

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
радиотехники и электроники



В.А. Небольсин

« 16 » декабря 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.05.01**

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

**Направление подготовки (бакалавров): 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств"**

**Профиль: "Проектирование и технология радиоэлектронных средств"**

**Квалификация выпускника Бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 м.**

**Форма обучения Очная/ Заочная**

**Год начала подготовки 2023 г.**

Автор программы \_\_\_\_\_  /Ципина Н.В./

Заведующий кафедрой  
конструирования и производства  
радиоаппаратуры \_\_\_\_\_  /Башкирова А.В./

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_  /Пирогов А.А./

**Воронеж 2022**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Состоит в изучении систем автоматизированного проектирования ПП, тенденций и перспективы развития САПР, общих сведений, методологии применения современных САПР. Формирование практических навыков автоматизированного конструкторского проектирования РЭС для проектирования узлов на печатных платах (ПП), их возможностей, назначения основных программных средств и этапов проектирования.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение методов автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств. Формирование практических навыков проектирования узлов на печатных платах. Использование программ для автоматизированного конструкторского проектирования РЭС для проектирования узлов на печатных платах.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

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

# 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

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 мо-

	делирования печатных плат.
ПК-4	Знать конструкторскую и технологическую документацию на печатные платы.
	уметь разрабатывать схемы электрические принципиальные, проектировать 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 (МОДУЛЯ)

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

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		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	+	+
Часы на контроль	27	27
Вид промежуточной аттестации – зачет		
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+
Общая трудоемкость час	252	252
экзамен. ед.	7	7

##### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	24	24
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	8

<b>Самостоятельная работа</b>	219	219
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	9	9
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+
Общая трудоемкость час	252	252
	7	7

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек ц	Пра кзан	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов ПП. Создание символов компонентов для схем электрических принципиальных.	Предмет, цель и содержание курса, главные тенденции и перспективы развития САПР. Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов печатных плат. Общие сведения о системе проектирования ПП. Общие сведения о графическом редакторе символов. Создание библиотеки электрорадиоэлементов (ЭРЭ).	4	2	12	35	53
2	Разработка посадочных мест на печатной плате и упаковка выводов конструктивных элементов РЭС Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.	Сведения о программе создания посадочных мест. Создание посадочных мест компонентов. Создание установочных мест компонентов со штырьевыми контактами. Создание установочных мест компонентов с планарными контактами. Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.	8	4	12	35	59
3	Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы.	Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы. Генерация списка соединений и текстовых отчетов. Общие сведения о графическом редакторе ПП. Упаковка и размещение электрорадиоэлементов на печатной плате. Трассировка проводников ПП.	4	2	12	35	53
4	Компоновка элементов на ПП. Автоматическая и ручная трассировка проводников Экспорт печатной платы, схемы электрической принципиальной. Разработка конструкторской документации	Общие сведения о конструкторской САПР. Основные функции, команды, интерфейс. Основные этапы проектирования. Совместное использование САПР печатных плат и САПР конструкторского проектирования. Достоинства, недостатки.	8	4	12	36	60
<b>Итого</b>			<b>24</b>	<b>12</b>	<b>48</b>	<b>141</b>	<b>225</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Пра кзан	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов ПП. Создание символов компонентов для схем электрических принципиальных.	Предмет, цель и содержание курса, главные тенденции и перспективы развития САПР. Применение автоматизированного проектирования для проектирования узлов печатных плат. Общие сведения о системе проектирования ПП. Общие сведения о графическом редакторе символов. Создание библиотеки электрорадиоэлементов (ЭРЭ).	2	2	2	54	60
2	Разработка посадочных мест на печатной плате и упаковка выводов конструктивных элементов РЭС Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.	Сведения о программе создания посадочных мест. Создание посадочных мест компонентов. Создание установочных мест компонентов со штырьевыми контактами. Создание установочных мест компонентов с планарными контактами. Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.	2	2	2	55	61
3	Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы.	Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы. Генерация списка соединений и текстовых отчетов. Общие сведения о графическом редакторе ПП. Упаковка и размещение электрорадиоэлементов на печатной плате. Трассировка проводников ПП.	2	2	2	55	61
4	Компоновка элементов на ПП. Автоматическая и ручная трассировка проводников Экспорт печатной платы, схемы электрической принципиальной. Разработка конструкторской документации	Общие сведения о конструкторской САПР. Основные функции, команды, интерфейс. Основные этапы проектирования. Совместное использование САПР печатных плат и САПР конструкторского проектирования. Достоинства, недостатки.	2	2	2	55	61
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>219</b>	<b>243</b>

