

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор АПИ НГТУ:

_____ Глебов В.В.
(подпись) (ФИО)

« 22 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.24 Физико-химические основы технологии электронных средств

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

(код и наименование направления подготовки)

Направленность: Проектирование и технология радиоэлектронных средств

(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2018

Объем дисциплины: 144 /4

(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: экзамен

(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: КиТ РЭС

(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: КиТ РЭС

(аббревиатура кафедры)

Разработчик(и): Свердлов Р.В., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2021г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017г. № 928 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ,
протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 15.06.2021 г. № 8

Заведующий кафедрой _____ Ямпурин Н.П.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 22.06.2021 г. № 15

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 11.03.03-24

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
1.1 Цель освоения дисциплины (модуля)	4
1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	8
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам	8
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	11
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .	11
5.2 Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	15
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости	15
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации	23
5.3 Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине	24
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
6.1 Основная литература.....	27
6.2 Дополнительная литература.....	27
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	27
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	27
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	28
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	28
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	28
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	29
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	29
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа.....	30
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	30
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях	31
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	31
10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса	31

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины «Физико-химические основы технологии электронных средств»: формирование теоретического фундамента по технологии изделий микроэлектроники и технологии производства ЭС, развитие современного физико-химического мышления, помогающего им овладевать последующими технологическими дисциплинами, а также квалифицированно решать разнообразные технические, технологические и исследовательские задачи, возникающие при конструировании, производстве и эксплуатации ЭС, включая обеспечение надежности.

1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)

К основным задачам освоения дисциплины относятся: изучение физико-химических основ технологии изделий микроэлектроники и электронных средств, на которых основаны процессы, используемые при производстве и эксплуатации ЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Физико-химические основы технологии электронных средств» включена в перечень дисциплин обязательной части, определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Физика», «Химия», «Материалы и компоненты электронных средств».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Физико-химические основы технологии электронных средств», необходимы при освоении следующих дисциплин «Технология производства электронных средств», «Интегральные устройства электроники», «Автоматизация технологических процессов».

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические основы технологии электронных средств» 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 «Физико-химические основы технологии электронных средств» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПКС-1 и ПКС-4 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности								
Химия								
Физика								
Математика								

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Материалы электронной техники								
Теория вероятностей и математическая статистика								
Специальные главы физики								
Основы электротехники								
Численные методы проектирования								
Компоненты электронной техники								
Физико-химические основы технологии электронных средств								
Теоретические основы радиотехники								
Выполнение и защита ВКР								
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных								
Химия								
Физика								
Ознакомительная практика								
Физико-химические основы технологии электронных средств								
Управление техническими системами								
Метрология, стандартизация и сертификация								
Выполнение и защита ВКР								
Информатика								
Численные методы проектирования								
Выполнение и защита ВКР								
ПКС-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов								
Введение в специальность								
Материалы электронной техники								
Специальные главы физики								
Физические основы микро- и нанoeлектроники								
Основы электротехники								
Проектирование механических узлов электронных средств								
Колебательные процессы в электронных средствах								
Специальные разделы математики								
Математические основы проектирования электронных средств								
Математические основы автоматизации								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Физико-химические основы технологии электронных средств								
Управление техническими системами								
Цифровые устройства и элементы электронных средств								
Управление качеством электронных средств								
Схемотехника								
Теоретические основы радиотехники								
Теория информации и кодирования								
Проектирование функциональных узлов								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Основы конструирования электронных средств								
Техническая электродинамика								
Теория цифровой обработки сигналов								
Компьютерное проектирование и моделирование электронных средств								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств								
Физико-химические основы технологии электронных средств								
Управление качеством электронных средств								
Метрология, стандартизация и сертификация								
Методология синтеза конструкторско-технологических решений электронных средств								
Технология производства электронных средств								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Физико-химические основы технологии электронных средств», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИОПК-1.3. Использует знания математики, физики и химии при решении практических задач	Знать: основные законы физики и химии процессов, используемых при производстве ЭС	Уметь: использовать основные законы физики и химии при анализе процессов, используемых при производстве ЭС	Владеть: аппаратом, необходимым для анализа физико-химических процессов, используемых при производстве ЭС
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Знать: основные законы и параметры производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС	Уметь: находить данные параметров производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС	Владеть: методикой обработки данных параметров производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС
ПКС-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов	ИПКС-1.1. Определяет и анализирует научно-техническую информацию, требуемую для проектирования технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем.	Знать: Физические, химические и физико-химические законы и явления, на которых основаны технологические процессы, используемые при производстве и эксплуатации ЭС, в том числе элементной базы и несущих конструкций; основные требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию	Уметь: Рассматривать технологические процессы с точки зрения физико-химических законов	Владеть: Навыками комплексного рассмотрения технологических процессов
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств	ИПКС-4.2. Рассчитывает физико-технологические режимы процессов производства изделий электронной техники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами	Знать: основные требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию	Уметь: рассчитывать характеристики технологических процессов производства ЭС с помощью современных вычислительных средств	Владеть: основными приемами обработки и представления экспериментальных данных

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед. или 144 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 5 семестр / 5 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	144/144	144/144
1. Контактная работа:	58/24	58/24
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	52/18	52/18
занятия лекционного типа (Л)	26/6	26/6
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	10/4	10/4
лабораторные работы (ЛР)	16/8	16/8
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6/6	6/6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	–	–
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2/2
2. Самостоятельная работа (СРС)	86/120	86/120
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.)	50/84	50/84
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	36/36
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	–	–

