Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Наименование образовательной программы: Нанотехнология в электронике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Блок:	**Блок 1 «Дисциплины (модули)»**
Часть образовательной программы:	**Часть, формируемая участниками образовательных отношений**
№ дисциплины по учебному плану:	**Б1.Ч.01.05**
Трудоемкость в зачетных единицах:	**5 семестр - 5;**
Часов (всего) по учебному плану:	**180 часов**
Лекции	**5 семестр - 32 часа;**
Практические занятия	**5 семестр - 32 часа;**
Лабораторные работы	**не предусмотрено учебным планом**
Консультации	**5 семестр - 16 часов;**
Самостоятельная работа	**5 семестр - 93,2 часа;**
в том числе на КП/КР	**5 семестр - 15,7 часов;**
Иная контактная работа	**5 семестр - 4 часа;**
включая: **Лабораторная работа** **Контрольная работа**	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы **Экзамен**	**5 семестр - 2,5 часа;** **5 семестр - 0,3 часа;** **всего - 2,8 часа**

Москва 2018

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Матасов А.В. Идентификатор: R05f8b92a-MatasovAV-37cb79f7	А.В. Матасов
(должность)	(подпись)	(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Холодный Д.С. Идентификатор: R0bac9dac-KholodnyDS-6393810d	Д.С. Холодный
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)
Заведующий выпускающей кафедры	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Славинский А.З. Идентификатор: R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214	А.З. Славинский
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является изучение методов получения и исследования электротехнических материалов

Задачи дисциплины

- изучение симметрийного аппарата описания строения атомов, молекул, кристаллов и кристаллических структур;
- ознакомление с основными технологическими процессами получения кристаллов, керамики, пленок и композиционных материалов;
- приобретение навыков исследования физических свойств электротехнических материалов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен участвовать в проведении технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники	ИД-$1_{ПК-3}$ Знает базовые технологические процессы изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники	знать: - Физико-химические основы получения электротехнических материалов; - Основы строения кристаллов, симметрии, элементы теории групп.
ПК-4 Способен участвовать в проектировании интегральных схем	ИД-$2_{ПК-4}$ Демонстрирует знание соответствия технологии производства и процесса проектирования интегральных схем	знать: - Основы технологии получения кристаллов, керамических, композиционных материалов, пленок. уметь: - Проводить рентгенофазовый анализ; - Проводить дериватографический анализ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Нанотехнология в электронике (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа								СР		
							Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
				Лек	Лаб	Пр	КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии.	16	5	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии." ***Проведение исследований:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: Научно-техническая литература по выбранной теме курсовой работы. ***Подготовка к лабораторной работе:*** Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии." материалу. ***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы ***Подготовка домашнего задания:*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии." материалу.
1.1	Строение атомов и молекул	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Понятие "кристалл". Элементы теории групп.	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

														Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. ***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>*** Изучение материалов по разделу Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии. и подготовка к контрольной работе ***<u>Подготовка курсовой работы:</u>*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: 1) Привести детальное описание физико-математических метод, применяемых в теории валентных связей(теории молекулярных орбиталей, теории групп...) 2) Привести пример реализации методов к конкретным материалам электронной техники ***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии." ***<u>Изучение материалов литературных источников:</u>*** [1], 26-56
2	Строение кристаллов.	20		6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	***<u>Подготовка к текущему контролю:</u>*** Повторение материала по разделу "Строение кристаллов." ***<u>Проведение исследований:</u>*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: Научно-техническая литература по выбранной теме курсовой работы.
2.1	Кристаллы с периодической структурой	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2.2	Дефекты в кристаллах	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	

														Подготовка к лабораторной работе: Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Строение кристаллов." материалу. ***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы ***Подготовка домашнего задания:*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Строение кристаллов." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. ***Подготовка курсовой работы:*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: 1) Привести детальное описание физико-математических методов, описывающих межфазные, межзеренные границы кристаллитов 2) Привести пример реализации методов к конкретным материалам электронной техники ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Строение кристаллов."
3	Основы технологии получения кристаллов,	32		10	-	10	-	-	-	-	-	12	-	***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Основы технологии получения кристаллов,

	керамических материалов.													керамических материалов." ***Проведение исследований:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: Научно-техническая литература по выбранной теме курсовой работы. ***Подготовка к лабораторной работе:*** Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы технологии получения кристаллов, керамических материалов." материалу. ***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы ***Подготовка домашнего задания:*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основы технологии получения кристаллов, керамических материалов." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. ***Подготовка курсовой работы:*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Детальное описание метода получение материалов электронной техники, технологический процесс получения конкретных материалов.
3.1	Фазовые диаграммы	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
3.2	Технологии роста кристаллов	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
3.3	Керамическая технология	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

