

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:02

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

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 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 57

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:
экзамен 10

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

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 - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

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.ДВ.32
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы	
2.1.2	Биофизика	
2.1.3	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы	
2.1.4	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.5	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.6	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.7	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники	
2.1.8	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.9	Основы научно-технического перевода	
2.1.10	Практика научно-технического перевода и редактирования	
2.1.11	Тензорные методы в кристаллофизике	
2.1.12	Технология получения кристаллов	
2.1.13	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов	
2.1.14	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований	
2.1.15	Функциональные наноматериалы	
2.1.16	Химия и технология полимерных материалов	
2.1.17	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.1.18	Композиционные материалы	
2.1.19	Конструирование композиционных материалов	
2.1.20	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.1.21	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.1.22	Специальные сплавы	
2.1.23	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы	
2.1.24	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы	
2.1.25	Атомное строение фаз	
2.1.26	Биохимия наноматериалов	
2.1.27	Инженерия поверхности	
2.1.28	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.1.29	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.1.30	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.1.31	Наноматериалы	
2.1.32	Сверхтвердые материалы	
2.1.33	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.1.34	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.1.35	Физика магнитных явлений	
2.1.36	Физика полупроводниковых приборов	
2.1.37	Физика прочности	
2.1.38	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.1.39	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	

2.1.40	Физические основы деформации и разрушения
2.1.41	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы
2.1.42	Материаловедение
2.1.43	Материаловедение полупроводников и диэлектриков
2.1.44	Металловедение инновационных материалов
2.1.45	Методы исследования материалов
2.1.46	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии
2.1.47	Метрология и технические измерения функциональных материалов
2.1.48	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.1.49	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике
2.1.50	Основы материаловедения и методов исследования материалов
2.1.51	Разработка новых материалов
2.1.52	Фазовые равновесия и дефекты структуры
2.1.53	Физика диэлектриков
2.1.54	Физика полупроводников
2.1.55	Введение в квантовую теорию твердого тела
2.1.56	Дефекты кристаллической решетки
2.1.57	Компьютеризация эксперимента
2.1.58	Материалы альтернативной энергетики
2.1.59	Материалы наукоемких технологий
2.1.60	Основы дизайна металлических материалов
2.1.61	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.62	Планирование научного эксперимента
2.1.63	Современные проблемы материаловедения
2.1.64	Теория поверхностных явлений
2.1.65	Теория симметрии
2.1.66	Электроника
2.1.67	Кристаллография
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.2	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.3	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.4	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.5	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.6	Менеджмент качества
2.2.7	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.8	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.9	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.10	Методология научных исследований
2.2.11	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.12	Основы клеточной биологии
2.2.13	Оформление результатов научной деятельности
2.2.14	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.15	Симметрия наносистем
2.2.16	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.17	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.18	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.19	Управление коллективами
2.2.20	Управление проектами
2.2.21	Химические основы биологических процессов
2.2.22	Цифровое материаловедение
2.2.23	Нормы и правила оформления ВКР

2.2.24	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.25	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.26	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.27	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.28	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.29	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.30	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.31	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-31 Отклики твердого вещества на термические, механические, химические и радиационные воздействия.
Физико-химические основы эволюции твердого вещества
Глобальные маршруты эволюции твердого тела
Физико-химические закономерности агломерации твердого вещества; элементарные акты и кинетику агломерации.

Уметь:

ПК-1-У1 Находить и анализировать информацию о влиянии флуктуаций и примесей на эволюцию вещества;
Рассматривать путь от зарождения твердого вещества, процессы его самоорганизации и влияние внешних воздействий
Проводить расчет элементарных актов эволюции и темпов эволюции твердых веществ
Управлять процессами формирования твердых тел сложного состава влиянием энергетических воздействий.

Владеть:

ПК-1-В1 Методами морфологического упорядочения и изменения формы и размера частиц в процессе роста и анализа причин изменчивости свойств вещества. Методами физико-химических исследований материалов различной природы.

