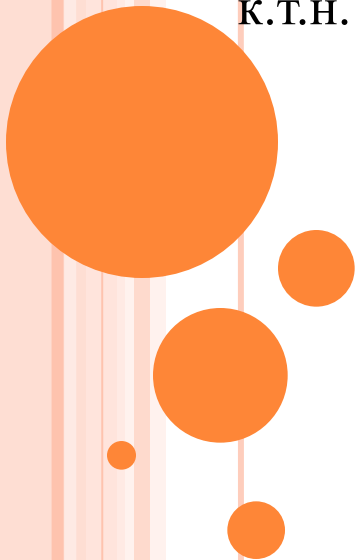


Компьютерные, сетевые, информационные технологии

Лектор:

Ст. преподаватель кафедры «Электропривод и электрооборудование»

к.т.н. Паюк Любовь Анатольевна



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 или эссе, на заданную тему (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. Создание сборочного чертежа с использованием библиотеки стандартных элементов.

Лабораторная работа №3. Создание параметрического чертежа.

Лабораторная работа №4. Разработка конструкторской документации на печатную плату.

Лабораторная работа № 5. Моделирование процессов, в проектируемой схеме в программе Mat LAB.

Лабораторная работа № 6. Моделирование тепловых процессов, в проектируемой схеме в программе ElCUD.

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 (эссе).

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.

КОМПЕТЕНЦИИ 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;

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;

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

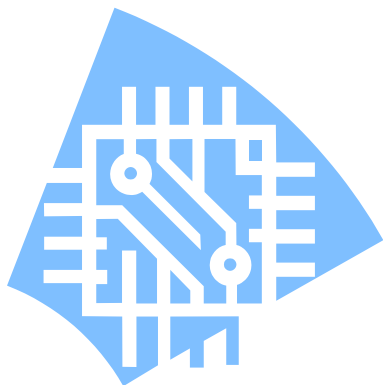
Дополнительная:

- 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.
- Рагулина М. И. Исследовательский аспект применения компьютерных систем в обучении математике. // Информатика и образование. 2008. №8.

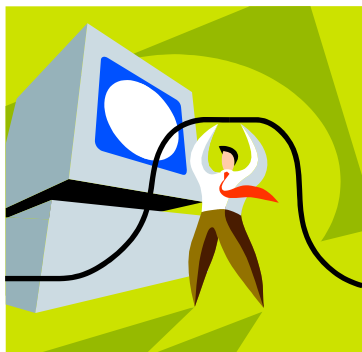
Учебно-методическое обеспечение

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.



Тема: Информатизация современного общества



Историческая справка [3]:

Истоки информационных технологий (ИТ)-в истории прослеживаются еще в конце 19 века.

- 21 января 1888 года началось использование информационных технологий, когда прошло частичное испытание аналитической машины Бэббиджа и было успешно вычислено число Π .
- Однако лишь – 12 мая 1941 года – немецким инженером Конрадом Цузе была представлена первая программируемая вычислительная машина Z3, обладающая свойствами современного компьютера.
- В 1944 году, был запущен первый американский программируемый компьютер «Марк I».



Объём знаний

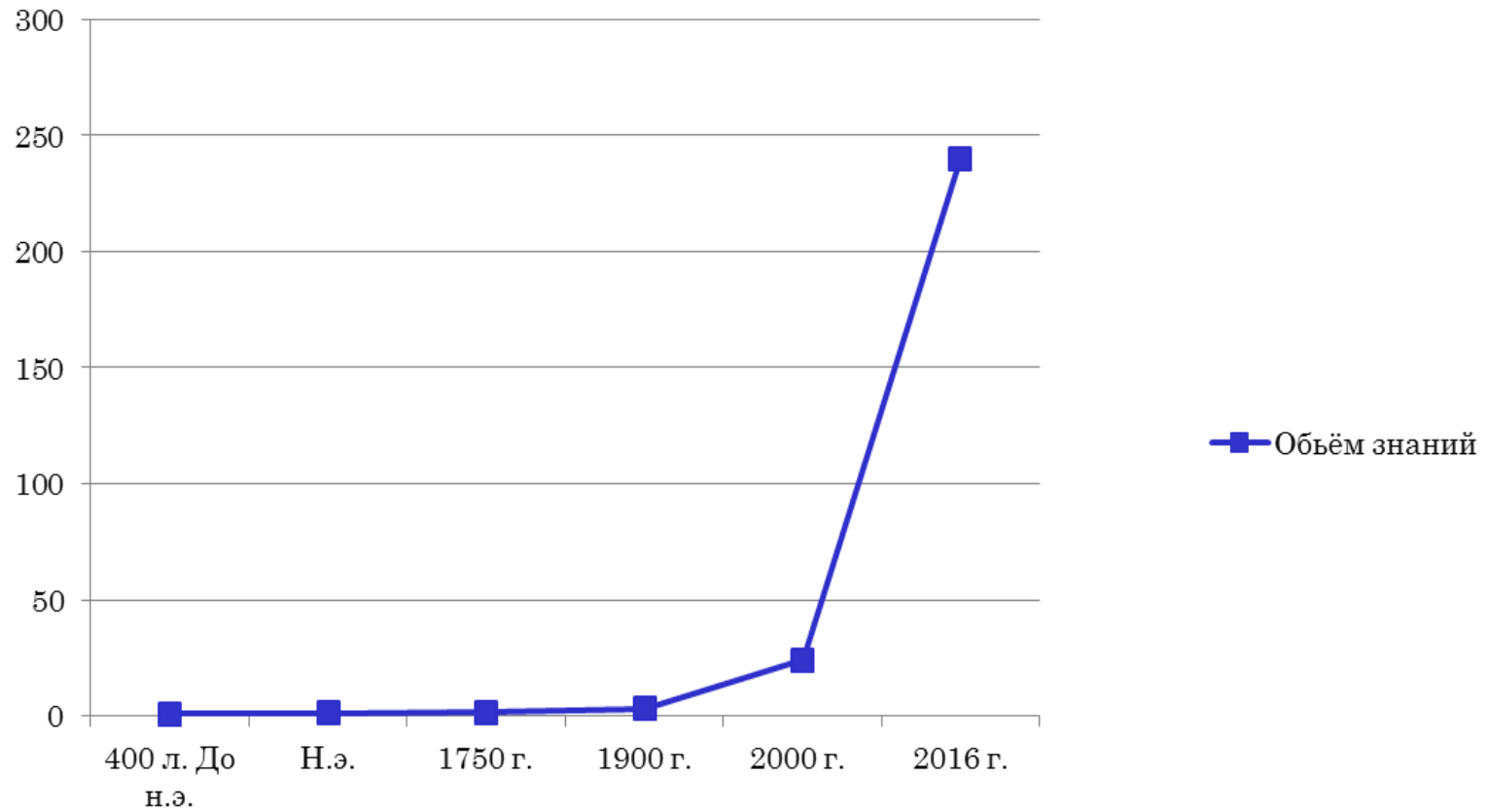


Рисунок. 1. Закон экспоненциального роста объема знаний [1]



Этапы изобретений человечества:

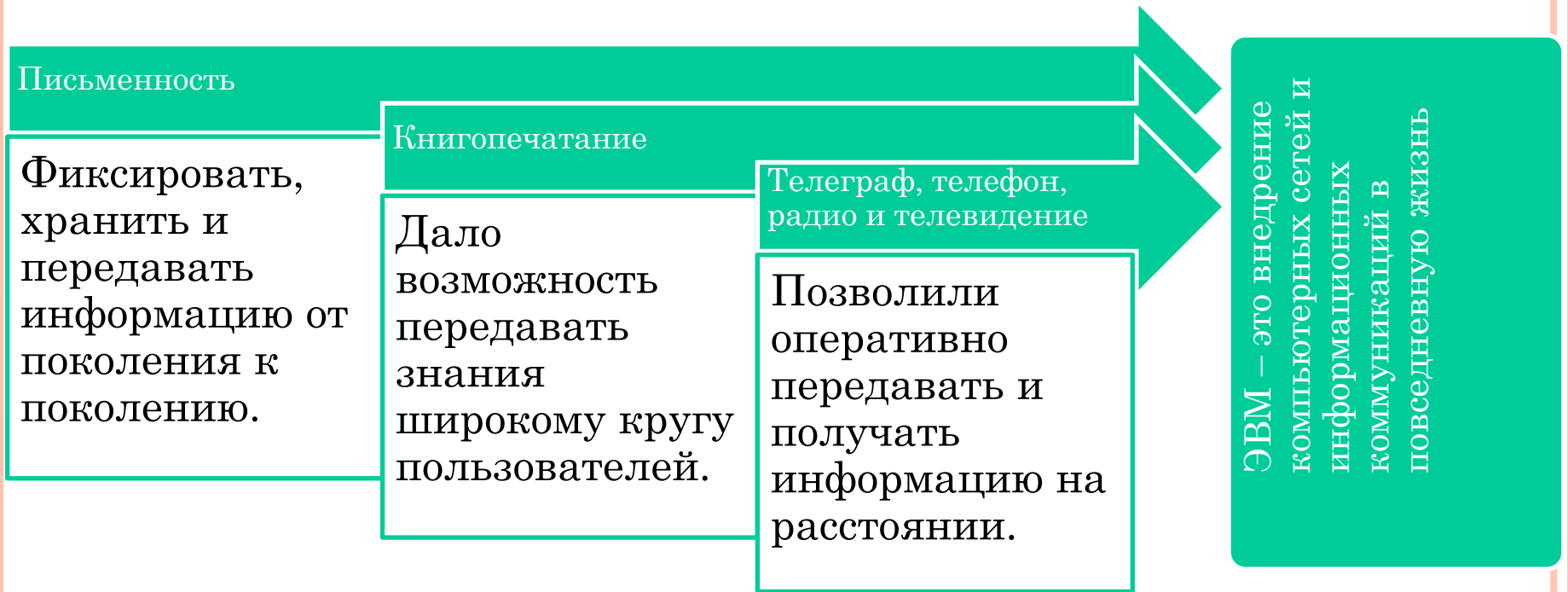


Рисунок 2. Основные этапы изобретений [2]



