

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

Образовательно-научный институт  
физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_/Ж.В. Мацулевич/  
подпись                      ФИО

“20” июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.17 Технология печатных плат**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

\_\_\_\_\_  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность: «Технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники»

\_\_\_\_\_  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: НиБ

Кафедра-разработчик НиБ

Объем дисциплины: 180/3

Промежуточная аттестация: зачет с оценкой

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Корнев Роман Алексеевич, д.х.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2023

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 19 сентября 2017 г. № 927 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ  
протокол от 25.05.2023 г. № 22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 11.05.2023 г № 7.

Зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 16.05.2023 г № 9.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 11.03.04-н-41

Начальник МО

\_\_\_\_\_/Н.Р. Булгакова/  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_/Н.И. Кабанина/  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	15
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	19
7. Информационное обеспечение дисциплины .....	20
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	22
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	22
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	24
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	26

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1. Целью освоения дисциплины «Технология печатных плат»** является формирование у студента основных знаний об технологии производства печатных плат и применению современных средств выполнения и редактирования изображений и чертежей печатных плат.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- изучить современные технологии изготовления печатных плат;
- сформировать представление об основах технологии изготовления печатных плат;
- научиться получать защитный рельеф, негативное и позитивное изображение рисунка, схемы с помощью полимерных защитных материалов, характеризовать растворы травления;
- овладеть основными техническими требованиями к печатным платам, способам изготовления, способами нанесения фотополимерных материалов, методами утилизации и регенерации травильных растворов;
- развить самостоятельность в приобретении научных знаний и опыта экспериментальной работы.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**2.1. Учебная дисциплина «Технология печатных плат»** включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части образовательной программы «Технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина основывается на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Основы проектирования электронной компонентной базы», «Схемотехника», «Физические основы электроники», «Компоненты электронной техники», «Материаловедение для электронной промышленности» и др.

Знания, умения и навыки, полученные учащимся при изучении дисциплины – «Технология печатных плат» необходимы для освоения последующих курсов профессионального цикла «Оборудование и производство электронной техники», «Основы технологии электронной компонентной базы» и др., прохождении практик, а также при подготовке, выполнении и защите курсовых и выпускной квалификационной работ, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

В ходе изучения дисциплины «Технология печатных плат» студенты знакомятся, что технология изготовления печатных плат является сложным многостадийным процессом, включающим несколько стадий: подготовка поверхности диэлектрического материала и металлических поверхностей, фотолитографию, химическое и гальваническое осаждение металла

Рабочая программа дисциплины «Технология печатных плат» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Технология печатных плат» направлен на:  
 - формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»:

а) профессиональных (ПК): ПК-3.

**Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами**

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ПК-3</b>								
Метрология, стандартизация и технические измерения (Б1.В.ОД.7)								✓
Технология летучих высокочистых веществ для производства изделий электронной техники (Б1.В.ОД.16)								✓
<b>Технология печатных плат (Б1.В.ОД.17)</b>								✓
Технология тонких пленок и покрытий (Б1.В.ОД.18)							✓	
Физико-химические технологии производства материалов и изделий электроники и наноэлектроники (Б1.В.ОД.20)						✓	✓	
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.П.2)						✓		
Преддипломная практика (Б2.П.3)								✓
Выполнение и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С  
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

*Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения*

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-3. Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования характеристик материалов и компонентов электронной техники	Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический, проектно-конструкторский Трудовая функция: В/02.6 (ПС 40.058) Разработка единичных технологических процессов изготовления радиоэлектронных средств					
	ИПК-3.1. Применяет знания о физической природе поведения твердых тел для решения задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного назначения	ЗНАТЬ: – свойства материалов, используемых при производстве печатных плат;	УМЕТЬ: – применять литографические операции при изготовлении печатных плат;	ВЛАДЕТЬ: – методиками использования материалов, используемых при производстве печатных плат.	- Задания к контрольным работам по разделам	Вопросы для устного зачета с оценкой
	Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический, проектно-конструкторский Трудовая функция: В/01.6 (ПС 40.058) Разработка рекомендаций по устранению и предупреждению брака при изготовлении радиоэлектронных средств					
	ИПК-3.2. Применяет знания свойств и принципов работы полупроводниковых приборов в области планарной технологии	ЗНАТЬ: – литографические операции при изготовлении печатных плат;	УМЕТЬ: – применять навыки разработки печатных плат при их производстве;	ВЛАДЕТЬ: – основными методами, используемыми при производстве печатных плат.	- Задания к контрольным работам по разделам	Вопросы для устного зачета с оценкой