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
	Раздел 1. Базовые положения теории эволюции твердого вещества							
1.1	Введение. Предмет эволюции систем. Причины эволюции. Темп эволюции. /Лек/	10	2	ПК-1-31	Л1.2Л2.1			
1.2	Причины эволюции систем. Темп эволюции, принципы описания. /Пр/	10	1	ПК-1-У1	Л1.2Л2.1			
1.3	Подходы к изучению элементарных актов эволюции /Ср/	10	6	ПК-1-В1	Л1.2Л2.1			
1.4	Деградация вещества. Влияние свойств среды на эволюционные процессы. /Ср/	10	4	ПК-1-В1	Л1.2Л2.1			
	Раздел 2. Физико-химические закономерности процессов зародышеобразования в конденсированных средах.							
2.1	Зарождение твердых тел: создание пере-сыщения; Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Зарождение в газовой фазе. /Лек/	10	4	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			

2.2	Нуклеация в жидких средах. Зарождение на поверхности твердых тел. /Лек/	10	4	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.3	Расчет размера зародыша в ходе гомогенного зародышеобразования методом испарения-конденсации /Пр/	10	2	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.4	Балансовый расчет процессов осаждения и при получении металлических порошковых материалов простого и сложного состава /Пр/	10	2	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.5	Вариабельность процессов зародышеобразования. Различия при гомогенном и гетерогенном зародышеобразовании. /Ср/	10	8	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
2.6	Физико-химия образования одномерных структур. Молекулярный отбор при росте частиц /Ср/	10	4	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3			
	Раздел 3. Физико-химические закономерности роста твердого вещества							
3.1	Образование нульмерных частиц. Механизмы роста: бездиффузионный диффузионный и механизмы. Образование двумерных кластеров. /Лек/	10	4	ПК-1-31	Л1.3 Л1.4		КМ1	Р1
3.2	Флуктуации скорости роста и свойств укрупняющихся частиц. Молекулярный отбор при росте частиц. /Лек/	10	4	ПК-1-31	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1		КМ1	Р1
3.3	Влияние на зародышеобразование рост частиц твердого вещества механостимулирования, радиации, энергетических воздействий. Контрольная работа 1. /Пр/	10	2	ПК-1-У1	Л1.3 Л1.4		КМ1	Р1
3.4	Изменение формы и структуры частиц в процессе роста. Движение растущих кристаллов /Ср/	10	6	ПК-1-В1	Л1.3 Л1.4			
3.5	Физико-химические закономерности агломерации частиц твердого вещества. Элементарные акты и кинетика агломерации. /Ср/	10	4	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4			
	Раздел 4. Процессы самоорганизации							

4.1	Спонтанное упорядочение вещества. Упорядочение состава. Морфологическое упорядочение. Ликвидация метастабильных фаз. Общность и специфичность спонтанного упорядочения. /Лек/	10	4	ПК-1-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
4.2	Влияние энергетических воздействий на процессы формирования наноматериалов; теоретические основы. /Пр/	10	2	ПК-1-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
4.3	Измерение дисперсности морфологических элементов наносистем по адсорбционным данным, теория метода /Пр/	10	2	ПК-1-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
4.4	Изменчивость свойств вещества. Влияние термических и механических воздействий. /Ср/	10	4	ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
4.5	Влияние изменений в химическом составе среды и энергетических воздействий /Ср/	10	4	ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
4.6	Подготовка к контрольной работе 1 /Ср/	10	2	ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1			
	Раздел 5. Методы изучения характеристик материалов							
5.1	Определение размерных характеристик наноматериалов. Определение удельной поверхности наноструктурных порошковых материалов. Методы определения среднего размера, областей когерентного рассеяния наночастиц. /Лек/	10	4	ПК-1-31	Л1.1Л2.1		КМ2,К М2	Р2
5.2	Расчет кинетических закономерностей дегидратации сложных наносистем по термогравиметрическим данным /Пр/	10	2	ПК-1-У1	Л1.1Л2.1		КМ2,К М2	Р2
5.3	Исследование размерных характеристик, определение элементного состава /Ср/	10	2	ПК-1-В1	Л1.1Л2.1		КМ2,К М2	
5.4	Методы изучения поверхности, определение фазового состава /Ср/	10	2	ПК-1-В1	Л1.1Л2.1		КМ2,К М2	
	Раздел 6. Особенности эволюции нанодисперсного вещества							
6.1	Условия перехода вещества в нанодисперсное состояние. Ограниченность времени пребывания вещества в наносостоянии. /Лек/	10	4	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2		КМ2	

