

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 4

от 23.07.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
6	2	72	30	15	15		12	0	3
Итого	2	72	30	15	15	15	12	0	

АННОТАЦИЯ

В условиях современного производства повышенные требования к технологии материалов электронной техники требуют глубокого изучения закономерностей протекания отдельных процессов, включая их

математическое описание В данной дисциплине будут изучены основные технологии получения монокристаллов, тонких пленок, порошковых и некристаллических материалов электронной техники.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Знание студентами теоретических положений и получение практических навыков в области технологии материалов электронной техники позволяет студентам университета быстро включиться в производственную деятельность по проведению разнообразных экспериментов и решать практические задачи.

Учитывая большое значение кинетических закономерностей при математическом описании технологических процессов, целями освоения дисциплины являются изучение основных положений термодинамики необратимых процессов, позволяющих учитывать взаимное влияние сопутствующих процессов переноса. Протеканием многих процессов в движущейся среде определена необходимость рассмотрения основных законов газодинамики и понимание процессов тепло- и массообмена в движущейся среде и использование их при рассмотрении задач конвективной диффузии и термокинетики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина предполагает успешное освоение студентом следующих курсов:

- Высшая математика
- Химия
- Физическая химия

Результатом освоения учебной дисциплины является формирование знаний и практических навыков по технологическим процессам в производстве материалов электронной техники. Студент, успешно прошедший данную дисциплину обладает необходимым минимумом знаний для понимания принципов производства материалов электронной техники, построения простейшего технологического маршрута; знает методы анализа свойств полупроводниковых и диэлектрических материалов, а также важнейших классов некристаллических материалов; может успешно работать в качестве инженера-технолога на любом этапе производственного процесса.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных	ПК-7.1 [1] - Способен применять представления, концепции и модели физики конденсированного состояния для описания явлений и процессов в твердых телах, включая новые полупроводниковые материалы, для приложений в области электроники и нанoeлектроники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-7.1[1] - Знать основные концепции и модели физики конденсированного состояния для описания явлений и процессов в твердых телах, включая новые полупроводниковые материалы, имеющие значение для электроники и нанoeлектроники; У-ПК-7.1[1] - Уметь применять представления, концепции и модели физики конденсированного состояния для описания явлений и процессов в твердых телах для приложений в области электроники и нанoeлектроники; В-ПК-7.1[1] - Владеть основными методами качественного и количественного анализа параметров и характеристик твердых тел, включая новые полупроводниковые материалы, для приложений в области электроники и нанoeлектроники

	приборов и устройств.		
Участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.	ПК-2 [1] - Способен к экспериментальной проверке выбранных технологических решений производства приборов и исследованию параметров наноструктурных материалов в соответствии с утвержденной методикой, к разработке методик и техническому руководству экспериментальной проверкой технологических процессов и исследованием параметров наноструктурированных материалов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-2[1] - Знания в области материаловедения наноструктурированных материалов.; У-ПК-2[1] - Умение экспериментально исследовать параметры наноструктурированных материалов; В-ПК-2[1] - Владение современными нанотехнологиями и методиками измерений в области микро- и нанoeлектроники.
производственно-технологический			
Проведение технологических процессов производства материалов и	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства,	ПК-8 [1] - Способен выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического	3-ПК-8[1] - Знание технологий сверхбольших интегральных схем, планарных и иных

изделий электронной техники	установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.	процесса или блока технологических операций по производству материалов и изделий электронной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	технологий электроники и нанoeлектроники; У-ПК-8[1] - Умение выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического процесса или блока технологических операций по производству СБИС, интегральных СВЧ-систем и других изделий электронной техники.; В-ПК-8[1] - Владение технологическими операциями по производству материалов и изделий электронной техники
Организация метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и	ПК-9 [1] - Способен выполнять определенный тип измерительных или контрольных операций при исследовании параметров полупроводниковых приборов и устройств или в технологическом процессе по производству материалов и изделий	З-ПК-9[1] - Знание параметров полупроводниковых приборов аналоговой, цифровой, радиочастотной и СВЧ-электроники.; У-ПК-9[1] - Умение выполнять исследования параметров полупроводниковых приборов и устройств в микро- и

	технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.	электронной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.003	нанoeлектронике; В-ПК-9[1] - Владение методами измерений в технологическом процессе по производству материалов и изделий электронной техники
Выполнение работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и	ПК-10 [1] - Способен к модернизации существующих и внедрению новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.003	З-ПК-10[1] - Знание физических основ современных микро- и нанотехнологий, технологий гетероструктурной и СВЧ-электроники.; У-ПК-10[1] - Умение творчески применять современное оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур; В-ПК-10[1] - Владение методами измерений параметров наноматериалов и наноструктур

	нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.		
инновационно-проектный			
Применение передовых принципов и подходов при построении физических и математических моделей процессов и явлений, лежащих в основе действия электронных и нанoeлектронных технологий для приборов и устройств	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и	ПК-17 [1] - Способен оценивать эффективность внедрения новых методов и способов измерения или проектирования или изготовления материалов или изделий электронной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-17[1] - Знание современных методов проектирования и изготовления материалов и изделий электронной техники; У-ПК-17[1] - Умение оценить эффективность внедрения новых методов изготовления материалов или изделий электронной техники; В-ПК-17[1] - Владение навыками оценки эффективности внедрения новых способов измерений параметров изделий электронной техники

	проектирования изделий электроники и наноэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.		
--	---	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала

		дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности и аккуратности в работе с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты (B35)	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и нанoeлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием современных САПРов для моделирования компонентной базы электроники, измерительного и технологического оборудования на кафедрах, лабораториях и центрах ИНТЭЛ; 2.Использование воспитательного

		потенциала профильных дисциплин «Спецпрактикум по физике наносистем», «Спецпрактикум по нанотехнологиям», «Специальный практикум по физике наносистем», «Современные проблемы физики конденсированных сред (спецсеминар)», «Экспериментальные методы исследования наноструктур (спецсеминар)», для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах полупроводниковой промышленности - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистом для разработок новых материалов и устройств по направлениям, связанным с СВЧ электроникой, микро- и нанопроцессорами, оптическими модуляторами и применением новых материалов в нанoeлектронных компонентах через организацию практикумов в организациях по разработке и производству полупроводниковых изделий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.
--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	16/8/8		25	Кл-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-17, У-ПК-17, В-ПК-17
2	Раздел 2	9-15	14/7/7		25	БД3-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-17, У-ПК-17, В-ПК-17
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/15/15		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	3	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1,

							3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-17, У-ПК-17, В-ПК-17
--	--	--	--	--	--	--	---

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
БДЗ	Большое домашнее задание
Кл	Коллоквиум
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	30	15	15
1-8	Раздел 1	16	8	8
1 - 2	ПРОЦЕССЫ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА 1 Потенциальные поля и потоки субстанций 2 Взаимосвязанность потоков различных субстанций. Неравновесная термодинамика введите здесь подробное описание пункта 3. Дифференциальные уравнения переноса теплоты 4. Дифференциальное уравнение переноса теплоты в движущейся жидкости 5. Дифференциальное уравнение переноса вещества в движущейся среде	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	ПРИНЦИП ПОДОБИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ 1 Критерии подобия 2 Процессы конвективной термокинетики 3 Процессы конвективного массопереноса 4 Процессы газодинамики 5 Процессы естественной конвекции введите здесь подробное описание пункта	Всего аудиторных часов		
		4	2	4
		Онлайн		
		0	0	0

	6 Динамический, диффузионный и тепловой пограничные слои в процессах конвективного тепло- и массообмена 7 Режимы течения среды 8 Динамический пограничный слой при ламинарном движении среды 9 Тепловой и диффузионный пограничный слой при ламинарном течении среды			
4	ТЕРМОДИНАМИКА ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ 1 Термодинамика процесса кристаллизации веществ из насыщенных растворов 2 Гомогенное зародышеобразование из пересыщенного пара и пересыщенного раствора 3 Гетерогенное зародышеобразование 4 Формы роста и равновесная форма роста кристаллов здесь подробное описание пункта	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ 1 Скорость зарождения центров кристаллизации 2 Линейная скорость роста кристаллов 3 Метод «принудительной» кристаллизации 4 Постепенная кристаллизация нескольких веществ 5 Объемная «суммарная» скорость кристаллизации	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 5. Массоперенос в процессах направленной кристаллизации монокристаллов 1.Естественная конвекция в расплаве в процессах направленной кристаллизации. 2.Естественная конвекция при выращивании монокристаллов по методу Чохральского.	Всего аудиторных часов		
		2	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Процессы тепло-и массопередачи на границе раздела фаз растущего монокристалла 1. Баланс масс растущего монокристалла 2. Баланс тепловых потоков в области кристаллизации растущего монокристаллов 3. Теплообмен монокристалла с окружающей средой 4. Радиальный градиент температуры растущего монокристаллов	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Раздел 2	14	7	7
1 - 2	ОСОБЕННОСТИ СТЕКЛООБРАЗНОГО СОСТОЯНИЯ, ОПТИЧЕСКИЕ СТЕКЛА 1 Особенности стеклообразного состояния и строение стекла. Классы стекол 2 Физико-химические основы стекловарения 3 Стекловарение и его стадии 4 Формирование стекла; отжиг и закалка стекла 5 Лазерные и вакуумные стекла 6 Светочувствительные стекла: фотохромные и полихромные стекла 7 Оптически- и магнитоактивные стекла	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0