														Самостоятельное изучение теоретического материала: Изучение дополнительного материала по разделу "Основы технологии получения кристаллов, керамических материалов." ***Изучение материалов литературных источников:*** [3], 174-238 [4], 10-24
4	Основы технологии получения композиционных материалов, пленок.	16		4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Основы технологии получения композиционных материалов, пленок." ***Проведение исследований:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: Научно-техническая литература по выбранной теме курсовой работы. ***Подготовка к лабораторной работе:*** Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основы технологии получения композиционных материалов, пленок." материалу. ***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы ***Подготовка домашнего задания:*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основы технологии получения композиционных материалов, пленок." материалу. Дополнительно студенту
4.1	Композиционные материалы	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
4.2	Основные методы получения тонких пленок	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

														необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. ***Подготовка курсовой работы:*** Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Детальное описание метода получение материалов электронной техники, технологический процесс получения конкретных материалов. ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Основы технологии получения композиционных материалов, пленок." ***Изучение материалов литературных источников:*** [2], 489-514
5	Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов.	24		8	-	8	-	-	-	-	-	8	-	***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов." ***Проведение исследований:*** Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: Научно-техническая литература по выбранной теме. Программное обеспечение Winscaler, Celref, Origin ***Подготовка к лабораторной работе:*** Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Исследование физико-химических
5.1	Рентгенофазовый анализ	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
5.2	Дериватографический анализ	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	

														свойств электротехнических материалов." материалу. ***<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>*** Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы ***<u>Подготовка домашнего задания:</u>*** Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. ***<u>Подготовка к контрольной работе:</u>*** Изучение материалов по разделу Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов. и подготовка к контрольной работе ***<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>*** Изучение дополнительного материала по разделу "Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов."
	Экзамен	33.8		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	38.2		-	-	-	16	-	4	-	2.5	15.7	-	
	Всего за семестр	**180.0**		**32**	**-**	**32**	**16**	**-**	**4**	**-**	**2.8**	**59.7**	**33.5**	
	Итого за семестр	**180.0**		**32**	**-**	**32**	**16**		**4**		**2.8**	**93.2**		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии.

1.1. Строение атомов и молекул

Квантово-механическое описание атомных систем, уравнение Шредингера. Атомные орбитали. Химические свойства атомов. Квантово-механические теории химической связи..

1.2. Понятие "кристалл". Элементы теории групп.

Периодические и апериодические кристаллы. Термины, используемые для описания реальных кристаллов или их идеализированных моделей. Преобразования симметрии. Определение группы, основные свойства групп. Точечные группы симметрии. Пространственные группы симметрии. Представления групп. Обозначения неприводимых представлений..

2. Строение кристаллов.

2.1. Кристаллы с периодической структурой

Дальний порядок в строении кристаллических веществ. Кристаллографические системы. Международные обозначения классов симметрии. Операции симметрии кристалла. Изоструктурность, структурные типы. Классификация структурных типов. Рассмотрение некоторых структур реальных материалов. Классификация кристаллов по характеру координации..

2.2. Дефекты в кристаллах

Классификация дефектов в кристаллах. Точечные дефекты. Термодинамика точечных дефектов. Дислокации. Межзеренные границы. Фазовые границы. Атомистический механизм диффузии в твердом теле..

3. Основы технологии получения кристаллов, керамических материалов.

3.1. Фазовые диаграммы

Основные понятия и определения. Условия изотермического равновесия. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Двухкомпонентные системы. Элементы двухкомпонентных фазовых диаграмм. Определение свойства системы по ее диаграмме состояний. Трехкомпонентные системы..

3.2. Технологии роста кристаллов

Монокристаллы. Плавление и кристаллизация. Гомогенное и гетерогенное образование зародышей. Зависимость скорости процесса кристаллизации и микроструктуры слитка от числа зародышей и их скорости роста. Механизмы роста граней кристаллов. Гидродинамические режимы при кристаллизации. Классификация методов выращивания кристаллов. Метод Киропулоса. Метод вытягивания Чохральского. Метод Бриджмена-Стокбаргера. Метод Вернейля. Метод зонной кристаллизации. Методы выращивания из растворов. Методы выращивания из газовой фазы..