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	ИПК-3.3. <i>Аргументированно выбирает и реализовывает эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик электронных приборов, схем и устройств</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> – процессы нанесения металлических и диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат; – этапы производства различных типов печатных плат;	<b>УМЕТЬ:</b> – применять и интенсифицировать процессы нанесения металлических и диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат; – выбирать материалы необходимые при каждом этапе производстве различных типов печатных плат;	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> – навыками использования компьютерных технологий для решения литографических задач с точки зрения его контроля в поэтапных технологических операции при изготовлении печатных плат.	- Задания к контрольным работам по разделам	Вопросы для устного зачета с оценкой
	<b>Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический, проектно-конструкторский</b> Трудовая функция: В/02.6 (ПС 40.058) Разработка единичных технологических процессов изготовления радиоэлектронных средств					
	ИПК-3.4. <i>Определяет основные характеристики процессов тепло- и массопередачи и осуществляет проектирование процессов химической технологии</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> – основные свойства применяемых компонентов ИЭТ при производстве печатных плат, а также представлять топологию их размещения при производстве печатных плат;	<b>УМЕТЬ:</b> – применять свойства применяемых компонентов ИЭТ при производстве печатных плат, а также представлять топологию их размещения при производстве печатных плат;	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> – навыками расположения компонентов ИЭТ при производстве печатных плат.	- Задания к контрольным работам по разделам	Вопросы для устного зачета с оценкой

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

*Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам*

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего часов	в т.ч. по семестрам
		8 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
занятия лекционного типа (Л)	22	22
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)	22	22
лабораторные работы (ЛР)		
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	7	7
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	57	57
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>		



## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
8 СЕМЕСТР									
ПК-3: ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	Раздел 1 Введение								
	Тема 1.1 Структура и содержание дисциплины, связь с другими дисциплинами учебного плана. Место в подготовке специалиста. Назначение и область применения ПП.	1			6	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.2 Основные разновидности ПП. Основные конструктивные и электрические параметры ПП. Классификация и требования, предъявляемые к ПП	1				подготовка к лекциям [1.1-1.4]			
	Итого по 1 разделу	2			6				
ПК-3: ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	Раздел 2 Механические процессы в производстве ПП								
	Тема 2.1 Общие сведения. Изготовление заготовок.	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.2 Обработка базовых и технологических отверстий. Обработка переходных и монтажных отверстий. Сверление. Прессование. Обработка по контуру. Оборудование	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическая работа № 2.1 Расчет параметров для диэлектриков с тонкомерной фольгой			4	4	подготовка к занятию [6.3.1.1]	обучение на основе опыта		
	Итого по 2 разделу	2		4	8				
ПК-3: ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	Раздел 3 Методы изготовления печатных плат								
	Тема 3.1 Субтрактивные методы. Химический метод. Механическое формирование зазоров. Лазерное гравирование	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 3.2 Аддитивные методы. Полуаддитивные методы. Классический полуаддитивный метод. Комбинированные методы. Тентинг-метод	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Итого по 3 разделу	2			4				
ПК-3: ИПК-3.1	Раздел 4 Методы изготовления многослойных печатных плат								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	<b>Тема 4.1</b> Метод попарного прессования. Метод открытых контактных площадок и выступающих выводов.	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	<b>Тема 4.2</b> Метод послойного наращивания. Метод металлизации сквозных отверстий. МПП с микропереходами.	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	<b>Тема 4.3</b> Комбинация методов металлизации сквозных отверстий и послойного наращивания. Гибкие печатные платы. Выбор методов изготовления печатных плат	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	<b>Практическая работа № 4.1</b> Обработка базовых и технологических отверстий			4	4	подготовка к занятию [6.3.1.2]	обучение на основе опыта		
	<b>Итого по 4 разделу</b>	3		4	10				
ПК-3: ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	<b>Раздел 5 Элементы конструирования печатных плат</b>								
	<b>Тема 5.1</b> Корпуса микросхем. Координатная сетка. Элементы проводящего рисунка.	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 5.2 Печатные проводники. Металлизированные отверстия. Монтажные контактные площадки. Контактные покрытия.	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 5.3 Топология токопроводящего рисунка. Избирательная лаковая защита. Деформация печатных плат	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Итого по 5 разделу	3		4	6				
	Раздел 6 Базовые материалы								
ПК-3: ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	Тема 6.1 Общие понятия. Фольги. Связующие. Армирующие наполнители композиционных материалов. Технология изготовления материалов диэлектрического основания.	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 6.1 Основные типы фольгированных материалов. Свойства фольгированных материалов. Прочность сцепления фольги с диэлектриком	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Итого по 6 разделу	2			4				
	Раздел 7 Формирование рисунка ПП								
ПК-3:	Раздел 7 Формирование рисунка ПП								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	<b>Тема 7.1</b> Методы изготовления фотооригиналов и фотошаблонов. Трафаретные печатные формы. Фотолитографические процессы.	2			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	<b>Тема 7.2</b> Создание защитного рельефа. Трафаретная и офсетная печать. Нанесение защитной маски. Оборудование	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	<b>Практическая работа № 7.2</b> Нанесение защитной маски			2	3	подготовка к занятию [6.3.1.2]	обучение на основе опыта		
	<b>Практическая работа № 7.1</b> Травление			4	3	подготовка к занятию [6.3.1.3]	обучение на основе опыта		
	<b>Итого по 7 разделу</b>	3		6	10				
2ПК-3: ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	<b>Раздел 8 Системы совмещения</b>								
	<b>Тема 8.1</b> Погрешности совмещения элементов межсоединений. Основные понятия о совмещении. Математическая модель погрешностей совмещения.	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	<b>Тема 8.2</b> Системы совмещения. Виды систем совмещения. Анализ погрешностей совмещения. Управление совмещением в производстве	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	<b>Итого по 8 разделу</b>	2			4				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПК-3: ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3 ИПК-3.4	Раздел 9 Методы испытаний и оценки качества ПП								
	Тема 9.1 Общие сведения. Виды дефектов в ПП. Виды контроля ГО1. Методы контроля тонкопроводящих цепей. Тепловые методы контроля. Методы испытаний. Ремонт ПП. Надежность, Оборудование для проведения испытаний и контроля	2			1	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 9.2 Оборудование для проведения испытаний и контроля	1			2	подготовка к лекциям [1.1-1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Практическая работа № 9.1 Расчет параметров для диэлектриков с тонкомерной фольгой			4	2	подготовка к занятию [6.3.1.4]	обучение на основе опыта		
	Итого по 9 разделу	3		4	5				
	ИТОГО по дисциплине	22		22	57				

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

### **5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Вопросы, индивидуальные задания, задачи и тесты представлены в методических указаниях к практическим занятиям, представленных в п. 6.3.