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
5 семестр/3 семестр						
ОПК-1 ИОПК-1.3	Раздел 1. Принципы термодинамического, физико-статистического и кинетического описания и анализа технологического процесса.					
	Тема 1.1 Роль физико-химических процессов в технологии электронных средств.	0,4/0,2			0,5/1	Изучение теоретического материала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]
	Тема 1.2 Основные понятия и способы описания термодинамической и технологической системы.	0,4/0,2			0,5/1	
	Тема 1.3 Принципы кинетического описания и анализа технологического процесса.	0,4/0,2			0,5/1	
	Тема 1.4 Поток, как основная кинетическая характеристика системы.	0,4/0,4			0,5/1	
	Тема 1.5 Основы кинетики процессов	0,4/-			0,5/1	
	Итого по 1 разделу	2/1			2,5/5	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
ОПК-1 ИОПК-1.3	Раздел 2. Физико-химические основы зарождения и роста новой фазы вещества						
	Тема 2.1 Анализ гомогенного и гетерогенного зарождения новой фазы. Тема 2.2 Рост пленок. Эпитаксия.	2/0,5 2/0,5			1/2 1,5/2	Изучение теоретическ ого матери- ала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]	
ПКС-1 ИПКС-1.1	Практическое занятие №1. Рост пленок. Эпитаксия.			2/-	2/-	Подготовка к семинару [6.1.1., 6.2.6, 6.3.6]	
ПКС-1 ИПКС-1.1	Лабораторная работа №1. Исследование процесса напыления тонкой металлической пленки		6/4		4/8	Подготовка к лаборатор- ной работе [6.1.1., 6.2.6, 6.3.1]	
ОПК-2 ИОПК-2.1	Итого по 2 разделу	4/1	6/4	2/-	8,5/12		
ОПК-1 ИОПК-1.3	Раздел 3. Физико-химические основы поверхностных процессов.						
	Тема 3.1 Термодинамика поверхностных явлений. Тема 3.2 Адсорбционные процессы на поверхности твердого тела. Тема 3.3 Процессы очистки, промывки и пропитки поверхности.	1/0,5 0,5/0,25 0,5/0,25			1/2 1/1 1/1	Изучение теоретическ ого матери- ала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]	
	Итого по 3 разделу	2/1			3/4		
	ОПК-1 ИОПК-1.3	Раздел 4. Физико-химические основы процессов растворения при очистке и травлении поверхностей					
Тема 4.1 Термодинамика процесса растворения. Тема 4.2 Основы кинетики растворения твердого тела. Тема 4.3 Травление поверхности твердого тела.		1/0,5 0,5/0,25 0,5/0,25			1/2 1/1 1/1	Изучение теоретическ ого матери- ала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]	
Итого по 4 разделу		2/1			3/4		
ОПК-1 ИОПК-1.3 ПКС-1 ИПКС-1.1		Раздел 5. Физико-химические основы диффузионных процессов.					
	Тема 5.1 Законы диффузии. Тема 5.2 Диффузия в полупроводниках. Тема 5.3 Диффузия в пленочных структурах. Легирование. Тема 5.4 Ионная имплантация.	0,5/0,25 0,5/0,25 0,5/0,25 0,5/0,25			0,5/1 0,5/1 1,5/3 3,5/6	Изучение теоретическ ого матери- ала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]	
	Итого по 5 разделу	2/1			6/11		
	ОПК-1 ИОПК-1.3 ПКС-1 ИПКС-1.1	Раздел 6. Химические процессы осаждения плёнок.					
		Тема 6.1 Термодинамика химического осаждения плёнок. Тема 6.2 Кинетика химического осаждения плёнки. Тема 6.3 Связь физико-химических и технологических характеристик ТП.	0,5/0,25 1/0,25 0,5/-			0,5/1 1,5/3 2 /4	Изучение теоретическ ого матери- ала [6.1.1., 6.1.2, 6.2.2, 6.2.4]
Итого по 6 разделу		2/0,5			4/8		
ОПК-1 ИОПК-1.3		Раздел 7. Электрохимические процессы осаждения и растворения пленок.					
	Тема 7.1 Термодинамика электрохимического осаждения и растворения металлов. Тема 7.2 Электрохимическое осаждение металлических плёнок.	1/- 1/-			0,5/2 0,5/2	Изучение теоретическ ого матери- ала [6.1.1., 6.1.2, 6.2.2, 6.2.4]	
ПКС-1 ИПКС-1.1	Практическое занятие №2. Электрохимическое осаждение металлических плёнок.			2/1	2/2	Подготовка к семинару [6.1.1., 6.2.6, 6.3.6]	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
ПКС-4 ИПКС-4.2	Лабораторная работа № 2. Моделирование операции электролитического осаждения меди		6/-		2/-	Подготовка к лабораторной работе [6.1.1., 6.2.6, 6.3.1]
	Итого по 7 разделу	2/-	6/-	2/1	5/6	
	Раздел 8. Физико-химические основы литографии					
ОПК-1 ИОПК-1.3	Тема 8.1 Сущность процесса литографии.	0,25/0,25			0,25/0,5	Изучение теоретического материала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]
	Тема 8.2 Виды литографии: фото-, электроно-, ионо-, рентгенолитография.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 8.3 Воздействие излучения на чувствительные к нему вещества.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 8.4 Фотохимические реакции.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 8.5 Характеристики фоторезистов.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 8.6 Образование оптических изображений.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 8.7 Фотохимическое образование скрытого изображения в фотоэмульсионном слое при экспонировании.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 8.8 Получение видимого изображения.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 8.9 Химическая и плазмохимическая обработка поверхности.	0,25/-			0,25/0,5	
ПКС-4 ИПКС-4.2	Практическое занятие №3. Сущность процесса литографии. Образование оптических изображений.			2/1	2/2	Подготовка к семинару [6.1.1., 6.2.6, 6.3.6]
ОПК-2 ИОПК-2.1	Лабораторная работа № 3. Технологические процессы изготовления однослойных печатных плат		4/4		4/8	Подготовка к лабораторной работе [6.1.1., 6.2.6, 6.3.1]
	Итого по 8 разделу	4/0,25	4/4	2/1	10/18	
	Раздел 9. Физико-химические основы технологии неразъемных соединений					
ОПК-1 ИОПК-1.3 ОПК-2 ИОПК-2.1 ПКС-4 ИПКС-4.2	Тема 9.1 Формирование сварного, паяного, клеевого соединений.	0,5/-			0,5/1	Изучение теоретического материала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]
	Тема 9.2 Механизм образования сварных соединений.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 9.3 Механизм образования паяных соединений.	0,5/-			0,5/1	
	Тема 9.4 Механизм образования клеевых соединений.	0,5/-			0,5/1	
ПКС-4 ИПКС-4.2	Практическое занятие №4. Формирование сварного и паяного соединений.			2/1	2/2	Подготовка к семинару [6.1.1., 6.2.6, 6.3.6]
	Итого по 9 разделу	2/		2/1	4/6	
	Раздел 10. Физико-химические основы технологии печатных плат					
ОПК-2 ИОПК-2.1 ПКС-4 ИПКС-4.2	Тема 10.1 Основные принципы процесса изготовления печатных плат.	1/0,25			0,5/1	Изучение теоретического материала [6.1.1., 6.2.1, 6.2.3]
	Тема 10.2 Очистка и защита поверхностей печатных плат.	0,5/-			0,25/0,5	
	Тема 10.3 Химические методы осаждения металлических пленок на поверхности.	0,5/-			0,25/0,5	
	Тема 10.4 Активация поверхности диэлектриков.	0,5/-			0,25/1	
	Тема 10.5 Электрохимическая металлизация поверхностей ПП.	0,5/-			0,25/1	
	Тема 10.6 Травление ПП.	0,5/-			0,25/0,5	
	Тема 10.7 Виды травителей и способы травления ПП	0,5/-			0,25/0,5	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-4 ИПКС-4.2	Практическое занятие №5. Основные принципы процесса изготовления печатных плат.			2/1	2/2	Подготовка к семинару [6.1.1., 6.2.6, 6.3.6]
	Итого по 10 разделу	4/0,25		2/1	4/10	
	ИТОГО за семестр	26/6	16/8	10/4	50/84	
	ИТОГО по дисциплине	26/6	16/8	10/4	50/84	

