

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
 Химико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
 «__» _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Технологические процессы изготовления элементов электронной техники	Код модуля 1114996 Учебный план № 5123
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	ТОП2 Физико-химические технологии материалов электронной техники и энергетики
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки. бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Алексеева Татьяна Анатольевна	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	
2	Брусницына Людмила Александровна	к.х.н., доцент	доцент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

**Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль**

Т. Н. Останина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

"Технологические процессы изготовления элементов электронной техники"

1.1. Объем модуля, 12 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Данный модуль относится к вариативной части образовательной программы по выбору студента. Модуль позволит организовать проведение экспериментов, проанализировать результаты, построить модели для описания и прогнозирования процессов, самостоятельно разработать модели исследуемых процессов, новые материалы для микроэлектроники и энергетики. В рамках данного модуля формируются знания для осуществления природоохранной деятельности путем анализа технологических схем действующих предприятий, а также при создании и реконструкции систем охраны окружающей среды от промышленных загрязнений.

В модуле показано, что технология изготовления печатных плат является сложным многостадийным процессом, включающим несколько стадий: подготовка поверхности диэлектрического материала и металлических поверхностей, фотолитографию, химическое и гальваническое осаждение металла.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).	Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
		Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
По очной форме обучения									
1. (ВС) Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники	6, 7	51	68		119	169	Зачет, 4; экзамен, 18	288	8
2. (ВС) Технология изготовления печатных плат	7	34		34	68	76	Экзамен, 18	144	4
Всего на освоение модуля		85	68	34	187	245	40	432	12

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники; Технология изготовления печатных плат
3.2.	Кореквизиты	Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники; Технология изготовления печатных плат

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
18.03.01/01.01	РО-ТОП2-4 Планировать и проводить эксперимент по заданным методикам с составлением описания проводимых исследований и анализом их результатов	<ul style="list-style-type: none">• способность разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств электронной техники (ДПК-7-ТОП2);• способность владеть современными методами расчета и проектирования электронных приборов и устройств и технологии их производства, способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ДПК-8-ТОП2).

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ДПК-7-ТОП2	ДПК-8-ТОП2
1	(ВС) Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники	*	
2	(ВС) Технология изготовления печатных плат	*	*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля

"Технологические процессы изготовления элементов электронной техники"

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю.

Не предусмотрено.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю.

Не предусмотрено.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Химико-технологический институт

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗДЕЛИЙ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Технологические процессы изготовления элементов электронной техники	Коды модуля 1114996
Образовательные программы Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Коды ОП 18.03.01/01.01
Направления подготовки Химическая технология	Коды направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказов Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Зарубин Иван Владимирович	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

**Рекомендовано учебно-методическим советом
Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

В дисциплине даны: общая классификация современных оптоэлектронных устройств; современные тенденции развития оптоэлектроники в России и мире; области применения оптических устройств. Рассмотрены: основные законы ИК-техники; источники ИК-излучения; приемники ИК-излучения; виды и характеристики фотоэлектрических приемников; фотоприемники с внутренним фотоэффектом (фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры, светодиоды и т.д.), оптико-электронные преобразователи; функциональные основы полупроводниковых лазеров; избранные вопросы нанофотоники; основные виды фотолитографических операций. Дисциплина ориентирована на освоение студентами физико-химических закономерностей технологических процессов получения полупроводниковых материалов для оптоэлектронных устройств.

Данная дисциплина позволяет подготовить специалистов к практическому применению тонкопленочных технологических процессов для разработки и производства различных изделий оптоэлектроники, являющихся в большинстве случаев наиболее важными функциональными элементами электронных приборов и устройств.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

– способность разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств электронной техники (ДПК-7-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные принципы организации химического производства;
- уровень развития отечественной микро- и нанoeлектроники;
- перспективные направления развития отечественных технологий;
- новые технологии в области электронной техники и микроэлектроники;
- методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех уровнях;
- требования к составу и оформлению отчетов по выполненной работе;
- основные требования к техническому состоянию электронных материалов и оборудования;
- методику и средства диагностики и контроля основных технологических параметров;
- основные требования нормативной документации по монтажу, наладке и сдаче в эксплуатацию изделий и оборудования;
- основные способы и методы монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию изделий и оборудования.