### **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

При промежуточном контроле (зачет с оценкой) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ПК-3.</b> Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования характеристик материалов и компонентов	<i>ИПК-3.1. Применяет знания о физической природе поведения твердых тел для решения задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного назначения</i>	Не знает свойства материалов, используемых при производстве печатных плат. Не умеет применять литографические операции при изготовлении печатных плат. Не владеет методиками использования материалов, используемых при производстве печатных плат.	Частично знает свойства материалов, используемых при производстве печатных плат. Умеет применять с ошибками литографические операции при изготовлении печатных плат. Частично владеет методиками использования материалов, используемых при производстве печатных плат.	Хорошо знает свойства материалов, используемых при производстве печатных плат. Умеет применять литографические операции при изготовлении печатных плат. Хорошо владеет методиками использования материалов, используемых при производстве печатных плат.	Знает в совершенстве свойства материалов, используемых при производстве печатных плат. Уверенно умеет применять литографические операции при изготовлении печатных плат. Уверенно владеет методиками использования материалов, используемых при производстве печатных плат.
	<i>ИПК-3.2. Применяет знания свойств и принципов работы полупроводниковых приборов в области планарной технологии</i>	Не знает литографические операции при изготовлении печатных плат. Не умеет применять навыки разработки печатных плат при их производстве. Не владеет основными методами, используемыми при производстве печатных плат.	Частично знает литографические операции при изготовлении печатных плат. Умеет применять с ошибками навыки разработки печатных плат при их производстве. Частично владеет основными методами, используемыми при производстве печатных плат.	Хорошо знает литографические операции при изготовлении печатных плат. Умеет применять навыки разработки печатных плат при их производстве. Хорошо владеет основными методами, используемыми при производстве печатных плат.	Знает в совершенстве литографические операции при изготовлении печатных плат. Уверенно умеет применять навыки разработки печатных плат при их производстве. Уверенно владеет основными методами, используемыми при производстве печатных плат.



Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	<i>ИПК-3.3. Аргументированно выбирает и реализовывает эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик электронных приборов, схем и устройств</i>	Не знает процессы нанесения металлических и диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат; этапы производства различных типов печатных плат. Не умеет применять и интенсифицировать процессы нанесения металлических и диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат; выбирать материалы необходимые при каждом этапе производстве различных типов печатных плат. Не владеет навыками использования компьютерных технологий для решения литографических задач с точки зрения его контроля в поэтапных технологических операции при изготовлении печатных плат.	Имеет представление об процессах нанесения металлических и диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат; этапы производства различных типов печатных плат. Умеет, но с ошибками: применять и интенсифицировать процессы нанесения металлических и диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат; выбирать материалы необходимые при каждом этапе производстве различных типов печатных плат. Частично владеет навыками использования компьютерных технологий для решения литографических задач с точки зрения его контроля в поэтапных технологических операции при изготовлении печатных плат.	Хорошо знает процессы нанесения металлических и диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат; этапы производства различных типов печатных плат. Достаточно хорошо умеет применять и интенсифицировать процессы нанесения металлических и диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат; выбирать материалы необходимые при каждом этапе производстве различных типов печатных плат. Хорошо владеет навыками использования компьютерных технологий для решения литографических задач с точки зрения его контроля в поэтапных технологических операции при изготовлении печатных плат.	Отлично знает процессы нанесения металлических и диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат; этапы производства различных типов печатных плат. Уверенно умеет применять и интенсифицировать процессы нанесения металлических и диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат; выбирать материалы необходимые при каждом этапе производстве различных типов печатных плат. Отлично владеет навыками использования компьютерных технологий для решения литографических задач с точки зрения его контроля в поэтапных технологических операции при изготовлении печатных плат.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
	<i>ИПК-3.4. Определяет основные характеристики процессов тепло- и массопередачи и осуществляет проектирование процессов химической технологии</i>	Не знает основные свойства применяемых компонентов ИЭТ при производстве печатных плат, а также представлять топологию их размещения при производстве печатных плат. Не умеет применять свойства применяемых компонентов ИЭТ при производстве печатных плат, а также представлять топологию их размещения при производстве печатных плат. Не владеет навыками расположения компонентов ИЭТ при производстве печатных плат.	Частично знает основные свойства применяемых компонентов ИЭТ при производстве печатных плат, а также представлять топологию их размещения при производстве печатных плат. Умеет, но с ошибками применять свойства применяемых компонентов ИЭТ при производстве печатных плат, а также представлять топологию их размещения при производстве печатных плат. Частично владеет навыками расположения компонентов ИЭТ при производстве печатных плат.	Хорошо знает основные свойства применяемых компонентов ИЭТ при производстве печатных плат, а также представлять топологию их размещения при производстве печатных плат. Достаточно хорошо умеет применять свойства применяемых компонентов ИЭТ при производстве печатных плат, а также представлять топологию их размещения при производстве печатных плат. Хорошо владеет навыками расположения компонентов ИЭТ при производстве печатных плат.	Отлично знает основные свойства применяемых компонентов ИЭТ при производстве печатных плат, а также представлять топологию их размещения при производстве печатных плат. Уверенно умеет применять свойства применяемых компонентов ИЭТ при производстве печатных плат, а также представлять топологию их размещения при производстве печатных плат. Отлично владеет навыками расположения компонентов ИЭТ при производстве печатных плат.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1 Брусницына Л.А. Технология изготовления печатных плат: учебное пособие / Л.А. Брусницына, Е.И. Степановских, В.Ф. Марков - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015, 200 с. (электронное издание, 978-5-7996- 1380-8, <http://www.iprbookshop.ru/66137.html>)