3.3. Керамическая технология

Кристаллические и аморфные твердые тела. Спекание и рост зерна. Твердофазное спекание. Кинетика спекания. Микроструктура керамики. Атомные механизмы, возникающие при спекании. Жидкофазное спекание. Механизмы жидкофазного спекания..

4. Основы технологии получения композиционных материалов, пленок.

4.1. Композиционные материалы

Классификация композиционных материалов. Матричные материалы. Армирующие элементы. Виды, свойства и технологические методы получения армирующих компонентов. Технологические методы получения композиционных материалов. Электрофизические свойства композиционных материалов..

4.2. Основные методы получения тонких пленок

Основные понятия методов получения тонких пленок. Физические методы осаждения пленок. Методы, основанные на распылении мишени. Химические методы осаждения пленок. Электрохимические методы осаждения пленок..

5. Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов.

5.1. Рентгенофазовый анализ

Задачи рентгенографии. Получение и природа рентгеновских лучей. Уравнение Вульфа-Брэгга. Индексы Миллера. Дифрактометр рентгеновский общего назначения (ДРОН). Определение структуры, параметров решетки, идентификация фаз с помощью рентгенофазового анализа..

5.2. Дериватографический анализ

Суть дериватографического анализа. Метод дифференциального термического анализа. Измерения сигналов Т и ДТА. Термогравиметрия. Устройство дериватографа. Определение характера химической реакции, расчет масс компонентов..

3.3. Темы практических занятий

1. Физико-химические основы технологии электротехнических материалов;
2. Методы исследования наноструктур;
3. Основы технологии электротехнических материалов;
4. Дериватографический анализ;
5. Рентгенофазовый анализ.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии."
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Строение кристаллов."
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые

консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основы технологии получения кристаллов, керамических материалов."

4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основы технологии получения композиционных материалов, пленок."
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов."

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Строение кристаллов."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы технологии получения кристаллов, керамических материалов."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы технологии получения композиционных материалов, пленок."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов."

Индивидуальные консультации по курсовому проету /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии."
2. Консультации проводятся по разделу "Строение кристаллов."
3. Консультации проводятся по разделу "Основы технологии получения кристаллов, керамических материалов."
4. Консультации проводятся по разделу "Основы технологии получения композиционных материалов, пленок."
5. Консультации проводятся по разделу "Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов."

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Строение кристаллов."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы технологии получения кристаллов, керамических материалов."
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы технологии получения композиционных материалов, пленок."
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов."

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

5 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Теория валентных связей, Теория молекулярных орбиталей, Приближения в квантовых расчетах, Теория групп, Получение монокристаллов различными методами, Метод горячего прессования, Золь-гель метод, Гидротермальный синтез, Полумокрый метод, Межзеренные и межфазные границы и др.

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	30	30	40	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	30	60	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Подготовка технологической, модельной части проектра
2	Подготовка части, связанной с применением технологии, модели к конкретным материалам
3	Подготовка отчета, презентации, выступления по проекту

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
Основы строения кристаллов, симметрии, элементы теории групп	ИД-1$_{ПК-3}$	+					Лабораторная работа/Дериватографический анализ Лабораторная работа/Методы исследования наноструктур Лабораторная работа/Рентгенофазовый анализ
Физико-химические основы получения электротехнических материалов	ИД-1$_{ПК-3}$	+	+	+			Контрольная работа/Физико-химические основы технологии электротехнических материалов
Основы технологии получения кристаллов, керамических, композиционных материалов, пленок	ИД-2$_{ПК-4}$			+	+		Лабораторная работа/Основы технологии электротехнических материалов
Уметь:							
Проводить дериватографический анализ	ИД-2$_{ПК-4}$					+	Лабораторная работа/Дериватографический анализ
Проводить рентгенофазовый анализ	ИД-2$_{ПК-4}$					+	Лабораторная работа/Рентгенофазовый анализ

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Дериватографический анализ (Лабораторная работа)
2. Рентгенофазовый анализ (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Физико-химические основы технологии электротехнических материалов (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Методы исследования наноструктур (Лабораторная работа)
2. Основы технологии электротехнических материалов (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.
Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Курсовая работа (КР) (Семестр №5)