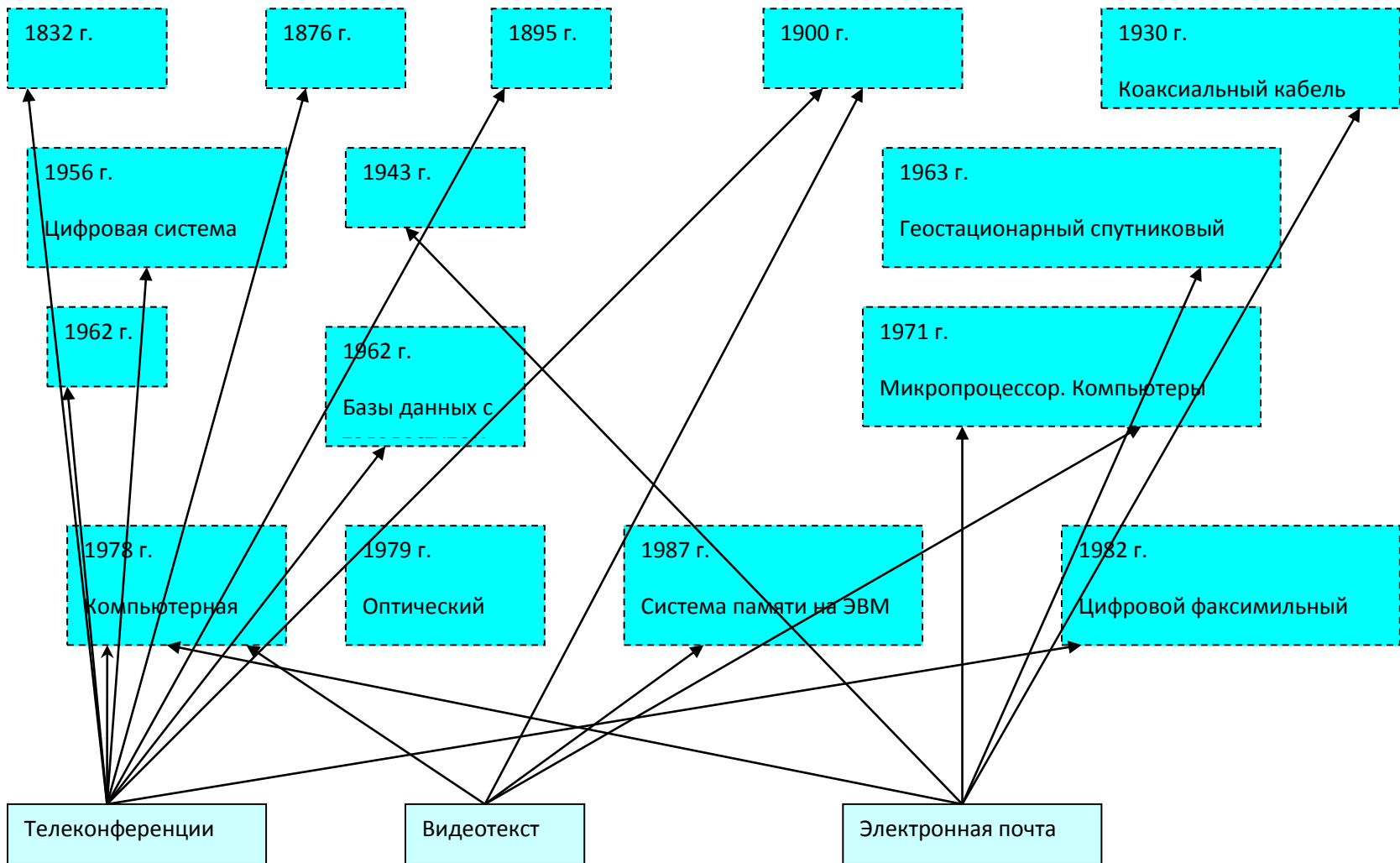


Рисунок 3. Этапы изобретений информационных технологий [3]



Спасибо за внимание!



Лекция №2 «Основные особенности P-CAD »

Цели лекции:

1. Познакомить студента с основными особенностями программы P-CAD её структурой и функциями;
2. Назначение программы P-CAD.
3. Определить основные этапы проектирования ПП.

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.

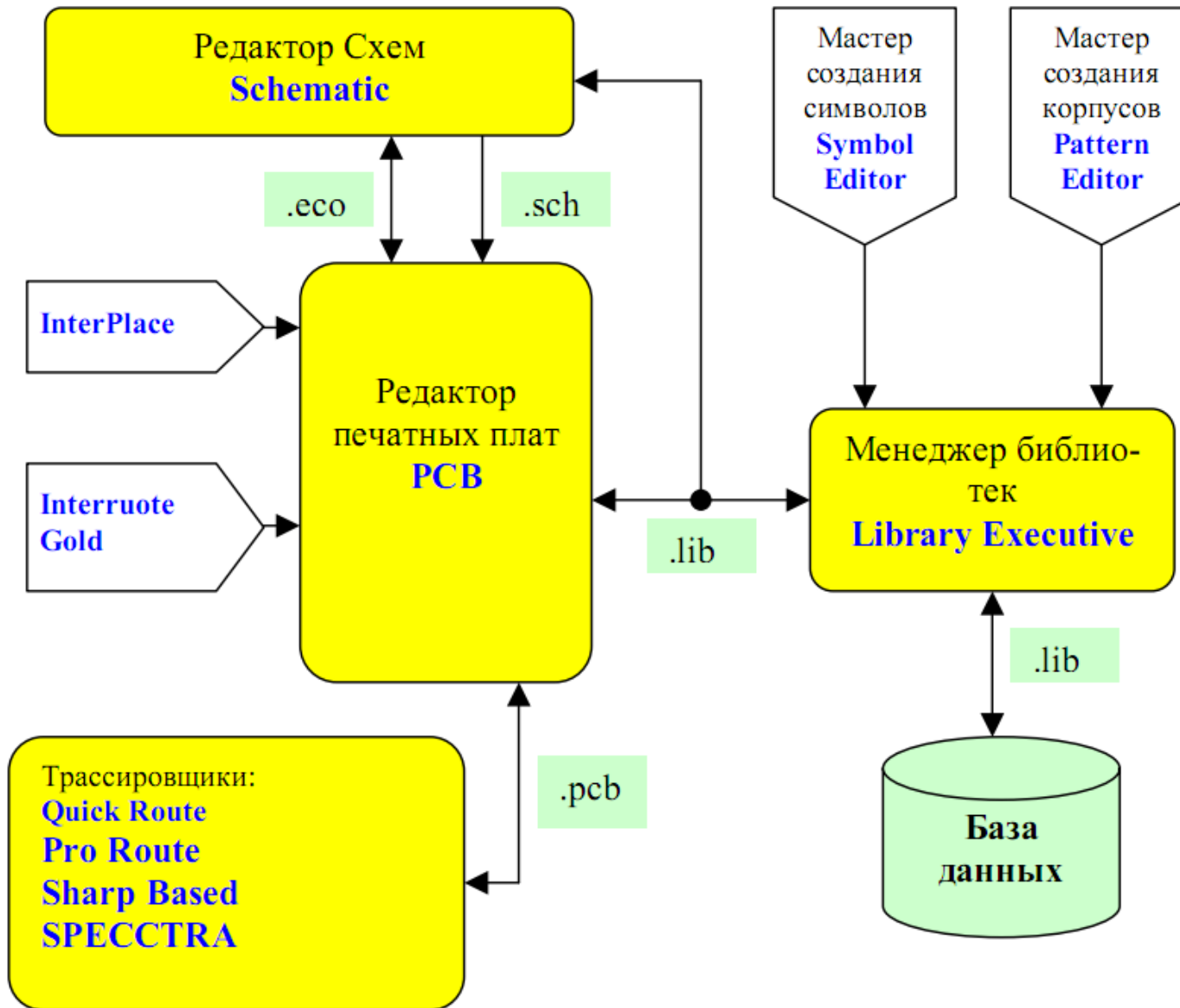
Процесс проектирования электронных средств

- 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.



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.

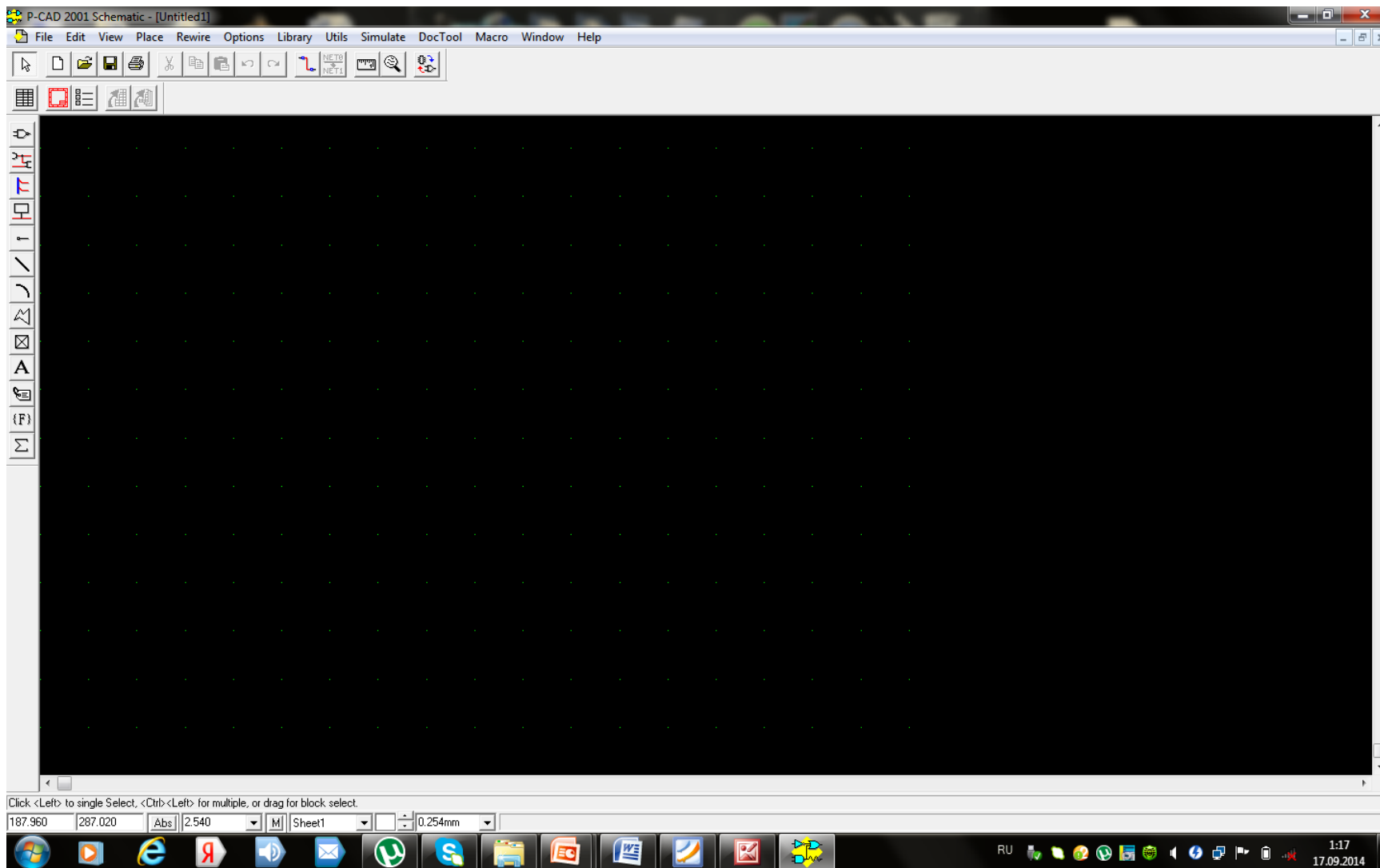
6 этап:

- 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:

- ❑ заголовок окна с именем текущего файла;
- ❑ меню команд;
- ❑ 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.)
- ❑ рабочее поле;
- ❑ строку подсказки;
- ❑ 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 имеют следующее назначение:

Place Part - размещение символа компонента;

Place Wire - размещение цепи;

Place Bus - размещение шины;

Place Port - размещение порта;

Place Pin - размещение вывода;

Place Line - размещение линии;

Place Arc - размещение дуги;

Place Polygon - размещение полигона;

Ref Point - размещение точки привязки символа;

Text - ввод текста;

Attribute - ввод атрибута;

Field - размещение строки данных;

EEE Symbol - размещение символа блока.

Другие пиктограммы расположены на панели инструментов

- Manual - редактирование цепи;
- Rename Net - переименование цепи;
- Measure - измерить расстояние;
- Record ECOs - начать/закончить запись файла изменений.

Создание трассировки ПП и выпуск КД:



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.