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Информационно-коммуникационные технологии

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Физико-химические основы технологии электронных средств» проводятся преподавателем дисциплины.

Для оценки текущего контроля **знаний** используются тесты, сформированные в системе MOODLE.

Тесты по разделам 1-10 содержат по 10 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 45 минут. На каждый тест дается 2 попытки.

Для оценки текущего контроля **умений** и **навыков** проводятся практические и лабораторные занятия в форме выполнения заданий. При выполнении практического и лабораторного задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамену), если в результате изучения разделов дисциплины в ходе текущего контроля ответил верно на 60% вопросов тестов и предоставил отчеты по всем практическим и лабораторным работам.

Билет для промежуточной аттестации содержит 2 теоретических вопроса, время на подготовку ответов и решение задания - 45 минут. В качестве дополнительного вопроса билет может также содержать практическое задание. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 3 баллов.

Итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (таблица 5.2).

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИОПК-1.3. Использует знания математики, физики и химии при решении практических задач	Знать: основные законы физики и химии процессов, используемых при производстве ЭС	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
		Уметь: использовать основные законы физики и химии при анализе процессов, используемых при производстве ЭС	Лабораторные задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Лабораторные задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения лабораторных работ №1, 3 (см. табл. 4.2)
		Владеть: аппаратом, необходимым для анализа физико-химических процессов, используемых при производстве ЭС	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения ПЗ №1, 2 (см. табл. 4.2)
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Знать: основные законы и параметры производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
		Уметь: находить данные параметров производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС	Лабораторные задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Лабораторные задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения лабораторных работ №1-3 (см. табл. 4.2)
		Владеть: методикой обработки данных параметров производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС	Лабораторные задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Лабораторные задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения ЛР №3 (см. табл. 4.2)
ПКС-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов	ИПКС-1.1. Определяет и анализирует научно-техническую информацию, требуемую для проектирования технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем.	Знать: Физические, химические законы и явления, на которых основаны технологические процессы, используемые при производстве и эксплуатации ЭС, в том числе элементной базы и несущих конструкций; основные требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
		Уметь: Рассматривать технологические процессы с точки зрения физико-химических законов	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения ПЗ №№1-5 (см. табл. 4.2)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
		Владеть: Навыками комплексного рассмотрения технологических процессов	Лабораторные задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Лабораторные задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения лабораторной работы №2 (см. табл. 4.2)
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств	ИПКС-4.2. Рассчитывает физико-технологические режимы процессов производства изделий электронной техники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами	Знать: основные требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
		Уметь: рассчитывать характеристики технологических процессов производства ЭС с помощью современных вычислительных средств	Практические задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения ПЗ №№2,3 (см. табл. 4.2)
		Владеть: основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	Лабораторные задания выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Лабораторные задания не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения ЛР, №12 (см. табл. 4.2)

*) за каждый тест назначается по 1 баллу;

**) за каждое практическое занятие назначается по 1 баллу.

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			2 балла	1 балл	0 баллов	
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИОПК-1.3. Использует знания математики, физики и химии при решении практических задач	Знать: основные законы физики и химии процессов, используемых при производстве ЭС	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
			Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Знать: основные законы и параметры производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
ПКС-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов	ИПКС-1.1. Определяет и анализирует научно-техническую информацию, требуемую для проектирования технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем.	Знать: Физические, химические и физико-химические законы и явления, на которых основаны технологические процессы, используемые при производстве и эксплуатации ЭС, в том числе элементной базы и несущих конструкций; основные требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств	ИПКС-4.2. Рассчитывает физико-технологические режимы процессов производства изделий электронной техники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами	Знать: основные требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы

Промежуточная аттестация по дисциплине пройдена, если слушатель набрал не менее 2 баллов за зачет.

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)

Баллы за текущую успеваемость**	Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
	Суммарное количество баллов***	
0..5 баллов	0..1 балл	«неудовлетворительно»
6..11 баллов	2..3 балла	«удовлетворительно»
12..17 баллов	4..5 баллов	«хорошо»
18 баллов	6 баллов	«отлично»

**) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;

***) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

5.2 Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

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

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

выполнение лабораторных работ (выполнение заданий по вариантам с использованием ПК, ответы на контрольные вопросы) и практических заданий (решение задач, ответы на контрольные вопросы), оформление отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям; тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

Типовые контрольные вопросы для лабораторных работ

Раздел 2. Физико-химические основы зарождения и роста новой фазы вещества.

Лабораторная работа №1. Исследование процесса напыления тонкой металлической пленки

- 1) Механизмы испарения.
- 2) Условия в пролетном пространстве.
- 3) Процесс конденсации испаренного материала.
- 4) Гомогенное зародышеобразование.
- 5) Гетерогенное зародышеобразование.
- 6) Из каких материалов напыляют резистивные пленки?
- 7) Как влияет структура пленки на её сопротивление?
- 8) От чего зависит стабильность пленки?
- 9) Что обеспечивает стабильность пленки?
- 10) Какие существуют методы корректировки сопротивления пленки?
- 11) Как изменяются параметры пленки после напыления и с чем это связано?

Раздел 7. Электрохимические процессы осаждения и растворения пленок.

