

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»  
в городе Борисоглебске

УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала  
 /Е.А. Позднова/  
«  »  2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины**

**«Автоматизированное проектирование печатных плат электронных  
средств»**

**Направление подготовки 11.03.03 Конструирование и технология  
электронных средств**

**Профиль Проектирование и технология радиоэлектронных средств**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года**

**Форма обучения Очная**

**Год начала подготовки 2023**

Автор программы



Н.В. Ципина

Заведующий кафедрой  
конструирования и тех-  
нологии ЭС



А.В. Башкиров

Руководитель ОПОП



А.В. Башкиров

**Борисоглебск 2023**

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цели дисциплины

- формирование базовых знаний и навыков автоматизированного проектирования электронных средств (ЭС), с использованием систем автоматизированного проектирования печатных плат (ПП);
- изучение назначения, возможностей основных программных средств и этапов проектирования ПП;
- формирование практических навыков автоматизированного конструкторского проектирования ЭС для проектирования узлов

## 1.2 Задачи освоения дисциплины

- освоить методы автоматизированного проектирования ЭС;
- выработать практические навыки проектирования узлов на ПП;
- освоить использование программ для автоматизированного конструкторского проектирования ЭС для проектирования узлов на ПП.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 учебного плана.

## 3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 Способен выполнять проектирование радиоэлектронных устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

ПК-4 Способен подготавливать конструкторскую и технологическую документацию на радиоэлектронные устройства

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать этапы проектирования печатных плат, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации, с использованием современных систем автоматизированного проектирования.
	уметь по техническому заданию проектировать узлы на печатных платах, проводить измерения с выбором технических средств и обработкой результатов.
	владеть современными методами проектирования печатных плат, навыками 3D моделирования печатных плат.
ПК-4	знать конструкторскую и технологическую документацию на печатные платы.
	уметь разрабатывать схемы электрические принципиальные, проек-

	тировать печатные плат в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР
	владеть современными программными комплексами разработки конструкторской и технической документации, используемой при проектировании печатных плат

#### 4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств» составляет 7 зачётных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	84	84
В том числе:		
Лекции	24	24
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	48	48
<b>Самостоятельная работа</b>	141	141
Курсовой проект	+	+
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – экзамен	27	27
Общая трудоемкость	час	252
	зач. ед.	7
		252
		7

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов ПП.	Предмет, цель и содержание курса. Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов ПП (P-CAD, Altium Designer, SolidWorks). Общие сведения о системе проектирования. Конструкторское проектирование МЭА и топологическое проектирование БИС. Уровни и задачи проектирования. Применение систем автоматизированного проектирования узлов ПП. Создание символов компонентов для схем электрических принципиальных. Общие сведения о графическом редакторе создания символов компонентов. Команды графического редактора. Порядок	4	2	8	23	37

		создания символов компонентов для схем электрических принципиальных. Создание библиотеки электрорадиоэлементов (ЭРЭ).					
2	Разработка посадочных мест на ПП и упаковка выводов конструктивных элементов ЭС.	Общие сведения о программе P-CAD Pattern Editor. Команды графического редактора P-CAD Pattern Editor. Пиктограммы меню инструментов. Посадочное место компонента. Создание стеков контактных площадок (Pad Stacks) и переходных отверстий (Via Stacks). Создание установочных мест компонентов со штыревыми контактами. Создание установочных мест компонентов с планарными контактами. Создание установочных мест компонентов с помощью программы-мастера Pattern Wizard	4	2	8	23	37
3	Упаковка выводов конструктивных элементов ЭС.	Общие сведения о программе Library Executive. Методика упаковки выводов конструктивных элементов ЭС средствами программы Library Executive,	4	2	8	23	37
4	Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы.	Общие сведения о графическом редакторе печатных плат P-CAD Schematic. Команды графического редактора печатных плат. Настройка конфигураций редактора. Упаковка и размещение ЭРЭ на ПП. Трассировка проводников ПП. Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы. Изменение атрибутов, компонентов и цепей. Перемещение, копирование и удаление компонентов и цепей. Генерация списка соединений и текстовых отчетов. Сохранение схем.	4	2	8	24	38
5	Компоновка элементов на ПП. Автоматическая и ручная трассировка проводников.	Общие сведения о графическом редакторе P-CAD PCB. Настройка конфигураций редактора. Настройка параметров монитора. Структура слоев печатной платы. Задание барьеров трассировки. Упаковка и размещение ЭРЭ на ПП. Редактирование компонента. Оптимизация электрических связей. Методика ручной трассировки проводников печатных плат средствами графического редактора P-CAD PCB	4	2	8	24	38

		Методика интерактивной трассировка цепей ПП.					
6	Экспорт ПП, схемы электрической принципиальной.	Экспорт печатной платы, схемы электрической принципиальной в КОМПАС. Редактирование рисунка ПП, оптимизация цепей. Разработка конструкторской документации.	4	2	8	24	38
<b>Итого</b>			<b>24</b>	<b>12</b>	<b>48</b>	<b>141</b>	<b>225</b>

Практическая подготовка при освоении дисциплины учебным планом не предусмотрена.