#### 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Создание библиотек условных графических изображений электрорадиоэлементов и посадочных мест.
2. Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.
3. Создание схем электрических принципиальных.
4. Упаковка электрической схемы на печатной плате.
5. Совместное использование САПР печатных плат и САПР конструкторского проектирования.

#### 5.2 Перечень практических работ

1. Проблема соблюдения ЕСКД
2. Создание 3D-модели компонента
3. Конверсия данных

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре (очное обучение), в 5 семестре (заочное обучение).

Примерная тематика курсового проекта: «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств».

Темой курсового проекта является разработка печатного узла по предложенному варианту. Курсовые проекты исследовательского профиля связаны с теоретическими и экспериментальными исследованиями в области конструирования электронных средств.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Создание библиотеки УГО
- Создание схемы электрической принципиальной
- Создание печатной платы и сборочного чертежа печатной платы
- Создание конструкторской документации.

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

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 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 для очной и заочной форм обучения оцениваются по системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	знать этапы проектирования печатных плат, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации, с использованием современных систем автома-	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

	тизированного проектирования.			
	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 технологическую документацию на печатные платы.	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 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 для очной формы, 5 семестре для заочного обучения по четырехбалльной 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	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	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.	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. Что такое компиляция в AD?

а) Практический смысл сего действия проявляется главным образом для



проектов интегрированных библиотек — в итоге создаётся, собственно, сам файл библиотеки.

- б) Создание схемы электрической принципиальной.
- в) Создание посадочного места.

2. Какова структура библиотек в AD?

а) Используются так называемые интегрированные библиотеки. Интегрированная библиотека содержит описание компонентов. Каждый компонент состоит из схемного символа и футпринта. Схемные символы определяются в схемных библиотеках, футпринты — в PCB-библиотеках. Интегрированная библиотека содержит в себе все файлы библиотек символов и футпринтов, задействованных в ней.

- б) 3D-модель компонента.
- в) Схемные символы.

3. Для чего была добавлена утилита Interoute Gold:

- а) для ручной трассировки методом Push and Shove;
- б) для автоматической трассировки;
- в) для интерактивной трассировки.

4. 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.

5. Pattern Editor предназначен для:

- а) создания и редактирования символов компонентов;
- б) создания и редактирования посадочного места и корпуса компонента;
- в) упаковки вентилях компонента, ведение и контроль библиотек.

6. Размещение объектов в рабочем окне производится с помощью:

- а) View/Snap to Grid;
- б) команд меню Place;
- в) команды View/Snap to Grid и команд меню Place.

7. Команда Edit Nets предназначена для:

- а) окрашивание выбранного объекта;
- б) редактирование атрибутов цепи;
- в) вывод информации о цепи.

8. С помощью каких команд можно задать выбор элементов, находящихся внутри блока:

- а) Touching Block;

- б) Outside Block;
- в) Inside Block.

9. Просмотр и редактирование характеристик выбранного объекта производится с помощью команды:

- а) Properties;
- б) Select Contiguous;
- в) Unhighlight Attached Nets.

10. Нажатие какой клавиши позволяет некоторые объекты развернуть против часовой стрелки на угол, кратный  $90^\circ$ :

- а) «B»;
- б) «F»;
- в) «M».

11. Validate Symbol это:

- а) средства проверки правильности созданного символа;
- б) средства перенумерации выводов символа;
- в) средства просмотра атрибутов символа.

12. для поворота дуги на  $90^\circ$  используется клавиша:

- а) R;
- б) F;
- в) shift + F;

13. Рисование контура изображения символа производится при помощи команд:

- а) Place/Line;
- б) Place/Arc;
- в) Place/Line и Place/Arc.