Лабораторная работа №2. Моделирование операции электролитического осаждения меди

- 1) Объясните сущность электрохимического осаждения меди.
- 2) Назовите основные этапы моделирования ТО электролитического осаждения меди.
- 3) Изложите основные химические явления при протекании операции электролитического осаждения меди.
- 4) Приведите структурную схему физической модели.
- 5) Дайте определение передаточным функциям элементов ТО и ТП. Назовите основные характеристики ТО.
- 6) Дайте определение переходной характеристики и передаточной функции ТО.
- 7) Назовите отличия структурной схемы математической модели ТО для нахождения переходной характеристики и для построения физической модели ТО.

8) Изложите основные этапы построения математической модели технологической операции.

9) Изложите основные этапы построения физической модели технологического процесса.

10) Изложите порядок выполнения работы.

Раздел 8. Физико-химические основы литографии

Лабораторная работа № 3. Технологические процессы изготовления однослойных печатных плат

1. Сущность трафаретной печати.

2. Сущность процесса литографии.

3. Образование оптических изображений.

4. Какие методы изготовления ОПП Вы знаете?

5. Какова последовательность формирования проводников на ОПП при изготовлении субтрактивным негативным методом с использованием пленочного фоторезиста?

6. Какова последовательность формирования проводников на ОПП при изготовлении субтрактивным негативным методом с использованием трафаретной печати?

7. Травление меди при изготовлении ОПП.

8. Виды травителей и способы травления ОПП.

9. Какие методы нанесения паяемого покрытия на контактные площадки ОПП Вы знаете?

10. Какие материалы применяются для изготовления ОПП субтрактивным методом?

11. Что Вы знаете об автоматизации визуального контроля печатных плат?

Типовые задания для лабораторных работ

Раздел 2. Физико-химические основы зарождения и роста новой фазы вещества.

Лабораторная работа №1. Исследование процесса напыления тонкой металлической пленки

Определить условия процесса напыления плёнки с параметрами представленные в варианте:

Материалы резистивной плёнки – Нихром

Величина сопротивления 500 (Ом)

Величина рассеиваемой мощности 0,75 (Вт/см²)

Максимальная нагрузка рассеиваемой мощности 0,4.

Установить величину сопротивления (Ом/□), которое должно быть напылено, чтобы получить заданный номинал, и изменение его величины в процессе стабилизации, определить параметры режима стабилизации, (τ задается в диапазоне 10÷100).

В работе необходимо рассчитать:

1) Толщину пленки;

2) Удельное сопротивление, (Ом/ □);

3) Скорость напыления выбирается в соответствии с данными графиков;

4) Время напыления τ из формулы $h = v \cdot \tau$.

Указать, какие приборы известны для определения:

1) сопротивления пленки в процессе напыления,

2) толщины пленки в процессе напыления,

3) вакуума,

4) температуры испарителя,

5) температуры подложки,

6) тока испарителя.

Раздел 7. Электрохимические процессы осаждения и растворения пленок.

Лабораторная работа №2. Моделирование операции электролитического осаждения меди

1. Создать таблицу для расчета номиналов элементов принципиальной схемы модели ТП. (Допускается воспользоваться приложением «ММТО» в *Microsoft Excel*).

2. Ввести в полученную таблицу численные значения параметров R_{yt} , k , q , L , C в соответствии с заданием.

3. Внести в отчет рассчитанные значения параметров R_a , T_1 , T_2^2 , T_3 и номиналы элементов

принципиальной схемы модели $R_1, R_2, C_4, R_3, R_4, C_5, C_6, R_5, L_5, R_7, R_8$.

4. Открыть программу *Electronics Work Bench 8*. На рабочем поле программы *Electronics Work Bench* построить принципиальную схему математической модели ТП. (Допускается воспользоваться приложением «ММТО.ewb», путь с рабочего поля: *File* → *Open* → ММТВ. ewb).

5. Выставить номиналы элементов принципиальной схемы в соответствии с найденными в п.6. Подключить на рабочем поле программы к входу принципиальной схемы импульсный источник питания, к выходу осциллограф.

6. Настроить импульсный источник питания для подачи на вход единичной ступенчатой функции. Отрегулировать панель осциллографа.

7. Активизировать построенную модель. Визуально наблюдать переходную характеристику на развернутой панели осциллографа. Подбором параметров осциллографа добиться наилучшего изображения переходной характеристики.

8. Отпечатать на принтере графическую переходную характеристику, предварительно сохранив ее на отдельном файле.

9. Исследовать влияние каждого из параметров $R_{ут}$, k , q , L , C , T_1 , T_2 , T_3 на скорость изменения (увеличение – уменьшение) переходной характеристики, для чего пересчитать номиналы элементов и изменить соответствующие номиналы в рабочем поле *Electronics Work Bench*. Это влияние отразить в отчете.

10. Используя построенную графическую зависимость переходной характеристики, определить ее скорость изменения на отдельных участках.

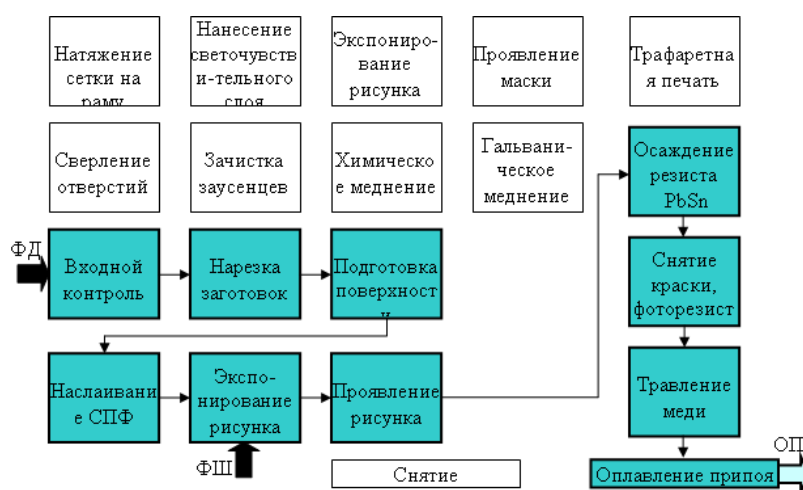
Раздел 8. Физико-химические основы литографии

Лабораторная работа № 3. Технологические процессы изготовления однослойных печатных плат

1. Изучить последовательность операций изготовления однослойных печатных плат;
2. Ознакомиться с перечнем основных материалов и оборудования в производстве однослойных печатных плат;

3. Составить последовательность образцов в соответствии с маршрутной картой процесса изготовления ОПП субтрактивным негативным методом с использованием пленочного фоторезиста;

4. Составить последовательность образцов в соответствии с маршрутной картой процесса изготовления ОПП субтрактивным негативным методом с использованием трафаретной печати.