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Создание условных графических изображений электрорадиоэлементов (ЭРЭ) с помощью графического редактора символов
2. Разработка посадочных мест на печатной плате и упаковка выводов конструктивных элементов РЭС..
3. Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.
4. Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы.
5. Компоновка элементов на печатной плате. Автоматическая и ручная трассировка проводников
6. Экспорт печатной платы, схемы электрической принципиальной.
7. Разработка конструкторской документации.

## Вопросы для проверки знаний в ходе лабораторных и практических занятий.

1. Изложите перспективы применение автоматизированного проектирования.
2. Дайте определение конструкторского проектирования МЭА
3. Дайте определение топологического проектирования БИС.
4. Какие задачи решает система P-CAD?
5. Перечислите состав программных модулей системы.
6. Поясните порядок запуска программных модулей системы.
7. Как организован экран пользовательского интерфейса системы?
8. Какие команды размещения используются в программе?
9. Перечислите основные процедуры и используемые программные модули при проектировании ПП средствами системы.
10. Какие исходные данные необходимы для проектирования?
11. Поясните назначение редактора символов P-CAD Symbol Editor.
12. Поясните назначение пиктограмм на панели инструментов.
13. Как создается библиотека УГО элементов?
14. Каким образом настраивается конфигурация программы Symbol Editor?
15. Какова последовательность действий при создании УГО ЭРЭ?

16. Как выполняется вычерчивание контура ЭРЭ?
17. Каким образом проставляются выводы ЭРЭ?
18. Каков порядок ввода текста и атрибутов элементов?
19. Как устанавливается точка привязки УГО элемента?
20. Каким образом производится запись сформированного УГО элемента?
21. Поясните назначение редактора Pattern Editor.
22. Каким образом настраивается конфигурация программы Pattern Editor?
23. Какова последовательность действий при создании стеков контактных площадок?
24. Как производится запись стеков контактных площадок?
25. Какова последовательность действий при формировании переходных отверстий (Via Stacks)?
26. Какова последовательность действий при создании посадочного места ЭРЭ?
27. На каком слое и как создается контур микросхемы?
28. Каким образом выполняется процедура перенумерации контактов?
29. Как вводится точка привязки ЭРЭ?
30. Каким образом вводятся атрибуты ЭРЭ?
31. Как формируется стиль контактных площадок для штыревых ЭРЭ?
32. Как формируется стиль контактных площадок для планарных ЭРЭ?
33. Поясните назначение программы Library Executive.
34. Какой порядок создания библиотечного элемента?
35. Каким образом заполняется таблица упаковочной информации?
36. Каким образом проверяется правильность заполнения таблицы?
37. Как выполняется запись элемента в библиотеку?
38. Поясните порядок заполнения таблицы для микросхем.
39. Поясните порядок заполнения таблицы для транзисторов.
40. Поясните порядок заполнения таблицы для двухвходовых ЭРЭ.
41. Поясните назначение программы P-CAD Schematic.
42. Поясните назначение кнопок на панели инструментов.
43. Каким образом выбираются для размещения элементы, входящие в электрическую схему?
44. Как выполняется вращение УГО ЭРЭ на рабочем поле?
45. Как производится соединение выводов ЭРЭ на схеме?
46. Поясните порядок введения в схему общей шины.
47. Каким образом производится подключение выводов ЭРЭ к шине?
48. Для чего и как устанавливаются порты на линии связи?
49. Для чего и как схема записывается в виде списка соединений?
50. Поясните назначение графического редактора P-CAD PCB.
51. Поясните назначение кнопок на панели инструментов.
52. Как настраиваются параметры монитора?
53. Как и в каком слое вводится контур печатной платы?
54. Как загружаются библиотеки ЭРЭ?

