

**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

“16” мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.3.1 Технология и производство печатных плат**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
**для подготовки бакалавров/специалистов/магистров**

Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

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

Направленность: «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ»

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

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: НиБ

Кафедра-разработчик НиБ

Объем дисциплины: 180/5

Промежуточная аттестация: экзамен

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Мочалов Георгий Михайлович, д.т.н., профессор

(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 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 22 сентября 2017 г. № 959 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ  
протокол от 18.05.2023 г. № 21.

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 №

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 .....	9
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	18
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	22
7. Информационное обеспечение дисциплины .....	23
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ .....	25
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	25
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	27
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....	30

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

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

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

- формирование навыков работы студента с профильными САПР;
- формирование навыков проектирования сложных печатных плат;
- ознакомление с современными материалами, используемыми при производстве печатных плат;
- ознакомление с современными технологиями производства печатных плат;
- ознакомление с современными технологиями контроля технического состояния печатных плат.

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

**2.1. Учебная дисциплина «Технология и производство печатных плат»** включена в перечень дисциплин по выбору вариативной части образовательной программы «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки. Наряду с другими дисциплинами профессионального цикла она является одной из основных дисциплин профессиональной подготовки магистрантов по ОП ВО «Физика, химия и технология поверхностей и межфазных границ».

В ходе освоения данной дисциплины необходимы базовые знания, которые студенты получили в ходе обучения по программе бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», где освоены такие дисциплины как «Физические основы электроники», «Схемотехника», «Основы проектирования электронной компонентной базы», «Технология производства печатных плат», «Материалы электронной техники», «Компоненты электронной техники», либо схожие по содержанию дисциплины. Технология изготовления печатных плат является сложным многостадийным процессом, включающим несколько стадий: подготовка поверхности диэлектрического материала и металлических поверхностей, фотолитографию, химическое и гальваническое осаждение металла. Для успешного освоения дисциплины студенты должны владеть основами высшей математики и физики в объеме вузовского курса, а также иметь твердые знания по общей, аналитической, неорганической и органической химии, полученными в курсе бакалавриата.

Знание физико-химических законов и закономерностей позволяет описать и раскрыть процессы, лежащие в основе технологических операций изготовления печатных плат.

Для успешного изучения дисциплины «Технология и производство печатных плат» студент должен:

- знать методы и технологии производства электронной техники; этапы производства печатных плат и проблематику производства изделий электронной техники; методы оценки экономической эффективности технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления;

- уметь применять технологии производства изделий электронной техники; составлять технические задания для проектирования процессов производства изделий электронной техники; обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую. Эффективность технологических процессов;

- владеть методами теоретического и экспериментального решения и оценки развития технологии производства изделий электронной техники; навыками разработки технических заданий на проектирование технологических процессов изготовления изделий электронной техники; методами оценки экономической эффективности технологических процессов.

Знания, умения и навыки, полученные учащимся при изучении дисциплины – «Технология и производство печатных плат» необходимы для освоения последующих курсов профессионального цикла дисциплин: «Специальные процессы и аппараты производства изделий электронной техники», «Физико-химические методы контроля процессов производства ИЭТ», «Проектирование, технология и электронная гигиена в электронной компонентной базе», «Технология и производство печатных плат» и др., при прохождении практик, а также при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Особенностью дисциплины является направленность на получение практических знаний в области проектирования и производства печатных плат, а также тесная связь с существующими задачами, решаемыми на приборостроительных производствах.

В содержании дисциплины сбалансировано соотношение между различными видами учебной работы: объем лекций достаточен для магистрантов данной магистерской программы, для получения практических навыков, ознакомления с компонентами современной электронной техники, их характеристиками и применением.

Рабочая программа дисциплины «Технология и производство 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 и производство печатных плат» направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»:

а) профессионально-специализированные компетенции (ПСК): ПСК-1, 2.

**Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами**

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<b>ПСК-1</b>				
Специальные процессы и аппараты производства изделий	✓	✓	✓	

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
электронной техники (Б1.В.ОД.3)				
Процессы микро- и нанотехнологии (Б1.В.ОД.5)	✓	✓		
Методы исследования материалов и структур электронной техники (Б1.В.ДВ.2.1)	✓	✓		
Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники (Б1.В.ДВ.2.2)	✓	✓		
<b>Технология и производство печатных плат (Б1.В.ДВ.3.1)</b>		✓		
Технология печатных плат последнего поколения (Б1.В.ДВ.3.2)		✓		
Наночастицы в двухфазных системах (ФТД.1)		✓		
Практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности (Б2.П.2)		✓		
Выполнение и защита ВКР (Б3.Д.1)				✓
<b><i>ПСК-2</i></b>				
Физико-химические методы контроля процессов производства ИЭТ (Б1.В.ОД.1)		✓		
Процессы микро- и нанотехнологии (Б1.В.ОД.5)	✓	✓		
<b>Технология и производство печатных плат (Б1.В.ДВ.3.1)</b>		✓		
Технология печатных плат последнего поколения (Б1.В.ДВ.3.2)		✓		
Технологическая практика (Б2.У.1)	✓			
Практика по получению профессиональных умений и опыта научно-исследовательской деятельности (Б2.П.2)		✓		
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
ПКС -1. Способен к измерению и анализу результатов измерений параметров технологических операций	Тип профессиональной деятельности: научно-исследовательский; производственно-технологический Трудовая функция: А/02.7 (ПС 40.006) Контроль параметров технологической операции					
	ИПКС – 1.2. Анализирует полученные результаты измерения параметров при изготовлении печатных плат 5-7 класса точности	ЗНАТЬ: - методы диагностического контроля поэтапных технологических операции при изготовлении печатных плат; - литографические операции при изготовлении печатных плат; - процессы нанесение полупроводниковых/металлических/диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат	УМЕТЬ: - оценивать каждую технологическую операции с точки зрения пригодности его использования для следующей операции при изготовление печатных плат; - применять и интенсифицировать литографические операции при изготовлении печатных плат; - применять и интенсифицировать процессы нанесения полупроводниковых/металлических/диэлектрические слоев при изготовлении печатных плат	ВЛАДЕТЬ: - навыками использования компьютерных технологий для решения задач диагностического контроля поэтапных технологических операции при изготовлении печатных плат; - навыками использования компьютерных технологий для решения литографических задач с точки зрения его контроля в поэтапных технологических операции при изготовлении печатных плат; - методиками построения и анализа физико-математических моделей, моделирующих работу полупроводниковых/металлических/диэлектрических слоев при изготовлении печатных плат	- Контрольные вопросы к практическим занятиям	Вопросы для проведения устного экзамена

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-2. Способен определять и устранять причины отклонения параметров технологических операций от заданных	Тип профессиональной деятельности: научно-исследовательский; производственно-технологический Трудовая функция: А/06.7 (ПС 40.006) Разработка и реализация мероприятий по устранению причин брака выпускаемой продукции					
	ИПКС -2.3. Применяет основы технологии производства печатных плат для составления технологических карт по налаживанию операции производства печатных плат 5-7 класса точности	<b>ЗНАТЬ:</b> - основные виды и области применения литографических процессов при производстве печатных плат; - правила подготовки поверхности для проведения фотолитографии на различных этапах изготовления печатной платы; - классы фоторезистов, правила их нанесения и хранения, на поверхности, используемые при производстве печатных плат	<b>УМЕТЬ:</b> - применять полученные знания о литографических процессах в зависимости от требуемых типов изготовления печатных плат; - применять навыки подготовки поверхностей в зависимости от типов изготавливаемых печатных плат; - определять пригодность применения фоторезистов для различных типов изготавливаемых печатных плат	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> - навыками применения основ технологии при производстве печатных плат; - методиками нанесения фоторезистов на различные типы подложек используемых при производстве печатных плат; - навыками очистки различных типов поверхностей для возможного их дальнейшего применения при производстве печатных плат	- Контрольные вопросы к практическим занятиям	Вопросы для проведения устного экзамена