Полный перечень вопросов приведен в [6.3.1].

Типовые вопросы для практических занятий

Практические занятия проводятся в форме семинаров. Практические занятия выполняются студентами индивидуально или группами по 2-3 человека в зависимости от сложности темы работы. Студенту необходимо изучить специальную литературу по заданной тематике и подготовить доклад. Отчет о выполнении работы оформляется в виде реферата, результаты работы докладываются на практическом занятии и обсуждаются с преподавателем и студентами группы.

Раздел 2 -Физико-химические основы зарождения и роста новой фазы вещества

Практическое занятие 1: Рост пленок. Эпитаксия

- 1 Каковы необходимые условия для зарождения новой фазы?
- 2 Как зависит агрегатное состояние новой фазы от внешних условий?
- 3 Какие существуют теории гетерогенного образования зародышей, в чем их сущность?
- 4 Что называется критическим зародышем? Чем отличаются свойства зародыша до и после критического размера?
- 5 Как выражается зависимость свободной энергии зародыша от его размера, от температуры? Какой вывод можно сделать из этой зависимости?
- 6 Как выражается уравнение свободной энергии зародыша? Каков физический смысл входящих в него величин?
- 7 Чем отличается выражение для гомогенного и гетерогенного образования зародышей?
- 8 Что такое функция контактного угла?
- 9 За счет каких процессов происходит нарастание зародышей в случае гомогенного и гетерогенного образования?
- 10 Чем объясняется, что скорость молекул, движущихся к пластине, отличается от скорости молекул, движущихся к поверхности зародыша? Каково их соотношение?
- 11 Какова движущая сила диффузии молекул по поверхности пластины в сторону зародыша?
- 12 В каком случае (гомогенном, гетерогенном) свободная энергия образования зародышей выше?
- 13 За счет каких реакций происходит нарастание новой фазы?
- 14 В каком случае (гомогенном, гетерогенном) нарастание новой фазы происходит быстрее? Чем это объясняется?
- 15 Как влияет температура подложки на образование и рост новой фазы?
- 16 Какие характеристики рассматриваться, как технологические параметры ТП образования и роста новой фазы?
- 17 Что такое энергетический барьер? Чем отличается пленка, образованная при высоком и низком энергетическом барьере?
- 18 Как связана теплота испарения материала со свойствами образованной из него пленки? Почему?
- 19 Как связана температура подложки, испарения материала со свойствами образованной из него пленки? Почему?
- 20 Что называется эпитаксией?
- 21 Как найти свободную энергию образования критического зародыша для случая эпитаксии?
- 22 Каков механизм роста пленки при эпитаксии?
- 23 Какие дефекты могут наблюдаться в эпитаксиальных пленках?
- 24 Чем отличается пленка из тугоплавких и легкоплавких металлов?
- 25 Чем отличается образование зародышей из газовой фазы от образования в вакууме?

Раздел 7 - Электрохимические процессы осаждения и растворения пленок

Практическое занятие 2: Электрохимическое осаждение металлических пленок

- 1 Что называется электролизом? Какие вещества необходимы для его проведения?
- 2 Где в технологии ЭС применяется процесс электролиза?
- 3 Как определить количество выделяющегося при электролизе металла?
- 4 Что такое коэффициент использования тока?
- 5 Какие реакции происходят при электролизе?
- 6 Что называется электродным потенциалом? Как его определить?
- 7 Каковы стадии электрохимического осаждения металлов?
- 8 Как определяется скорость электрохимического осаждения металлов?
- 9 Какие ионы образуются при погружении меди в CuSO_4 ? Как соотносятся их концентрации?
- 10 Какие стадии имеет реакция электролиза меди в CuSO_4 ? Какова их скорость?
- 11 Каковы отрицательные явления, возможные при электролизе меди в CuSO_4 ? Какова их

причина?

- 12 Какие виды электролитов Вы знаете? В чем различие между ними?
- 13 Как влияет концентрация серной кислоты в электролите на качество процесса?
- 15 Что такое поверхностно-активные вещества? Как они используются при электролизе?
- 15 Чем отличаются электролиты для разных типов покрытия?
- 16 Назовите основные этапы моделирования ТО электролитического осаждения меди.
- 17 Изложите основные химические явления при протекании операции электролитического осаждения меди.
- 18 Приведите структурную схему физической модели.
- 19 Дайте определение передаточным функциям элементов ТО и ТП. Назовите основные характеристики ТО.
- 20 Дайте определение переходной характеристики и передаточной функции ТО.
- 21 Назовите отличия структурной схемы математической модели ТО для нахождения переходной характеристики и для построения физической модели ТО.
- 22 Изложите основные этапы построения математической модели технологической операции.
- 23 Изложите основные этапы построения физической модели технологического процесса.

Раздел 8 - Физико-химические основы литографии

Практическое занятие 3: Сущность процесса литографии. Образование оптических изображений

- 1 Что называется литографией?
- 2 Какие виды литографии существуют? Чем они отличаются?
- 3 Какие основные виды резистов вы знаете? Чем отличается их применение?
- 4 Что такое контактная маска? Как она формируется?
- 5 Из каких основных этапов состоит процесс литографии? Что происходит на этих этапах?
- 6 Как возникает скрытое изображение?
- 7 Как изменяется внутренняя энергия вещества при облучении?
- 8 Каковы этапы фотохимического превращения вещества?
- 9 Какие существуют законы фотохимии?
- 10 Как соотносятся интенсивность и время облучения?
- 11 Что такое квантовый выход?
- 12 Какие существуют основные фотохимические реакции? В каких веществах они возможны?
- 13 Какие вы знаете типы фотолиза?
- 14 Какие вы знаете виды фотоперегруппировки?
- 15 Какие существуют характеристики фоторезистов? На какие параметры ТП они влияют?
- 16 Назовите состав негативных фоторезистов.
- 17 Назовите состав позитивных фоторезистов.
- 18 Назовите основные части систем для образования скрытого изображения, их назначение.
- 19 Что такое экспонирование? Какие процессы при нем происходят?
- 20 Что такое фотошаблон? Как он изготавливается, применяется?
- 21 Какие способы изготовления фотошаблонов существуют? Чем они отличаются?
- 22 Какой процесс происходит в фотоэмульсионном слое при облучении?
- 23 Из чего состоит скрытое изображение? Как оно возникает?
- 24 Чем скрытое изображение отличается от видимого?
- 25 Каковы стадии получения видимого изображения?
- 26 Чем отличаются химическое и физическое проявление? Какие у них особенности?
- 27 Что такое фиксация? Какие реакции при ней происходят?