55. Как загружается список соединений электрической схемы?
56. Как выполняется размещение ЭРЭ на плате?
57. Как удалить мешающие надписи у элементов на плате?
58. Как средствами программы можно выполнить оптимизацию длин соединений на ПП?
59. Как сохранить результаты размещения ЭРЭ на ПП.
60. Как задать шаг сетки и допустимые зазоры?
61. Как выполняется ручная трассировка проводников?
62. Как производится смена слоя в процессе разводки проводника?
63. Как прокладываются проводники при интерактивной трассировке?
64. В каком графическом редакторе можно выполнить трассировку ПП?
65. Как задается ширина сигнальных цепей, земляных шин и шин питания?
66. Какими командами выполняется редактирование рисунка печатной платы?
67. Какими командами выполняется оптимизация цепей?
68. Какие программы автоматической трассировки печатных проводников включает система P-CAD и чем они отличаются?
69. Как вызываются программы Quick-Router и Shape-Based Router?
70. Как задаются конфигурации слоев, шаг сетки, ширина проводников?
71. Как задается стратегия трассировки проводников?
72. Как выполнить автоматическую трассировку проводников?
73. Как прокладываются проводники при интерактивной трассировке?
74. Как задается ширина сигнальных цепей, земляных шин и шин питания?
75. Какими командами выполняется редактирование рисунка печатной платы?

## **6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной формы обучения и в 10 семестре для заочной формы обучения.

Основной целью курсового проекта (КП) является выработка навыков разработки конструкции ПП ЭС или его отдельного узла с применением современных средств автоматизации проектирования ПП.

Курсовой проект состоит из двух основных частей: графической части и пояснительной записки. Графическая часть работы должна содержать до 1 листа формата А1, пояснительная записка 25 – 30 страниц машинописного текста формата А4.

При разработке графической части курсового проекта необходимо руководствоваться требованиями стандартов ЕСКД. Подготовка графической части должна осуществляться с применением современных САПР и возможностей 3D моделирования.

Задание на КП выдаётся кафедрой в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины Б1.В.ДВ.05.01 «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств».

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

### **Варианты контрольных работ**

*В. 1. 1.* Цель и задачи курса. Уровни и задачи проектирования.

2. Перемещение, копирование и удаление компонентов и цепей. Генерация списка соединений и текстовых отчетов.

*В. 2. 1.* Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов ПП.

2. Общие сведения о графическом редакторе P-CAD PCB.

*В. 3. 1.* Общие сведения о системе проектирования ПП P-CAD.

2. Настройка конфигураций редактора. Структура слоев ПП.

*В. 4. 1.* Состав системы. Основные технические характеристики системы.

Запуск системы.

2. Упаковка и размещение ЭРЭ на ПП.

*В. 5.1.* Интерфейс пользователя.

2. Трассировка проводников ПП.

*В. 6. 1.* Порядок проектирования ПП.

2. Ручная трассировка соединений ПП.

*В. 7. 1.* Общие сведения о графическом редакторе P-CAD Symbol Editor.

2. Интерактивная трассировка цепей ПП.

*В. 8. 1.* Команды графического редактора P-CAD Symbol Editor. Порядок создания символов компонентов для схем электрических принципиальных.

2. Автоматическая трассировка проводников ПП.

*В. 9. 1.* Настройка конфигураций графического редактора Symbol/Wizard.

Создание библиотеки электрорадиоэлементов (ЭРЭ).

2. Интерактивная трассировка цепей ПП.

*В. 10. 1.* Общие сведения о программе P-CAD Pattern Editor.

2. Интерактивная трассировка цепей ПП.

*В. 11. 1.* Создание посадочных мест на для монтажа конструктивных элементов.

2. Автоматическая трассировка проводников ПП.

*В. 12. 1.* Создание посадочных мест компонентов.

2. Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.

*В. 13. 1.* Стеки контактных площадок и переходных отверстий.

2. Настройка конфигураций редактора. Структура слоев ПП.

*В. 14. 1.* Создание установочных мест компонентов.

2. Упаковка и размещение ЭРЭ на ПП.

*В. 15. 1.* Создание установочных мест компонентов со штыревыми контактами.

2. Трассировка проводников ПП.
- В. 16.* 1. Создание установочных мест компонентов с планарными контактами.
2. Создание библиотечных элементов.
- В. 17.* 1. Создание установочных мест компонентов с помощью программы-мастера Pattern Wizard.
2. Настройка конфигураций редактора.
- В. 18.* 1. Общие сведения о программе Library Executive.
2. Создание схем электрических принципиальных.
- В. 19.* 1. Общие сведения о графическом редакторе P-CAD Schematic.
2. Создание установочных мест компонентов с планарными контактами.
- В. 20.* 1. Редактирование объектов электрической схемы. Изменение атрибутов, компонентов и цепей.
2. Общие сведения о программе Library Executive.