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Киреев, П. С. Введение в теорию групп и ее применение в физике твердого тела : учеб. пособие для втузов / П. С. Киреев . – М. : Высшая школа, 1979 . – 207 с.;
2. Киреев, В. А. Курс физической химии : учебник для химических специальностей вузов / В. А. Киреев . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Химия, 1975 . – 775 с.;
3. Лодиз, Р. Рост монокристаллов : пер. с англ. / Р. Лодиз, Р. Паркер ; ред. А. А. Чернов, А. Н. Лобачев . – М. : Мир, 1974 . – 540 с. - Содерж.: Рост монокристаллов / Р. Лодиз; Механизмы роста кристаллов / Р. Паркер .;
4. Осинцев О. Е.- "Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые равновесия в сплавах", (2-е изд.), Издательство: "Машиностроение", Москва, 2014 - (352 с.) http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63214.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office;
2. Windows;
3. MathCad.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. **ЭБС Лань** - https://e.lanbook.com/
2. **ЭБС "Университетская библиотека онлайн"** - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. **Научная электронная библиотека** - https://elibrary.ru/
4. **База данных ВИНИТИ online** - http://www.viniti.ru/
5. **База данных журналов издательства Elsevier** - https://www.sciencedirect.com/
6. **Электронные ресурсы издательства Springer** - https://link.springer.com/
7. **База данных Web of Science** - http://webofscience.com/
8. **База данных Scopus** - http://www.scopus.com
9. **Национальная электронная библиотека** - https://rusneb.ru/
10. **ЭБС "Консультант студента"** - http://www.studentlibrary.ru/
11. **Журналы American Chemical Society** - https://www.acs.org/content/acs/en.html
12. **Журналы American Institute of Physics** - https://www.scitation.org/
13. **Журналы American Physical Society** - https://journals.aps.org/about
14. **База данных издательства Annual Reviews Science Collection** - https://www.annualreviews.org/
15. **База данный Association for Computing Machinery Digital Library** - https://dl.acm.org/about/content
16. **Журналы издательства Cambridge University Press** - https://www.cambridge.org/core
17. **База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)** - https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true
18. **База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC)** - http://search.ebscohost.com
19. **База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing** - http://search.ebscohost.com
20. **Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания** - https://iopscience.iop.org/
21. **Журналы научного общества Optical Society of America (OSA)** - https://www.osapublishing.org/about.cfm
22. **Патентная база Orbit Intelligence компании Questel** - https://www.orbit.com/
23. **Журналы издательства Oxford University Press** - https://academic.oup.com/journals/
24. **База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global** - https://search.proquest.com/pqdtglobal/index
25. **Журналы Журналы Royal Society of Chemistry** - https://pubs.rsc.org/
26. **Журналы издательства SAGE Publication (Sage)** - https://journals.sagepub.com/
27. **Журнал Science** - https://www.sciencemag.org/
28. **Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library** - https://www.spiedigitallibrary.org/
29. **Коллекция журналов Taylor & Francis Group** - https://www.tandfonline.com/
30. **Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG** - https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html
31. **Журналы издательства Wiley** - https://onlinelibrary.wiley.com/

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы технологии материалов электронной техники

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Рентгенофазовый анализ (Лабораторная работа)
КМ-2 Дериватографический анализ (Лабораторная работа)
КМ-3 Основы технологии электротехнических материалов (Лабораторная работа)
КМ-4 Методы исследования наноструктур (Лабораторная работа)
КМ-5 Физико-химические основы технологии электротехнических материалов (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	5	7	9	13
1	Строение атомов и молекул. Введение в теорию симметрии.						
1.1	Строение атомов и молекул		+	+		+	
1.2	Понятие "кристалл". Элементы теории групп.		+	+		+	+
2	Строение кристаллов.						
2.1	Кристаллы с периодической структурой						+
2.2	Дефекты в кристаллах						+
3	Основы технологии получения кристаллов, керамических материалов.						
3.1	Фазовые диаграммы						+
3.2	Технологии роста кристаллов				+		
3.3	Керамическая технология				+		
4	Основы технологии получения композиционных материалов, пленок.						
4.1	Композиционные материалы				+		
4.2	Основные методы получения тонких пленок				+		
5	Исследование физико-химических свойств электротехнических материалов.						

5.1	Рентгенофазовый анализ	+				
5.2	Дериватографический анализ		+			
	Вес КМ, %:	20	20	20	20	20

Приложение Б

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основы технологии материалов электронной техники

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 Подготовка технологической части
КМ-2 Применение метода, технологии к конкретным материалам
КМ-3 Подготовка отчета

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	8	12	15
1	Подготовка технологической, модельной части проектра		+		
2	Подготовка части, связанной с применением технологии, модели к конкретным материалам			+	
3	Подготовка отчета, презентации, выступления по проекту				+
		Вес КМ, %:	30	30	40