Раздел 9 - Физико-химические основы технологии неразъемных соединений

Практическое занятие 4: Формирование сварных и паяных соединений

- 1 Какие требования предъявляются к неразъемным соединениям?
- 2 Какие требования предъявляются к соединяемым поверхностям?
- 3 Какова должна быть площадь контактной поверхности при электрическом соединении?
- 4 Как рассчитать сопротивление области соединения (контакта)?

- 5 Как осуществляется сварка плавлением? Для чего она применима, неприменима?
- 6 Чем сварка отличается от пайки?
- 7 Какое физическое явление используется при пайке?
- 8 Назовите стадии создания соединения металлов.
- 9 Какие существуют виды сварных соединений?
- 10 Чем характерно интерметаллическое соединение? Какие вещества способны его образовывать?
- 11 Какие существуют основные энергетические технологические факторы при сварке? Как они воздействуют на процесс сварки?
- 12 Как влияют скорости температурных изменений на процесс сварки?
- 13 Какие стадии существуют при образования сварных соединений? Что при них происходит?
- 14 Какие есть типы паяных соединений? Чем они отличаются?
- 15 Для чего используются флюсы?
- 16 Какие виды флюсов существуют? В чем преимущества и недостатки каждого?
- 17 Какие требования выдвигаются к флюсам?
- 18 Какие материалы используются для создания припоев?
- 19 Чем отличаются твердые и мягкие припои?
- 20 Как маркируются припои?
- 21 Какие виды спаев формируются при взаимодействии чистых металлов?
- 22 Какие дефекты могут возникать в паяных соединениях?

Раздел 10 - Физико-химические основы технологии печатных плат

Практическое занятие 5 : Основные принципы изготовления печатных плат

- 1 Какие функции выполняют ПП? Как они подразделяются?
- 2 Какие стадии проходит ПП при изготовлении? Кратко охарактеризуйте каждую.
- 3 Для чего проводится очистка поверхности ПП?
- 4 Какие виды очистки поверхности ПП существуют?
- 5 Для чего проводится травление поверхности ПП при очистке?
- 6 Что такое нейтрализация? Для чего и как она происходит?
- 7 Для чего и как на поверхность ПП наносится сенсibilизирующий лак?
- 8 Какова реакция осаждения сенсibilизатора? Что она обеспечивает?
- 9 Каковы условия проведения реакции осаждения сенсibilизатора?
- 10 Как происходит химическая металлизация ПП?
- 11 Как происходит гальваническое осаждение металлической пленки?
- 12 Как происходит контактное осаждение металлической пленки? В чем его особенности?
- 13 Чем характерны периодическое, непрерывное осаждение металлической пленки?
- 14 Для чего проводится травление ПП?
- 15 Как происходит реакция травления ПП?
- 16 В чем заключается сущность трафаретной печати?
- 17 В чем заключается сущность процесса литографии.
- 18 Какие методы изготовления ОПП Вы знаете?
- 19 Какова последовательность формирования проводников на ОПП при изготовлении субтрактивным негативным методом с использованием пленочного фоторезиста?
- 20 Какова последовательность формирования проводников на ОПП при изготовлении субтрактивным негативным методом с использованием трафаретной печати?
- 21 Какие реакции травления меди применяются при изготовлении ОПП?
- 22 Виды травителей и способы травления ОПП.
- 23 Какие методы нанесения паяемого покрытия на контактные площадки ОПП Вы знаете?
- 24 Какие материалы применяются для изготовления ОПП субтрактивным методом?
- 25 Что Вы знаете об автоматизации визуального контроля печатных плат?

Полный перечень задач приведен в [6.3.1], а также в [6.2.6].

Типовые тестовые задания для текущего контроля

1. Работа равновесного процесса:
 - а) $\delta A < \delta Q - dE_{вн}$; б) $\delta A = \delta Q - dE_{вн}$; в) $\delta A > \delta Q - dE_{вн}$.
2. Диффузия:
 - а) $j = -D \text{grad} C - \lambda \text{grad} T$;
 - б) $j_i = -D_{эф} \text{grad} C_i$;
 - в) $j = -D \text{grad} C - \sigma \text{grad} U$.
3. $j = -D \cdot \text{grad} C - \lambda \cdot \text{grad} T$
 - а) диффузия; б) электродиффузия; в) термодиффузия.
4. Энергия Гельмгольца:
 - а) $E_{вн} + pV$; б) $E_{вн} - TS$; в) $H - TS$.
5. Энергия Гиббса:
 - а) $E_{вн} + pV$; б) $E_{вн} - TS$; в) $H - TS$.
6. Энтальпия:
 - а) $E_{вн} + pV$; б) $E_{вн} - TS$; в) $H - TS$.
7. Изменение свободной энергии системы
 - а) $SdT + TdS + Vdp + pdV$;
 - б) $Vdp - pdV + TdS - SdT$;
 - в) $pdV - Vdp - TdS + SdT$.
8. Характеристические функции:
 - а) $f(T, V, P, C, C_e, U, S_{II}) = 0$;
 - б) $T, V, P, C, C_e, U, S_{II}$;
 - в) $dE_{вн}; dG_H; dGG; dH$;
 - г) $E_{вн}; G_H; GG; H$.
9. Термодинамические потенциалы:
 - а) $f(T, V, P, C, C_e, U, S_{II}) = 0$;
 - б) $T, V, P, C, C_e, U, S_{II}$;
 - в) $dE_{вн}; dG_H; dG_G; dH$;
 - г) $E_{вн}; G_H; G_G; H$.
10. Термодинамические параметры:
 - а) $E_{вн}, G_H, G_G, H$;
 - б) $T, V, P, C, C_e, U, S_{II}$;
 - в) $dE_{вн}, G_H, G_G, dH$.
11. Уравнение состояния системы:
 - а) $f(T, V, P, C, C_e, U, S_{II}) = 0$;
 - б) $dG = Vdp - SdT - pdV + TdS$;
 - в) $dE_{вн} = 0; dG_H = 0; dGG = 0; dH = 0$.
12. Условие равновесия в системе:
 - а) $f(T, V, P, C, C_e, U, S_{II}) = 0$;
 - б) $dG = Vdp - SdT - pdV + TdS$;
 - в) $dE_{вн} = 0; dG_H = 0; dGG = 0; dH = 0$.
13. Изменение свободной энергии в системе:
 - а) $f(T, V, P, C, C_e, U, S_{II}) = 0$;
 - б) $dG = Vdp - SdT - pdV + TdS$;
 - в) $dE_{вн} = 0; dG_H = 0; dG_G = 0; dH = 0$.
14. Условие химического равновесия многокомпонентной системы:

- а) $\sum_{i=1}^k \mu_i dC_i < 0$; б) $\sum_{i=1}^k \mu_i dC_i = 0$; в) $\sum_{i=1}^k \mu_i dC_i > 0$.
15. Условие самопроизвольного протекания процессов в многокомпонентной системе;
а) $\sum_{i=1}^K \mu_i dC_i < 0$; б) $\sum_{i=1}^K \mu_i dC_i = 0$; в) $\sum_{i=1}^K \mu_i dC_i > 0$.
16. Свободная энергия стабильного зародыша:
а) не изменяется; б) уменьшается; в) увеличивается.
17. Радиус критического зародыша:
а) $-\frac{2\sigma_s}{\Delta G_v}$; б) $\frac{4\pi r_{kp}^3}{3V_m}$; в) $\frac{16\pi\sigma_s^3}{3\Delta G_v^2}$.
18. Число молекул критического зародыша:
а) $-\frac{2\sigma_s}{\Delta G_v}$; б) $\frac{4\pi r_{kp}^3}{3V_m}$; в) $\frac{16\pi\sigma_s^3}{3\Delta G_v}$.
19. Свободная энергия критического зародыша:
а) $-\frac{2\sigma_s}{\Delta G_v}$; б) $\frac{4\pi r_{kp}^3}{3V_m}$; в) $\frac{16\pi\sigma_s^3}{3\Delta G_v^2}$.
20. Свободная энергия гомогенного зародышеобразования:
а) $\frac{16\pi\sigma_s^3}{3\Delta G_v}$; б) $4\pi r^2 \sigma_s + \frac{4}{3} \pi r^3 \Delta G_v$; в) $\frac{16\pi\sigma_{\kappa-нар}^3}{3\Delta G_v^2} f(\varphi)$.
21. Свободная энергия гетерогенного зародышеобразования:
а) $\frac{16\pi\sigma_s^3}{3\Delta G_v^2}$; б) $4\pi r^2 \sigma_s + \frac{4}{3} \pi r^3 \Delta G_v$; в) $\frac{16\pi\sigma_{\kappa-нар}^3}{3\Delta G_v} f(\varphi)$.
22. Радиус критического зародыша уменьшается при:
а) росте энергетического барьера;
б) росте давления насыщенного пара;
в) росте T^0 кипения вещества;
г) повышении температуры пластины.
23. При увеличении T^0 кип. вещества радиус зародыша:
а) уменьшается;
б) стабилен;
в) увеличивается.
24. При увеличении T^0 пластины радиус зародыша:
а) уменьшается;
б) стабилен;
в) увеличивается.
25. При повышении скорости осаждения плёнки радиус зародыша:
а) уменьшается;
б) стабилен;
в) увеличивается.
26. При росте давления насыщенного пара радиус зародыша:
а) уменьшается;
б) стабилен;
в) увеличивается.
27. $-\frac{2\sigma_s}{\Delta G_v}$ –
а) число молекул критического зародыша ;
б) радиус критического зародыша;
в) свободная энергия критического зародыша.
28. В процессе изготовления печатных плат активаторы:

- а) соли олова;
- б) ионы олова, серебра, палладия;
- в) хлорид меди, перекись водорода.

29. Реакция $\text{Sn Cl}_2 + \text{Pd Cl}_2 \rightarrow \text{Sn Cl}_4 + \text{Pd}$ соответствует процессу:

- а) активации;
- б) сенсibilизации;
- в) декапирования.

30. Перед химической металлизацией поверхность диэлектрика:

- а) нейтрализуют;
- б) активируют;
- г) пассивируют.

Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе MOODLE и находятся в свободном доступе на странице курса «Физико-химические основы технологии электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43>.

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия и способы описания термодинамической системы.
2. Сущность процесса литографии.
3. Принципы кинетического описания и анализа технологических процессов.
4. Воздействие излучения на чувствительные к нему вещества.
5. Поток как основная кинетическая характеристика системы.
6. Фотохимические реакции.
7. Основы кинетики процессов.
8. Образование оптических изображений.
9. Анализ гомогенного и гетерогенного зарождения новой фазы.
10. Фотохимическое образование скрытого слоя при экспонировании.
11. Рост пленок. Эпитаксия.
12. Получение видимого изображения.
13. Термодинамика поверхностных явлений.
14. Общие сведения о неразъемных соединениях.
15. Адсорбционные процессы на поверхности твердого тела.
16. Возникновение электрического контакта при формировании сварного соединения.
17. Процессы очистки, промывки и пропитки поверхности.
18. Формирование сварного и паяного соединения.
19. Термодинамика процесса растворения.
20. Механизм образования сварных соединений.
21. Основы кинетики растворения твердого тела.
22. Формирование соединений сваркой давлением.
23. Травление поверхности твердого тела.
24. Механизм образования паяных соединений.
25. Законы диффузии.
26. Флюсование при пайке.
27. Диффузия в полупроводниках.
28. Принципы и основные характеристики технологического процесса изготовления печатных плат.
29. Диффузия в плоских структурах.
30. Очистка и защита поверхности печатных плат.
31. Термодинамика химического осаждения пленок.
32. Химические методы осаждения металлических пленок на поверхности.
33. Кинематика химического осаждения пленок.
34. Активные поверхности диэлектрика.

35. Термодинамика электрохимического осаждения и растворения металлов.
36. Электрохимическая металлизация поверхности печатных плат.
37. Перенапряжение на аноде.
38. Травление печатных плат.
39. Электрохимическое осаждение металлических пленок.
40. Виды травителей и способы травления печатных плат.

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации обучающихся сформирован в системе MOODLE и находится в свободном доступе на странице курса «Физико-химические основы технологии электронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43>.

Регламент проведения промежуточной аттестации в форме тестирования в MOODLE

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
90	30	45

5.3 Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Физико-химические основы технологии электронных средств» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).
2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2 и 5.3, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПКС-1 и ПКС-4, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.4).