## **7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-2	знать этапы проектирования печатных плат, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации, с использованием современных систем автоматизированного проектирования.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь по техническому заданию проектировать узлы на печатных платах, проводить измерения с выбором технических средств и обработкой результатов.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными методами проектирования печатных плат, навыками 3D моделирования печатных плат.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать конструкторскую и	Активная работа на лабо-	Выполнение ра-	Невыполнение работ

технологическую документацию на печатные платы.	рабочих и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите.	бот в срок, предусмотренный в рабочих программах	в срок, предусмотренный в рабочих программах
уметь разрабатывать схемы электрические принципиальные, проектировать печатные платы в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
владеть современными программными комплексами разработки конструкторской и технической документации, используемой при проектировании печатных плат	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре по системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать этапы проектирования печатных плат, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации, с использованием современных систем автоматизированного проектирования.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь по техническому заданию проектировать узлы на печатных платах, проводить измерения с выбором технических средств и обработкой результатов.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными методами проектирования печатных плат, навыками 3D моделирования печатных плат.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ПК-4	знать конструкторскую и технологическую документацию на печатные платы.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь разрабатывать схемы электрические принципиальные, проектировать печатные платы в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными программными комплексами разработки конструкторской и технической документации, используемой при проектировании печатных плат	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Системы автоматизированного проектирования предназначены для \_\_\_\_\_ узлов печатных плат (ПП).

2. Для задания точки привязки символа используется команда:

- а) Place/Ref Point;
- б) Place/Attribute;
- в) Place.

3. В списке Pattern Type выбирается:

- а) типы стеков контактов площадок;
- б) тип корпуса;
- в) местоположение первого вывода компонента.

4. Контактная площадка, определяемая полигоном:

- а) Poligon;
- б) Style Place;
- в) Direct Connect.

5. Для рисования окружности необходимо:

а) вначале указать точку на линии окружности, а затем щелкнуть в точке центра окружности;

б) щелкнуть в точке центра окружности, а затем указать точку на линии окружности;

в) нарисовать окружность невозможно.

6. Программные средства системы позволяют автоматизировать:

- а) ввод принципиальной схемы (ПС);
- б) упаковку схемы на печатную плату (ПП);

- в) весь процесс проектирования электронных средств.
7. Для формирования (редактирования) стеков выполняется команда:
- а) Options/Pad Style;
  - б) Options/Properties;
  - в) нет такой команды.
8. Для поворота контакта на 90° служит команда:
- а) Corner Pads;
  - б) Rotate;
  - в) Silk Screen.
9. Какое расширение файлов используется для собственных библиотек стеков контактных площадок и переходных отверстий?
- а) \*.pdf;
  - б) \*.dip;
  - в) \*.ttf.
10. Перед началом работы в редакторе создания корпусов необходимо:
- а) установить единицы измерения;
  - б) установить шаг сетки и определить стеки контактных площадок;
  - в) установить единицы измерения, шаг сетки и определить стеки контактных площадок.
11. Рисование контура изображения символа производится при помощи команд:
- а) Place/Line;
  - б) Place/Arc;
  - в) Place/Line и Place/Arc.
12. С помощью каких команд можно задать выбор элементов, находящихся внутри блока:
- а) Touching Block;
  - б) Outside Block;
  - в) Inside Block.
13. Перед началом работы в редакторе создания корпусов необходимо:
- а) установить единицы измерения;
  - б) установить шаг сетки и определить стеки контактных площадок;
  - в) установить единицы измерения, шаг сетки и определить стеки контактных площадок.
14. Рисование контура изображения символа производится при помощи команд:
- а) Place/Line;
  - б) Place/Arc;
  - в) Place/Line и Place/Arc.
15. С помощью каких команд можно задать выбор элементов, находящихся внутри блока:
- а) Touching Block;
  - б) Outside Block;
  - в) Inside Block.
16. программа автоматической трассировки предназначена для:

а) ручного размещения компонентов и трассировки проводников;  
б) полуавтоматического и автоматического размещения компонентов и трассировки проводников;

в) ручного, полуавтоматического и автоматического размещения компонентов и трассировки проводников.

