

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

---

Направление подготовки/специальность: 27.03.02 Управление качеством

Наименование образовательной программы: Управление качеством в производственно-технологических системах

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ**  
**ПРОЦЕССОВ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.24
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810d

Д.С. Холодный

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мызникова М.Н.
	Идентификатор	R5ac9642a-MuznikovaMN-91ca4d6

М.Н.  
Мызникова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кетоева Н.Л.
	Идентификатор	R56dba1ba-KetoyevaNL-5403d8c5

Н.Л. Кетоева

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение физических основ получения материалов, формирование знаний в области современных тенденций развития технологии. Формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования полученных знаний при создании материалов, элементов, приборов и устройств электроэнергетики электроники..

### Задачи дисциплины

- изучение классификации и общая характеристика методов получения материалов;
- получение новых фундаментальных знаний и практических навыков в области определения свойств и физических основ синтеза материалов;
- формирование знаний о фундаментальных физических закономерностях явлений в твердотельных структурах;
- приобретение студентами знаний о методах математического моделирования как основы изучения функционирования структурированных материалов;
- формирование знаний о фундаментальных физических основах электроники, закономерностях и механизмах переноса массы и тепла.

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
ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики	ИД-4 <sub>ОПК-1</sub> Определяет основные параметры биотехнологических процессов, а также методы и приемы проведения исследований параметров качества технологических процессов	знать: - тенденции развития современных технологий производства материалов; - основные типы материалов и неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы.  уметь: - выбирать материалы, а также технологические процессы их изготовления для решения задач профессиональной деятельности; - рассчитывать характеристики материалов для различных областей их использования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление качеством в производственно-технологических системах (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.02 Управление качеством, 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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основные понятия. Конденсированная среда	27.5	3	8	-	4	-	0.5	-	-	-	15	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "1"</p> <p><b><u>Проведение исследований:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а</p>
1.1	Основные понятия. Конденсированная среда	27.5		8	-	4	-	0.5	-	-	-	15	-	

														<p>так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "1" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "1" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу 1 и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "1" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию.</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

														<p>Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "1"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "1". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 13-22</p>
2	Самоорганизация в твердых телах	27.5	8	-	4	-	0.5	-	-	-	15	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "2"</p>	
2.1	Самоорганизация в твердых телах	27.5	8	-	4	-	0.5	-	-	-	15	-	<p><b><u>Проведение исследований:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем</p>	

													<p>задания применяются следующие:</p> <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "2" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "2" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b></p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

												<p>Изучение материалов по разделу 2 и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "2" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "2"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "2". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 36-47</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



3	Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц	27.5		8	-	4	-	0.5	-	-	-	15	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "3"</p> <p><b><u>Проведение исследований:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию.</p>
3.1	Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц	27.5		8	-	4	-	0.5	-	-	-	15	-	<p>Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "3" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "3" материалу. Дополнительно студенту</p>

														<p>необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу 3 и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "3" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "3"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "3". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

															используются следующие упражнения: <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 24-38
4	Микроструктура и свойства кристаллических материалов	27.5	8	-	4	-	0.5	-	-	-	15	-			<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "4" <b><u>Проведение исследований:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе
4.1	Микроструктура и свойства кристаллических материалов	27.5	8	-	4	-	0.5	-	-	-	15	-			

													<p>необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "4" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "4" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу 4 и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "4" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

														<p><b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "4"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "4". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 40-45</p>
	Экзамен	34.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	144.0	32	-	16	-	2.0	-	-	0.5	60	33.5		
	Итого за семестр	144.0	32	-	16	2.0	-	-	-	0.5	93.5			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Основные понятия. Конденсированная среда

#### 1.1. Основные понятия. Конденсированная среда

Задачи курса. Основные понятия. Роль и значение материалов в производстве приборов электронной техники. Условная классификация материалов по размеру  $D$  частиц (зёрен).. Каталитическая активность малых частиц. Взаимодействие частиц. 2. Общие характеристики, химическая связь и взаимодействие частиц Центральные и направленные силы между атомами. Металлическая связь. Связи, образованные флуктуирующими диполями. Ковалентная связь. Ионная связь. Силы между молекулами. Эмпирические потенциалы взаимодействия. Водородная связь. Силы Ван-дер-Ваальса между макроскопическими частицами. Взаимодействие частиц. Частично упорядоченные композиционные материалы. Прогнозирование поведения свойств материалов. 3. Дислокации в твердых телах Пластическая релаксация. Упругость дислокаций. Линейная упругость. Внешние и внутренние напряжения. Упругие поля, связанные с дефектами. Простые топологические характеристики дислокаций. Дислокации в кристаллах. Несвершенные дислокации. Дефекты упаковки и двойники. Линейное натяжение. 4. Атомное и молекулярное упорядочения Атомный порядок. Плотность упаковки. Плотная упаковка жестких дисков. Плотная упаковка в трех измерениях. Пустоты между сферами. Роль симметрии. Геометрическая фрустрация. Линии дислокаций. Несоразмерные фазы и квазикристаллы. Молекулярное упорядочение..