Запуск и настройка редактора схем Schematic

Пуск на панели задач Windows:

1. В появившемся меню указать последовательно курсором пункты : Программы - P-CAD - Schematic.
2. 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.
- По умолчанию в системе в качестве единиц измерения установлены **mils** (тысячная часть дюйма).
- 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 2.450 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

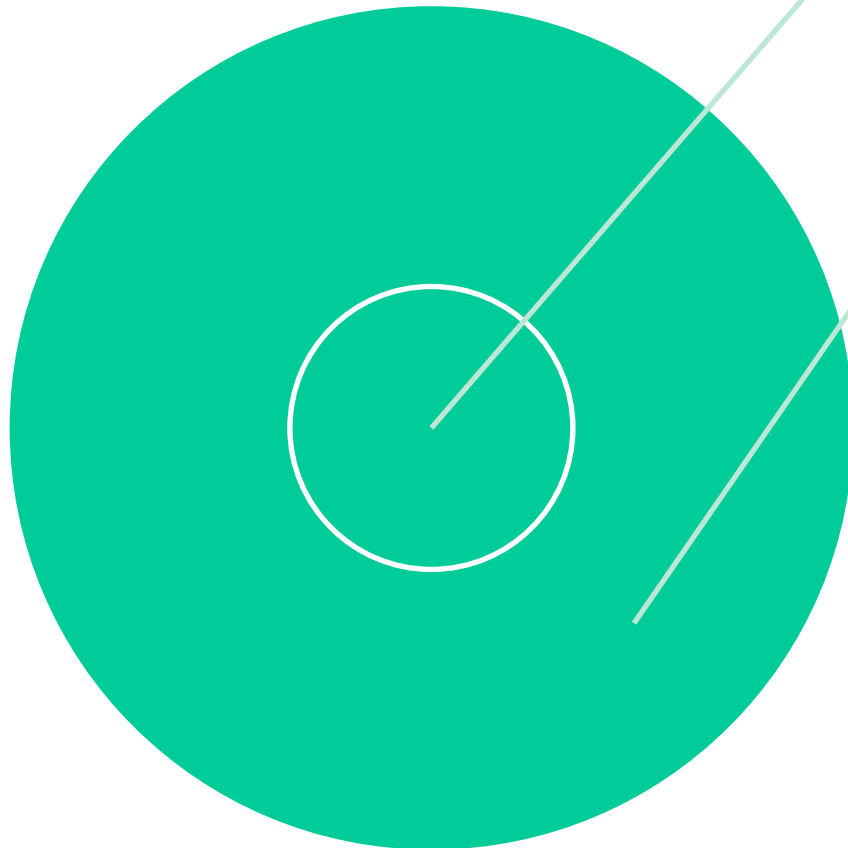
- ❑ Для задания текстовых надписей на схемах в P-CAD пользуются понятием стиля.
- ❑ Стилем определяется тип шрифта, размер букв, начертание, набор символов.
- ❑ В стилях, встроенных в систему по умолчанию используются западно- европейский набор символов.
- ❑ Для нанесения надписей на русском языке необходимо создать стили, включающие символы *кириллицы*.
- ❑ Необходимо создать шрифты: GOST 2,5; 3,5; 5.
- ❑ Тип шрифта: T-Flex type A.
- ❑ Начертание: *наклонное*.



Загрузка библиотек

Загрузка библиотек осуществляется при помощи вкладки Library/Options (путь: For Students/Слащев/Магистры /lib rus);

Библиотеки разделены на группы, каждая из которой загружается отдельно.



Спасибо за внимание!

Компьютерные, сетевые, информационные технологии

Лекция №3 «Особенности программы P-CAD 2001: Scematic и РСВ»

Ст. преподаватель кафедры «Электропривода и электрооборудования»

к.т.н. Паюк Любовь Анатольевна

Цели лекции:

1. Познакомить студентов с основными этапами работы в подпрограммах P-CAD 2001: Schematic и PCB.
2. Научить производить проверку схемы электрической принципиальной.
3. Производить трассировку схемы.
4. Разрабатывать конструкторскую документацию.

