

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Физико-химия эволюции твердого вещества

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль Физико-химия процессов и материалов

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 38

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 2

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*дтн, Профессор, Левина Вера Васильевна*

Рабочая программа

**Физико-химия эволюции твердого вещества**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-22-6.plx Физико-химия процессов и материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Физико-химия процессов и материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Денис Валерьевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Обучить студентов-магистров общим закономерностям эволюции твердого вещества на макро-, мезо-, микро- и наноуровнях, а также отдельным стадиям процесса: росту частиц, агломерации, упорядочению, отклику на внешние воздействия.
1.2	Задачи:
1.3	1. научить междисциплинарному подходу при изучении и исследовании эволюции твердых тел;
1.4	2. научить закономерностям изменений в твердых веществах на отдельных стадиях эволюции твердого вещества;
1.5	3. познакомить с теоретическими моделями эволюционного процесса на макро-, мезо-, микро и наноуровнях.
1.6	4. сформировать у студентов базовые теоретические знания в области физико-химии гетерогенных процессов;
1.7	

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.2	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.3	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.4	Спектроскопические (и зондовые) методы исследования материалов	
2.1.5	Учебная практика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Аморфные и нанокристаллические материалы, полученные закалкой из расплавов	
2.2.2	Магнитные свойства функциональных материалов	
2.2.3	Методы исследования материалов	
2.2.4	Физико-химия и технология композиционных материалов	
2.2.5	Физико-химия получения и обработки материалов	
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-4-31 Отклики твердого вещества на термические, механические, химические и радиационные воздействия.
<b>ПК-2: Понимает и самостоятельно использует физико-химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 Физико-химические закономерности агломерации твердого вещества; элементарные акты и кинетику агломерации.
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 Физико-химические основы эволюции твердого вещества
<b>ПК-3: Способен самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на физико-химические, механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, а также взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Глобальные маршруты эволюции твердого тела

<b>ПК-2: Понимает и самостоятельно использует физико-химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Управлять процессами формирования твердых тел сложного состава влиянием энергетических воздействий.
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Рассматривать путь от зарождения твердого вещества, процессы его самоорганизации и влияние внешних воздействий
<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-4-У1 Находить и анализировать информацию о влиянии флуктуаций и примесей на эволюцию вещества;
<b>ПК-3: Способен самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на физико-химические, механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, а также взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Проводить расчет элементарных актов эволюции и темпов эволюции твердых веществ
<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-4-В1 Методами морфологического упорядочения и изменения формы и размера частиц в процессе роста и анализа причин изменчивости свойств вещества

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Базовые положения теории эволюции твердого вещества</b>							
1.1	Введение. Предмет эволюции систем. Причины эволюции. Темп эволюции. /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1			
1.2	Причины эволюции систем. Темп эволюции, принципы описания. /Пр/	2	1	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1			
1.3	Подходы к изучению элементарных актов эволюции /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1			
1.4	Деградация вещества. Влияние свойств среды на эволюционные процессы. /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2Л2.1			
	<b>Раздел 2. Физико-химические закономерности процессов зародышеобразования в конденсированных средах.</b>							

2.1	Зарождение твердых тел: создание пере-сыщения; Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Зарождение в газовой фазе. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.2	Нуклеация в жидких средах. Зарождение на поверхности твердых тел. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.3	Расчет размера зародыша в ходе гомогенного зародышеобразования методом испарения-конденсации /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.4	Балансовый расчет процессов осаждения и при получении металлических порошковых материалов простого и сложного состава /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.5	Вариабельность процессов зародышеобразования. Различия при гомогенном и гетерогенном зародышеобразовании. /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.6	Физико-химия образования одномерных структур. Молекулярный отбор при росте частиц /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
	<b>Раздел 3. Физико-химические закономерности роста твердого вещества</b>							
3.1	Образование нульмерных частиц. Механизмы роста: бездиффузионный диффузионный и механизмы. Образование двухмерных кластеров. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.3 Л1.4			
3.2	Флуктуации скорости роста и свойств укрупняющихся частиц. Молекулярный отбор при росте частиц. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1			
3.3	Влияние на зародышеобразование рост частиц твердого вещества механостимулирования, радиации, энергетических воздействий. Контрольная работа 1. /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.3 Л1.4			
3.4	Изменение формы и структуры частиц в процессе роста. Движение растущих кристаллов /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.3 Л1.4			