14. Для задания точки привязки символа используется команда:

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

15. 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.

16. 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.

17. В списке Pattern Type выбирается:

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

18. Число вырезанных строк в центральной области массива:

- а) Pad to Pad Spacing;
- б) Cutout Pads Across;
- в) Cutout Pads Down.

19. Для поворота контакта на 90° служит команда:

- а) Corner Pads;
- б) Rotate;
- в) Silk Screen.

20. Какое расширение файлов используется для собственных библиотек стеков контактных площадок и переходных отверстий?

- а) \*.pdf;
- б) \*.dip;
- в) \*.tff.

21. Для формирования (редактирования) стеков выполняется команда:

- а) Options/Pad Style;
- б) Options/Properties;
- в) нет такой команды.

22. Контактная площадка, определяемая полигоном:

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

### **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.

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 ко одной секции компонента;
- д) общий вывод относится к двум секциям компонента.

8. Командой Options/Grids устанавливается:

- а) метрическая система измерения и требуемый размер рабочей области;
- б) шаг сетки;
- в) толщина линии.

9. Программные средства системы позволяют автоматизировать:

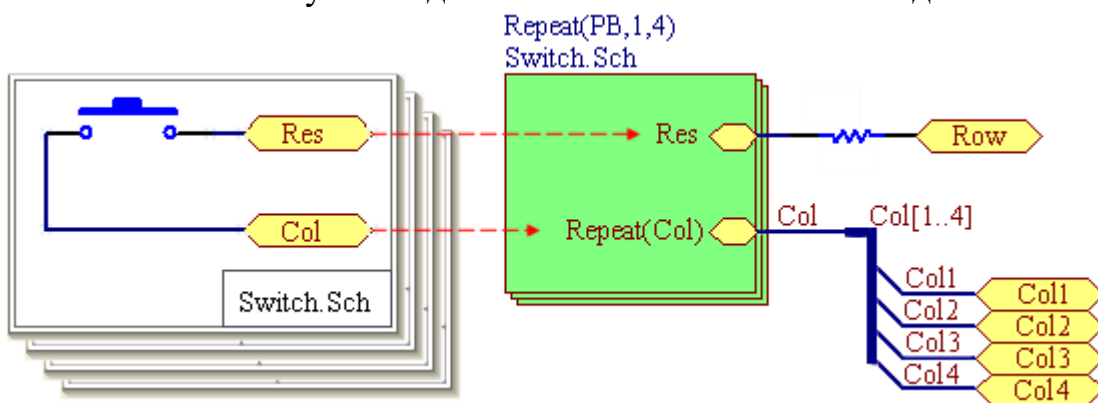
- а) ввод принципиальной схемы (ПС);
- б) упаковку схемы на печатную плату (ПП);
- в) весь процесс проектирования электронных средств.

10. Когда формируются стеки переходных отверстий:

- а) после выполнения команды Options/Via Style;
- б) до выполнения команды Options/Via Style;
- в) автоматически во время проектирования.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

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

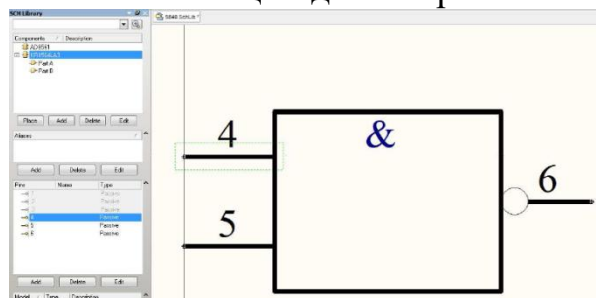


а) Создаём Sheet Symbol и указываем ему Filename нужной подсхемы. Из шины выводим наши сигналы в стиле `_BusName_StartNum_..._BusName_StopNum_` и разводим их куда надо.