### 2. Самоорганизация в твердых телах

#### 2.1. Самоорганизация в твердых телах

5. Распространенные виды кристаллографических решеток Эффективные радиусы ионов. Ионные радиусы химических элементов. Определение ионных и атомных радиусов. Метод изображения кристаллических структур шарами разных размеров. Координационные числа. Типы полиэдров. Геометрические пределы устойчивости структур с различными координационными числами. Структурный тип перовскита, шпинели, граната, алмаза и другие типы структур. Слоистые структуры. Стекла и аморфные соединения. Полимеры. 6. Самоорганизация Самоорганизующиеся упорядоченные структуры. Упорядоченные пористые материалы. Упорядоченный пористый анодный оксид алюминия. Плазменные методы. Специфика используемого плазменного оборудования. 7. Связь электроники и квантовой физики Основные представления квантовой механики. Квантовая модель атома. Понятие о потенциальных ямах и барьерах. Микрочастица в прямоугольной потенциальной яме. Роль примесных ионов в формировании специальных свойств материалов. Энергетический спектр примесных ионов. 8. Простейшие виды низкоразмерных объектов Энергетический спектр кристалла. Энергетический спектр электронов и плотность электронных состояний в низкоразмерных областях..

### 3. Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц

#### 3.1. Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц

9. Атомные и молекулярные орбитали Поверхность монокристаллов, нанокластеров и пористых сорбентов. Примесные атомы на поверхности. Молекулярные орбитали. Поверхность металлов и оксидов металлов (электронные свойства). Поверхность металлов и оксидов металла (магнитные свойства). Поверхностные центры кислотного и основного типа. Адсорбция. Катализ. Примеры каталитических превращений с участием поверхности твердого тела и нанокластеров. 10. Особенности свойств, связанные с малым размером частиц Фазовые и структурные состояния в ультрадисперсных средах. Фазовые диаграммы

диспергированных систем. Аморфные фазы. Влияние остаточных газов на фазовое равновесие ультрадисперсных частиц с газовой фазой. Образование ультрадисперсных частиц в переохлажденном расплаве. Экспериментальное изучение эффекта нерастворимых примесей. Диффузия. Физико-математические основы диффузии. Гомогенная кристаллизация ультрадисперсных металлических частиц. Физические свойства ультрадисперсных сред. Отличие частиц, полученных методами порошковой металлургии, от ультрадисперсных частиц. Механические свойства. 11. Микроструктура и свойства компактных материалов Поверхность твердых тел. Микроскопические аспекты. Термодинамический подход при анализе свойств поверхности Химический потенциал. Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца. Термодинамика поверхности и поверхностей раздела. Термодинамика криволинейной поверхности. Термодинамические аспекты поверхности. Структура поверхности. Структура поверхности и межфазных границ. 12. Нуклеация и рост кластеров Нуклеация и рост кластеров в нано порах вещества. Нуклеация и рост кластеров гидроксида железа в нано порах. Нуклеация и рост кластеров на основе твердотельных реакций. Твердотельная нуклеация и рост кластеров. Пример термического разложения оксалата железа. Тонкие пленки. Формирование твердотельных нано кластеров..

#### 4. Микроструктура и свойства кристаллических материалов

##### 4.1. Микроструктура и свойства кристаллических материалов

13. Твердотельные химические реакции Твердотельные химические реакции. Механохимические превращения. Ударно-волновой синтез. Дефекты и напряжения в твердотельных наноструктурах. Современные композиционные керамические материалы. Классификация нано кристаллических материалов. Керамика в современной технике. 14. Нано керамики и нано композиты Нано кристаллические материалы (нано керамики и нано композиты). Структурно-чувствительные свойства нано композитов. Границы раздела в наноматериалах. Особенности структуры субмикроструктурных металлов. Наноструктура неупорядоченных систем. Аномалии механического поведения. Твердофазные топохимические реакции. Тепловые и электрические свойства. Магнитные свойства. Получение полупроводникового материала. Получение эпитаксиальных структур. 15. Поверхностные явления Поверхностные явления в изотропных средах. Поверхностное натяжение и термодинамика плоских границ раздела. Адсорбция. Искривленные границы раздела Поверхностное натяжение и зародышеобразование новой фазы. Смачивание. Поверхностные явления в анизотропных средах. Взаимодействия между твердыми поверхностями. Свободная энергия и тензор напряжений Максвелла. Растворы коллоидных частиц; особенности устойчивости. Порядок против беспорядка. 16. Энтропия в неупорядоченных системах Количественные характеристики хаоса. Фракталы и сложная упорядоченность. Размерности странных аттракторов. Фракталы и явления роста. Дробная размерность. Основные концепции фракталов. Самоподобие. Оценка фрактальных размерностей. Парная корреляционная функция. Перколяция (протекание). Фрактальная размерность. Геометрическое протекание. Протекание и фазовые переходы второго рода. Кластеры. Кластер-кластерная агрегация..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Физико-математические основы проведения технологических процессов;
2. Легирование в производстве полупроводниковых приборов и микросхем;
3. Основы керамической технологии;
4. Высокотемпературный рост монокристаллов.