Уметь:

- выполнять и читать чертежи технологических изделий и схем технологических процессов с использованием средств компьютерной графики;
- владеть методами технологических расчетов отдельных узлов химического производства;
- выбрать и определить наиболее эффективный способ реализации эксперимента;
- определить параметры наилучшей организации химико-технологического процесса;
- правильно сформулировать задачи эксперимента;
- корректно интерпретировать результаты эксперимента;
- применять на практике методы и средства контроля;

- выбирать оптимальный способ контроля качества материалов и изделий электронной техники;
- оценить уровень качества выполняемых работ;
- выбирать рациональную схему производства;
- адаптировать новые технологии к условиям производства работ.

Владеть:

- обработки исходных данных и перевода первичной информации на профессиональный язык;
- в методах проведения измерений и корректной оценки погрешностей при проведении физико-химических экспериментов;
- в методах осуществления инновационных идей;
- с современной научной аппаратурой, навыками ведения физико-химического эксперимента;
- подготовки и оформления отчетов по выполненной работе;
- контроля физико-химических свойств материалов и изделий электронной техники;
- монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию изделий электронной техники;
- определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- выбора технологических показателей процесса.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	6	7
1.	Аудиторные занятия	119	119	34	85
2.	Лекции	51	51	17	34
3.	Практические занятия	68	68	17	51
4.	Лабораторные работы				
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	169	17,85	38	131
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	3	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	288		72	216
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	8		2	6

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Основы микро- и оптоэлектроники	Основные понятия и законы. Направления развития и перспективы микро-, нано- и оптоэлектроники
P2	Основы нанотехнологии в оптоэлектронике.	Наноразмерные структуры. Классификация. Свойства. Фотоника и нанофотоника: основные понятия.
P3	Технологические возможности и перспективы получения материалов опто- и микроэлектроники. Нанотехнологии.	Классификация процессов микро- и наноэлектроники. Общие тенденции реализации миниатюризации и интеграции.
P4	Материалы, используемые в оптоэлек-	Электрофизические явления в оптоэлектронных материалах. Основные требования к оптоэлектронным материалам.

	троники	Классификация оптоэлектронных материалов. Элементарные полупроводники (кремний, германий), полупроводниковые соединения $A^{II}B^{VI}$, $A^{IV}B^{VI}$, $A^{IV}B^{IV}$, $A^{III}B^V$ и твердые растворы на их основе. Свойства, применение, методы получения. Проводящие и диэлектрические материалы. Жидкие кристаллы.
P5	Оптоэлектронные устройства и приборы	Классификация оптоэлектронных приборов. Источники когерентного и некогерентного оптического излучения: полупроводниковые лазеры, светодиоды. Приборы для отображения информации. Индикаторы. Оптроны. Оптические интегральные схемы.
P6	Физико-химические основы базовых процессов микроэлектроники и нанотехнологии.	Нанесение слоев методами эпитаксии: технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Создание интегральных устройств методами литографии.
P7	Технологические процессы изготовления оптоэлектронных приборов. Фотолитография.	Общие представления о технологии производства изделий электронной техники. Классификация методов нанесения тонких пленок: физическое нанесение пленок через газовую фазу; эпитаксия и ее механизм; химическое осаждение пленок из газовой фазы; химическое осаждение пленок из водных растворов; термическое окисление; анодное электрическое окисление; золь-гель технологии. Литография и ее разновидности. Формирование контактов и соединений между активными областями оптоэлектронных приборов. Сборка. Пайка, сварка. Герметизация.
P8	Технологии чистоты в производстве материалов и изделий оптоэлектроники	Введение в технологии чистоты. Чистое помещение. Класс чистоты. Принципы построения и основы эксплуатации чистых помещений. Характеристика чистоты веществ и материалов. Особо чистые химические реактивы, газы, твердые вещества. Методы разделения и очистки веществ. Принципы осуществления чистой технологии в производстве материалов оптоэлектроники.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Основы микро- и оптоэлектроники	8
P2	2	Основы нанотехнологии в оптоэлектронике.	9
P3	3	Технологические возможности и перспективы получения материалов опто- и микроэлектроники. Нанотехнологии.	6
P4	4	Материалы, используемые в оптоэлектронике	10
P5	5	Оптоэлектронные устройства и приборы	10
P6	6	Физико-химические основы базовых процессов микроэлектроники и нанотехнологии. Расчеты физических величин оптоэлектронных устройств.	8
P7	7	Технологические процессы изготовления оптоэлектронных приборов. Фотолитография. Проектирование технологии производства фоторезисторов на основе пленки сульфида кадмия.	10
P8	8	Технологии чистоты в производстве материалов и изделий оптоэлектроники	7