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

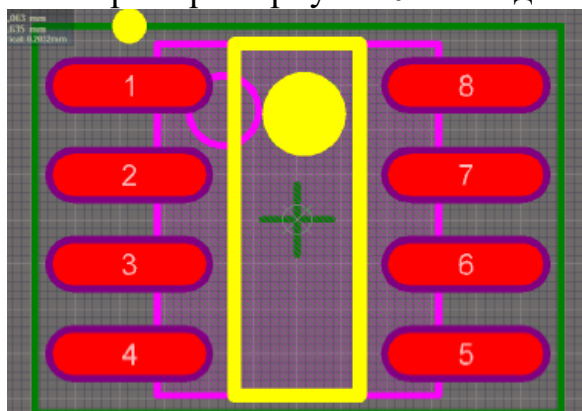
в) В диалоге File->Print Setup выставляем параметр Scaling Mode в значение Scaled Print, после чего выбираем подходящую ориентацию бумаги и подбираем значение для Scale (обычно где-то 0.9-0.95).

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.

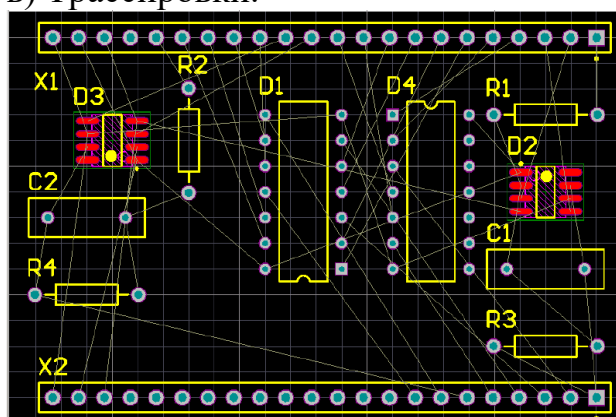
в) Указать расстояние между КП в одном ряду (шаг ножек микросхемы) и расстояние между рядами КП в соответствии с чертежом корпуса, указать ширину линии графики корпуса: 0,2мм., ввести количество КП-14, ввести наименование корпуса: 201.14., сохранить библиотеку PcbLib.

4. На картинке представлен результат:

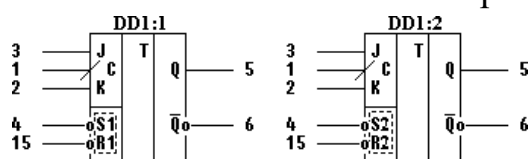
а) Размещения.

б) Компоновки.

в) Трассировки.



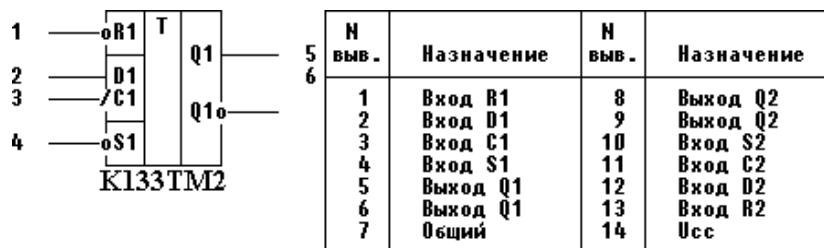
5. Какими способами можно обеспечить задание различных УГО для вентилях в составе библиотечного элемента на принципиальной схеме?



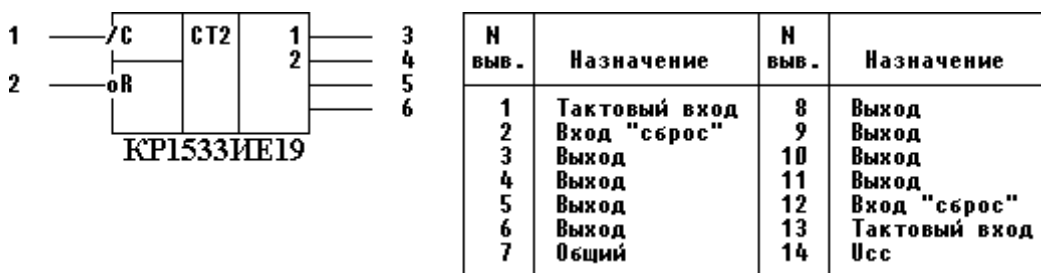
6. Заполнить упаковочную таблицу, используя в качестве исходных данных его условное графическое обозначение (УГО) и таблицу соответствия выводов. УГО и таблица выводов элемента SN74ALS279N



7. Создать библиотечный элемент, используя в качестве исходных данных его условное графическое обозначение (УГО) и таблицу соответствия выводов. Исходные данные УГО и таблица выводов элемента K133TM2.