1.2 Медведев А. Технология производства печатных плат Москва: Техносфера, 2005, 360 с. (электронное издание <http://skat-pro.com/wp-content/uploads/2017/10/Медведев-А.-Технология-производства-печатных-плат.pdf>)

1.3 Уваров А.С. P-CAD 2000, ACCEL EDA. Конструирование печатных плат С – Саратов: Профобразование, 2019, 322 с. (электронное издание 978-5-4488- 0067-2, <http://www.iprbookshop.ru/87982.html>)

1.4 Ёлшин Ю.М. Инновационные методы проектирования печатных плат на базе САПР P-CAD 200х - Москва: СОЛОНПресс, 2018, 464 с. (электронное издание 978-5-91359-196-8, <http://www.iprbookshop.ru/90329.html>)

### **6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению практических учебных занятий по данной дисциплине:

#### **6.2.1 Методические указания:**

6.2.1.1 Кудрявцев Ю.Я. Исследование характеристик печатных плат: Метод. указ. к лаб. работе / Ю.Я. Кудрявцев, Л.М. Мокров, В.И. Паречин, В.И. Рязанов – Рязань, 1994, 12 с.

6.2.1.2. Круглякова Ю.И. Исследование электролитического способа металлизации отверстий в печатных платах: Метод. указ. к лаб. работе / И.А. Круглякова, В.И. Рязанов – Рязань, 2006, 16 с.

6.2.1.3 Сускин В.В. Исследование способов получения рисунка печатных плат: метод. указ. к лаб. работе / В.В. Сускин, А.В. Царева, В.Ф. Шевченко, О.А. Бойко – Рязань, 2010, 16 с.

6.2.1.4 Царева А.В. Химический метод изготовления печатных плат: метод. указ. к лаб. работе / А.В. Царева, В.Ф. Шевченко, В.В. Сускин, О.А. Бойко – Рязань, 2010, 16 с.

#### **6.2.2 Методические указания, разработанные НГТУ**

6.2.2.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20).  
Дата обращения 23.09.2015.

6.2.2.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.ntnu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samost\\_rab.pdf?20](http://www.ntnu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20).

6.2.2.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [http://www.ntnu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.ntnu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elibrary.ru/defaultx.asp) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgaz.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.*
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.*
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

**Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

**Таблица 8 - Перечень программного обеспечения**

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз, данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

**Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз, данных и информационных справочных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>1</b>	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
<b>2</b>	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
<b>3</b>	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
<b>4</b>	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
<b>5</b>	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
<b>6</b>	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл. 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.ntu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

**Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
2	<b>1221</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 50 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23
3	<b>1334-4</b> Мультимедийная аудитория	1. Рабочие столы, оснащенные компьютером (10 посадочных мест);	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	(компьютерный класс для проведения виртуального лабораторного практикума по процессам и аппаратам) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	2. Рабочие столы (22 посадочных места); 3. Рабочее место преподавателя; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран 5. Стенд образовательный «Интегральные микросхемы. Печатные платы»	Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23
4	<b>1334-3</b> Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (6 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - хроматографический комплекс; - исследовательская лаборатория моделирования вакуумных процессов; - спектрофотометр; - плита электрическая; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - цифровой биологический микроскоп; - прибор для измерения удельной поверхности дисперсных пористых материалов. 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750мл, колбы Эрленмейера (100-500мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки	
5	<b>1334-1</b> Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (6 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - лабораторные аналитические весы; - высокочастотный генератор СЭЛТ-ВЧИ-2,0/40; - высокочастотный дуговой плазмотрон; - плита электрическая; - шкаф сушильный; - магнитная мешалка; - источник водорода с оборудованием для приготовления специальной воды; - спектрофотометр; - поляриметр. 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750 мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки	