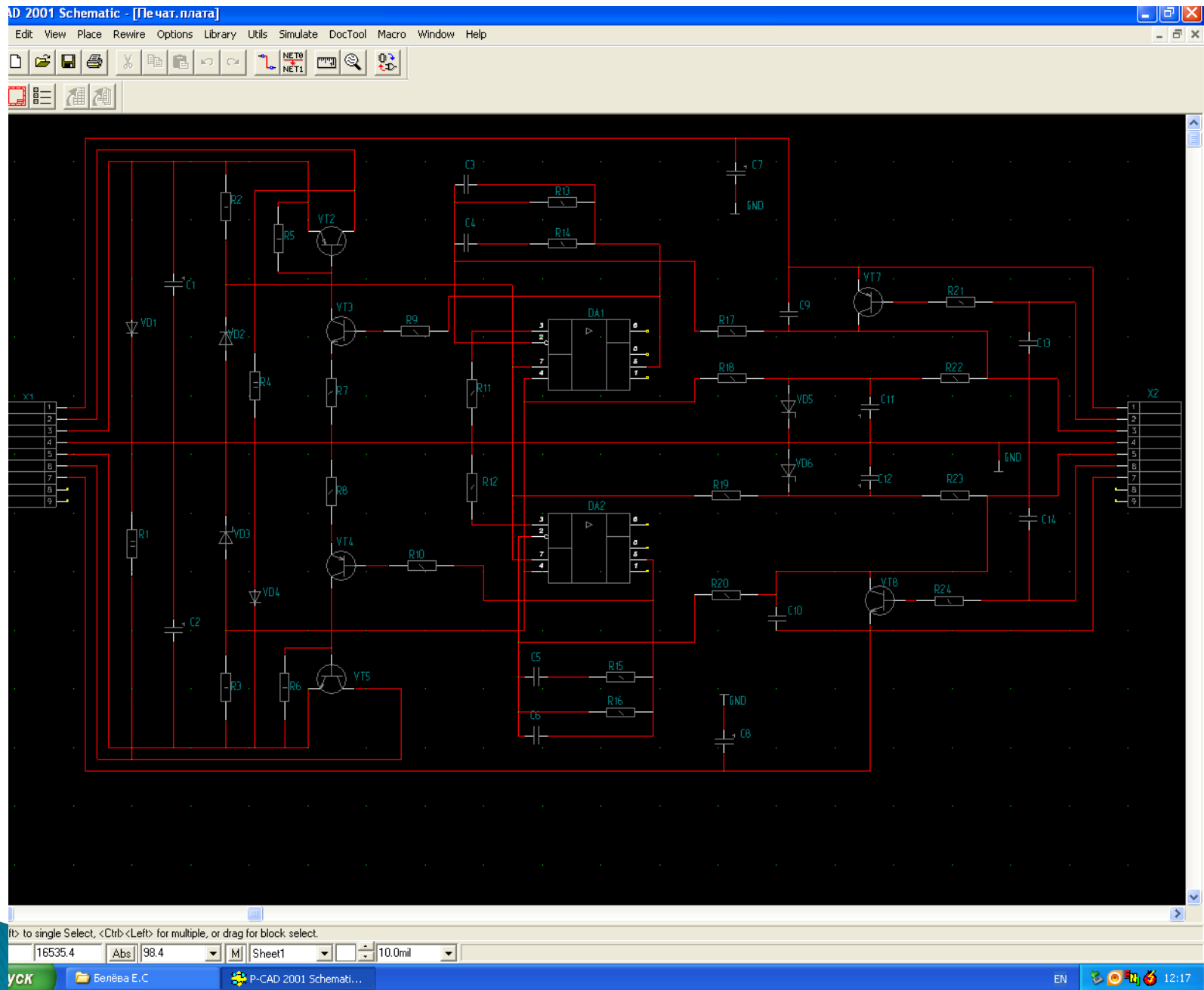


Рисунок 1. Печатная плата: основная схема

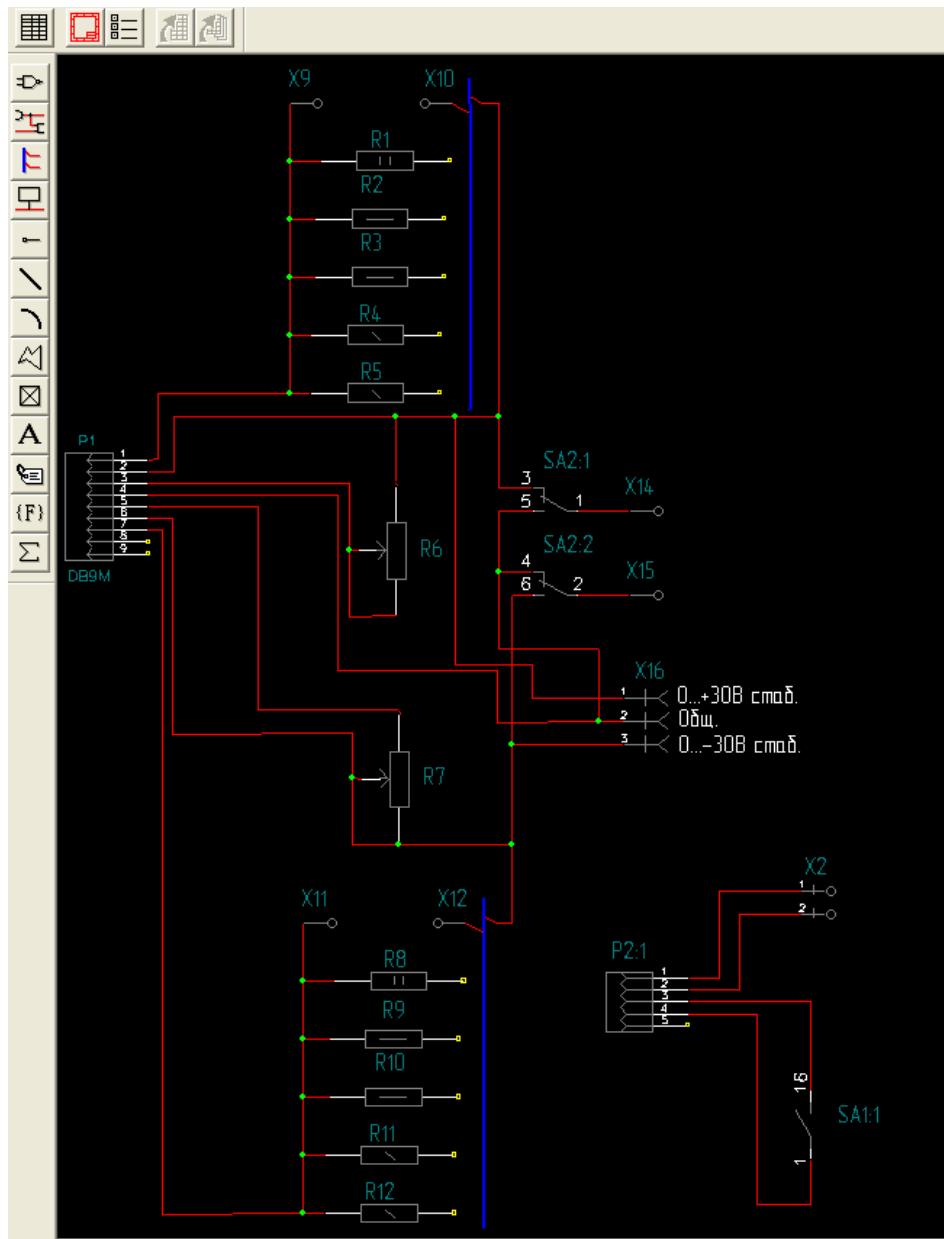


Рисунок 2. Индикационная схема

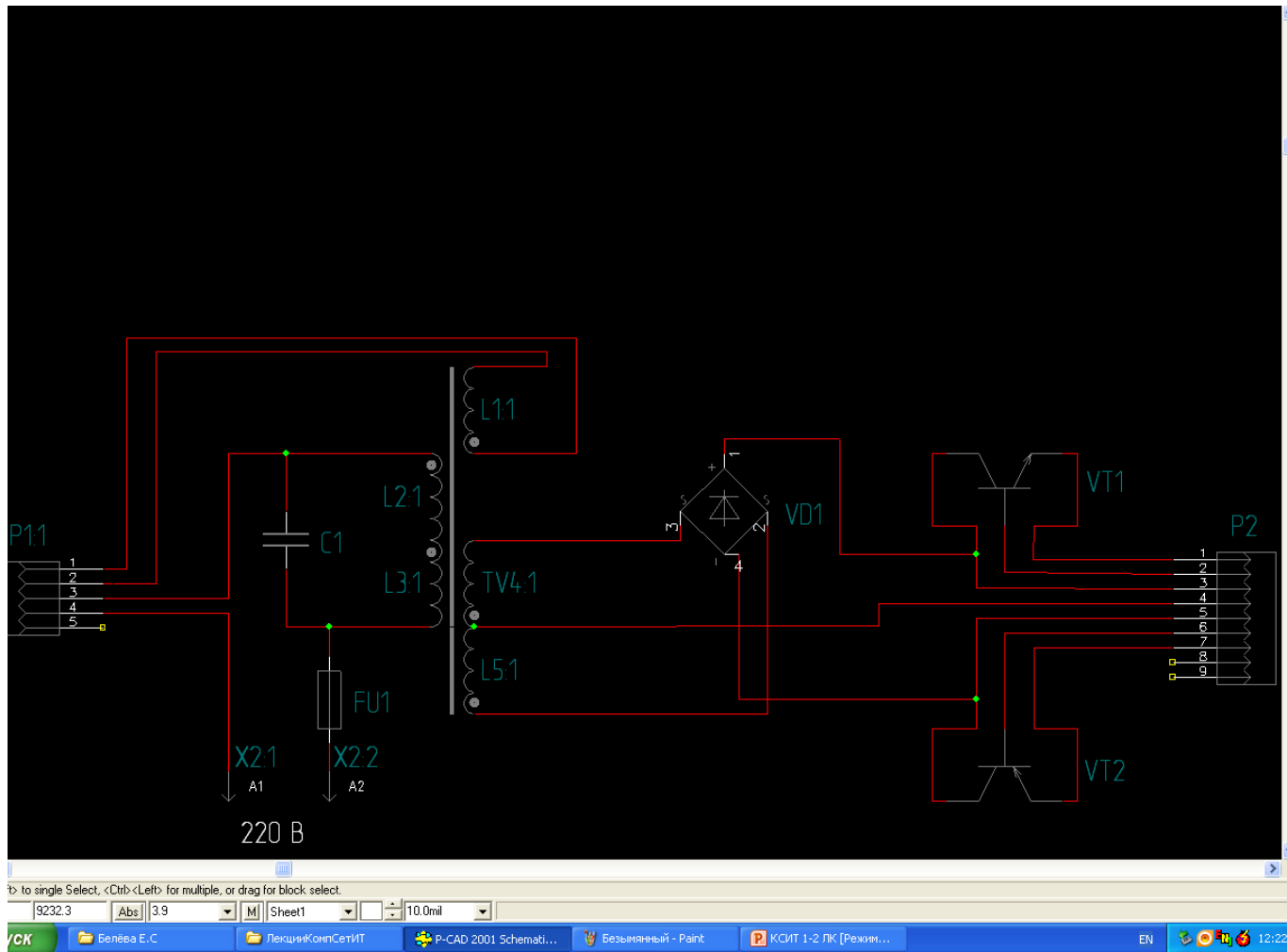


Рисунок 3. Силовая схема

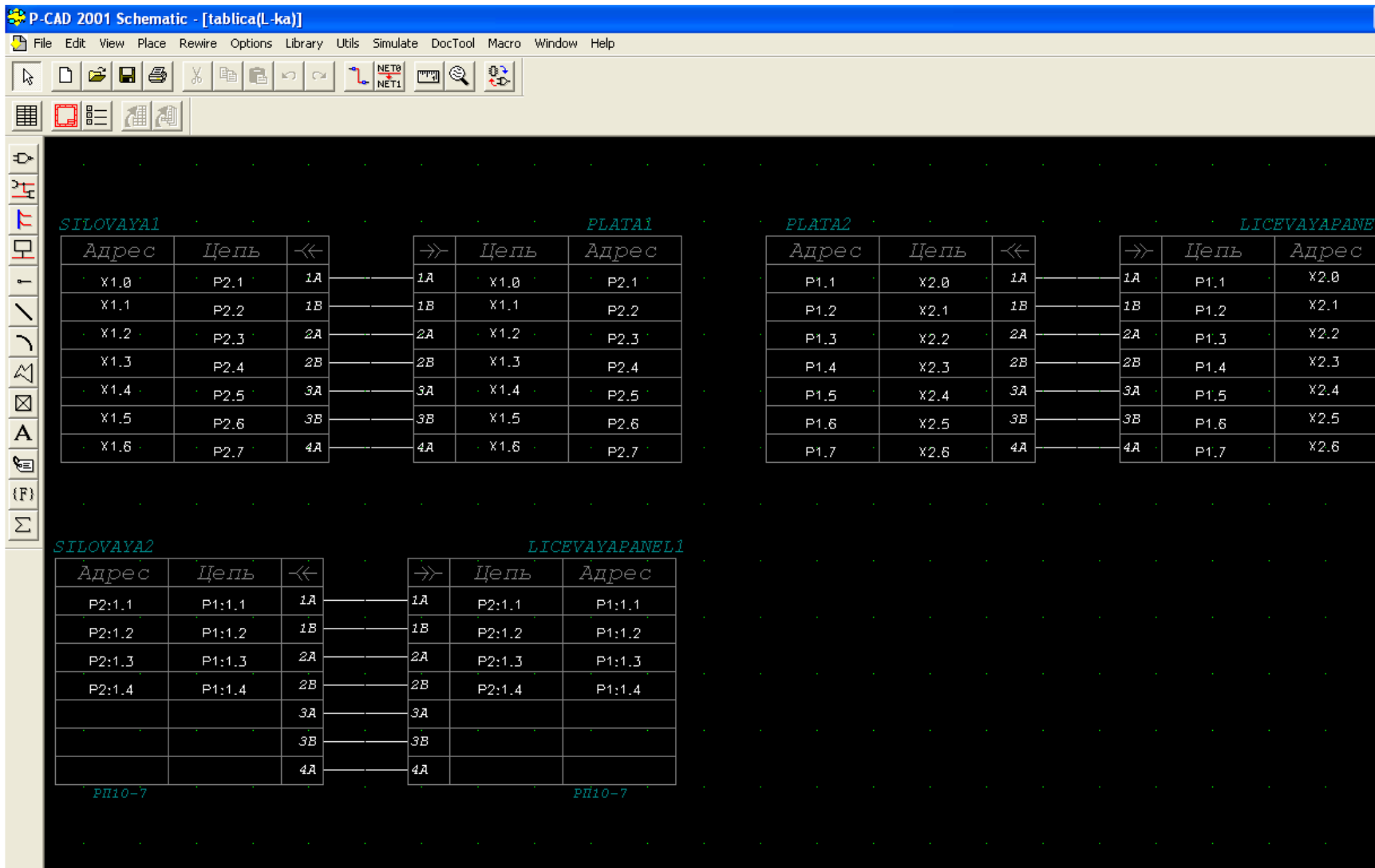


Рисунок 4. Схема соединений

Для успешной трассировки необходимо:

- Сгенерировать NET-лист.
- Загрузить архив библиотеки, используя инструмент «LibraryArchiveLibrary», далее производим сохранение данной библиотеки.
- Установить данную библиотеку в программу «P-CAD 2001 PCB» и загрузить сгенерированный Netlist.
- Проводим три варианта трассировки при помощи автотрассировщика «P-CAD ShapeRoute». Сравниваем три варианта по полученным данным с помощью «ReportStatistic» и выбираем самый оптимальный.

Проверка схемы

После создания схемы электрической принципиальной необходимо проверить электрические соединения схемы, используя следующий алгоритм:

1. Utils/ERC

Появится окно, в котором необходимо отметить:

Single Node Nets – поиск цепей, имеющих единственный узел;

No Node Net - поиск цепей, не имеющих узлов;

Electrical Error – поиск электрических ошибок, соединение выводов компонентов, их подключение к общим цепям;

Unconnected Wires – поиск подключенных (висячих) выводов компонентов;

Bus/Net Errors – поиск ошибок групповой связи;

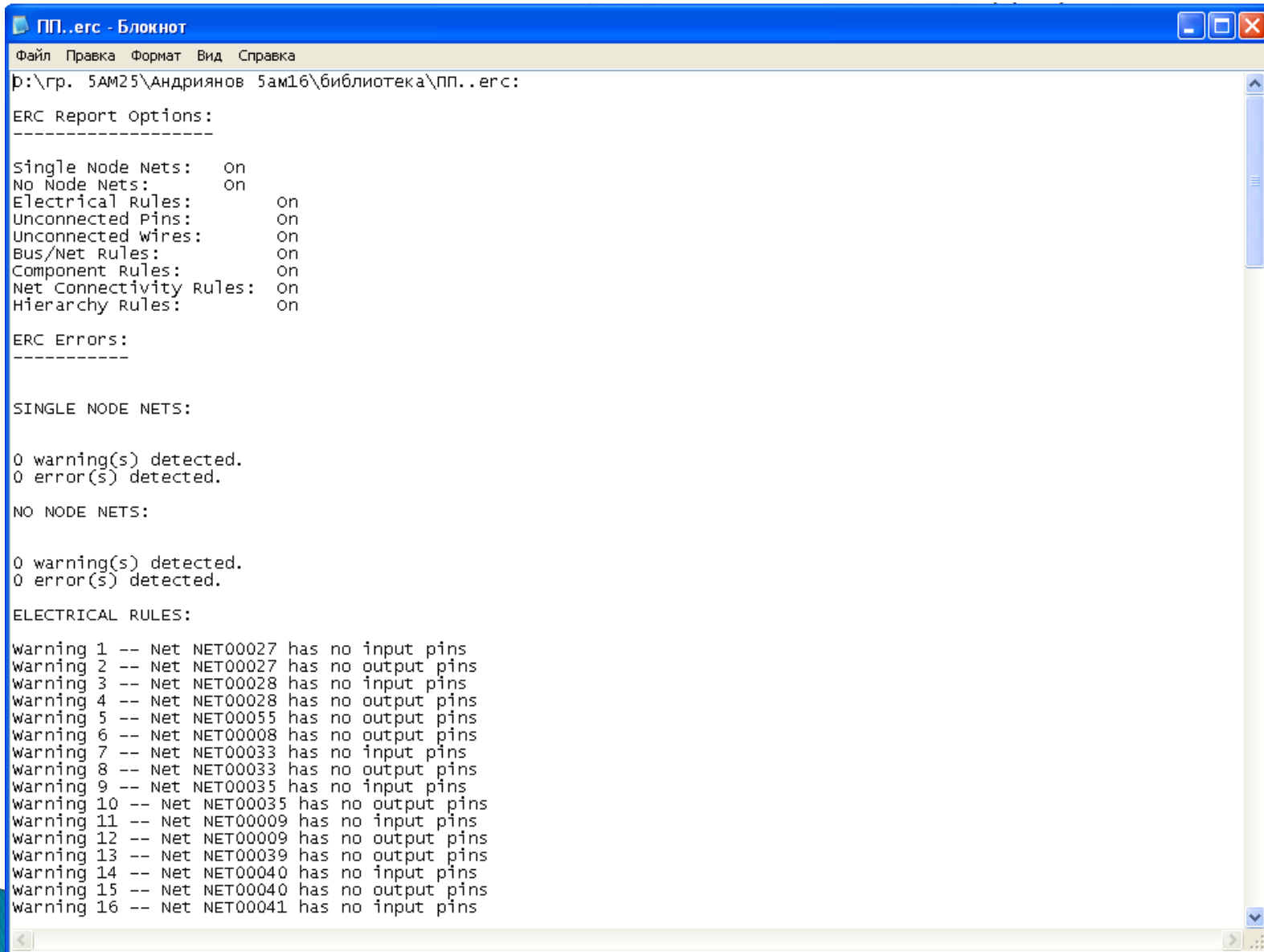
Component Errors – поиск ошибок компонентов;

Net Connectivity Errors – поиск неправильно подключенных цепей земли или питания;

Установка View Report вызывает просмотр файла сообщений об ошибках по окончании верификации схемы.

Annotate Errors – включение цветового выделения ошибок в схеме.