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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
		2 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>74</b>	<b>74</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа (Л)	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)	<b>34</b>	<b>34</b>
лабораторные работы (ЛР)		
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	<b>4</b>	<b>4</b>
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>79</b>	<b>79</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.)	<b>79</b>	<b>79</b>
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>27</b>	<b>27</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					
2 СЕМЕСТР									
ПСК-1: ИПСК-1.2 ПСК-2: ИПСК-2.3	Раздел 1 Основные характеристики печатных плат								
	Тема 1.1 Основные определения. Характеристика современных технологий изготовления печатных плат	3			3	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Тема 1.2 Основные характеристики печатных плат	3			3	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Практическое занятие 1.1 Исследование характеристик печатных плат			4	4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Итого по 1 разделу	6		4	10				
ПСК-1:	Раздел 2 Технологии изготовления 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					
ИПСК-1.2 ПСК-2: ИПСК-2.3	Тема 2.1 Субтрактивный метод. Аддитивная технология формирования слоев методом «ПАФОС». Аддитивный метод фотоформирования (метод «Фотоформ»). Комбинированный позитивный метод (полуаддитивный метод). Метод попарного прессования печатных плат. Метод послойного наращивания. Метод металлизации сквозных отверстий	4			4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Тема 2.2 Технологии изготовления печатных плат	3			4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Практическое занятие 2.1 Химический метод изготовления печатных плат			3	4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Итого по 2 разделу	7		3	12				
ПСК-1: ИПСК-1.2	Раздел 3 Материалы для изготовления 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					
ПСК-2: ИПСК-2.3	Тема 3.1 Базовые и расходные материалы для изготовления ПП. Материалы для изготовления ОПП, ДПП и МПП. Проводниковые материалы для изготовления ГПП, ГПК и ГЖП. Защитные покрытия ГПП, ГПК и ГЖП. Адгезивы ГПП, ГПК и ГЖП	3			4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Практическое занятие 3.1 Материалы для изготовления печатных плат			3	4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Итого по 3 разделу	3		3	8				
ПСК-1: ИПСК-1.2 ПСК-2: ИПСК-2.3	Раздел 4 Фотохимический способ нанесения защитного рельефа (фотолитография) и травление меди с пробельных мест								
	Тема 4.1 Фотолитография. Травление меди с пробельных мест. Оплавление сплава олово— свинец	3			4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Практическое занятие 4.1 Фотохимический способ нанесения защитного рельефа и травление меди с пробельных мест			3	4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		

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					
	Практическое занятие 4.2 Исследование способов получения рисунка печатных плат			3	4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Итого по 4 разделу	3		6	12				
ПСК-1: ИПСК-1.2 ПСК-2: ИПСК-2.3	Раздел 5 Подготовка поверхностей в производстве печатных плат								
	Тема 5.1 Характеристики различных видов подготовки поверхности и отверстий заготовок ПП. Механическая подготовка поверхности ПП. Химическая подготовка поверхности ПП. Комбинированная подготовка поверхности ПП. Электрохимическая подготовка поверхности ПП. Плазмохимическое травление поверхности ПП и отверстий	4			4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Практическое занятие 5.1 Подготовка поверхностей в производстве печатных плат			4	4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Итого по 5 разделу	4		4	8				
ПСК-1: ИПСК-1.2	Раздел 6 Активация диэлектрических материалов перед химической металлизацией								

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					
ПСК-2: ИПСК-2.3	<b>Тема 6.1</b> Стадии и растворы, применяемые для химической подготовки поверхности диэлектрических материалов перед ее активированием. Особенности травления эпоксикаучукового адгезивного слоя. Подготовка поверхности фольги. Активация поверхности диэлектрических материалов перед химической металлизацией. Беспалладиевая активация поверхности. Фотохимическая активация поверхности. Технологические режимы приготовления фотокомпозиции, подготовки поверхности диэлектрика, нанесения фотоактиватора и процесса экспонирования. Механизм процесса фотовосстановления меди (II) в твердой фазе на поверхности диэлектрика. Активация поверхности диэлектрика растворами на основе палладия и олова	4			4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		