17. Трассировщик QuickRoute предназначен для:

а) трассировки ПП с числом сигнальных слоев до 32;

б) трассировки простейших ПП;

в) автотрассировки ПП.

18. Для чего была добавлена утилита Interoute Gold:

а) для ручной трассировки методом Push and Shove;

б) для автоматической трассировки;

в) для интерактивной трассировки.

19. программа автоматической трассировки предназначена для:

а) ручного размещения компонентов и трассировки проводников;

б) полуавтоматического и автоматического размещения компонентов и трассировки проводников;

в) ручного, полуавтоматического и автоматического размещения компонентов и трассировки проводников.

20. трассировщик QuickRoute предназначен для:

а) трассировки ПП с числом сигнальных слоев до 32;

б) трассировки простейших ПП;

в) автотрассировки ПП.

21. Для чего была добавлена утилита Interoute Gold:

а) для ручной трассировки методом Push and Shove;

б) для автоматической трассировки;

в) для интерактивной трассировки

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Внесите дополнения в текстовые фразы, вписав слово в нужном падеже

Правила выполнения и оформления схем регламентируются стандартами седьмой классификации группы \_\_\_\_\_.

2. Системы автоматизированного проектирования предназначены для \_\_\_\_\_ узлов печатных плат (ПП).

3. Какой командой задают цвета объектов, расположенных на различных слоях платы:

а) Options/Configure;

б) Options/Current Line;

в) Options/Display;

г) Options/Current;

д) Options/ Line.

в) Options/Display;

г) Options/Current;

д) Options/ Line.

4. Чтобы установить внешний вид курсора – малое перекрестье, в области Cursor Style следует выбрать:

- а) Arrow;
- б) Large Cross;
- в) Small Cross.
- г) Arrow Cross;
- д) Cross.

5. Установка цветов возможна для следующих объектов:

- а) переходных отверстий и контактных площадок;
- б) текста и полигонов;
- в) переходных отверстий, контактных площадок, линий и проводников, полигонов, текстов.

6. Каждый общий вывод в таблице выводов описывается:

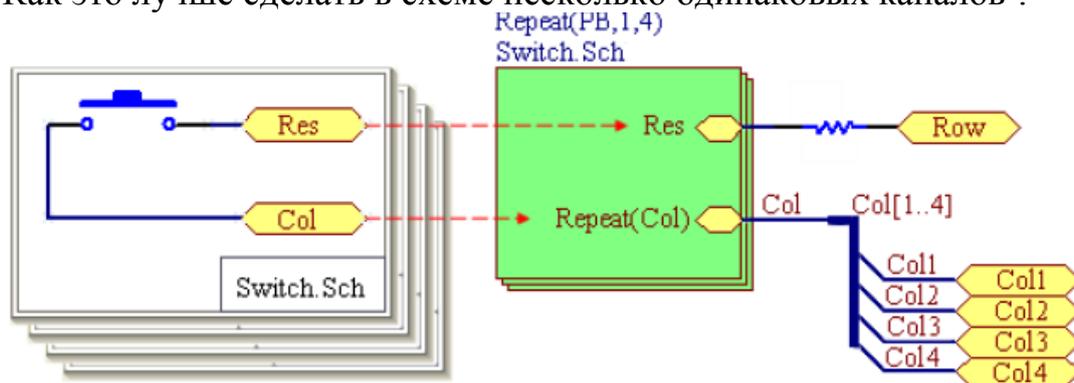
- а) два раза;
- б) только один раз;
- в) несколько раз.
- г) три раза;
- д) четыре раза

7. Если код эквивалентности Pin Eq общего вывода принять равным 1, то:

- а) общий вывод относится ко всем секциям компонента;
- б) общий вывод относится только к тем секциям, которые имеют тот же код эквивалентности;
- в) общий вывод не относится ни к одной из секций.
- г) общий вывод относится к одной секции компонента;
- д) общий вывод относится к двум секциям компонента.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Как это лучше сделать в схеме несколько одинаковых каналов ?