Отчёт об ошибках в схеме (рис. 6)



```
ПП..erc - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
D:\гр. 5AM25\Андриянов 5ам16\библиотека\пп..erc:

ERC Report Options:
-----

Single Node Nets:    On
No Node Nets:       On
Electrical Rules:   On
Unconnected Pins:   On
Unconnected Wires:  On
Bus/Net Rules:      On
Component Rules:    On
Net Connectivity Rules: On
Hierarchy Rules:    On

ERC Errors:
-----

SINGLE NODE NETS:

0 warning(s) detected.
0 error(s) detected.

NO NODE NETS:

0 warning(s) detected.
0 error(s) detected.

ELECTRICAL RULES:

Warning 1 -- Net NET00027 has no input pins
Warning 2 -- Net NET00027 has no output pins
Warning 3 -- Net NET00028 has no input pins
Warning 4 -- Net NET00028 has no output pins
Warning 5 -- Net NET00055 has no output pins
Warning 6 -- Net NET00008 has no output pins
Warning 7 -- Net NET00033 has no input pins
Warning 8 -- Net NET00033 has no output pins
Warning 9 -- Net NET00035 has no input pins
Warning 10 -- Net NET00035 has no output pins
Warning 11 -- Net NET00009 has no input pins
Warning 12 -- Net NET00009 has no output pins
Warning 13 -- Net NET00039 has no output pins
Warning 14 -- Net NET00040 has no input pins
Warning 15 -- Net NET00040 has no output pins
Warning 16 -- Net NET00041 has no input pins
```

Создание Net-листа:

После создания схемы электрической принципиальной необходимо создать файл электрических соединений, используя следующий алгоритм:

Команда - Utils/Load Netlist, появится окно, в котором необходимо отметить:

Netlist_Filename – выбрать свой файл и установить переключатели на против следующих строк:

Optimize Nets – вкл./выкл. режима оптимизации списка соединений для минимизации длин соединений на ПП;

Reconnect Copper - вкл./выкл. режима подключения к цепи , имеющих на ПП участкам металлизации;

Check for Copper Sharing - вкл./выкл. режима проверки наличия ошибок на ПП;

Create Pseudo Pattern – обеспечение возможностей загрузки списка соединений, содержащего ссылки на компоненты, не имеющие присоединенных корпусов.

```
ПП. - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
ACCEL_ASCII "C:\P\ПП..net"
(asciiHeader
  (asciiVersion 3 0)
  (timestamp 2012 3 27 22 50 39)
  (program "P-CAD 2001 Schematic" "16.01.06")
  (copyright "Copyright © 1992-2001 ACCEL Technologies, Inc.")
  (fileAuthor "")
  (headerString "")
  (fileUnits mm)
  (guidString "{1345DA6B-401C-4EAC-A9A7-41C2BD5043D7}")
)
(library "Library_1"
  (textStyleDef "(Default)"
    (font
      (fontType stroke)
      (fontFamily sanserif)
      (fontFace "QUALITY")
      (fontHeight 2.54)
      (strokeWidth 0.254)
    )
    (textStyleAllowType False)
    (textStyleDisplayType False)
  )
  (textStyleDef "(Pinstyle)"
    (font
      (fontType stroke)
      (fontFamily sanserif)
      (fontFace "QUALITY")
      (fontHeight 2.3114)
      (strokeWidth 0.2286)
    )
    (textStyleAllowType False)
    (textStyleDisplayType False)
  )
  (textStyleDef "(Partstyle)"
    (font
      (fontType stroke)
      (fontFamily sanserif)
      (fontFace "QUALITY")
      (fontHeight 3.4798)
      (strokeWidth 0.3556)
    )
    (textStyleAllowType False)
    (textStyleDisplayType False)
  )
  (textStyleDef "(wirestyle)"
    (font
      (fontType stroke)
      (fontFamily sanserif)
      (fontFace "QUALITY")
      (fontHeight 1.524)
      (strokeWidth 0.2286)
    )
    (textStyleAllowType False)
    (textStyleDisplayType False)
  )
  (textStyleDef "(Portstyle)"
    (font
      (fontType stroke)
      (fontFamily sanserif)
      (fontFace "QUALITY")
      (fontHeight 1.524)
    )
  )
)
```

NET. Лист (рис. 5)

Важно!!!

Далее необходимо открыть данный файл с помощью программы Блокнот и заменить все буквы «я».

Важно!

Ошибки соответствуют тем флажкам напротив, которых была галочка.

Предупреждения же о:

Неподключенной лапке (висячая);

Отсутствию лапки;

Отсутствию номера лапки.

Не влияют на трассировку схемы!!!

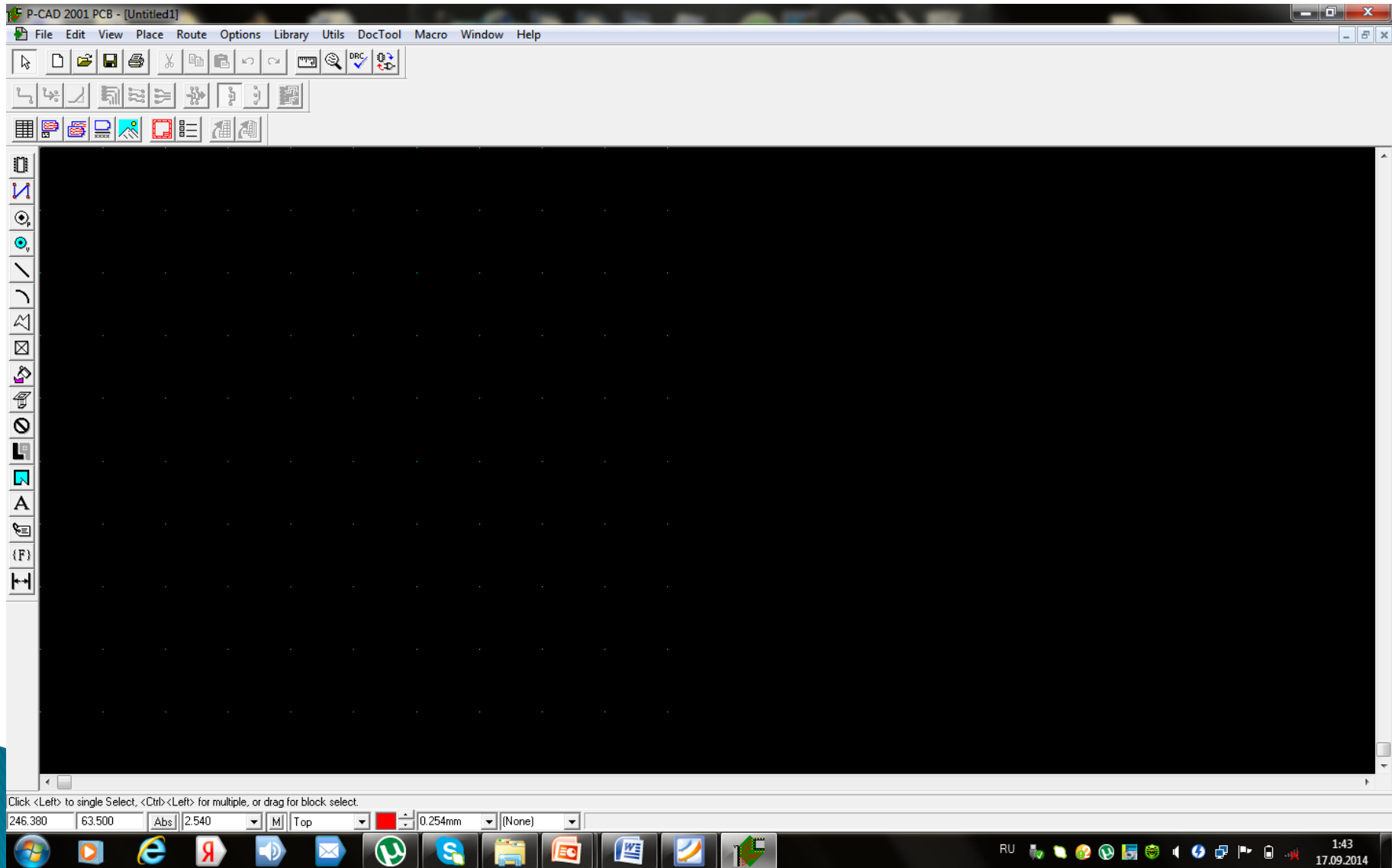
Создание bom - файла

Для генерации bom-файла следует дать команду :

File / Reports и указав тип отчёта, сохранить его в папке текущего проекта (рис. 7). Позиционные обозначения элементов – GOST5.

Count	ComponentName	RefDes	PatternName	Value	Autor				
1	C2-33H-0.125W_O	R11	C2-33H-0.125W	1 к					
2	C2-33H-0.125W_O	R26	C2-33H-0.125W	4,3 к					
1	C2-33H-0.125W_O	R37	C2-33H-0.125W	4,7 к					
3	C2-33H-0.125W_O	R47	C2-33H-0.125W	8,2 к					
1	C2-33H-0.125W_O	R48			1 R5407L	VD5	RS-4L		
1	C2-33H-0.125W_O	R50			1 ГТ320Б	VT1	ГТ320Б		
1	C2-33H-0.125W_O	R38	C2-33H-0.125W	9,1 М	2 КС515А	VD1	КС515А		
2	C2-33H-0.125W_O	R54	C2-33H-0.125W	39 к					
1	C2-33H-0.125W_O	R21	C2-33H-0.125W	62 к	2 К10-17Б-М47-10Н	C25	К10-17Б-4	0,01 МК	
1	C2-33H-0.125W_O	R40	C2-33H-0.125W	82 к		C26			
1	C2-33H-0.125W_O	R22	C2-33H-0.125W	200 к	1 К10-17Б-М47-910	C15	К10-17Б-2	100	
1	C2-33H-0.125W_O	R10	C2-33H-0.125W	330 к	1 К10-17Б-М47-160	C4	К10-17Б-2	1500	
1	C2-33H-0.125W_O	R39	C2-33H-0.125W	910 к	1 К10-17Б-М47-330	C3	К10-17Б-4	3300	
1	C2-33H-0.25W_OL	R45	C2-33H-0.25W	1 к	1 К10-17Б-М47-330	C5	К10-17Б-4	5100	
1	C2-33H-0.25W_OL	R7	C2-33H-0.25W	1,2 М	1 К10-17Б-Н20-68Н	C20	К10-17Б-2	0,1 МК	
1	C2-33H-0.25W_OL	R28	C2-33H-0.25W	6,8 к	2 К10-17Б-Н20-68Н	C23	К10-17Б-2	0,05 МК	
1	C2-33H-0.25W_OL	R44	C2-33H-0.25W	10 к		C24			
1	C2-33H-0.25W_OL	R27	C2-33H-0.25W	43 к	1 К10-17Б-Н20-68Н	C6	К10-17Б-2	0,068 МК	
1	C2-33H-0.25W_OL	R15	C2-33H-0.25W	47 к	10 К10-17Б-Н20-100	C1	К10-17Б-2	0,1 МК	
1	C2-33H-0.25W_OL	R14	C2-33H-0.25W	220 к		C2			
1	C2-33H-0.25W_OL	R24	C2-33H-0.25W	330		C9			
1	C2-33H-0.5W_OLD	R53	C2-33H-0.5W_15М	2,2 к		C10			
1	C2-33H-0.5W_OLD	R52	C2-33H-0.5W_15М	8,2 к		C11			
1	C2-33H-0.5W_OLD	R30	C2-33H-0.5W_15М	16 к		C12			
1	C2-33H-0.5W_OLD	R23	C2-33H-0.5W_15М	30 к		C13			
3	C2-33H-0.5W_OLD	R3	C2-33H-0.5W_15М	680 к		C21			
1	C2-33H-0.5W_OLD	R16	C2-33H-0.5W_15М	820		C22			
1	C2-33H-1W_OLD_U	R18	C2-33H-1W_17.5М	5,1 к	1 К10-17Б-Н20-270	C7	К10-17Б-4	0,25 МК	
1	C2-33H-1W_OLD_U	R35	C2-33H-1W_17.5М	220	1 К50-35-10МКФ-25	C14	К50-35-0511		
1	C2-33H-2W_OLD_U	R6	C2-33H-2W	5,6 М	1 К50-35-47МКФ-35	C8	К50-35-1625		
2	C2-33H-2W_OLD_U	R32	C2-33H-2W	20 к	2 К50-35-100МКФ-3	C16	К50-35-1835		
3	C2-33H-2W_OLD_U	R12	C2-33H-2W	100 к		C17			
1	C2-33H-2W_OLD_U	R17			2 К50-35-220МКФ-5	C18	К50-35-1020		
1	C2-33H-2W_OLD_U	R29			2 КД226Б	C19	КД226		
1	C2-33H-2W_OLD_U	R31	C2-33H-2W	130 к	2 КТ605А	VD3	КТ226		
1	C2-33H-2W_OLD_U	R19	C2-33H-2W	270 к	2 КТ605А	VD4	КТ605		
68	CONNECTOR	X1	CONPIN		4 КТ3102БМ	VT3	КТ26-1		
		X2				VT5			
		X3				VT6			
						VT7			

Интерфейс графического редактора P-CAD PCB (рис. 8):