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					
	Практическое занятие 6.1 Активация диэлектрических материалов перед химической металлизацией			4	4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Итого по 6 разделу	4		4	8				
ПСК-1: ИПСК-1.2 ПСК-2: ИПСК-2.3	Раздел 7 Металлизация в производстве печатных плат								
	Тема 7.1 Общие сведения и характеристики процесса металлизации. Химическое меднение. Формирование состава раствора химического меднения. Приготовление и корректирование растворов химического меднения. Утилизация дорогостоящих реактивов. Природа дефектов при химической металлизации. Практика химического меднения. Химическое никелирование	4			4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Практическое занятие 7.1 Металлизация в производстве печатных плат			3	4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Итого по 7 разделу	4		3	8				

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					
ПСК-1: ИПСК-1.2 ПСК-2: ИПСК-2.3	Раздел 8 Электрохимическая металлизация								
	Тема 8.1 Электрохимическая металлизация. Законы электрохимической металлизации Гальваническая металлизация при производстве ПП. Гальваническое меднение. Другие гальванические покрытия. Электролиты в производстве печатных плат. Электролиты меднения. Электролиты осаждения сплава олово–свинец. Оборудование для металлизации печатных плат	3			5	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Практическое занятие 8.1 Металлизация в производстве печатных плат			4	4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, лекция-визуализация		
	Практическое занятие 8.2 Исследование электролитического способа металлизации отверстий в печатных платах			3	4	подготовка к занятиям [1.1 – 1.3]	обучение на основе опыта		
	Итого по 8 разделу	3		7	13				



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					
ИТОГО по дисциплине		34		34	79				

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

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение групповых заданий на практических занятиях;
- тестирование по темам лекционных занятий;
- решение практических задач.

### **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 (экзамен) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Отлично «5» – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

Хорошо «4» – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов;

Удовлетворительно «3» – дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

Неудовлетворительно «2» – студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