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
6	<p align="center"><b>1330-1</b></p> <p>Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)</p>	<p>1. Лабораторные столы (10 посадочных мест);</p> <p>2. Лабораторное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вискозимет — плотномер Штабингера SVL3001;</li> <li>- хромато-масс-спектрометр;</li> <li>- планетарная мельница PM100;</li> <li>- комплекс автоматический Porometer metcats plus;</li> <li>- вытяжной шкаф;</li> <li>- магнитная мешалка;</li> <li>- водяная баня;</li> <li>- комплекс хроматографический газовый «Хромос ГХ-1000»;</li> <li>- спектрофотометр ИК-Фурье.</li> </ul> <p>3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки</p>	

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- *коллоквиум;*
- *контрольная работа;*
- *тест.*

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (зачету с оценкой).

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе



дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить, как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план; - уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций; -

связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;

- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;
- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;
- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и неизвестное, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;
- записывать надо сжато;
- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием курсовой работы, участием в лабораторных работах, подготовкой и сдачей зачета/экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

### **10.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

### **11.1.1. Типовые тестовые задания к практическим (семинарским) занятиям**

#### **Задания закрытого типа:**

1. Единицей измерения электропроводности в системе СИ является:
  - а. См (Сименс)
  - б. Вт
  - в. А
2. Удельная электропроводность раствора в системе СИ измеряется в:
  - а.  $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$
  - б.  $\text{Вт} \cdot \text{м}^2$
  - в. В/Ом
3. Удельная электропроводность растворов зависит от:
  - а. концентрации электролита в растворе

- б. объема гальванической ванны
- в. давления
- 4. Точку эквивалентности при кондуктометрическом титровании определяют:
  - а. С помощью индикатора
  - б. Визуально, на основании изменения внешнего вида раствора
  - в. Графическим путем на основании резкого изменения измеренной электропроводности раствора по мере добавления титранта**
- 5. Величина электрического заряда, возникающего на единице площади металлической пластинки, опущенной в дистиллированную воду, зависит от:
  - а. температуры системы**
  - б. объема воды
  - в. формы металлической пластинки

#### **Задания открытого типа:**

1. В системе СИ в См (Сименс) измеряется \_\_\_\_\_  
 Ответ: электропроводность
2. Суммарный электрический заряд, проходящий через вещество за единицу времени при приложении к нему разности потенциалов в 1 В это \_\_\_\_\_  
 Ответ: электропроводность
3. Верно ли утверждение, что под удельной электропроводностью раствора электролита в системе СИ подразумевают скорость перемещения (м/с) ионов в нем при наложении внешнего электрического поля с разностью потенциалов 1 В?  
 Ответ: нет
4. Верно ли утверждение, что удельная электропроводность растворов зависит от приложенной разности потенциалов?  
 Ответ: нет
5. Верно ли утверждение, что согласно закона Кольрауша:  $\lambda_{\infty} = \lambda_{\kappa} + \lambda_{\alpha}$   
 Ответ: да

#### **11.1.2. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса**

##### **ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ГРУППОВОГО ОБСУЖДЕНИЯ НА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЯХ:**

1. Какие методы изготовления ОПП и ДПП вы знаете?
2. Какова последовательность формирования проводников на ОПП при изготовлении субтрактивным негативным методом с использованием пленочного фоторезиста?
3. Какова последовательность формирования проводников на ДПП при изготовлении субтрактивным негативным методом с использованием пленочного фоторезиста?
4. Какова последовательность формирования проводников на ДПП при изготовлении субтрактивным позитивным методом?
5. Какова последовательность формирования проводников на ДПП при изготовлении полуаддитивным методом с использованием пленочного фоторезиста?
6. Какова последовательность формирования проводников на ДПП при изготовлении аддитивным методом с использованием пленочного фоторезиста?
7. Какова последовательность изготовления МПП методом попарного прессования?
8. В чем суть метода послойного наращивания при изготовлении МПП?