	8 Стекланные волоконные и пленочные оптические элементы			
2 - 3	Технология Керамических материалов 1.Подготовка исходных материалов 2 Составление шихты. Специализированные добавки к компонентам керамики 3 Формование заготовок керамических изделий 4 Спекание. Интенсификация процессов спекания	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	ТЕХНОЛОГИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ 1 Люминесценция. Основные понятия и определения. 2 Характеристики люминофоров: спектры поглощения, возбуждения, свечения 3 Активаторы, соактиваторы, плавни, сенсбилизаторы. Их роль в люминесценции 4 Энергетический и квантовый выход люминесценции	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Технология роста легированных монокристаллов 1. Равновесный коэффициент распределения примеси 2. распределение примеси в монокристалле при полном отсутствии перемешивания расплава 3. Распределение примеси в монокристалле при полном перемешивании расплава 4. Эффективный коэффициент распределения примеси 5. Распределение примеси при неплоском фронте кристаллизации 6. получение однородно легированных монокристаллов	Всего аудиторных часов		
		4	2	3
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	Основные особенности технологий роста монокристаллов методом направленной кристаллизации 1. Методы капиллярного формообразования при росте монокристаллов 2. Синтез монокристаллов методом горизонтальной (ГНК) или вертикальной направленной кристаллизации 3. Метод Киропулоса 4. Зонная плавка	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Технология роста монокристаллов из газовой фазы 1. Лимитирующая Стадия гетерогенного химического процесса 2. Учет потока Стефана в гетерогенных процессах 3. Кинетика процесса кристаллизации монокристалла из газовой фазы	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы

Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 4	Лабораторная работа №1 Получение пористого кремния методом анодирования Цель работы: Получение пористого кремния и изучение его свойств
5 - 8	Лабораторная работа №2 Выращивание монокристалла из раствора Цель работы: Получить монокристалл медного купороса и изучить его свойства .
9 - 12	Лабораторная работа №3 ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОПАЛОПОДОБНЫХ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ Цель работы: изучение оптических свойств упорядоченных наноструктур, ознакомление со свойствами фотонных кристаллов.
13 - 16	Лабораторная работа №4 Синтез низкотемпературного стекла на основе оксида кремния Цель работы: Провести синтез стекла и проанализировать его свойства

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы используются следующие технологии:

- лекции по курсу традиционного типа, с применением проектора и презентаций по избранным темам;
- семинары – практическая работа по решению задач, с опорой на лекционный материал, для наилучшего его усвоения;
- лабораторные работы студентов;
- самостоятельная работа студентов.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10	З-ПК-10	З, Кл-8, БДЗ-15
	У-ПК-10	З, Кл-8, БДЗ-15
	В-ПК-10	З, Кл-8, БДЗ-15
ПК-17	З-ПК-17	З, Кл-8, БДЗ-15
	У-ПК-17	З, Кл-8, БДЗ-15
	В-ПК-17	З, Кл-8, БДЗ-15
ПК-2	З-ПК-2	З, Кл-8, БДЗ-15
	У-ПК-2	З, Кл-8, БДЗ-15