**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



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
ПКС-2. Способен определять и устранять причины отклонения параметров технологических операций от заданных	ИПКС -2.3. Применяет основы технологии производства печатных плат для составления технологических карт по налаживанию операции производства печатных плат 5-7 класса точности	<p>Не знает основные виды и области применения литографических процессов при производстве печатных плат; правила подготовки поверхности для проведения фотолитографии на различных этапах изготовления печатной платы; классы фоторезистов, правила их нанесения и хранения, на поверхности, используемые при производстве печатных плат.</p> <p>Не умеет применять полученные знания о литографических процессах в зависимости от требуемых типов изготовления печатных плат; применять навыки подготовки поверхностей в зависимости от типов изготавливаемых печатных плат; -определять пригодность применения фоторезистов для различных типов изготавливаемых печатных плат.</p> <p>Не владеет навыками применения основ технологии при производстве печатных плат; методиками нанесения фоторезистов на различные типы подложек используемых при производстве печатных плат; навыками очистки различных типов поверхностей для возможного их дальнейшего применения при производстве печатных плат</p>	<p>Имеет представление об основных видах и областях применения литографических процессов при производстве печатных плат; правила подготовки поверхности для проведения фотолитографии на различных этапах изготовления печатной платы; классы фоторезистов, правила их нанесения и хранения, на поверхности, используемые при производстве печатных плат. Умеет, но с ошибками применять полученные знания о литографических процессах в зависимости от требуемых типов изготовления печатных плат; применять навыки подготовки поверхностей в зависимости от типов изготавливаемых печатных плат; определять пригодность применения фоторезистов для различных типов изготавливаемых печатных плат.</p> <p>Плохо владеет навыками применения основ технологии при производстве печатных плат; методиками нанесения фоторезистов на различные типы подложек используемых при производстве печатных плат; навыками очистки различных типов поверхностей для возможного их дальнейшего применения при производстве печатных плат</p>	<p>Хорошо знает основные виды и области применения литографических процессов при производстве печатных плат; правила подготовки поверхности для проведения фотолитографии на различных этапах изготовления печатной платы; классы фоторезистов, правила их нанесения и хранения, на поверхности, используемые при производстве печатных плат. Достаточно хорошо умеет применять полученные знания о литографических процессах в зависимости от требуемых типов изготовления печатных плат; применять навыки подготовки поверхностей в зависимости от типов изготавливаемых печатных плат; -определять пригодность применения фоторезистов для различных типов изготавливаемых печатных плат.</p> <p>Хорошо владеет навыками применения основ технологии при производстве печатных плат; методиками нанесения фоторезистов на различные типы подложек используемых при производстве печатных плат; навыками очистки различных типов поверхностей для возможного их дальнейшего применения при производстве печатных плат</p>	<p>Отлично знает основные виды и области применения литографических процессов при производстве печатных плат; правила подготовки поверхности для проведения фотолитографии на различных этапах изготовления печатной платы; классы фоторезистов, правила их нанесения и хранения, на поверхности, используемые при производстве печатных плат. Уверенно умеет применять полученные знания о литографических процессах в зависимости от требуемых типов изготовления печатных плат; применять навыки подготовки поверхностей в зависимости от типов изготавливаемых печатных плат; -определять пригодность применения фоторезистов для различных типов изготавливаемых печатных плат. Уверенно владеет навыками применения основ технологии при производстве печатных плат; методиками нанесения фоторезистов на различные типы подложек используемых при производстве печатных плат; навыками очистки различных типов поверхностей для возможного их дальнейшего применения при производстве печатных плат</p>

## **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., Степановских Е.И., Марков В.Ф. Технология изготовления печатных плат: учебное пособие. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015, 200 с. (электронный вариант: 978-5-7996-1380-8, [http://www.ip\\_rbookshop.ru/66137.html](http://www.ip_rbookshop.ru/66137.html))

1.2 Ёлшин Ю.М. Инновационные методы проектирования печатных плат на базе САПР P-CAD 200х. Москва: СОЛОНПресс, 2018, 464 с. (электронный вариант: 978-5-91359-196-8, [http://www.ip\\_rbookshop.ru/90329.html](http://www.ip_rbookshop.ru/90329.html))

1.3 Мылов Г.В. Печатные платы: выбор базовых материалов / Г.В. Мылов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2016. - 172 с. (электронный вариант: <https://e.lanbook.com/book/90138>)

### **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 дисциплине «Технология и производство печатных плат»:

#### **6.2.1 Методические указания:**

1.1 Кудрявцев Ю.Я., Мокров Л.М., Паречин В.И., Рязанов В.И. Исследование характеристик печатных плат. – Рязань, 2006, 16 с. (электронный вариант)

1.2 Царева А.В., Шевченко В.Ф., Сускин В.В., Бойко О.А. Химический метод изготовления печатных плат. Рязань, 2010, 16 с. (электронный вариант)

1.3 Сускин В.В., Царева А.В., Шевченко В.Ф., Бойко О.А. Исследование способов получения рисунка печатных плат. – Рязань, 2010, 16 с. (электронный вариант)

#### **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 24.04.2023.

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.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samost\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20).

Дата обращения 24.04.2023.

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.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf). Дата обращения 24.04.2023.