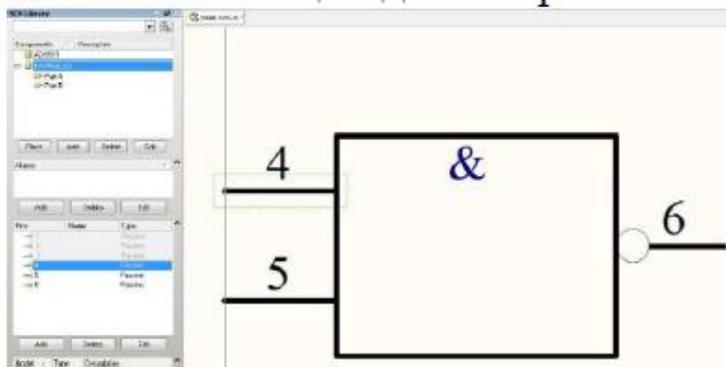
а) Создаём Sheet Symbol и указываем ему Filename нужной подсхемы. Из шины выводим наши сигналы в стиле `_BusName__StartNum_..._BusName__StopNum_` и разводим их куда надо.

б) На данный момент единственный метод поставить там точку — сделать для десигнатора специальный шрифт, в котором двоеточие визуально выглядит как точка.

в) В диалоге File->Print Setup выставляем параметр Scaling Mode в значение Scaled Print, после чего выбираем подходящую ориентацию бумаги и

подбираем значение для Scale (обычно где-то 0.9-0.95).

2. Сколько секций для микросхемы КР1564ЛА3 необходимо создавать?

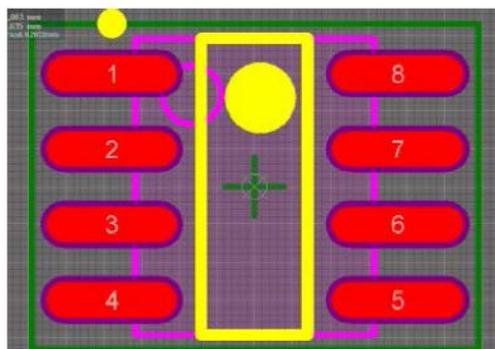


а) 1

б) 2

в) 4

3. Порядок создания посадочного места под корпус со штыревыми выводами На примере корпуса 201.14-1 для МС КР1564ЛА3.



а) Находясь в редакторе PCB Library выбрать в меню Tools>>Component Wizard.

б) Задать размеры отверстия и контактной площадки исходя из размера вывода, указанного на чертеже.

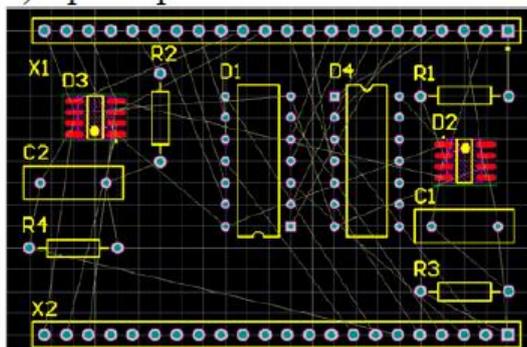
в) Указать расстояние между КП в одном ряду (шаг ножек микросхемы) и расстояние между рядами КП в соответствии с чертежом корпуса, указать ширину линии графики корпуса: 0,2мм., ввести количество КП-14, ввести наименование корпуса: 201.14., сохранить библиотеку PcbLib.

4. На картинке представлен результат:

а) Размещения.

б) Компоновки.

в) Трассировки.



#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету** (не предусмотрено учебным планом )

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Уровни и задачи проектирования.
2. Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов ПП.
3. Общие сведения о системе проектирования ПП.
4. Состав системы. Основные технические характеристики системы. Запуск системы.
5. Интерфейс пользователя.
6. Порядок проектирования печатных плат.
7. Команды графического редактора символов. Порядок создания символов компонентов для схем электрических принципиальных.
8. Создание библиотеки ЭРЭ.
9. Создание посадочных мест на для монтажа конструктивных элементов.
10. Создание посадочных мест компонентов.
11. Стеки контактных площадок и переходных отверстий.
12. Создание установочных мест компонентов.
13. Создание установочных мест компонентов со штыревыми контактами.
14. Создание установочных мест компонентов с планарными контактами.
15. Создание библиотечных элементов.
16. Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.
17. Общие сведения о графическом редакторе схем электрических принципиальных.
18. Настройка конфигураций редактора.
19. Создание схем электрических принципиальных.
20. Редактирование объектов электрической схемы. Изменение атрибутов, компонентов и цепей.
21. Перемещение, копирование и удаление компонентов и цепей. Генерация списка соединений и текстовых отчетов.
22. Общие сведения о графическом редакторе ПП.
23. Настройка конфигураций редактора. Структура слоев ПП.
24. Упаковка и размещение ЭРЭ на ПП.
25. Трассировка проводников ПП.
26. Ручная трассировка соединений печатных плат.
27. Интерактивная трассировка цепей ПП.
28. Автоматическая трассировка проводников ПП.
29. Выводы данных на принтер.

#### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов, 5 стандартных задач и 5 прикладных задач. Каждый правильный

ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 15.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 5 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 8 баллов.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 9 до 12 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 13 до 15 баллов

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов ПП	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену
2	Разработка посадочных мест на ПП и упаковка выводов конструктивных элементов ЭС.	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену.
3	Упаковка выводов конструктивных элементов ЭС.	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену
4	Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы.	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену
5	Компоновка элементов на ПП. Автоматическая и ручная трассировка проводников.	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену
6	Экспорт ПП, схемы электрической принципиальной.	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену

### 7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном

носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Петров, М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем [Электронный ресурс] : Учебник. - М. : Лань, 2011. - 464 с. - ISBN 978-5-8114-1075-0 : 398 р. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=661](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=661)

2. Ципина, Н.В. Автоматизированные системы конструкторского проектирования ЭС [Электронный ресурс] : Практикум: Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. ( 5,6 Мб ). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2013. - 1 файл.

3. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине "Автоматизированное проектирование печатных плат ЭС" для студентов направления 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств" (профиль "Проектирование и технология радиоэлектронных средств") всех форм обучения [Электронный ресурс] / Каф. конструирования и производства радиоаппаратуры; Сост.: А. В. Турецкий, Н. В. Ципина. - Электрон. текстовые, граф. дан. (1,54 Кб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 1 файл.

4. Методические указания по самостоятельной работе по дисциплине "Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств" для студентов направления 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств" (профиль "Проектирование и технология радиоэлектронных средств") всех форм обучения [Электронный ресурс] / Каф. конструирования и производства радиоаппаратуры; Сост.: А. В. Турецкий, Н. В. Ципина. - Электрон. текстовые, граф. дан. (1,8 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский госу-

дарственный технический университет", 2015. - 1 файл.

5. Автоматизированное проектирование узлов печатных плат [Электронный ресурс] : Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств" для студентов направления 211000.62 "Конструирование и технология электронных средств" (профиль "Проектирование и технология радиоэлектронных средств") очной и заочной форм обучения / Каф. конструирования и производства радиоаппаратуры; Сост.: А. В. Турецкий, Н. В. Ципина. - Электрон. текстовые, граф. дан. ( 896 Кб ). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 1 файл.

## **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

В учебных аудиториях филиала используется операционная система Windows. При проведении лекционных занятий предусматривается использование слайд проектора, программы Microsoft Power Point, редактор MS Word. При проведении практических и лабораторных занятий предполагается использовать ПЭВМ, а также:

– программное обеспечение свободно распространяемой версии КОМПАС 3D LT версии 12 и выше;

– пакет программных средств для проведения лабораторных работ;

– интернет ресурсы:

<http://www.csoft.ru/catalog/soft/altium-designer/altium-designer-10.html>

– [http://www.rodnik.ru/product/sapr/literature/altium\\_designer/sabunin/sabunin1.pdf](http://www.rodnik.ru/product/sapr/literature/altium_designer/sabunin/sabunin1.pdf)

– [http://kompas.ru/try\\_online/](http://kompas.ru/try_online/)

– <http://www.proingener.ru/>

В учебных аудиториях филиала используется операционная система Windows. При проведении лекционных занятий предусматривается использование слайд проектора, программы Microsoft Power Point, редактор MS Word. При проведении практических и лабораторных занятий предполагается использовать ПЭВМ, а также:

– программное обеспечение свободно распространяемой версии КОМПАС 3D LT версии 12 и выше;

– пакет программных средств для проведения лабораторных работ;

– интернет ресурсы:

<http://www.csoft.ru/catalog/soft/altium-designer/altium-designer-10.html>

– [http://www.rodnik.ru/product/sapr/literature/altium\\_designer/sabunin/sabunin1.pdf](http://www.rodnik.ru/product/sapr/literature/altium_designer/sabunin/sabunin1.pdf)

– [http://kompas.ru/try\\_online/](http://kompas.ru/try_online/)

– <http://www.proingener.ru/>

Во время самостоятельной работы, подготовке к экзамену используется научная, учебная и методическая литература, размещенная на сайте филиала.

