

**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

«29» июня 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)**

Б1.В.ДВ.05.01

«Автоматизированное проектирование печатных плат электронных средств»

**Направление подготовки (специальность)** 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

**Профиль (специализация)** Проектирование и технология радиоэлектронных средств

**Квалификация выпускника** Бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года 11 месяцев

**Форма обучения** Очная / Заочная

**Год начала подготовки** 2018 г.

Автор программы \_\_\_\_\_

/Ципина Н.В./

И.о. заведующего кафедрой  
конструирования и производства  
радиоаппаратуры \_\_\_\_\_

/Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_

/Муратов А.В./

**Воронеж 2018**

# 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 блока Б1.В.ДВ.05.01 учебного плана.

# 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-3 - Способен выполнять проектирование радиоэлектронных устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

ПК-5 - Способен подготавливать конструкторскую и технологическую документацию на радиоэлектронные устройства.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	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-5	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 5 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)	48	48
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
<b>Самостоятельная работа</b>	60	60
Курсовой проект	+	+
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – зачет		
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+
Общая трудоемкость час	180	180
экзамен. ед.	36	36

##### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	28	28
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	12	12

<b>Самостоятельная работа</b>	143	143
Курсовой проект	+	+
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – зачет		
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+
Общая трудоемкость час	180	180
экзамен. ед.	9	9

## 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	15	33
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	15	39
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	15	33
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	15	39
<b>Итого</b>			<b>24</b>	<b>12</b>	<b>48</b>	<b>60</b>	<b>144</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	35	41
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	4	36	44
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	36	42
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	4	36	44
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>143</b>	<b>171</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 10 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-3	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-5	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

## 7.2 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 РСВ-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) «В»;
- 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) \*.ttf.

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.

23. Когда формируются стеки переходных отверстий:

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

24. Контактная площадка с четырьмя -тепловыми барьерами:

- а) Style Place;
- б) Thermal 2 Spoke;
- в) Thermal 4 Spoke.

25. Командой Options/Grids устанавливается:

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

26. Программные средства системы позволяют автоматизировать:

- а) ввод принципиальной схемы (ПС);

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

### 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

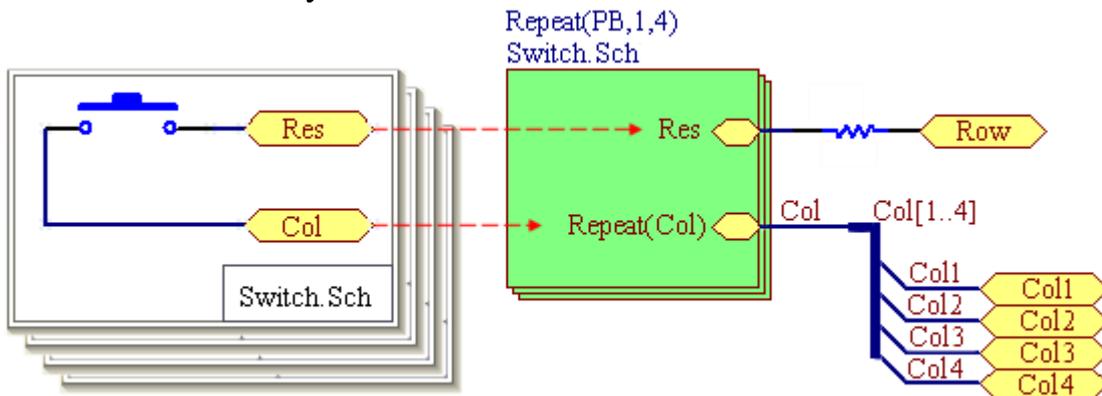
7. Если код эквивалентности Pin Eq общего вывода принять равным 1, то:

- 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.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

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

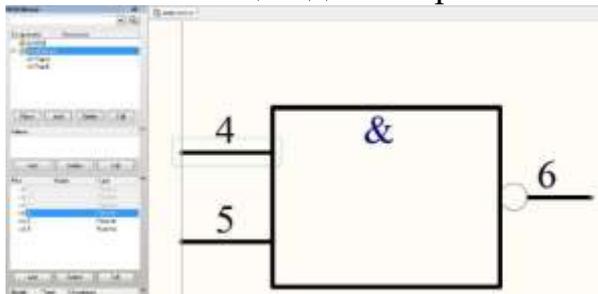


а) Создаём Sheet Symbol и указываем ему Filename нужной подсхемы. Из шины выводим наши сигналы в стиле `_BusName__StartNum_..._BusName__StopNum_` и разводим их куда надо.

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

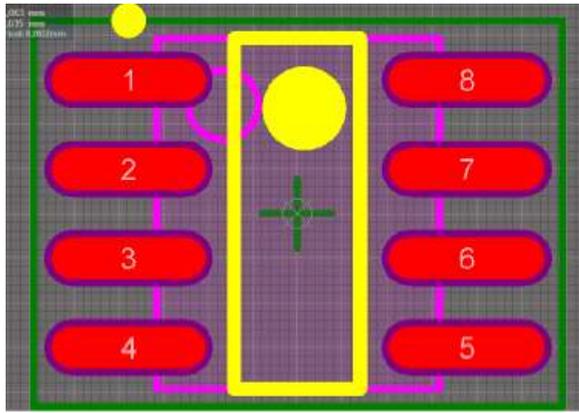
в) В диалоге File->Print Setup выставляем параметр Scaling Mode в значение Scaled Print, после чего выбираем подходящую ориентацию бумаги и подбираем значение для Scale (обычно где-то 0.9-0.95).

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.

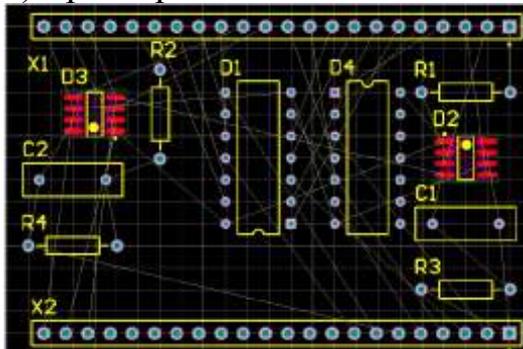
в) Указать расстояние между КП в одном ряду (шаг ножек микросхемы) и расстояние между рядами КП в соответствии с чертежом корпуса, указать ширину линии графики корпуса: 0,2мм., ввести количество КП-14, ввести наименование корпуса: 201.14., сохранить библиотеку PcbLib.

4. На картинке представлен результат:

а) Размещения.

б) Компоновки.

в) Трассировки.



#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

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 Pattern Wizard.
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.

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

Зачет 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.

### 7.2.6 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-3, ПК-5	Тест, зачет, устный опрос
2	Разработка посадочных мест на печатной плате и упаковка выводов конструктивных элементов РЭС. Упаковка выводов конструктивных элементов радиоэлектронных средств.	ПК-3, ПК-5	Тест, зачет, устный опрос
3	Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы.	ПК-3, ПК-5	Тест, зачет, устный опрос
4	Компоновка элементов на ПП. Трассировка проводников Экспорт печатной платы, схемы электрической принципиальной. Разработка конструкторской документации	ПК-3, ПК-5	Тест, зачет, устный опрос

### 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 методике 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 методике 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 методике 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.
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.

### **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/>

## **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.

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

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

Лекции 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 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.
Практические занятия	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.
Подготовка к дифференцированному зачету и экзамену	При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.