## 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://elib.tolgaz.ru/) [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.
9. Компоненты и технологии журнал об электронных компонентах, датчиках, микросхемах, микроконтроллерах, светодиодах, DSP <https://kite.ru/>

### 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**

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
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)

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
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.nntu.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
1	<b>1342</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 22 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)
2	<b>1221</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 50 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.;	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14);

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	2. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23)
3	<b>1334-4</b> Мультимедийная аудитория (компьютерный класс для проведения виртуального лабораторного практикума по процессам и аппаратам) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Рабочие столы, оснащенные компьютером (10 посадочных мест); 2. Рабочие столы (22 посадочных места); 3. Рабочее место преподавателя; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран 5. Стенд образовательный «Интегральные микросхемы. Печатные платы»	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)
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;	

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		- 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	
6	<b>1330-1</b> Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (10 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - вискозимет — плотномер Штабингера SVL3001; - хромато-масс-спектрометр; - планетарная мельница PM100; - комплекс автоматический Porometer metcats plus; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - комплекс хроматографический газовый «Хромос ГХ-1000»; - спектрофотометр ИК-Фурье. 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	

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина «Технология и производство печатных плат» состоит из связанных между собой разделов, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Технология и производство печатных плат» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим занятиям, индивидуальная консультация с преподавателем).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10- 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10-15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в электронной библиотечной системе (по 1 часу).
4. При подготовке к лабораторному занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, – предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1-2 задачи.

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

**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 обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

При подготовке к контрольной работе (рубежной аттестации) обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, лабораторных занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

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. Примерные типовые вопросы (задания) к практическим занятиям**

1. Характеристика односторонних и двусторонних печатных плат. Рисунок печатной платы. Проводящий рисунок ПП. Непроводящий рисунок ПП. Печатный проводник.

2. Характеристика многослойных печатных плат. Гибкие и жесткие печатные платы. Гибкий печатный кабель.
3. Печатные проводники и контактные площадки монтажных отверстий.
4. Субтрактивный метод изготовления печатных плат. Его суть и разновидности. Последовательность операций в негативном процессе с использованием сухого пленочного фоторезиста.
5. Материалы для изготовления ОПП, ДПП и МПП. Требования, предъявляемые к фольгированным и нефольгированным диэлектрикам.
6. Состав адгезивного слоя нефольгированных диэлектриков. Расшифровка марки диэлектрика.
7. Требования, предъявляемые к проводниковым материалам. Отличие медной катанной и электролитической фольги.
8. Фотолитография. Суть способа. Фоторезисты. Разрешающая способность. Основные этапы фотохимического способа.
9. Основные характеристики фоторезиста. Негативные и позитивные фоторезисты.
10. Достоинства и недостатки жидкого фоторезиста. Способы нанесения жидкого фоторезиста.

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

*Тема: Основные характеристики, материалы и технологии изготовления печатных плат*

*Примерные задания*

- 1 Дать характеристику односторонних и двусторонних печатных плат. Рисунок печатной платы. Проводящий рисунок ПП. Непроводящий рисунок ПП. Печатный проводник.
- 2 Характеристика односторонних и двусторонних печатных плат. Рисунок печатной платы. Проводящий рисунок ПП. Непроводящий рисунок ПП. Печатный проводник.

*Тема: Подготовка поверхностей в производстве печатных плат*

*Примерные задания*

- 1 Подготовка поверхности фольгированных и нефольгированных диэлектрических материалов. Цели подготовки поверхности и отверстий заготовок ПП. Способы подготовки поверхности и отверстий.
- 2 Химическая подготовка поверхности ПП. Последовательность операций химической очистки. Достоинства и недостатки химической очистки. Растворы, используемые для обезжиривания поверхности.

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

Экзамен проводится в устной форме по материалу изучаемого курса «Технология и производство печатных плат»