9. Назовите преимущества и недостатки метода металлизации сквозных отверстий при изготовлении МПП?
10. Какие материалы относятся к базовым и расходным материалам для изготовления ПП?
11. Назовите характеристики прокладочных склеивающих материалов.
12. Какие требования предъявляются к фольгированным и нефольгированным диэлектрикам?
13. Какие марки материалов основания ПП наиболее широко применяются в настоящее время для изготовления ОПП, ДПП, МПП?
14. Назовите основные характеристики материала основания ПП.
15. Какие адгезивы применяют в многослойных ГПП, ГПК?

**11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

Зачет с оценкой проводится в устной форме по всему материалу изучаемого курса «Технология печатных плат»

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену  
(ПК-3: ИПК-3.1, ИПК-3.2, ИПК-3.3, ИПК-3.4):**

1. Диэлектрические материалы для создания печатных плат
2. Метод получения медной фольги, требования, аппаратура
3. Что такое печатная плата, классы точности, характеристики
4. Создание адгезионных слоев
5. Химический способ изготовления печатных плат с негатива
6. Химический способ изготовления печатных плат с позитива
7. Метод штамповки, его особенности
8. Метод переноса, какие преимущества этого метода
9. Преимущества и недостатки химического способа
10. Комбинированный способ, сравнение с химическим
11. Комбинированный способ с позитива, класс точности получения печатных плат
12. Базовый метод, как частный случай комбинированного
13. Метод «Слофадит», его преимущества
14. Полуаддитивный способ изготовления печатных плат с позитива
15. Способы подготовки диэлектрика перед металлизацией
16. Метод дифференциального травления
17. Тентинг-процесс изготовления печатных плат
18. Печатные платы на металлической основе, подготовка поверхности
19. Аддитивный способ изготовления печатных плат, преимущества и недостатки
20. Метод «фотоформ»
21. Требования к меди, полученной химическим способом
22. Требования к многослойным печатным платам, история создания
23. Основные крупные операции изготовления многослойных печатных плат
24. Изготовление отдельных слоев, требования к ним
25. Сборка пакета, условия прессования

26. Обработка крайних слоев, подготовка переходных отверстий
27. Органические материалы, используемые для создания защитного рельефа
28. Трафаретная печать, оборудование, материалы
29. Создание трафарета прямым и косвенным методом
30. Жидкие фоторезисты – характеристика, недостатки
31. Фоторезист на основе поливинилового спирта
32. Защитный рельеф на основе диазосоединения
33. Сухие пленочные фоторезисты – характеристика, принцип работы
34. Сухой пленочный фоторезист – органо-проявляемый
35. Теоретические основы процесса травления
36. Раствор травления на основе  $\text{FeCl}_3$
37. Кислые растворы травления на основе хлорной меди
38. Перекисные растворы травления
39. Медноаммиачный раствор травления
40. Оборудование для процесса травления
41. Теоретические основы сенсibilизации
42. Растворы сенсibilизации
43. Теоретические основы активации
44. Растворы активации
45. Совмещенные растворы активации
46. Теоретические основы процесса химического меднения
47. Закономерности процесса химического меднения в тартратном растворе
48. Восстановители в процессе химического меднения
49. Влияние примесей на процесс химического меднения
50. Скоростной раствор химического меднения
51. Регенерация раствора химического меднения
52. Процесс предварительного электрохимического меднения
53. Процесс основного меднения, применяемые электролиты с обоснованием
54. Выбор электролита с максимальной рассеивающей способностью для покрытия переходных отверстий
55. Пирофосфатный электролит меднения
56. Выбор покрытия для металлогезиста, свойства покрытия
57. Процесс лужения, выбор электролита
58. Процесс осаждения олово-висмута, выбор электролита
59. Процесс осаждения сплава олово-свинец, выбор электролита
60. Процесс иммерсионного лужения
61. Выбор покрытия для ламелей, обоснование, свойства покрытий
62. Процесс золочения, выбор электролита
63. Процесс палладирования, теоретические основы процесса, выбор электролита
64. Процесс регенерации электролитов