	В-ПК-2	3, Кл-8, БДЗ-15
ПК-7.1	3-ПК-7.1	3, Кл-8, БДЗ-15
	У-ПК-7.1	3, Кл-8, БДЗ-15
	В-ПК-7.1	3, Кл-8, БДЗ-15
ПК-8	3-ПК-8	3, Кл-8, БДЗ-15
	У-ПК-8	3, Кл-8, БДЗ-15
	В-ПК-8	3, Кл-8, БДЗ-15
ПК-9	3-ПК-9	3, Кл-8, БДЗ-15
	У-ПК-9	3, Кл-8, БДЗ-15
	В-ПК-9	3, Кл-8, БДЗ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н 50 Научные основы материаловедения стекол : учебное пособие, Немилов С. В., Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ Т 38 Технология материалов электронной техники : учебное пособие (курс лекций), Каргин Н.И. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2023

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Курс включает в себя лекционные, лабораторные и практические занятия. Для успешного освоения курса полезно вспомнить некоторые темы из курса " Физическая химия".

На практических занятиях студенты решают задачи, в том числе и в интерактивной форме (обсуждение). Поощряется активное участие в обсуждении задач, а также умение своевременно задавать вопросы для прояснения всех непонятных моментов по пройденному материалу. Помимо лекционных, лабораторных и семинарских занятий курс включает в себя самостоятельную работу студентов. Данное время отводится для самостоятельной переработки и повторения материала, выполнения домашних заданий, устранения долгов, накопленных во время семестра, а также для самостоятельной подготовки к сдаче теоретического материала . Во время самостоятельной подготовки к сдаче теоретического материала студенты учатся работать с научной литературой.

Итоговые баллы складываются из: 1) результатов коллоквиума и тестового опроса; 2) результатов контроля посещаемости; 3) результатов оценки работы студента в интерактивном режиме.

Получение положительной оценки по каждой проверочной работе (коллоквиум и тестовый опрос) является необходимым условием получения итоговой положительной оценки. В случае пропуска или получения отрицательной оценки самостоятельная работа должна быть

переделана и сдана во время зачетной недели в конце семестра. Положительная оценка (аттестация) каждого раздела необходима для допуска к зачету.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

На первом занятии преподаватель:

знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;

обеспечивает согласование содержания и устранение дублирования учебного материала с другими дисциплинами образовательной программы;

уточняет наполнение лекций и планы практических (семинарских) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;

рекомендует литературу с выделением основного учебника курса;

доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

Занятия по дисциплине «Технология материалов электронной техники» состоят из следующих частей:

- лекции;
- лабораторные работы;
- семинары;
- самостоятельная работа студентов.

1. Лекционные занятия представляет собой систематическое, последовательное. монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель занятий – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом по теме.

Структура лекции: вступление, основная часть, заключение.

Во вступлении преподаватель отмечает цель лекции и ее план.

В основной части приводится изложение содержания лекции в строгом соответствии с предложенным планом.

Формат лекции может быть, как очный, так и дистанционный с использованием средств видеоконференцсвязи.

В заключении подводится общий итог лекции, обобщение материала, формулировка выводов по теме лекции; ответы на вопросы студентов.

2. Лабораторные занятия - одна из форм систематических занятий, на которых студенты под руководством преподавателя приобретают практические умения и навыки по проведению измерений приборов микро- и нанoeлектроники, входящей в учебный план.

Цель лабораторных занятий - предоставление возможностей для овладения практическими навыками по технологии МЭТ.

Преподаватель составляет план каждого лабораторного занятия, в который входит:

ознакомление студентов с техникой безопасности данной лаборатории;

описание измерительного стенда, оборудования;

определение целей и задач работы;

теоретического описания объекта исследований;

описание хода выполнения работы;

подбор литературы, рекомендуемой студентам к данной теме.

3. На семинарских занятиях студенты решают задачи по темам пройденных лекций с целью закрепления изученного материала. Преподаватель показывает решение типовой задачи и далее предлагает студентам задачи для самостоятельного решения с проверкой у доски.

4. Самостоятельная работа - учебная, учебно-исследовательская работа студентов, выполняется во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, научных публикаций, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

Роль преподавателя в организации и руководстве самостоятельной работой студентов включает:

четкое планирование содержания и объема самостоятельной работы; организацию, контроль и анализ результатов самостоятельной работы.

В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем. Преподаватель должен обеспечить мотивацию индивидуальной самостоятельной работы студентов посредством проверки промежуточных результатов, консультаций, самопроверки.

Автор(ы):

Сиглова Наталья Владимировна