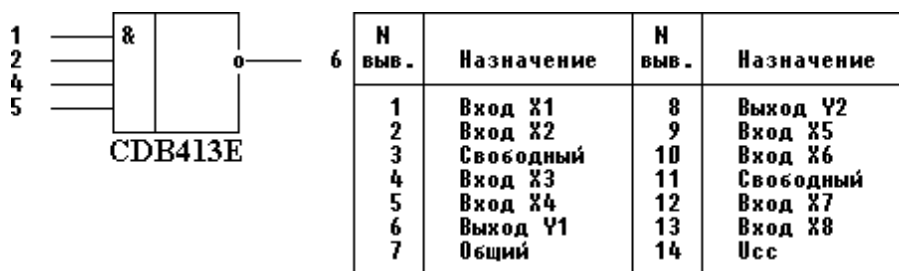
8. Создать библиотечный элемент, используя в качестве исходных данных его условное графическое обозначение (УГО) и таблицу соответствия выводов. УГО и таблица выводов элемента KP1533IE19



9. Создать библиотечный элемент, используя в качестве исходных данных его условное графическое обозначение (УГО) и таблицу соответствия выводов. УГО и таблица выводов элемента MC74F153W



10. Создать библиотечный элемент, используя в качестве исходных данных его условное графическое обозначение (УГО) и таблицу соответствия выводов. УГО и таблица выводов элемента CDB413E



### 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 печатных плат.
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. Общие сведения о графическом редакторе символов элементов.
8. Порядок создания символов компонентов для схем электрических принципиальных.
9. Создание библиотеки электрорадиоэлементов (ЭРЭ).
10. Общие сведения о программе создания посадочных мест ЭРЭ.
11. Создание посадочных мест на для монтажа конструктивных элементов.
12. Создание посадочных мест компонентов.
13. Стеки контактных площадок и переходных отверстий.
14. Создание установочных мест компонентов.
15. Создание установочных мест компонентов со штырьевыми контактами.
16. Создание установочных мест компонентов с планарными контактами.



- 17.Создание установочных мест компонентов с помощью программы-мастера PatternWizard.
- 18.Создание библиотечных элементов.
- 19.Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.
- 20.Общие сведения о графическом редакторе схем.
- 21.Настройка конфигураций редактора.
- 22.Создание схем электрических принципиальных.
- 23.Редактирование объектов электрической схемы. Изменение атрибутов, компонентов и цепей.
- 24.Перемещение, копирование и удаление компонентов и цепей. Генерация списка соединений и текстовых отчетов.
- 25.Общие сведения о графическом редакторе печатных плат.
- 26.Настройка конфигураций редактора. Структура слоев печатной платы.
- 27.Упаковка и размещение электрорадиоэлементов на печатной плате.
- 28.Трассировка проводников ПП.
- 29.Ручная трассировка соединений печатных плат.
- 30.Интерактивная трассировка цепей ПП.
- 31.Автоматическая трассировка проводников ПП.

#### **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 (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Создание символов компонентов для схем электрических принципиальных.	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

2	Разработка посадочных мест на печатной плате и упаковка выводов конструктивных элементов РЭС. Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы.	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Компоновка элементов на ПП. Трассировка проводников Экспорт печатной платы, схемы электрической принципиальной. Разработка конструкторской документации	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

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

Тестирование осуществляется с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 15 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 15 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 15 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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

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

1. Петров М.Н., Гудков Г.В. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем ЭБС «Лань» 2011. 464 с. . - ISBN 978-5-8114-1075-0. – 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. Л.Н. Никитин, И.А. Лозовой Автоматизированные системы испытаний РЭС: лабораторный практикум: Учеб.пособие. Воронеж.гос. техн. ун-т, 2011.-83 с.

