

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

/В.А. Небольсин/

31 августа 2021 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 / 4 года 11 месяцев**

**Форма обучения Очная / Заочная**

**Год начала подготовки 2020**

Автор программы

Н.В. Ципина

Заведующий кафедрой

А.В. Башкиров

Руководитель ОПОП

А.А. Пирогов

**Воронеж 2021**

## 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);

### 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, проектировать печатные плат в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР оборудования
	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 5 зачётных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

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>	69	69
Курсовой проект	+	+
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – экзамен	27	27
Общая трудоемкость	час	180
	зач. ед.	5

##### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		10
<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 – экзамен	9	9
Общая трудоемкость	час	180
	зач. ед.	5

#### 5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

##### Очная форма обучения

№ 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 создания символов компонентов для схем электрических принципиальных. Создание библиотеки электрорадиоэлементов (ЭРЭ).	4	2	8	11	25
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	11	25
3	Упаковка выводов конструк-	Общие сведения о программе Library Executive. Методика упаковки выводов конструктивных элементов РЭС средствами программы Library Executive,	4	2	8	12	25

	тивных элементов ЭС.						
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	12	26
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 Методика интерактивной трассировка цепей ПП.	4	2	8	12	26
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	12	26
<b>Итого</b>			<b>24</b>	<b>12</b>	<b>48</b>	<b>69</b>	<b>153</b>

## Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС
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 создания символов компонентов для схем электрических принципиальных. Создание библиотеки электрорадиоэлементов (ЭРЭ).	1	1	2	24
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	1	1	2	24
3	Упаковка выводов конструктивных элементов ЭС.	Общие сведения о программе Library Executive. Методика упаковки выводов конструктивных элементов РЭС средствами программы Library Executive,	1	1	2	24
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	2	2	2	24

		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.					
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. Методика интерактивной трассировки цепей ПП.	2	2	2	24	30
6	Экспорт ПП, схемы электрической принципиальной.	Экспорт печатной платы, схемы электрической принципиальной в КОМПАС. Редактирование рисунка ПП, оптимизация цепей. Разработка конструкторской документации.	1	1	2	23	27
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>143</b>	<b>171</b>

Практическая подготовка при освоении дисциплины учебным планом не предусмотрена.

## 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.
- 1.

## 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, в 10 семестре для заочной формы обучения.

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**

**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 следующей 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 техни-	Решение стандарт-	Выполнение работ	Невыполнение

	ческому заданию проектировать узлы на печатных платах, проводить измерения с выбором технических средств и обработкой результатов.	ных практических задач.	в срок, предусмотренный в рабочих программах	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 конструктивную 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.оборудования	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 конструктивной 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 обучения, в 10 семестре для заочной формы обучения по системе:

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.

	тенции					
ПК-2	знает 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
	умеет 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
	владеет 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	знает 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
	умеет разрабатывать схемы электрические принципиальные, проектировать	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	печатные плат в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР.орудования			верный ответ во всех задачах		
	владеет современными программами 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. Для задания точки привязки символа используется команда:

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

2. В списке Pattern Type выбирается:

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

3. Контактная площадка, определяемая полигоном:

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

4. 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.

5. Программные средства системы позволяют автоматизировать:
- а) ввод принципиальной схемы (ПС);
  - б) упаковку схемы на печатную плату (ПП);
  - в) весь процесс проектирования электронных средств.
6. Для формирования (редактирования) стеков выполняется команда:
- а) Options/Pad Style;
  - б) Options/Properties;
  - в) нет такой команды.
7. Для поворота контакта на 90° служит команда:
- а) Corner Pads;
  - б) Rotate;
  - в) Silk Screen.
8. Какое расширение файлов используется для собственных библиотек стеков контактных площадок и переходных отверстий?
- а) \*.pdf;
  - б) \*.dip;
  - в) \*.tff.
9. 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.
10. Рисование контура изображения символа производится при помощи команд:
- а) Place/Line;
  - б) Place/Arc;
  - в) Place/Line и Place/Arc.

### **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.

8. Командой Options/Grids устанавливается:

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

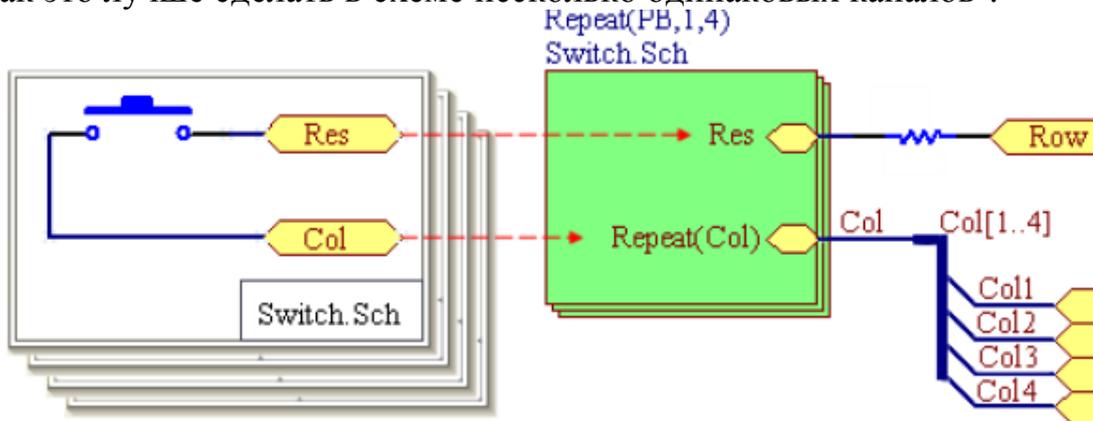
9. Программные средства системы позволяют автоматизировать:

- 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 нескольких одинаковых каналов ?