Пиктограммы меню инструментов этого редактора следующие:

Place Component – размещение корпуса элемента;

Place Connection – ввод электрической связи;

Place Pad – размещение стека контактной площадки (КП);

Place Via – размещение переходного отверстия;

Place Line – рисование линии;

Place Arc – рисование дуги;

Place Polygon – рисование полигона;

Place Point – размещение точки привязки;

Place Copper Pour – размещение области металлизации;

Place Cutout – размещение выреза в области металлизации;

Place Keepout – создание барьера трассировки;

Place Plane – создание линии раздела двух слоев металлизации;

Place Room – создание «комнаты»;

Place Text – размещение текста;

Place Attribute – размещение атрибута;

Place Field – размещение строки данных трасс;

Place Dimension – простановка размера;

Measure – измерение расстояния;

Интерфейс графического редактора P-CAD PCB:

Online DRC – проверка соблюдения ограничений;

Record ECOs – начать/закончить запись файла изменений;

Rout Manual – прокладка проводников вручную;

Route Interactive – прокладка проводников в интерактивном режиме;

Route Miter – сглаживание изгиба проводников;

Route Bus – прокладка шин;

Route Multi Trace – прокладка нескольких проводников;

Route Fanout – создание (генерация) стрингеров (коротких отрезков трасс);

Push Traces – отталкивание трасс;

Maximize Hugging – улучшение огибания препятствий;

Minimize Length – уменьшение длины

Настройки P-CAD PCB:

1. Стандартная процедура настройки рабочего файла (ед. измерений, шаг сетки, шрифты, толщина токопроводящих линий, минимальное расстояние между токопроводящими элементами и т.д.).
2. Создание зоны запрета: в слое Board по команде Place/Line, установить контур в виде замкнутой линейно-замкнутой линии.
3. Прорисовка контура печатной платы, крепёжные отверстия, элементы схемы, конструктивно привязанные к постоянным местам (разъёмы).
4. Зоны запрета для трассировки печатных проводников.
5. Установка способа нанесения линии области запрета: Options/ Current Keepout, отметить Line (пунктирная линия), Current (область запрета будет распространяться на действующий слой)

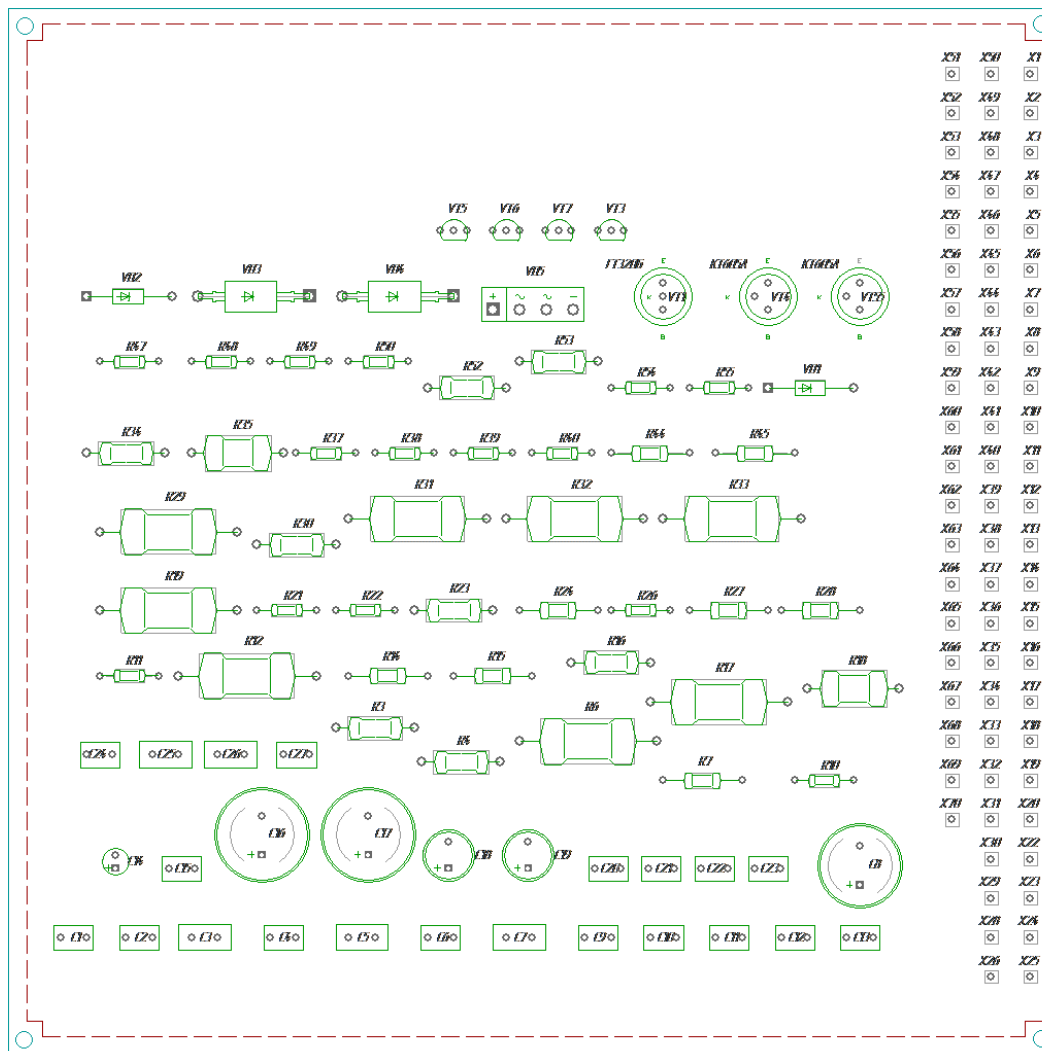


Рисунок 9 – Расстановка элементов на печатной плате

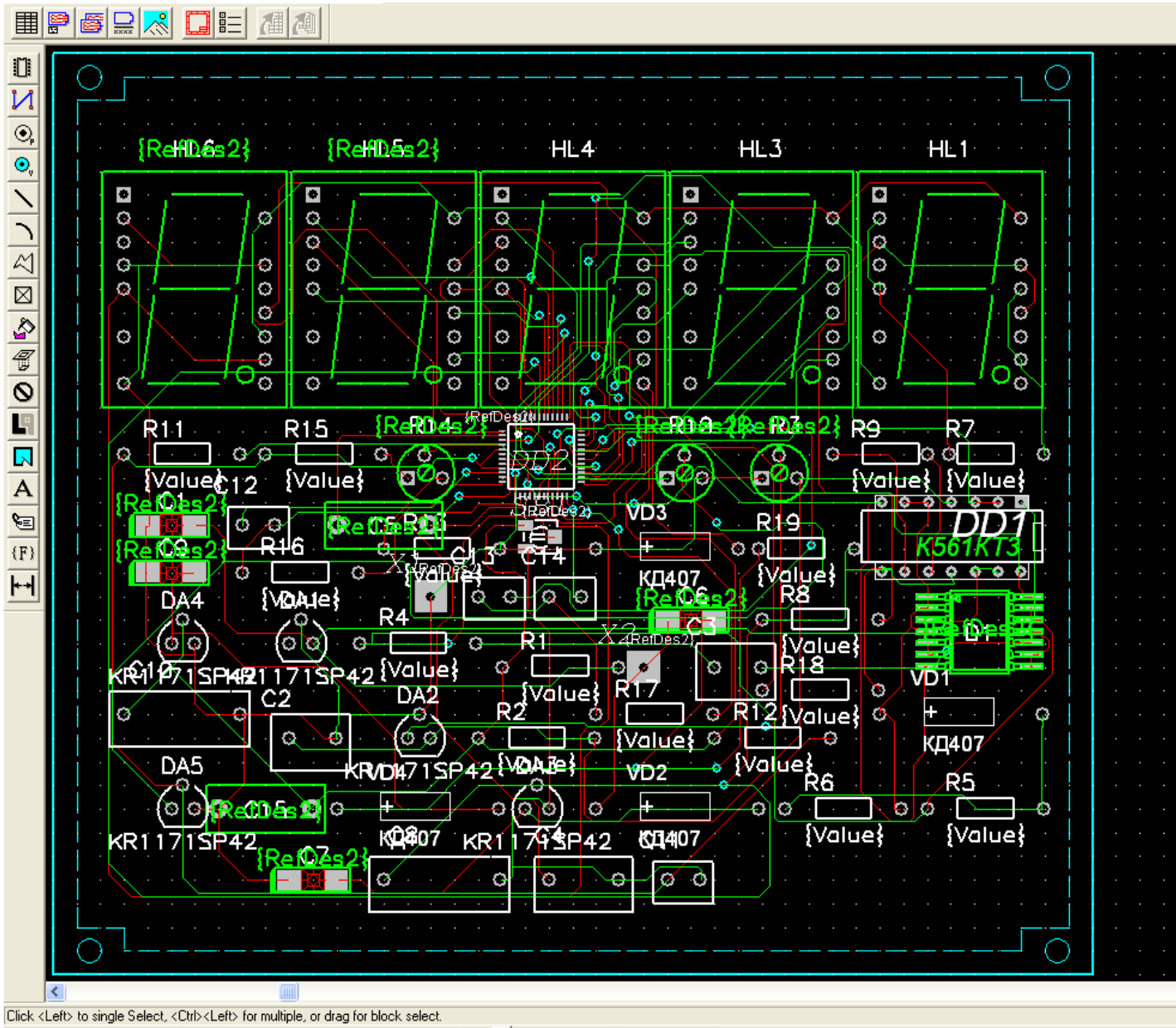


Рисунок 10. Трассировка схемы

После завершения размещения компонентов выполняем минимизацию длин соединений путём перестановки логически эквивалентных секций компонентов и их выводов по команде **Utils | Optimize Nets**.

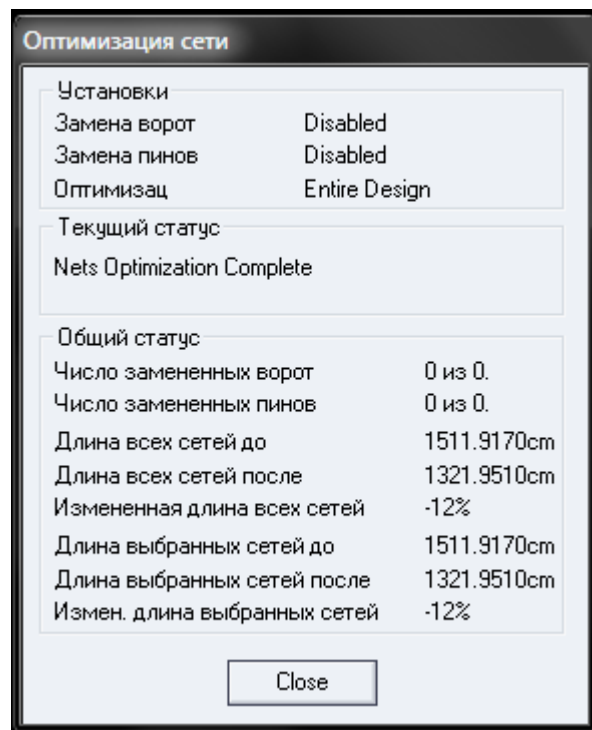


Рисунок 11. Оптимизация цепей соединения

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.