3. Ципина Н.В. Автоматизированное проектирование узла радиоэлектронного устройства на печатной плате: методические указания к лабораторным работам/ ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет; Воронеж, 2013. 47 с.

4. Н.В. Ципина. Автоматизированные системы конструкторского проектирования ЭС: практикум: учеб.пособие /ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. 80 с.

5. Кологривов В.А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кологривов В.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 132 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13956.html>.— ЭБС «IPRbooks»

6. Кологривов В.А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кологривов В.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 132 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13956.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7. Иванова Н.Ю. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванова Н.Ю., Романова Е.Б.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2013.— 121 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66462.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Брусницына Л.А. Технология изготовления печатных плат [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Брусницына Л.А., Степановских Е.И.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 200 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66137.html>.— ЭБС «IPRbooks»

9. Малюков С.П. Основы конструирования и технологии электронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малюков С.П., Палий А.В., Саенко А.В.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017.— 105 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87459.html>.— ЭБС «IPRbooks»

10. Синельников А.В. Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства радиоэлектронных средств. Основы технического документооборота [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Синельников А.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/99165.html>.— ЭБС «IPRbooks»

11. Соседко В.В. Система автоматизированного проектирования печатных плат - Altium Designer [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Соседко В.В., Янишевская А.Г., Забелин Л.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2019.— 198 с.— Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/90599.html>.— ЭБС «IPRbooks»

12. Головицына М.В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Головицына М.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020.— 503 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/97578.html>.— ЭБС «IPRbooks»

13. Уваров, А. С. P-CAD 2000, ACCEL EDA. Конструирование печатных плат / А. С. Уваров. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 322 с. — ISBN 978-5-4488-0067-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87982.html>

14. Соседко, В. В. Система автоматизированного проектирования печатных плат - Altium Designer : учебное пособие / В. В. Соседко, А. Г. Янишевская, Л. Ю. Забелин. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2019. — 198 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90599.html>

15. Сигачева В. В. Проектирование автоматизированных систем управления. Проектирование электронных устройств в системе P-CAD : учебное пособие / В. В. Сигачева. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. — 123 с. — ISBN 978-5-7937-1367-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102665.html>

16. 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. – Режим доступа: [АППЭС практика](#)

17. 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 государственный технический университет", 2015. – Режим доступа: [СРС АППЭС](#)

18. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине по дисциплине «Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств» по направлению 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств Направленность «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Н.В. Ципина. Воронеж, 2020. 14 с. – [485-2021 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ](#)

19. 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 / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Н.В. Ципина. Воронеж, 2021. 23 с.

20. Проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах: методические указания по выполнению практических работ 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 / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Н.В. Ципина. Воронеж, 2021. 35 с.

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

ПО: MicrosoftWord, MicrosoftExcel, InternetExplorer, , **Math CAD, Math Lab**, программный комплекс КОМПАС 3D LT, Altium Designer (Учебная лицензия), соглашение с ООО «Алтиум Юэроп Гмбх» 2301/2019 от 23.01.2019.

Современная профессиональная база данных: Mathnet.ru, e-library.ru.

Информационные справочные системы: dist.sernam.ru, Wikipedia, <http://eios.vorstu.ru/>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> – единое окно доступа к информационным ресурсам;

<http://www.edu.ru/> – федеральный портал «Российское образование»;  
Образовательный портал ВГТУ;

<http://www.iprbookshop.ru/> – электронная библиотечная система IPRbooks;

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

<https://docplan.ru/> – бесплатная база ГОСТ

<http://www.kit-e.ru/> – электронная версия журнала «Компоненты и технологии»

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

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 226/3.

Видеопроектор с экраном в ауд. 226/3.

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

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

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 зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется 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.

- 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, олимпиад;
- подготовка к зачету.

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). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно

	<p>фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>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.</p>
<p>Подготовка к дифференцированному зачету и экзамену</p>	<p>При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.</p>



## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесе- ния измене- ний	Подпись заведующего кафедрой, ответствен- ной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			