Всего: 68

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Современные оптоэлектронные устройства.
2. Основные понятия опто-, микро- и нанoeлектроники.
3. Фотоника и нанофотоника.
4. Люминисценция.
5. Фотолитография.
6. Технология изготовления фоторезисторов.
7. Практическая организация производств материалов и изделий оптоэлектроники.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Наноразмерные частицы. Классификация.
2. Особенности свойств наноразмерных материалов.
3. Тенденции развития наноотрасли в России.
4. Нанотехнологии в микро- и оптоэлектронике. Нанофотоника.
5. Светодиодные лампы.
6. Полупроводниковые лазеры.
7. Приборы ночного видения.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1				*								
P2					*	*						
						(видео)						
P3				*	*							
P4				*	*							
P5					*	*						
						(видео)						
P6				*	*							
P7	*				*							
P8				*	*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Мартинес-Дуарт Дж.М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж.М. Мартинес-Дуарт, Р.Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда; пер. с англ. А.В. Хачояна под ред. Е.Б. Якимова. – Москва: Техносфера, 2007. – 368 с.

2. Шишкин Г.Г. Электроника: учебник / Г.Г. Шишкин, А.Г. Шишкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2014. – 702 с.
3. Коваленко А.А. Основы микроэлектроники: учебное пособие / А.А. Коваленко, М.Д. Петропавловский. – Москва: Академия, 2006. – 240 с.
4. Драгунов В.П. Основы нанозлектроники: учебное пособие для студентов вузов / В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. – Москва: Физматкнига: Логос, 2006. – 496 с.
5. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники: учебник для студентов вузов в 2 т. Т.1 / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – Москва: Академия, 2006. – 448 с.
6. Антипов Б.Л. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы: учебное пособие для студентов вузов / Б.Л. Антипов, В.С. Сорокин, В.А. Терехов; под ред. В.А. Терехова. – 2-е изд. – СПб.: Лань, 2001. – 208 с.
7. Пасынков В.В. Материалы электронной техники: учебник для студентов вузов / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин – 3-е изд. – СПб.: Лань, 2001. – 368 с.
8. Марков В.Ф. Гидрохимическое осаждение пленок сульфидов металлов: моделирование и эксперимент: монография / В.Ф. Марков, Л.Н. Маскаева, П.Н. Иванов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 217 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов: учебное пособие / М.М. Мирошников. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2010. – 704 с.
2. Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: учебное пособие для студентов вузов / А.И. Игнатов. – Москва: Эко-Трендз, 2006. – 272 с.
3. Пихтин А.Н. Квантовая и оптическая электроника: учеб. для студентов вузов / А.Н. Пихтин. – Москва: Абрис: Высшая школа, 2012. – 656 с.
4. Ткаченко Ф.А. Электронные приборы и устройства: учебник для студентов вузов / Ф.А. Ткаченко. – Минск; Москва: Новое знание: ИНФРА-М, 2011. – 682 с.
5. Патрушева Т.Н. Сенсорика. Современные технологии микро- и нанозлектроники: учебное пособие для студентов вузов / Т.Н. Патрушева. – Москва; Красноярск: ИНФРА-М: СФУ, 2014. – 260 с.
6. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учебное пособие для студентов вузов / В. И. Старосельский. – Москва: Юрайт, 2011. – 464 с.
7. Марголин В.И. Физические основы микроэлектроники: учебник для студентов вузов / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, В.А. Тупик. – Москва: Академия, 2008. – 400 с.
8. Лозовский В.Н. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность: учебное пособие для студентов вузов / В.Н. Лозовский, Г.С. Константинова, С.В. Лозовский. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2008. – 336 с.
9. Игумнов Д.В. Основы полупроводниковой электроники: учебное пособие для студентов вузов / Д.В. Игумнов, Г.П. Костюнина. – 2-е изд., доп. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2011. – 394 с.
10. Пул Ч. Нанотехнологии: учебное пособие для студентов / Ч. Пул-мл., Ф. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. – 4-е изд., испр. и доп. Москва: Техносфера, 2009. – 335 с.
11. Суздаев И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – Изд. стер. – Москва: URSS: ЛИБРОКОМ, 2014. – 589 с.
12. Сергеев Г.Б. Нанохимия / Г.Б. Сергеев. – М.: Издательство Московского университета, 2003. – 288 с.
13. Таиров Ю.М. Технология полупроводниковых и диэлектрических приборов: учебник для вузов / Ю.М. Таиров, В.Ф. Цветков. – 3-е изд., стер. – СПб.: Б. и., 2002. – 424 с.
14. Гонда С. Оптоэлектроника в вопросах и ответах / С. Гонда, Д. Сэко; пер. с яп. З.А. Кругляка. – Ленинград: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1989. – 181 с.
15. Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств: Справочник / З.Ю. Готра. – М.: Радио и связь, 1991. – 527 с.