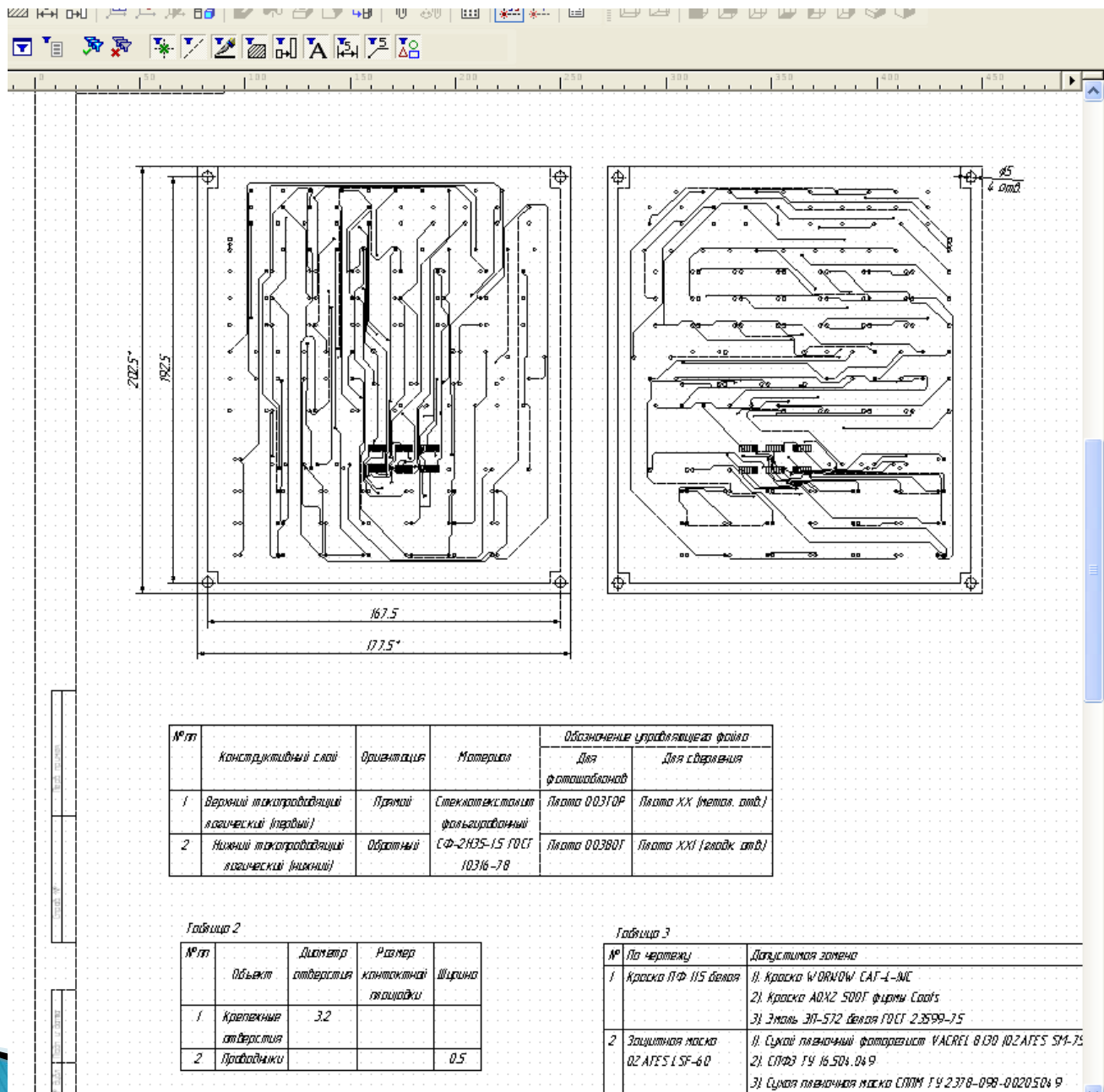


Рисунок 12. Чертеж печатной платы (фрагмент)

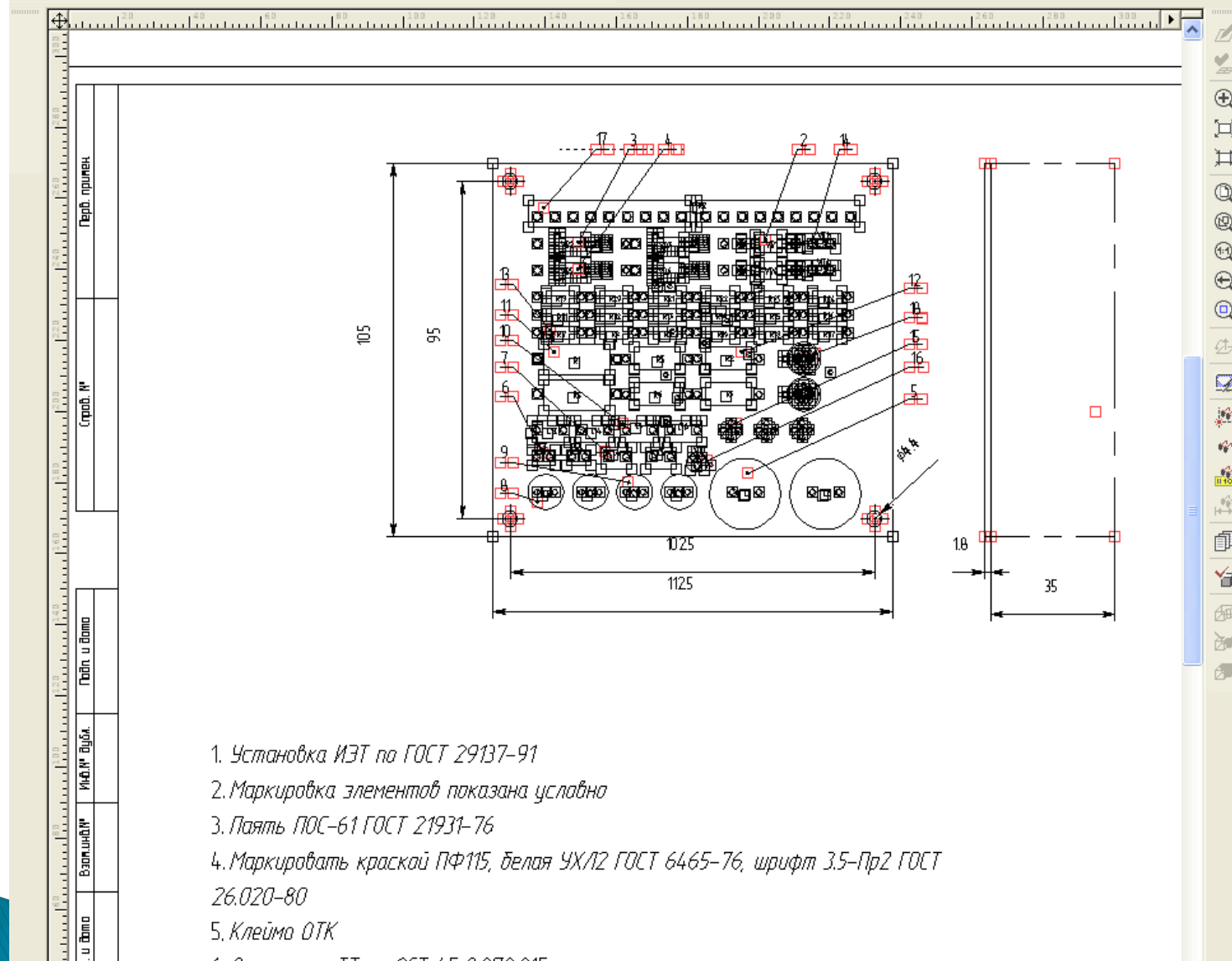


Рисунок 13. Сборочный чертёж

листеры

Формат Зона	Пол.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Пер.б. примен.					
А3		ФЮРА 000000.000	Документация		
А1		ФЮРА 000000.000	Сборочный чертеж	1	
		ФЮРА 000000.000	Чертеж платы	1	
Детали					
	1		Плата	1	
Прочие изделия					
Диоды и стабилизаторы					
	2		КД206А		У01
	3		КС168А		У02
	4		КС527А		У03
	5		ДВ14Д		У04
	6		КС168А		У05, У08, У09
	7		КС113А		У06, У07
	8		КС24Г		У010, У011
	9		КД521А		У012, У013, У014
Транзисторы					
	10		КТ303Е		У11
Транзисторы					
	11		1Т308		У12, У13
	12		1Т308		У15, У16
	13		2Т368		У17, У18
ФЮРА 000000.000					
Изм.		Лист	№ докум.	Полп.	Дата
Разраб.	Инженер П.С.				
Проб.	Павел Л.А.				
И.контр.					
Этп.					
			Лабораторный источник питания		
Лит.	Лист	Листов			
9	1	2			
			ТПУ ЭНИИ зр.5АМ16		
Копировал			Формат А4		

Рисунок 14. Спецификация (фрагмент)

Спасибо за внимание!

Компьютерные, сетевые, информационные технологии

Лекция № 4 «Программы MATLAB , ElCut»

Лектор:

Ст. преподаватель кафедры «Электропривода и
электрооборудования»

к.т.н. Паюк Любовь Анатольевна

Цели лекции:

1. Познакомить студентов с основными этапами работы в прикладных пакетах MATLAB , ElCut.
2. Научить моделированию физических процессов в исследуемых схемах.

Историческая справка

Этапы создания современной системы MATLAB:

1. Систему MATLAB разработал Молер (С.В. Moler) в 70-х г. г. XX века, которая использовалась на больших ЭВМ. В начале 80-х г. г.
2. Джон Литл (John Little) из фирмы Math Works, Inc. Модернизировал эту систему для персональных компьютеров типа IBM PC, VAX и Macintosh.
3. К расширению системы были привлечены крупнейшие ученые и научные школы в математике, программировании и естествознании.

Это позволило MATLAB стать признанным лидером в решении различных проблем науки и техники среди других подобных систем. Этому способствовало создание языка программирования, который вобрал в себя преимущества традиционных языков (Fortran, Pascal, Basic, C++) и достаточно мощных средств визуализации и моделирования. Более подробно о преимуществах и возможностях системы MATLAB можно узнать в специализированных изданиях [1].

Кроме чисто научных задач, средствами MATLAB могут быть успешно решены и довольно сложные инженерные проблемы, такие, как:

1. Поиск спектра частот собственных колебаний и критических сил;
2. Поиск потери устойчивости стержневых, пластинчатых и оболочечных систем;
3. Решение краевых задач для упругих систем и задач сейсмостойкости сооружений;
4. Моделирование систем электроприводов различных типов;
5. Моделирование процессов в упругих системах и др.

Численные результаты таких задач должны сопровождаться соответствующими эпюрами и формами, т. е. визуализацией расчетов. MATLAB обеспечивает решение и этой проблемы, что очень привлекательно для учебного процесса, где студенты тратят достаточно много времени на графическую часть курсовых и дипломных проектов. Кроме MATLAB существуют и другие, довольно мощные среды программирования и визуализации, такие как Visual Digital Fortran, Delphi, Visual C++ и т. п.

Основные элементы языка программирования и визуализации расчетов в системе MATLAB

Таблица №1. Арифметические и логические операторы

Функция	Обозначение (синтаксис)
Сложение	$+$ (M1+M2)
Вычитание	$-$ (M1-M2)
Матричное умножение	$*$ (M1*M2)
Поэлементное умножение массивов	$.*$ (M1.*M2)
Возведение матрицы в степень	\wedge (M1 \wedge x)
Поэлементное возведение массива в степень	$.\wedge$ (M1. \wedge x)
Деление матриц слева направо	$/$ (M1 / M2)
Поэлементное деление массивов слева направо	$./$ (M1 ./ M2)
Деление матриц справа налево	\backslash (M1 \ M2)
Поэлементное деление массивов справа налево	$.\backslash$ (M1 .\ M2)

Таблица №2. Операторы отношения

Функция	Оператор (синтаксис)
Равно	$== (x == y)$
Не равно	$\sim = (x \sim = y)$
Меньше	$< (x < y)$
Больше	$> (x > y)$
Меньше или равно	$< = (x < = y)$
Больше или равно	$> = (x > = y)$

Таблица № 3 Логические операторы

Функция	Оператор (синтаксис)
Логическое И	& ; <i>and (and (a, b))</i>
Логическое ИЛИ	 ; <i>or (or (a, b))</i>
Логическое НЕ	~ ; <i>not (not (a, b))</i>
Исключающее ИЛИ	<i>xor (xor (a, b))</i>
Верно, если все элементы вектора равны нулю	<i>any (any (a))</i>
Верно, если все элементы вектора не равны нулю	<i>all (all (a))</i>

М-файл

Кроме М-файла сценария, в MATLAB существует М-файл функция. Отличие М-файла функции от сценария состоит в том, что он является аналогом подпрограммы типа `function` в языке `Pascal`.