### **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 "1"
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 "2"
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 "3"
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 "4"

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "1"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "2"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "3"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "4"

#### Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "1"
2. Консультации проводятся по разделу "2"
3. Консультации проводятся по разделу "3"
4. Консультации проводятся по разделу "4"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "1"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "2"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "3"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "4"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 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	
<b>Знать:</b>						
основные типы материалов и неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы	ИД-4 <sub>ОПК-1</sub>	+				Контрольная работа/Км-1 физико-математические основы проведения технологических процессов
тенденции развития современных технологий производства материалов	ИД-4 <sub>ОПК-1</sub>		+			Контрольная работа/Км-2 Высокотемпературный рост монокристаллов
<b>Уметь:</b>						
рассчитывать характеристики материалов для различных областей их использования	ИД-4 <sub>ОПК-1</sub>				+	Контрольная работа/Км-4 Легирование в производстве полупроводниковых приборов и микросхем
выбирать материалы, а также технологические процессы их изготовления для решения задач профессиональной деятельности	ИД-4 <sub>ОПК-1</sub>			+		Контрольная работа/Км-3 Основы керамической технологии

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Км-1 физико-математические основы проведения технологических процессов (Контрольная работа)
2. Км-2 Высокотемпературный рост монокристаллов (Контрольная работа)
3. Км-3 Основы керамической технологии (Контрольная работа)
4. Км-4 Легирование в производстве полупроводниковых приборов и микросхем (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №3)

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Д. А. Бекетов, А. П. Храмов, А. Ю. Чуйкин, Г. В. Скопов- "Исследование физико-химических свойств материалов: Практикум", Издательство: "Издательство Уральского университета", Екатеринбург, 2014 - (47 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275711>;
2. Г. А. Вершинин- "Физика взаимодействия лазерного излучения и заряженных частиц с поверхностью твердых тел", Издательство: "Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ)", Омск, 2019 - (56 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=613841>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. GPSS World Student.

### **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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	К-511, Аудитория для проведения интерактивных занятий кафедры МЭП	кресло рабочее, парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, стенд учебный, мел, маркер, стилус
	К-520, Аудитория для проведения интерактивных занятий кафедры МЭП	кресло рабочее, парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, стенд учебный, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	К-504, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, кондиционер
	К-509, Аудитория для проведения интерактивных занятий кафедры МЭП	кресло рабочее, парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, стенд учебный, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	К-504, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, кондиционер
	К-509, Аудитория для проведения интерактивных занятий кафедры МЭП	кресло рабочее, парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, стенд учебный, мел, маркер, стилус
	К-511, Аудитория для проведения интерактивных занятий кафедры МЭП	кресло рабочее, парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, стенд учебный, мел, маркер, стилус
	К-520, Аудитория для проведения интерактивных занятий кафедры МЭП	кресло рабочее, парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, стенд учебный, мел, маркер, стилус
Помещения для	НТБ-302, Читальный	стул, стол письменный, компьютерная сеть

самостоятельной работы	зал отдела обслуживания учебной литературой	с выходом в Интернет, компьютер персональный
	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	К-522, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, телевизор
Помещения для консультирования	К-516, Преподавательская кафедры МЭП	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, многофункциональный центр, ноутбук, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер, книги, учебники, пособия
	К-514, Преподавательская кафедры МЭП	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
	К-513, Кабинет сотрудников кафедры МЭП	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, многофункциональный центр, ноутбук, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности
	К-518, Кабинет сотрудников кафедры МЭП	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, доска маркерная, многофункциональный центр, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Физико-химические свойства технологических процессов**

(название дисциплины)

**3 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Км-1 физико-математические основы проведения технологических процессов  
(Контрольная работа)

КМ-2 Км-2 Высокотемпературный рост монокристаллов (Контрольная работа)

КМ-3 Км-3 Основы керамической технологии (Контрольная работа)

КМ-4 Км-4 Легирование в производстве полупроводниковых приборов и микросхем  
(Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Основные понятия. Конденсированная среда					
1.1	Основные понятия. Конденсированная среда		+			
2	Самоорганизация в твердых телах					
2.1	Самоорганизация в твердых телах			+		
3	Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц					
3.1	Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц				+	
4	Микроструктура и свойства кристаллических материалов					
4.1	Микроструктура и свойства кристаллических материалов					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25