3.5	Физико-химические закономерности агломерации частиц твердого вещества. Элементарные акты и кинетика агломерации. /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3 Л1.4			
	<b>Раздел 4. Процессы самоорганизации</b>							
4.1	Спонтанное упорядочение вещества. Упорядочение состава. Морфологическое упорядочение. Ликвидация метастабильных фаз. Общность и специфичность спонтанного упорядочения. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
4.2	Влияние энергетических воздействий на процессы формирования наноматериалов; теоретические основы. /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
4.3	Измерение дисперсности морфологических элементов наносистем по адсорбционным данным, теория метода /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
4.4	Изменчивость свойств вещества. Влияние термических и механических воздействий. /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
4.5	Влияние изменений в химическом составе среды и энергетических воздействий /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
4.6	Подготовка к контрольной работе 1 /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
	<b>Раздел 5. Методы изучения характеристик материалов</b>							
5.1	Определение размерных характеристик наноматериалов. Определение удельной поверхности наноструктурных порошковых материалов. Методы определения среднего размера, областей когерентного рассеяния наночастиц. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.1			
5.2	Расчет кинетических закономерностей дегидратации сложных наносистем по термогравиметрическим данным /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.1			
5.3	Исследование размерных характеристик, определение элементного состава /Ср/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.1			

5.4	Методы изучения поверхности, определение фазового состава /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1Л2.1			
<b>Раздел 6. Особенности эволюции нанодисперсного вещества</b>								
6.1	Условия перехода вещества в нанодисперсное состояние. Ограниченность времени пребывания вещества в наносостоянии. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2			
6.2	Вариабельность наносистем. Спонтанное упорядочение наночастиц. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.3			
6.3	Расчет влияния ультразвуковых воздействий на процессы диспергированием наносистем /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1			
6.4	Расчет влияния бесконтактного электростатического поля на газовое восстановление оксидных наносистем. Контрольная работа 2 /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1		КМ2	
6.5	Электрические характеристик материалов /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
6.6	Магнитные характеристики материалов /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
6.7	Механические характеристики материалов /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.3			
6.8	Подготовка к контрольной работе 2, экзамену /Ср/	2	5	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2 Л1.4Л2.1			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Контрольная работа 1	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-2-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите подходы к изучению элементарных актов эволюции.</li> <li>2. Закономерности создания пересыщения.</li> <li>3. Глобальный маршрут эволюции твердого тела</li> <li>4. Приведите описание основного эволюционного маршрута.</li> <li>5. Опишите процессы зародышеобразования в газовой фазе.</li> <li>6. Образование двумерных кластеров на поверхности частицы.</li> <li>7. Фазообразование как форма организации твердого вещества.</li> <li>8. Нуклеация в жидких средах.</li> <li>9. Изменения формы и структуры частиц в процессе роста.</li> <li>10. Отклик твердого вещества на химические воздействия.</li> <li>11. Укажите причины эволюции системы.</li> <li>12. Вариабельность процесса зарождения.</li> <li>13. Опишите причины изменчивости свойства вещества.</li> <li>14. Перечислите и опишите элементарные акты агломерации.</li> <li>15. Темп эволюции системы</li> <li>16. Зарождение на поверхности твердых тел</li> <li>17. Рост частиц фазообразующего вещества.</li> <li>18. Влияние флуктуаций и примесей на эволюцию вещества.</li> <li>19. Принципы описания эволюции твердого вещества</li> <li>20. Общая картина эволюции твердого вещества.</li> </ol>
КМ2	Контрольная работа 2	ОПК-4-31;ОПК-1-31;ПК-2-31;ПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вариабельность процесса зарождения новой фазы.</li> <li>2. Спонтанное упорядочение вещества</li> <li>3. Рост частиц фазообразующего вещества при гомогенном зародышеобразовании.</li> <li>4. Причины роста одномерных структур.</li> <li>5. Приведите описание основного эволюционного маршрута</li> <li>6. Элементарные процессы при образовании вещества</li> <li>7. Опишите закономерности гомогенного зародышеобразования</li> <li>8. Перечислите механизмы образования одномерных структур</li> <li>9. Подходы к изучению элементарных актов эволюции</li> <li>10. Опишите причины изменчивости свойства вещества.</li> <li>11. Гетерогенное зародышеобразование.</li> <li>12. Опишите пример роста ПЖТ, приведите схему.</li> <li>13. Опишите процессы роста частиц при гомогенном зародышеобразовании.</li> <li>14. Причины анизотропного роста одномерных структур</li> <li>15. В чем состоит различие гомогенного и гетерогенного зародышеобразования.</li> <li>16. Вариабельность процесса зарождения новой фазы.</li> <li>17. Условия возникновения процессов зародышеобразования. Движущая сила процессов.</li> <li>18. Привести понятия критического зародыша и энергии его возникновения.</li> <li>19. Спонтанное упорядочение вещества.</li> <li>20. Отклик вещества на внешние воздействия ( термическое, механическое, изменение химического состава среды)</li> <li>21. Фазообразование как форма организации твердого тела</li> </ol>
КМ3	Экзамен	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ПК-3-У1;ПК-3-31;ОПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1	<p>По дисциплине предусмотрен экзамен. Экзаменационный билет состоит из 3 теоретических вопросов. Экзамен проводится в письменной форме. Время подготовки ответа составляет 90 минут. По истечении установленного времени студент должен ответить на вопросы экзаменационного билета. Типовой билет представлен в приложении к РПД.</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы



P1	Подготовка к контрольной работе 1	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите подходы к изучению элементарных актов эволюции.</li> <li>2. Закономерности создания пересыщения.</li> <li>3. Глобальный маршрут эволюции твердого тела</li> <li>4. Приведите описание основного эволюционного маршрута.</li> <li>5. Опишите процессы зародышеобразования в газовой фазе.</li> <li>6. Образование двумерных кластеров на поверхности частицы.</li> <li>7. Фазаобразование как форма организации твердого вещества.</li> <li>8. Нуклеация в жидких средах.</li> <li>9. Изменения формы и структуры частиц в процессе роста.</li> <li>10. Отклик твердого вещества на химические воздействия.</li> <li>11. Укажите причины эволюции системы.</li> <li>12. Вариабельность процесса зарождения.</li> <li>13. Опишите причины изменчивости свойства вещества.</li> <li>14. Перечислите и опишите элементарные акты агломерации.</li> <li>15. Темп эволюции системы</li> <li>16. Зарождение на поверхности твердых тел</li> <li>17. Рост частиц фазообразующего вещества.</li> <li>18. Влияние флуктуаций и примесей на эволюцию вещества.</li> <li>19. Принципы описания эволюции твердого вещества</li> <li>20. Общая картина эволюции твердого вещества.</li> </ol>
P2	Подготовка к контрольной работе 2	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-2-31;ПК-3-У1;ПК-2-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вариабельность процесса зарождения новой фазы.</li> <li>2. Спонтанное упорядочение вещества</li> <li>3. Рост частиц фазообразующего вещества при гомогенном зародышеобразовании.</li> <li>4. Причины роста одномерных структур.</li> <li>5. Приведите описание основного эволюционного маршрута</li> <li>6. Элементарные процессы при образовании вещества</li> <li>7. Опишите закономерности гомогенного зародышеобразования</li> <li>8. Перечислите механизмы образования одномерных структур</li> <li>9. Подходы к изучению элементарных актов эволюции</li> <li>10. Опишите причины изменчивости свойства вещества.</li> <li>11. Гетерогенное зародышеобразование.</li> <li>12. Опишите пример роста ПЖТ, приведите схему.</li> <li>13. Опишите процессы роста частиц при гомогенном зародышеобразовании.</li> <li>14. Причины анизотропного роста одномерных структур</li> <li>15. В чем состоит различие гомогенного и гетерогенного зародышеобразования.</li> <li>16. Вариабельность процесса зарождения новой фазы.</li> <li>17. Условия возникновения процессов зародышеобразования. Движущая сила процессов.</li> <li>18. Привести понятия критического зародыша и энергии его возникновения.</li> <li>19. Спонтанное упорядочение вещества.</li> <li>20. Отклик вещества на внешние воздействия ( термическое, механическое, изменение химического состава среды)</li> <li>21. Фазаобразование как форма организации твердого тела</li> </ol>
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			<p>По дисциплине предусмотрен экзамен. Экзаменационный билет состоит из 3 теоретических вопросов. Экзамен проводится в письменной форме. Время подготовки ответа составляет 90 минут. По истечении установленного времени студент должен ответить на вопросы экзаменационного билета. Типовой билет представлен в приложении к РПД.</p>

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Шкала оценивания знаний обучающихся:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу. В балльной системе 85 – 100 %.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал. В балльной системе 75 – 84 %.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике. В балльной системе 51 – 74 %.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы. В балльной системе менее 51 %.

Оценка «не явка» – обучающийся не посещал занятия.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л1.2	Мелихов И. В.	Физико-химическая эволюция твердого вещества: монография	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л1.3	Левина В. В., Конюхов Ю. В., Филонов М. Р., др.	Физико-химия наноструктурных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.4	Андреев Л. А., Новиков А. В., Новикова Е. А., Бокштейн Б. С.	Физика и химия твердого тела. Точечные дефекты в ионных кристаллах: Метод. указания для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Брандон Д., Каплан У., Баженов С. Л., Егорова С. В.	Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студ. напр. 'Прикладные математика и физика': пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2004

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr			
П.2	ESET NOD32 Antivirus			
П.3	Microsoft Office			

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов. Лабораторные занятия нацелены на закрепление на практике лекционного материала и формирования умений и навыков работы с научным оборудованием.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме
- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.