16. Барыбин А.А. Физико-технологические основы электроники / А.А. Барыбин, В.Г. Сидоров; под общ. ред. А. А. Барыбина. – СПб.: Лань, 2001. – 272 с.

9.2. Методические разработки

Не используются.

9.3. Программное обеспечение

Операционная система Microsoft Windows;
Microsoft Office в составе Word, Excel.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>
3. Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
4. Свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>
5. Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
6. Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>
7. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
8. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>
9. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>
10. Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>
11. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2744
12. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Электроника. Радиотехника. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1491

9.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Мультимедийный интерактивный ресурс № 12059 «Химические тонкопленочные технологии в опто-наноэлектронике и сенсорной технике», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/12059>
2. ЭОР УрФУ № 13037 «Материалы современной электроники», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13037>
3. ЭОР УрФУ № 4674 «Технология производства тонкопленочных твердотельных сенсоров», 2007. Режим доступа <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/4674>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционная аудитория, оборудованная средствами электронной презентации.

Компьютерный класс для тестирования студентов и выполнения расчетных заданий (Х-416).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VI, 1-16	15
<i>Участие в работе во время лекции</i>	VI, 1-16	15
<i>Домашняя работа (2)</i>	VI, 7, 14	2 x 35 = 70
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>зачет</i> .		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий</i>	VI, 1-16	20
<i>Участие в работе на практических занятиях</i>	VI, 1-16	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <i>нет</i> .		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.		

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VII, 1-16	20
<i>Домашняя работа (2)</i>	VII, 12, 14	2 x 40 = 80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>экзамен</i> .		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий</i>	VII, 1-16	10
<i>Активность на занятиях</i>	VII, 1-16	30
<i>Реферат (3)</i>	VII, 3, 7, 11	3 x 20 = 60
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <i>нет</i> .		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 6	0,5
Семестр 7	0,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Процессы, оборудование и технологии изделий оптоэлектроники»

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
«Процессы, оборудование и технологии оптоэлектроники»

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий
Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий
Не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы
Не предусмотрены.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. История развития микроэлектроники и нанотехнологии.
2. Поверхность и ее свойства.
3. Поверхностный потенциал.
4. Микрокластеры и их энергетическое состояние.
5. Методы получения и применения структур с атомными кластерами.
6. Напряжённые полупроводниковые структуры, их свойства и применение.
7. Проблемы интеграции и миниатюризации при создании изделий микро- и нанoeлектроники.
8. Размерные эффекты и масштабирование.
9. Физико-химические основы базовых процессов микроэлектронного производства.
10. Макро- и микромеханизмы при нанесении вещества.
11. Нанесение слоев методами эпитаксии.
12. Влияние примесей на зародышеобразование.
13. Методы модифицирования поверхности твердого тела.