Структура М-файла функции с одним выходным параметром имеет вид:

```
function var = f_name (Список параметров)
```

```
%      Основной комментарий, если необходимо.
```

```
%      Дополнительный комментарий, если необходимо.
```

```
      Тело программы с любыми выражениями.
```

```
var = выражение
```

Внимание: Имя М-файла функции должно совпадать с самой `f_name` (именем самой функции). MATLAB автоматически присваивает данное имя при выполнении команды **Save as**.

Пример создания нелинейного элемента (НЛ)

$$I_{зу} = \begin{cases} k_{св} \cdot v^3, & \text{если } v \leq v_{ном} \\ I_{зуном}, & \text{если } v \geq v_{ном} \end{cases}$$

где $k_{св}$ - коэффициент скорости ветра, рассчитываемый по паспортным данным ветроустановки и являющийся постоянным для конкретной модели; $v_{ном}$ - номинальная скорость ветра $I_{зуном}$ – номинальный задающий сигнал активного тока ротора представлен в виде блока Nonlinear. Его реализация представлена на рисункт 1.

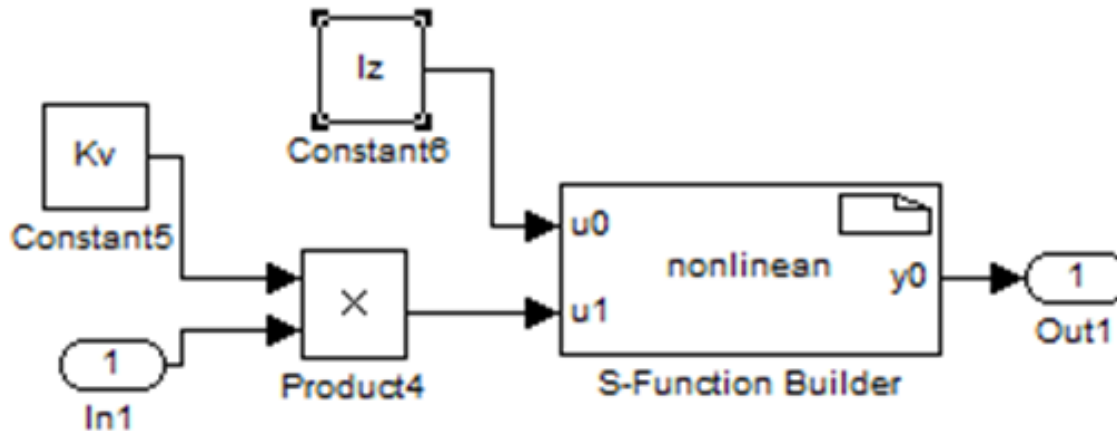


Рисунок 1.

Событием управления, по которому происходит смена указанных состояний, служит команда сравнения. Ее реализация с помощью программы, записанной в блоке S – функции представлена ниже:

```
if (u1[0]>=15) y0[0]=u0[0];  
if (u1[0]<15) y0[0]=u1[0];
```

Компаратор К представлен в виде блока S-FunctionBuilder1. Программа, записанная в блоке S – функции представлена ниже:

```
if (u1[0]<=u0[0]) y0[0]=u1[0];  
if (u1[0]>u0[0]) y0[0]=0;
```

Логический ключ представлен в виде блока Klyuch. Программа, записанная в блоке S – функции представлена ниже:

```
if (u2[0]==0) y0[0]=u0[0];  
if (u2[0]>0) y0[0]=u1[0];  
if (u2[0]<0) y0[0]=u1[0];
```

где $u2[0]$ управляющее воздействие с компаратора К.

Назначение пакета Simulink

Пакет Simulink служит для блочного моделирования различных систем и устройств. Для построения функциональной блок-схемы моделируемых устройств Simulink имеет обширную библиотеку блочных компонентов и удобный редактор блок-схем. Последний основан на использовании возможностей графического интерфейса пользователя и по существу является типичным средством визуального программирования. Используя палитры компонентов (наборы) блок-схем, пользователь с помощью мышки переносит нужные компоненты с палитр на рабочий стол пакета Simulink и соединяет линиями входы и выходы блоков. Таким образом, готовится блок-схема моделирования нужной системы или устройства.

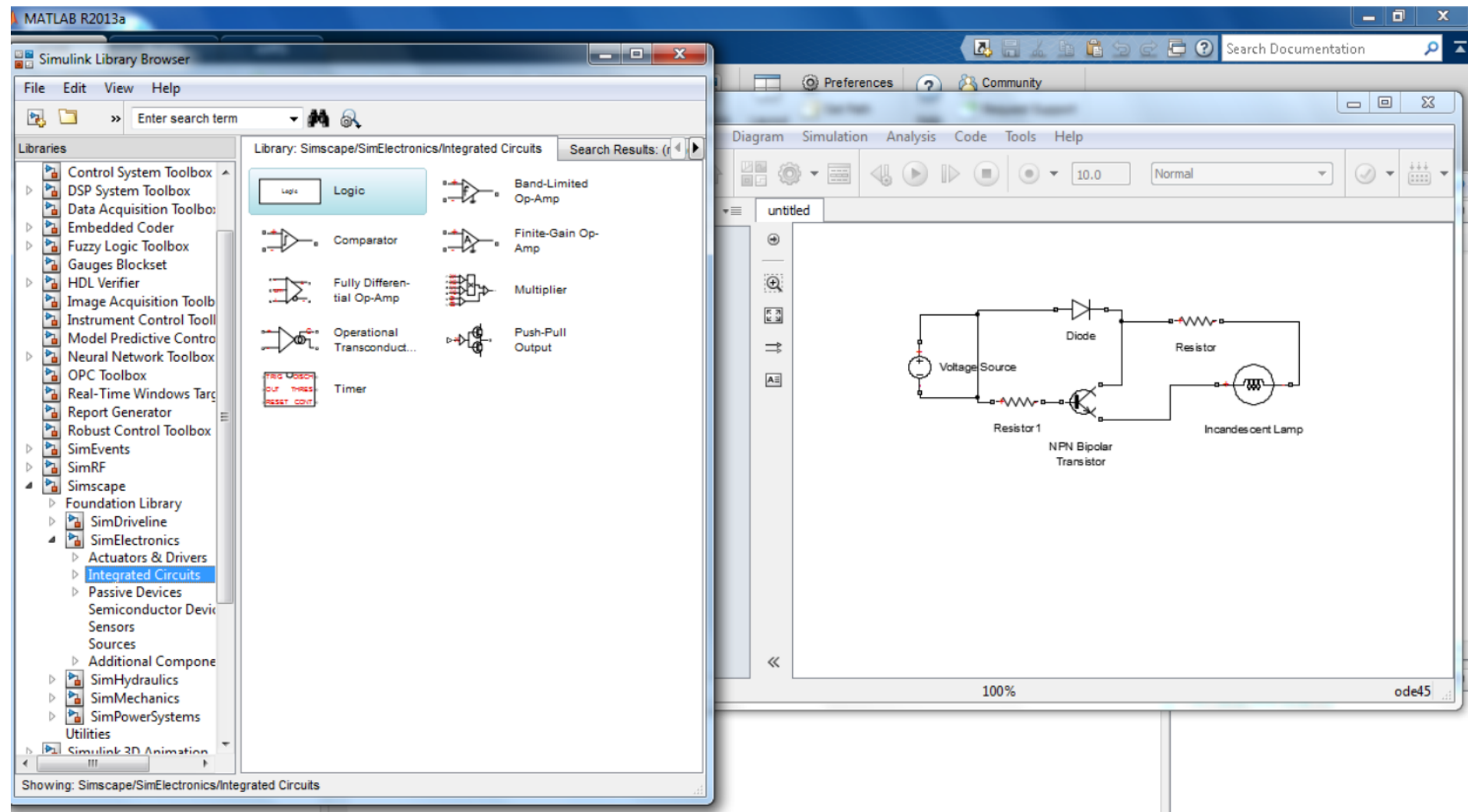


Рисунок 2. Внешняя панель программы MATLAB приложения Simulink

Ценность Simulink заключается и в обширной открытой для изучения и модификации библиотеке компонентов. Она включает в себя:

- источники сигналов с практически любыми временными зависимостями (от скачка до произвольной функции, задаваемой пользователем),
- масштабирующие, линейные и нелинейные преобразователи с разнообразными формами передаточных характеристик,
- квантующее устройство,
- интегрирующие и дифференцирующие блоки и так далее.

Совместно с Simulink используется ряд пакетов. Ниже приведены краткие сведения о наиболее важных из них:

Communications – пакет моделирования коммуникационных устройств (более 100 функций и 150 компонентов);

Signal Processing – пакет для проектирования сложных устройств обработки сигналов;

Real Time Workshop – пакет для моделирования в реальном масштабе времени, обеспечивающий создание кода на языке программирования C;

Stateflow – пакет для моделирования событийно-управляемых систем на базе теории конечных автоматов;

DSP Blockset – библиотека моделирования цифровых сигнальных процессоров DSP (Digital Signal Processor) - цифровых фильтров.

Главное меню системы имеет следующие позиции:

File – работа с файлами моделей и библиотек (их создание, сохранение, считывание и печать).

Edit – операции редактирования, работа с буфером промежуточного хранения и создание субсистем.

View – вывод или удаление панелей инструментов и статуса.

Simulation – управление процессом моделирования (старт, ввод паузы и вывод окна настройки параметров симуляции).

Format – операции форматирования модели (смена фонов, редактирование надписей, повороты блоков, использование тени от блоков операции с цветами линий блоков, их фоном и общим фоном).

Tools – управление видом анализа (в линейной области и в режиме реального времени RTW).

Регистрирующие элементы – важное средство высококачественной визуализации результатов блочного моделирования. Некоторые регистраторы в Simulink выполнены в виде, весьма похожем на реальные приборы, что нередко создает ощущение практической работы симулируемых систем.

В состав виртуальных регистраторов входят:

Scope - осциллограф для наблюдения временных и иных зависимостей.

XY Graph - графопостроитель в системе полярных координат.

Display - дисплей.

To File - устройство, описанное в файле.

To Workspace - устройство обзора рабочего пространства.

Stop Simulation - остановка симуляции.

Важно отметить, что виртуальные регистраторы фиксируют параметры любого типа, а не только электрические.

Прикладной пакет ElCut

Прикладной пакет ElCut применяется при решении задач теорий магнитного, электрического и температурных полей. Данная программа позволяет произвести проверку элементов ПП:

- Радиаторов для транзисторов (тепловые поля),
- Влияние аккумуляторной батареи на соседние элементы (тепловые поля);
- Влияние трансформаторов на различные элементы (магнитное поле переменных токов);
- Кварцевого генератора на микросхемы и др.

Основные вкладки программы ElCut:

1. Файл (операции с файлом: сохранение, удаление, переименование и т.д.);
2. Правка (вырезать, решить задачу, выбор метки и т.д.);
3. Вид;
4. Окна (рабочие окна);
5. Помощь.

Для решения той или иной задачи необходимо точно знать какие именно параметры необходимы, например:

1. Тепловая задача:

- **Начальные условия** – свойства сред (постоянная или изменяемая теплопроводность), **источники поля** (постоянные и зависящие от температуры, объемные источники тепловой мощности, конвекционные и радиационные источники), **мощность джоулевых потерь, граничные условия** (заданная температура, заданный тепловой поток на границе, заданная наперёд неизвестная температура);
- **Результат** – температура, градиент температуры, плотность теплового потока и интегральные значения теплового потока через заданные поверхности.

2. Магнитное поле переменных токов:

- **Начальные условия** – свойства сред (воздух, материалы с постоянной магнитной проницаемостью, токоведущие проводники с известным напряжением или током), **источники поля** (приложенное напряжение, полный ток проводника, плотность тока), **граничные условия** (заданное значение потенциала (условие Дирихле)), заданное значение касательной составляющей индукции, условие постоянства потока (нулевого потока) на поверхностях сверхпроводников;
- **Результат** – векторный магнитный потенциал, плотность тока, напряжение, магнитная индукция, напряженность магнитного поля, силы, моменты, омические потери, энергия магнитного поля, собственные и взаимные индуктивности.

Спасибо за внимание!