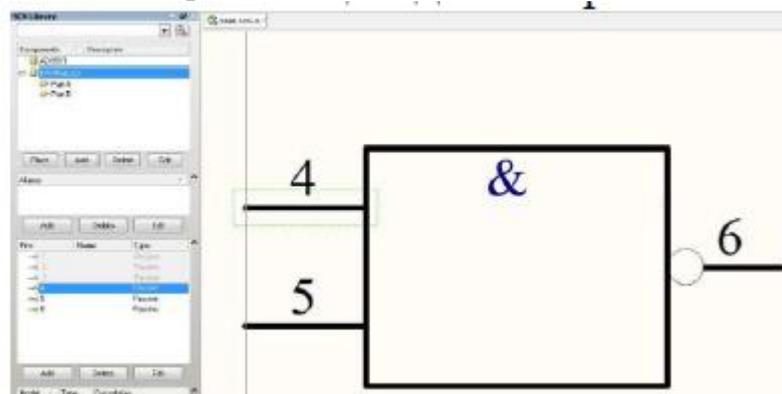


а) Создаём Sheet Symbol и указываем ему Filename нужной под-схемы. Из шины выводим наши сигналы в стиле `_BusName__StartNum_... _BusName__StopNum_` и разводим их куда надо.

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

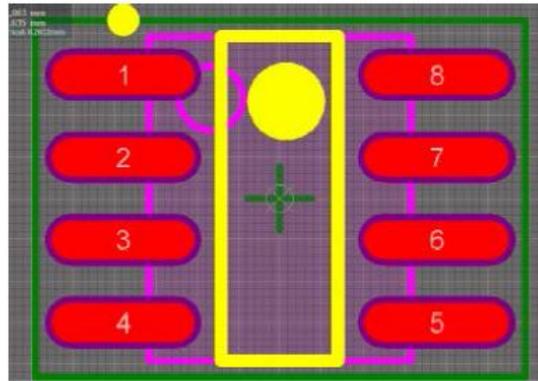
в) В диалоге File->Print Setup выставляем параметр Scaling Mode в значение Scaled Print, после чего выбираем подходящую ориентацию бумаги и подбираем значение для Scale (обычно где-то 0.9-0.95).

2. Сколько секций для микросхемы КР1564ЛАЗ необходимо создавать?



- а) 1
- б) 2
- в) 4

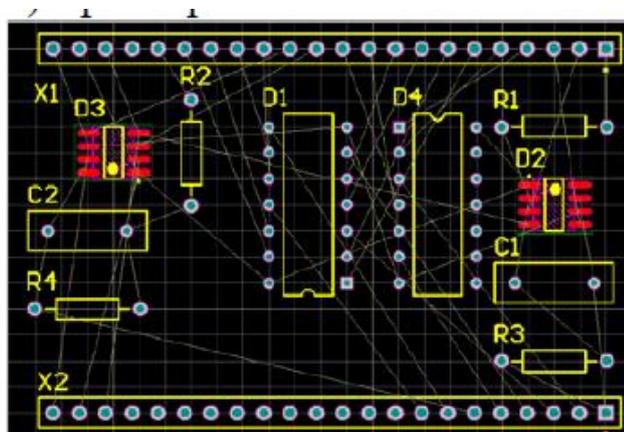
3. Порядок создания посадочного места под корпус со штыревыми выводами На примере корпуса 201.14-1 для МС КР1564ЛАЗ.



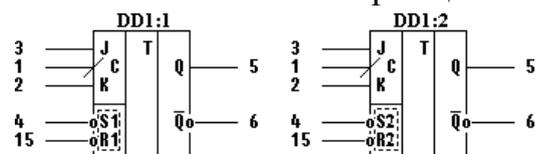
- а) Находясь в редакторе PCB Library выбрать в меню Tools>>Component Wizard.
- б) Задать размеры отверстия и контактной площадки исходя из размера вывода, указанного на чертеже.
- в) Указать расстояние между КП в одном ряду (шаг ножек микросхемы) и расстояние между рядами КП в соответствии с чертежом 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