14. Механизм диффузии в реальных кристаллах.
15. Наноразмерные структуры.
16. Классификация наноразмерных структур.
17. Фотоника.
18. Нанофотоника.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Оптический спектр электромагнитного излучения. Основные энергетические и светотехнические величины.
2. Энергетические и светотехнические характеристики.
3. ИК-излучение: основные характеристики.
4. Закон Ламберта.
5. Законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана.
6. Законы Вина и Планка.
7. АЧТ: понятие и основные характеристики.
8. Источники ИК-излучения. Классификация.
9. Основные параметры и характеристики фотоприемников.
10. Электрофизические явления в оптоэлектронных материалах.
11. Основные требования к оптоэлектронным материалам.
12. Кремний: свойства, применение, получение.
13. Германий: свойства, применение, получение.
14. Полупроводниковые соединения $A^{II}B^{VI}$ и твердые растворы на их основе: свойства, применение, получение.
15. Полупроводниковые соединения $A^{IV}B^{VI}$ и твердые растворы на их основе: свойства, применение, получение.
16. Полупроводниковые соединения $A^{IV}B^{IV}$: свойства, применение, получение.
17. Полупроводниковые соединения $A^{III}B^{V}$: свойства, применение, получение.
18. Проводящие материалы в изделиях оптоэлектроники.
19. Диэлектрические материалы в изделиях оптоэлектроники.
20. Жидкие кристаллы: классификация, свойства, применение.
21. Классификация оптоэлектронных приборов.
22. Тепловые и фотонные детекторы оптического излучения.
23. Болометры: принцип действия, материалы.
24. Термоэлементы (термопары): принцип действия, материалы.
25. Оптические детекторы на основе внутреннего и внешнего фотоэффекта.
26. Пирозлектрические датчики: принцип действия, материалы.
27. Оптико-акустические датчики: принцип действия, материалы.
28. Вакуумные фотоэлементы: принцип действия, материалы.
29. Газонаполненные фотоэлементы: принцип действия, материалы.
30. Фотозлектронные умножители: принцип действия, материалы.
31. Электронно-оптические преобразователи: принцип действия, материалы.
32. Фоторезисторы: принцип действия, материалы.
33. Фотодиоды: принцип действия, материалы.
34. Светодиоды: принцип действия, материалы.
35. Фототранзисторы: принцип действия, материалы.
36. Фототиристоры: принцип действия, материалы.
37. Многодиапазонные фотоприемники: принцип действия, материалы.
38. Датчики изображения: принцип действия, материалы.
39. Приборы с зарядовой связью: принцип действия, материалы.
40. Источники когерентного и некогерентного оптического излучения.
41. Основные материалы полупроводниковых лазеров.
42. Основные материалы светодиодов.
43. Основные материалы приборов для отображения информации.
44. Оптроны. Оптические интегральные схемы.

45. Основные технологические стадии производства оптоэлектронных изделий. Планарная технология.
46. Механическая обработка полупроводниковых материалов. Оценка качества обработки поверхности.
47. Физико-химическая обработка полупроводниковых материалов. Травление. Очистка поверхности.
48. Классификация методов нанесения тонких пленок.
49. Термическое вакуумное, электронно-лучевое, реактивное испарение. Получаемые материалы.
50. Ионное распыление для получения тонких пленок. Получаемые материалы.
51. Механизмы роста пленок из газовой фазы.
52. Эпитаксия. Классификация эпитаксиальных процессов. Получаемые материалы.
53. Механизмы эпитаксии.
54. Химическое осаждение тонких пленок из газовой фазы. Получаемые материалы.
55. Гидрохимическое осаждение тонких пленок. Получаемые материалы.
56. Электрохимическое осаждение тонких пленок. Получаемые материалы.
57. Пульверизация с пиролизом на нагретой подложке. Получаемые материалы.
58. Методы формирования диэлектрических слоев.
59. Золь-гель технологии для получения тонких пленок.
60. Легирование полупроводников методом диффузии.
61. Легирование полупроводников методом ионной имплантации.
62. Виды резистов и требования к ним.
63. Сборка оптоэлектронных изделий. Пайка, сварка.
64. Герметизация оптоэлектронных изделий.
65. Чистые помещения.
66. Принципы построения чистых помещений.
67. Характеристика чистоты веществ и материалов.
68. Методы разделения и очистки веществ.
69. Литографические процессы.
70. Фотолитография.
71. Сравнение процессов литографии высокого разрешения.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Химико-технологический институт

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Технологические процессы изготовления элементов электронной техники	Коды модуля 1114996
Образовательные программы Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Коды ОП 18.03.01/01.01
Направления подготовки Химическая технология	Коды направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказов Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Брусницына Людмила Александровна	к.х.н., доцент	доцент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

**Рекомендовано учебно-методическим советом
Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Технология изготовления печатных плат» является составляющей модуля «Технологические процессы изготовления электронной техники». Наряду с другими дисциплинами цикла она является одной из основных дисциплин профессиональной подготовки бакалавров по индивидуальной образовательной траектории «Физико-химические технологии материалов электронной техники и энергетики».