**Перечень примерных тематических вопросов для подготовки к зачету с оценкой (ПКС-1: ИПКС-1.2; ПКС-2: ИПКС-2.3):**

- 1 Электрохимическая металлизация. Причины неравномерности слоя металла. Рассеивающая способность электролита. Структура металлического слоя и факторы ее определяющие
- 2 Химическая подготовка поверхности печатных плат. Последовательность операций химической очистки. Достоинства и недостатки химической очистки. Растворы, используемые для обезжиривания поверхности
- 3 Устройство ванны гальванического осаждения металла. Требования, предъявляемые к гальваническим покрытиям
- 4 Набухание эпоксикаучукового адгезивного слоя в органических растворителях. Кривые набухания. Кинетическое уравнение, описывающее процесс набухания адгезивного слоя. Механизм действия диметлформамида и диметилсульфоксида. Критерии выбора оптимального времени набухания
- 5 Субтрактивный метод изготовления печатных плат. Его суть и разновидности. Последовательность операций в тентинг-методе с использованием сухого пленочного фоторезиста
- 6 Травления эпоксикаучукового адгезивного слоя. Цели процесса травления. Травильные растворы
- 7 Параметры, от которых зависит равномерность гальванического покрытия. Факторы, повышающие равномерность гальванических покрытий
- 8 Цели операций предтравления и послетравления. Факторы, определяющие величину шероховатости адгезивного слоя. Изменение структуры и физико-химические свойства диэлектрика в процессе травления.
- 9 Аддитивный метод фотоформирования (метод «Фотоформ»). Последовательность операций метода. Преимущества и недостатки метода
- 10 Составы растворов, режимы травления и механизмы действия травителей эпоксикаучукового адгезивного слоя (диэлектрика)
- 11 Материалы для изготовления ОПП, ДПП и МПП. Требования, предъявляемые к фольгированным и нефольгированным диэлектрикам. Состав адгезивного слоя нефольгированных диэлектриков. Расшифровка марки диэлектрика
- 12 Факторы, обеспечивающие высокую адгезию металлопокрытия к диэлектрику. Факторы, влияющие на величину адгезии
- 13 Фотолитография. Суть способа. Фоторезисты. Разрешающая способность. Основные этапы фотохимического способа
- 14 Подготовка поверхности фольги. Цели механической очистки. Химическое обезжиривание. Обработка в антистатике. Режимы и составы растворов
- 15 Основные характеристики фоторезиста. Негативные и позитивные фоторезисты
- 16 Основные компоненты растворов гальванического меднения. Основные неполадки при меднении в кислых электролитах. Технологические режимы, обеспечивающие сплошную металлизацию стенок отверстий
- 17 Достоинства и недостатки жидкого фоторезиста. Способы нанесения жидкого фоторезиста
- 18 Активация поверхности диэлектрических материалов перед химической металлизацией. Сущность химических методов активирования. Важнейшие требования,



предъявляемые к процессам активации. Критерии оценки эффективности работы активирующего раствора

19 Сухие пленочные фоторезисты. Достоинства и недостатки СПФ. Способ нанесения на поверхность диэлектрика

20 Беспалладиевая активация поверхности диэлектрика. Принцип действия активирующих растворов. Стадии процесса. Оптимальный состав активирующего раствора на основе монохлорида меди

21. Классификация неорганических покрытий по технологии их получения.

22. Химический способ изготовления.

23. Электрохимический способ получения печатных плат.

24. Комбинированный способ изготовления плат.

25. Аддитивный способ изготовления плат.

26. Адгезия металлопокрытия к основе.

27. Образование прочной связи между покрытием и твердой основой согласно теории механического сцепления.

28. Физико-химические закономерности процессов травления.

29. Восстанавливаемые металлы и восстановители.

30. Кинетические закономерности и явления катализа в реакциях химического осаждения металлов.

31. Применение реакций химического восстановления для получения функциональных и защитных металлопокрытий.

32. Электрохимический механизм получения металлопокрытий.

33. Составы и условия приготовления растворов.

34. Режимы работы электролитов.

35. Растворители и травильные растворы для органических и неорганических материалов

36. Классификация диэлектрических материалов, применяемых для изготовления печатных плат.

37. Классификация способов подготовки поверхности органических и неорганических материалов.

38. Химические методы получения металлопокрытий: достоинства и недостатки.

39. Электрохимические методы получения металлопокрытий: достоинства и недостатки.

40. Условия и области образования твердой фазы с учетом различных факторов.

41. Функциональные свойства металлопокрытий и их взаимосвязь с условиями получения