Таблицы 5.4 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности					
ИОПК-1.3. Использует знания математики, физики и химии при решении практических задач					
Знать: основные законы физики и химии процессов, используемых при производстве ЭС	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: использовать основные законы физики и химии при анализе процессов, используемых при производстве ЭС	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение лабораторных работ
Владеть: аппаратом, необходимым для анализа физико-химических процессов, используемых при производстве ЭС	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных					
ИОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.					
Знать: основные законы и параметры производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: находить данные параметров производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение лабораторных работ
Владеть: методикой обработки данных параметров производственных процессов, используемых при изготовлении элементов ЭС	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение лабораторных работ
ПКС-1. Способен применять физические и математические законы и модели для проектирования схем, конструкций и технологических процессов					
ИПКС-1.1. Определяет и анализирует научно-техническую информацию, требуемую для проектирования технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем.					
Знать: Физические, химические и физико-химические законы и явления, на которых основаны технологические процессы, используемые при производстве и эксплуатации ЭС, в том числе элементной базы и несущих конструкций; основные требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: Рассматривать технологические процессы с точки зрения физико-химических законов	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение лабораторных работ

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
Владеть: навыками комплексного рассмотрения технологических процессов	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение лабораторных работ, выполнение ПЗ
ПКС-4. Способен выполнять работы по технологической подготовке и организации метрологического обеспечения производства электронных средств ИПКС-4.2. Рассчитывает физико-технологические режимы процессов производства изделий электронной техники с требуемыми конструктивными и электрофизическими параметрами					
Знать: основные требования, предъявляемые к технологическим процессам и оборудованию	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: рассчитывать характеристики технологических процессов производства ЭС с помощью современных вычислительных средств	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение лабораторных работ
Владеть: основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение лабораторных работ, выполнение ПЗ

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. Учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 207с.

6.1.2 Чистяков Ю.Д., Райнова Ю.П. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий: Учебное пособие в 2т. Т.1: Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Чистяков Ю.Д., Райнова Ю.П. ; Под общ. ред. Ю.Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 392 с.

6.1.3 Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. Учебное пособие. Под общ. ред. Л.Н. Патрикеева. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 431с.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Гельфман М.И. Юстратов В.П. Химия. Учебник. Рекомендовано МОРФ. СПб.: Лань, 2008. – 480с.

6.2.2 Физико-химические основы технологии электронных средств. Конспект лекций для студентов всех форм обучения направления 551100 специальности 200800. Сост. А.В.Баранова, Т.В.Калинина. Арзамас: Ассоциация ученых, 2004. – 104с.

6.2.3 Воробьев А.П. Грушин И.Т., Грушина Л.П., Игнатьева Т.В. Механика, молекулярная физика и термодинамика. Учебное пособие (лабораторный практикум) Рекомендовано УС НГТУ Н.Новгород: НГТУ, 2005 –103с.

6.2.4 Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы. Рекомендовано УМО вузов РФ - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 424с.

6.2.5 Горшков В.И., Кузнецов И.А. Основы физической химии. Учебник. Допущено МО РФ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 407с.

6.2.6 Стромберг, А.Г. Физическая химия: Учебник для хим. спец. вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; под ред. А.Г.Стромберга. - 5-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2003. - 527 с.– 1 шт. 6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Лабораторные работы по курсу «Физико-химические основы технологии радиоэлектронных средств». Методические указания. Сост.: Т.В.Калинина, Р.В.Свердлов Арзамас: Ассоциация ученых, 2006. – 78с.

6.3.2 Грушин И.Т. Механика, молекулярная физика и термодинамика: Учебное пособие (лабораторный практикум) / И.Т. Грушин, Л.П. Грушина. - Рекомендовано Ученым советом НГТУ. - Н.Новгород: НГТУ, 2011. - 106 с.

6.3.6 Ерохин Ю.М., Фролов В.И. Сборник задач и упражнений по химии (с дидактическим материалом). Учеб. пособие для студ. сред. проф. учеб. заведений. - М.: Издательский центр, 2005. - 304с.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

7.1.3 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

7.1.4 Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/>.

7.1.5 Информационный портал «INGENERYI.INFO». Режим доступа: <https://ingeneryi.info>.

7.1.6 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Режим доступа: <http://protect.gost.ru>.

7.1.7 Сайт разработчика и интегратора российского ПО для управления жизненным циклом изделий «Топ Системы». Режим доступа: <https://www.tflex.ru>.

7.1.8 Профессиональный сайт «РадиоЛоцман. Электронные схемы». Режим доступа: <https://www.rlocman.ru>.

7.1.9 Новостной портал «Записки радиолюбителя». Режим доступа: <https://radio-blog.ru>.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 AutoCAD v.15.

7.2.2 LCAD v.5.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – 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
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
--	--	--

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
220 – компьютерный класс для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор и подключением к сети Интернет: Intel(R)Core(TM) i5, 2.67 GHz, ОЗУ: 2Гб – 1 шт. - Мультимедийный проектор – 1 шт. - Экран для проектора – 1 шт. - Доска маркерная – 1 шт. - Колонки – 2 шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института: Intel(R)Core(TM) i3, 2.93GHz, ОЗУ: 2Гб – 12шт. - Стол рабочий – 15 шт. Посадочных мест – 24.	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera • Altium Designer Release 10 • Компас • T-FLEX CAD Учебная Версия 14
226 – компьютерный класс – помещение для СРС г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор и подключением к сети Интернет: Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 – 1 шт. - Мультимедийный проектор BenQ MX764 – 1 шт. - Экран для проектора – 1 шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института: Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 – 19 шт. - Сканер HP – 1 шт. - Принтер HPLaserJet – 1 шт. Посадочных мест – 19.	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на телевизор LG – 1шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института – 5 шт. Посадочных мест – 26.	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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 проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием

учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины «Физико-химические основы технологии радиоэлектронных средств», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Физико-химические основы технологии радиоэлектронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43> и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных и практических занятий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Физико-химические основы технологии радиоэлектронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий на соответствующих занятиях.

На лекциях, лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2 и 5.3.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (см. табл. 4.1, 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к лабораторным и практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Физико-химические основы технологии радиоэлектронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины и решения задач по основным разделам курса;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Методические рекомендации к выполнению практических заданий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Физико-химические основы технологии радиоэлектронных средств» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=43> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

10.5 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.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через Интернет к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

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

10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

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:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

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: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20____/20____ уч. г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Глебов В.В.

« ____ » _____ 20 ____ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный
год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № _____

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)