Для успешного освоения дисциплины студенты должны владеть прочными знаниями, полученными в рамках модуля «Естественно-научные основы профессиональной деятельности». Знание физико-химических законов и закономерностей позволяет описать и раскрыть процессы, лежащие в основе технологических операций изготовления печатных плат.

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.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способность разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов и устройств электронной техники (ДПК-7-ТОП2);
- способность владеть современными методами расчета и проектирования электронных приборов и устройств и технологии их производства, способность к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ДПК-8-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- требования нормативной документации в области материалов и изделий электроники;
- основные принципы организации химического производства;
- методы оценки эффективности производства, диагностики и контроля основных технологических параметров;
- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением физико-химических моделей;
- требования к составу и оформлению проектной и рабочей документации, а также специфические требования органов экспертизы;
- основные технологические требования к материалам и изделиям электронной техники и нанoeлектроники;
- способы формирования заданных структуры и свойств материалов при максимальном ресурсосбережении, а также методы оценки показателей их качества;
- уровень развития отечественной микро- и нанoeлектроники;
- перспективные направления развития отечественных технологий;
- новые технологии в области электронной техники и микроэлектроники;
- передовой опыт внедрения зарубежных технологий в отечественные организации;

- основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, включая методику выбора и документирования технологических решений на стадии проектирования технологического процесса и стадии его реализации;
- методы построения моделей химико-технологических процессов;
- методику выбора и расчета химико-технологического процесса;
- методы оптимизации химико-технологических процессов.

Уметь:

- рассчитывать основные характеристики химического процесса;
- выбирать рациональную схему производства материалов и изделий электронной техники;
- оценивать технологическую эффективность производства;
- просчитывать и моделировать химико-технологические процессы;
- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;
- выбирать рациональную схему производства;
- определять параметры наилучшей организации процесса;
- выбирать оптимальный способ контроля качества материалов и изделий электронной техники;
- определять направленность процесса в заданных начальных условиях;
- выбирать рациональную схему производства;
- адаптировать новые технологии к условиям производства работ;
- рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса;
- правильно сформулировать задачи эксперимента;
- рассчитывать основные характеристики химического процесса;
- выбрать и определить наиболее эффективный способ реализации эксперимента;
- корректно интерпретировать результаты эксперимента;
- произвести расчет и выбор технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей организации химико-технологического процесса.

Владеть:

- способами обработки исходных данных и перевода первичной информации на профессиональный язык;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы изделий электронной техники;
- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- методами проведения измерений и корректной оценки погрешностей при проведении физико-химических экспериментов;
- методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов;
- методами доведения и освоения технологических процессов в области электронной техники;
- знанием современной научной аппаратуры, навыками ведения физико-химического эксперимента;
- подготовкой и оформлением отчетов по выполненной работе;
- методами расчета и анализа химико-технологических процессов;
- методами оценки технического состояния материалов и оборудования;
- методами опытной проверки оборудования и средств технологического обеспечения;
- методами контроля физико-химических свойств материалов и изделий электронной техники;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами выбора технологических показателей процесса.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	68	68	68
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия			
4.	Лабораторные работы	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	76	10,2	76
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144		144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Основные характеристики печатных плат и технологии их изготовления	Основные определения. Характеристика современных технологий изготовления печатных плат. 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.
P2	Материалы для изготовления печатных плат. Фотолитография.	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. Фотолитография. Позитивные и негативные процессы. Травление меди с пробельных мест. Режимы и составы растворов. Защитные покрытия на основе сплава олово – свинец.
P3	Подготовка поверхностей в производстве печатных плат и активация диэлектрических материалов перед химической металлизацией	Характеристики различных видов подготовка 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. Стадии и растворы, применяемые для химической подготовки поверхности диэлектрических материалов перед её активированием. Набухание эпоксикаучукового адгезивного слоя в органических растворителях. 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

