абсолютная сетка имеет начало координат и левом нижнем углу рабочего поля.

- Относительная сетка привязывается к точке с координатами, указанными в рамке *Relative Grid Origin* или в точке, отмеченной пользователем щелчком левой клавишей мыши (при установленном флажке *Prompt for Origin*).
- Выход из диалогового окна *Options/Grids* после установки параметров сетки подтверждается ОК



# Стили текста

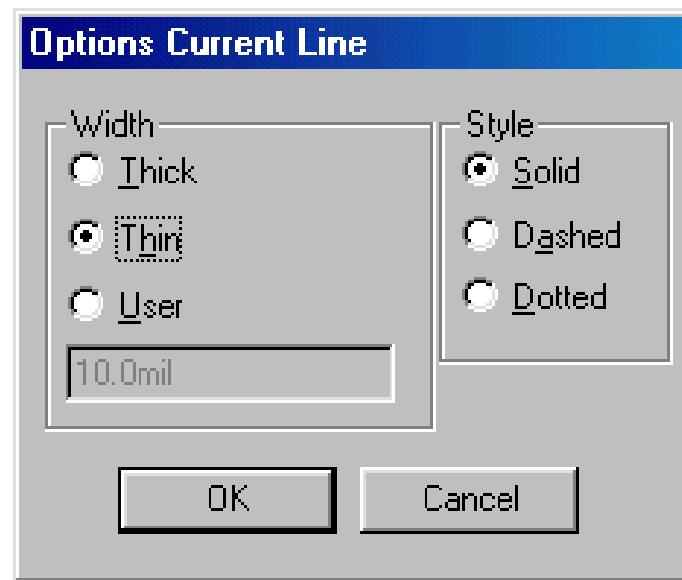
- Для задания текстовых надписей на схемах в P-CAD пользуются понятием стиля.
- Стилем определяется тип шрифта, размер букв, начертание, набор символов.
- В стилях, встроенных в систему по умолчанию используются западно- европейский набор символов.
- Для нанесения надписей на русском языке необходимо создать стили, включающие символы кириллицы.



## Стили линий

В области Width (ширина) установить Thin (тонкая линия-толщиной 0.254 мм - по умолчанию), в области Style установить Solid (сплошная линия) и нажать кнопку ОК.

Пользователь может установить нестандартную толщину линии после активизации флажка User и ввода в окно нужного значения толщины линии. Переключение на нужную толщину линии можно производить в процессе рисования установкой соответствующих значений толщины линии в окне строки состояний.





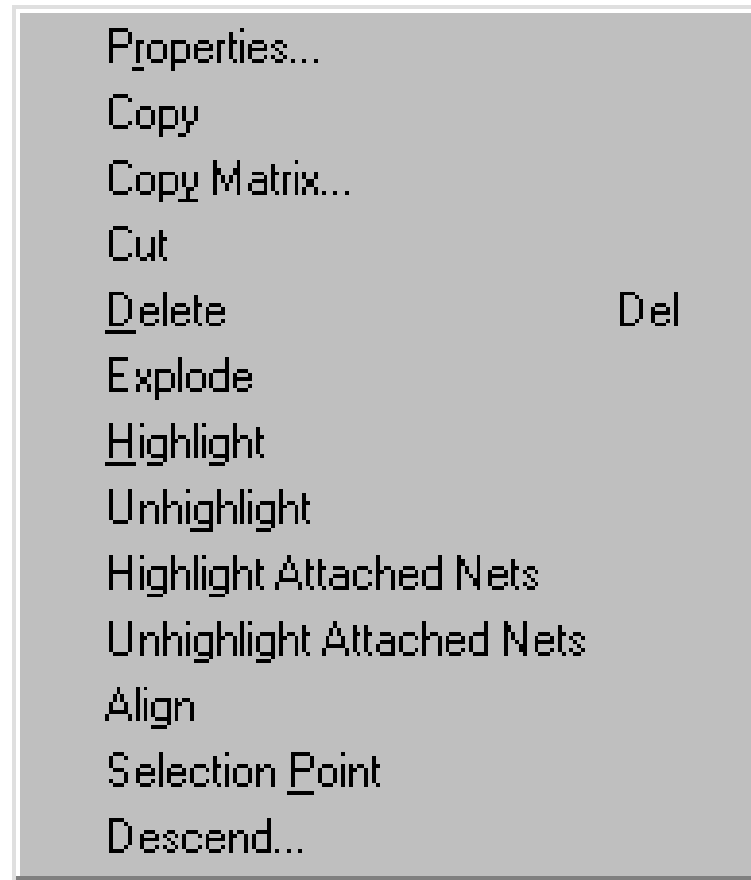
# Выбор и редактирование объектов

- Двойной щелчок левой клавишей по объекту позволяет редактировать все его атрибуты. Щелчок правой клавишей мыши вызывает контекстно-зависимое меню команд.
- После выбора объекты можно вращать (R), отображать зеркально (F), выравнивать (Align) по горизонтали и вертикали, копировать в буфер обмена (Copy) или в файл (Copy to File), вставлять из буфера или передвигать в нужное место рабочего поля



# Выбор и редактирование объектов

- В P-CAD можно выбрать отдельный элемент сложного компонента, пример вывод символа, схемное имя или номер контакта компонента. Для этого перед щелчком мыши необходимо нажать и удерживать клавишу Shift. После выделения объекта и последующего щелчка правой кнопкой мыши по объекту вызывается контекстное меню, пример которого показан на рис



## Полный перечень команд контекстного меню:

- Properties... - просмотр и редактирование характеристик выбранного объекта;
- Copy - копирование объекта в буфер обмена;
- Copy Matrix... - множественное копирование объекта;
- Cut - удаление выбранного объекта с сохранением его копии в буфере обмена;
- Delete - удаление выбранного объекта;
- Edit Nets... - редактирование атрибутов цепи;
- Select Contiguous - выбор соприкасающихся элементов цепи;
- Select Net - выбор всей цепи (включая фрагменты цепи, связанные с общей шиной);
- Net Info... - вывод информации о цепи;



## Полный перечень команд контекстного меню:

- Highlight - окрашивание выбранного объекта;
- Unhighlight - отмена предыдущей команды;
- Highlight Attached Nets - окрашивание цепей, подсоединенных к выбранным объектам;
- Unhighlight Attached Nets - отмена предыдущей команды;
- Align - выравнивание компонентов на рабочем поле;
- Selection Point - изменение положения точки привязки выбранного объекта или группы объектов.