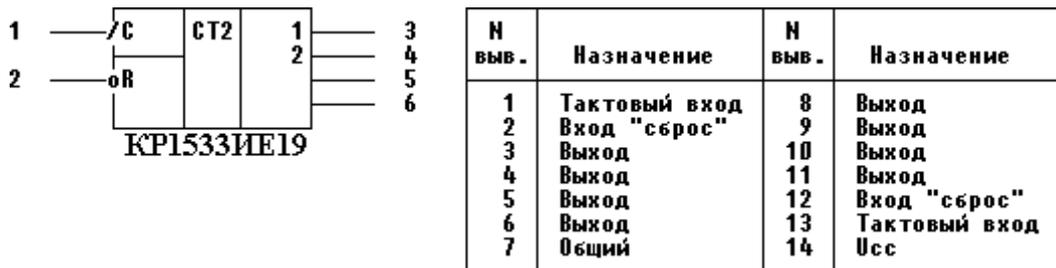


7. Создать библиотечный элемент, используя в качестве исходных данных его условное графическое обозначение (УГО) и таблицу соответствия выводов. Исходные данные УГО и таблица выводов

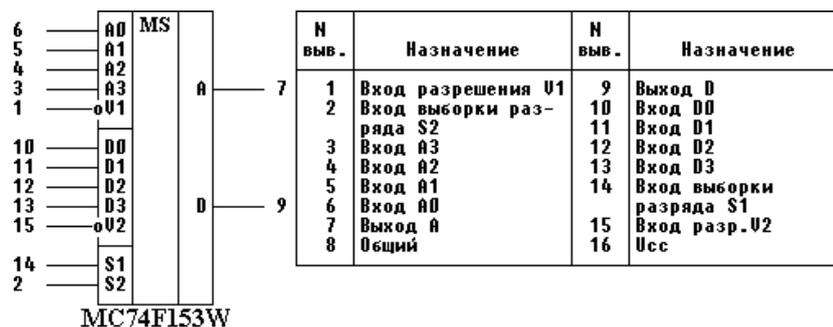


элемента K133TM2.

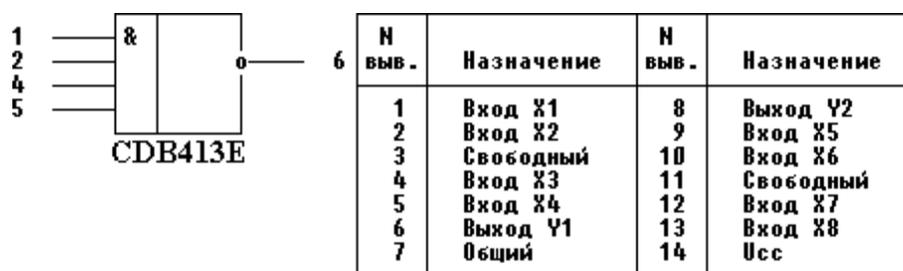
8. Создать библиотечный элемент, используя в качестве исходных данных его условное графическое обозначение (УГО) и таблицу соответствия выводов. УГО и таблица выводов элемента KP1533IE19



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 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, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену
2	Разработка посадочных мест на ПП и упаковка выводов конструктивных элементов	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому

	ЭС.		проекту, вопросы к экзамену
3	Упаковка выводов конструктивных элементов ЭС.	ПК-2, ПК-4	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену
4	Создание схем электрических принципиальных. Редактирование объектов электрической схемы.	ПК-2, ПК-4	Тест, 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, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, вопросы к экзамену
6	Экспорт ПП, схемы электрической принципиальной.	ПК-2, ПК-4	Тест, 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 методике 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 методике 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 методике 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 . - 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. 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](#)
3. 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](#)
4. 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. – Режим доступа: [АППЭС лаб](#)
5. 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](#)

**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:**

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

ОС Windows 7 Pro;  
Google Chrome;  
Microsoft Office 64-bit  
Компас 3D;  
Altium Designer;  
DesignSpark PCB;  
EasyEDA  
ZenitPCB

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**

Учебная аудитория (компьютерный класс), укомплектованная следующим оборудованием:

– персональные компьютеры с установленным ПО, под-

ключенные к сети Интернет — 11 шт.;

- принтер цветной лазерный;
- 3D принтер «Альфа-2»;
- доска магнитно-маркерная поворотная;
- цифровой осциллограф DS1052E – 3 шт.;
- анализатор спектра DSA815;
- генератор VC2002;
- источник питания DP832 – 4 шт.;
- источник питания HY 1503D 2 LCD – 6 шт.;
- мультиметр DM3058E – 3 шт.

Учебная аудитория (лаборатория), укомплектованная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, эмуляторами KP580 и EMURK286, подключенные к сети Интернет — 14 шт.;
- источник питания HY3020E- 9350 – 6 шт.;
- источник питания Б5-49 – 3 шт.;
- осциллограф GDS – 5 шт.;
- осциллограф цифровой запоминающий OЦЗC02;
- универсальный генератор сигналов DG1022 – 4 шт.;
- цифровой осциллограф MSO2072A;
- электронная программируемая нагрузка AEL-8320 – 4 шт.;
- вольтметр В7-16А;
- частотомер MS6100;
- частотомер ЧЗ-35А

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**

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 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.

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 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; 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

	<p>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.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <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>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>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.</p>