		<p>фотоактиватора и процесса экспонирования. Механизм процесса фотовосстановления меди (II) в твердой фазе на поверхности диэлектрика.</p> <p>Активация поверхности диэлектрика растворами на основе палладия и олова.</p>
P4	Металлизация в производстве печатных плат	<p>Общие характеристики процесса металлизации. Химическое меднение. Формирование состава раствора химического меднения. Приготовление и корректирование растворов химического меднения. Утилизация дорогостоящих реактивов. Природа дефектов при химической металлизации. Химическое никелирование.</p> <p>Электрохимическая металлизация. Законы электрохимической металлизации. Гальваническая металлизация в производстве печатных плат.</p> <p>Оборудование для металлизации печатных плат. Гальваническое меднение и другие гальванические покрытия.</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																									
Код раздела	Наименование раздела	Всего по разделу (час.)	Всего аудиторной работы (час.)		Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)							
			Лекции	Практические занятия		Лабораторные работы	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Проектная работа	Расчетная работа, разработка программного продукта	Расчетно-графическая работа	Домашняя работа на иностранном языке	Перевод иностранной литературы			Курсовая работа	Курсовой проект	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум		
P1	Основные характеристики печатных плат и технологии их изготовления	24	14	6	8	8	3		5												2	1		Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю		
P2	Материалы для изготовления печатных плат. Фотолитография	26	8	8	18	4	4			12			1								2	1							
P3	Подготовка поверхностей в производстве печатных плат и активация диэлектрических материалов перед химической металлизацией	34	20	10	14	12	5	7													2	1							
P4	Металлизация в производстве печатных плат	42	26	10	16	14	5	9													2	1							
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	126	68	34	0	34	58	38	17	0	21	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Всего по дисциплине (час.):	144	68			76	В т.ч. промежуточная аттестация																		0	18	0	0	

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Технологические процессы изготовления однослойных и двухсторонних печатных плат	4
P1	2	Технологические процессы изготовления многослойных печатных плат	4
P3	3	Физико-химические закономерности подготовки поверхности диэлектрических материалов	6
P3	4	Методы активации поверхностей перед осаждением металла	4
P4	5	Химическое осаждение металла на поверхность диэлектрика и на стенки отверстий печатной платы	8
P4	6	Гальваническое осаждение металлов в технологии изготовления печатных плат	8

Всего: 34

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены.

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Технологии изготовления печатных плат.

Многослойные печатные платы.

Фотолитографические процессы.

Технология и растворы травления металлических покрытий.

Осаждения металлического покрытия электрохимическим способом.

Осаждения металлического покрытия химическим способом.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Основные характеристики печатных плат и технологий их изготовления.

Материалы для изготовления печатных плат. Фотолитография.

Подготовка поверхностей в производстве печатных плат и активация диэлектрических материалов перед химической металлизацией.

Процессы металлизации в производстве печатных плат.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	*				*							
P2	*				*							
P3	*				*							
P4	*				*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: учебник для студентов вузов / Е.В. Пирогова. – М.: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2005. – 560 с.
2. Медведев А. Технология производства печатных плат / А. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 360 с.
3. Медведев А. Печатные платы. Конструкции и материалы / А. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 304 с.
4. Муромцев Д.Ю. Конструирование узлов и устройств электронных средств: учебное пособие для студентов вузов / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин, О.А. Белоусов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 541 с.
5. Садаков Г.А. Гальваноластика: справочное пособие. Ч.1. Практическая гальваноластика; Ч.2. Необратимые электрохимические процессы в гальванотехнике / Г.А. Садаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2004. – 400 с.
6. Гамбург Ю.Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению / Ю.Д. Гамбург. – Москва: Техносфера, 2006. – 216 с.

7. Брусницына Л.А. Технология изготовления печатных плат: учебное пособие / Брусницына Л.А., Степановских Е.И. – Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО УрФУ, 2015. – 200 с. (хранится на кафедре).

9.1.2. Дополнительная литература

1. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств: учебник для студентов вузов / Н. К. Юрков. – изд. 2-е, испр. и доп. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014. – 480 с.
2. Мылов Г.В. Печатные платы. Выбор базовых материалов: монография / Г.В. Мылов. – Москва: Горячая линия - Телеком, 2015. – 176 с.
3. Баканов Г.Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: учебное пособие для студентов вузов / Г.Ф. Баканов, С.С. Соколов; под ред. И.Г. Мироненко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Академия, 2014. – 368 с.
4. Новожилов О.П. Электротехника и электроника: учебник / О.П. Новожилов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2013. – 653 с.
5. Ямпольский А.М. Краткий справочник гальванотехника / А.М. Ямпольский, В.А. Ильин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1981. – 272 с.
6. Синдеев Ю.Г. Гальванические покрытия / Ю.Г. Синдеев. – Ростов н/Д.: Феникс, 2000. – 256 с.