Для работы в сети рекомендуется использовать сайты электронной библиотечной системы IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru>, а также электронно-библиотечные системы и базы данных научного содержания:

- ЭБС Консультант студента - <http://www.studentlibrary.ru/>
- ЭБС Книгафонд – <http://www.knigafund.ru/>
- ЭБС Лань - <http://e.lanbook.com>
- ЭБС Университетская библиотека онлайн - [www.bibloclub.ru](http://www.bibloclub.ru)
- ЭБС Znanium.com - <http://znanium.com/>

Периодические издания:

1. Компоненты и технологии / учредитель: "Издательство Файнстрит"; гл. ред. П. Правосудов. - М.: Файнстрит. - (ISSN 2079-6811). - Журнал. - Издается с ноября 1999 года. - Электронная версия журнала и архив с 1999 года см: <http://www.kit-e.ru/>.

2. Микроэлектроника / учредители: РАН [и др.]; гл. ред. А.А. Орликовский. - М.: Наука; Наука / Интерпериодика. - Журнал, основан в 1972 году. – Переводная версия: Russian Microelectronics (составной журнал) .

3. Современная электроника / гл. ред. А. Майстренко. - М.: СТА-ПРЕСС. - Журнал, издается с 2004 года. - Доступ к архиву выпусков с аннотациями (архив статей 2004 №6/ 2014) на сайте журнала: <http://www.soel.ru/issues/>.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

1. Учебные аудитории с мультимедийным оборудованием для проведения лекционных и практических занятий.

2. Компьютерные классы с выходом в интернет № 6,7 на базе Pentium.

3. Лаборатория со специальным оборудованием. Для проведения лабораторных занятий (по усмотрению кафедры) используются виртуальные электронные лабораторные работы.

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

По дисциплине «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе. Лекция представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрителем, в эго тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровывать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета реко-

мендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ. Они важны тем, что деятельность студентов приближается к деятельности инженера, способствуя приобретению навыков исследовательской работы, освоению методики экспериментальной работы, ознакомлению с радиоэлектронным оборудованием, обучению правилам безопасной работы с оборудованием.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиадах;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией. При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Рекомендуется составлять их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, тестирование, расчеты, защита ЛР);
- промежуточный (КР, экзамен).

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов. Для успешной сдачи экзамена необходимо заниматься систематически, в течение всего семе-

стра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

### **Методические рекомендации преподавателю**

Современная лекция, оставаясь одной из основных форм организации учебного процесса, представляет собой не только классическое «устное, монологическое, систематизированное, последовательное изложение преподавателем учебного материала», но и творческое сочетание нетрадиционных образовательных технологий с использованием широкого спектра информационного и наглядного обеспечения. При изложении определённых тем могут оказаться эффективными образовательные технологии: технология проблемного обучения («займите позицию», «представьте себе», проблемное изложение лекционного материала);

- case - технология;
- интерактивная лекция;
- творческие задания.
- технология развития критического мышления.

Приступая к изучению дисциплины, следует:

- ознакомить студентов с основными положениями рабочей программы дисциплины и сообщить режим доступа к ней на сайте филиала;
- изложить основные цели и задачи дисциплины;
- обсудить перечень и содержание компетенций, на формирование которых направлена дисциплина;
- сообщить критерии оценивания учебной деятельности студентов;
- представить учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

В ходе лекций следует:

- четко и ясно структурировать занятие (вступление, основная часть, заключение);
- использовать простой, доступный, технически грамотный язык, не перегруженный излишней терминологией;
- контролировать состояние аудитории (не допускать утомления учащихся, рационально распределять материал в ходе лекции, задавать уточняющие понимание материала вопросы);
- использовать наглядные пособия, макеты изделий и узлов, технические средства обучения (магнитофон, электронную доску, компьютерное оборудование и т.д.).

Во время лекций, связанных с темами практических занятий, следует определить основные вопросы и проблемы, которые будут вынесены на обсуждение, обратить внимание студентов на источники и литературу по этим вопросам и проблемам, которые следует самостоятельно изучить.

Лабораторные занятия дают возможность широко использовать вопросно-ответные, дискуссионные методы, методы докладов по отдельным вопросам темы, решение тестов и расчётных задач, а также разнообразные индивиду-

альные и коллективные образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- анализ ситуаций (case-study);
- обучение в сотрудничестве;
- творческие задания;
- опережающая самостоятельная работа;
- разрешение проблем («анализ казусов»);
- личный пример.

Все виды аудиторных занятий сочетают образовательную, воспитательную практическую и методическую функции. В основе преподавания технических дисциплин следует подчеркивать и реализовывать практическую направленность изучения дисциплины и её связь с профессиональным самоопределением и становлением выпускника вуза.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			