9.2. Методические разработки

1. Технология изготовления печатных плат. Учебное пособие / Брусницына Л.А., Степановских Е.И. Изд-во Уральского ун-та. 2015. 200 с.
2. Физическая химия в технологии изготовления печатных плат. Монография / Брусницына Л.А., Степановских Е.И., Алексеева Т.А. Saarbrücken, Deutschland. Изд-во Lambert Academic Publishing, 2016. 116 с.
3. Технология изготовления печатных плат. ЭОР УрФУ. Информационный портал УрФУ, Екатеринбург. Опубл. 14.12.2015
4. Технологические процессы изготовления однослойных и многослойных печатных плат. Методические указания к лабораторной работе № 1 / Л.А. Брусницына. Екатеринбург. 2015. 17 с.
5. Технологические процессы изготовления многослойных печатных плат. Методические указания к лабораторной работе № 2 / Л.А. Брусницына. Екатеринбург. 2015. 26 с.
6. Методы и технология изготовления фотошаблонов. Методические указания к лабораторной работе № 3 / Л.А. Брусницына. Екатеринбург. 2015. 25 с.

9.3. Программное обеспечение

Операционная система Microsoft Windows;
Microsoft Office в составе Word, Excel;

Вводное занятие «Техника безопасности в химической лаборатории» 2001 г. Режим доступа http://study.ustu.ru/umk/umk_view.aspx?id=4421. Идентификатор 4421-241.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>
3. Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
4. Свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>
5. Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
6. Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>
7. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
8. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>
9. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>

10. Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>
11. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2744
12. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Электроника. Радиотехника. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1491

9.5. Электронные образовательные ресурсы

ЭОР УрФУ № 13535 «Изготовление печатных плат», 2016. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13535>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

1. Лекционная аудитория, оборудованная средствами электронной презентации
2. Компьютерный класс для проведения практических занятий, тестирования студентов и выполнения ими расчетных заданий.
3. Специализированный лабораторный практикум по дисциплине «Технология изготовления печатных плат», оборудованный необходимыми приборами и установками для проведения лабораторных работ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Технология изготовления печатных плат»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VII, 1-16	17
<i>Реферат</i>	VII, 8	23
<i>Контрольная работа №1</i> (Основные характеристики печатных плат и технологий их изготовления)	VII, 6	15
<i>Контрольная работа №2</i> (Материалы для изготовления печатных плат. Фотолитография)	VII, 10	15
<i>Контрольная работа №3</i> (Подготовка поверхностей в производстве печатных плат и активация диэлектрических материалов перед химической металлизацией)	VII, 13	15
<i>Контрольная работа №4</i> (Процессы металлизации в производстве печатных плат)	VII, 16	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены.		
3. Лабораторные занятия:		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Теоретический опрос</i>	VII, 9-16	40
<i>Выполнение лабораторной работы</i>	VII, 9-16	30
<i>Оформление лабораторной работы</i>	VII, 9-16	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	1,0

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

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.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрены.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Классификация неорганических покрытий по технологии их получения.
2. Химический способ изготовления.
3. Электрохимический способ получения печатных плат.
4. Комбинированный способ изготовления плат.
5. Аддитивный способ изготовления плат.
6. Адгезия металлопокрытия к основе.
7. Образование прочной связи между покрытием и твердой основой согласно теории механического сцепления.
8. Физико-химические закономерности процессов травления.
9. Восстанавливаемые металлы и восстановители.
10. Кинетические закономерности и явления катализа в реакциях химического осаждения металлов.
11. Применение реакций химического восстановления для получения функциональных и защитных металлопокрытий.
12. Электрохимический механизм получения металлопокрытий.
13. Составы и условия приготовления растворов.
14. Режимы работы электролитов.
15. Растворители и травильные растворы для органических и неорганических материалов
16. Классификация диэлектрических материалов, применяемых для изготовления печатных плат.
17. Классификация способов подготовки поверхности органических и неорганических материалов.
18. Химические методы получения металлопокрытий: достоинства и недостатки.
19. Электрохимические методы получения металлопокрытий: достоинства и недостатки.
20. Условия и области образования твердой фазы с учетом различных факторов.
21. Функциональные свойства металлопокрытий и их взаимосвязь с условиями получения.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.