6.2	Вариабельность наносистем. Спонтанное упорядочение наночастиц. /Лек/	10	4	ПК-1-31	Л1.3		КМ2	
6.3	Расчет влияния ультразвуковых воздействий на процессы диспергированием наносистем /Пр/	10	2	ПК-1-У1	Л1.1		КМ2	
6.4	Расчет влияния бесконтактного электростатического поля на газовое восстановление оксидных наносистем. Контрольная работа 2 /Пр/	10	2	ПК-1-У1	Л1.1		КМ2,КМ2	
6.5	Электрические характеристик материалов /Ср/	10	2	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1		КМ2	
6.6	Магнитные характеристики материалов /Ср/	10	2	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1		КМ2	
6.7	Механические характеристики материалов /Ср/	10	2	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3		КМ2	
6.8	Подготовка к контрольной работе 2, экзамену /Ср/	10	5	ПК-1-В1	Л1.2 Л1.4Л2.1		КМ2	

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	ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите подходы к изучению элементарных актов эволюции. 2. Закономерности создания пересыщения. 3. Глобальный маршрут эволюции твердого тела 4. Приведите описание основного эволюционного маршрута. 5. Опишите процессы зародышеобразования в газовой фазе. 6. Образование двумерных кластеров на поверхности частицы. 7. Фазообразование как форма организации твердого вещества. 8. Нуклеация в жидких средах. 9. Изменения формы и структуры частиц в процессе роста. 10. Отклик твердого вещества на химические воздействия. 11. Укажите причины эволюции системы. 12. Вариабельность процесса зарождения. 13. Опишите причины изменчивости свойства вещества. 14. Перечислите и опишите элементарные акты агломерации. 15. Темп эволюции системы 16. Зарождение на поверхности твердых тел 17. Рост частиц фазообразующего вещества. 18. Влияние флуктуаций и примесей на эволюцию вещества. 19. Принципы описания эволюции твердого вещества 20. Общая картина эволюции твердого вещества.

КМ2	Контрольная работа 2	ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вариабельность процесса зарождения новой фазы. 2. Спонтанное упорядочение вещества 3. Рост частиц фазообразующего вещества при гомогенном зародышеобразовании. 4. Причины роста одномерных структур. 5. Приведите описание основного эволюционного маршрута 6. Элементарные процессы при образовании вещества 7. Опишите закономерности гомогенного зародышеобразования 8. Перечислите механизмы образования одномерных структур 9. Подходы к изучению элементарных актов эволюции 10. Опишите причины изменчивости свойства вещества. 11. Гетерогенное зародышеобразование. 12. Опишите пример роста ПЖТ, приведите схему. 13. Опишите процессы роста частиц при гомогенном зародышеобразовании. 14. Причины анизотропного роста одномерных структур 15. В чем состоит различие гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. 16. Вариабельность процесса зарождения новой фазы. 17. Условия возникновения процессов зародышеобразования. Движущая сила процессов. 18. Привести понятия критического зародыша и энергии его возникновения. 19. Спонтанное упорядочение вещества. 20. Отклик вещества на внешние воздействия (термическое, механическое, изменение химического состава среды) 21. Фазообразование как форма организации твердого тела
КМ3	Экзамен	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	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.
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Подготовка к контрольной работе 1	ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите подходы к изучению элементарных актов эволюции. 2. Закономерности создания пересыщения. 3. Глобальный маршрут эволюции твердого тела 4. Приведите описание основного эволюционного маршрута. 5. Опишите процессы зародышеобразования в газовой фазе. 6. Образование двумерных кластеров на поверхности частицы. 7. Фазообразование как форма организации твердого вещества. 8. Нуклеация в жидких средах. 9. Изменения формы и структуры частиц в процессе роста. 10. Отклик твердого вещества на химические воздействия. 11. Укажите причины эволюции системы. 12. Вариабельность процесса зарождения. 13. Опишите причины изменчивости свойства вещества. 14. Перечислите и опишите элементарные акты агломерации. 15. Темп эволюции системы 16. Зарождение на поверхности твердых тел 17. Рост частиц фазообразующего вещества. 18. Влияние флуктуаций и примесей на эволюцию вещества. 19. Принципы описания эволюции твердого вещества 20. Общая картина эволюции твердого вещества.

P2	Подготовка к контрольной работе 2	ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вариабельность процесса зарождения новой фазы. 2. Спонтанное упорядочение вещества 3. Рост частиц фазообразующего вещества при гомогенном зародышеобразовании. 4. Причины роста одномерных структур. 5. Приведите описание основного эволюционного маршрута 6. Элементарные процессы при образовании вещества 7. Опишите закономерности гомогенного зародышеобразования 8. Перечислите механизмы образования одномерных структур 9. Подходы к изучению элементарных актов эволюции 10. Опишите причины изменчивости свойства вещества. 11. Гетерогенное зародышеобразование. 12. Опишите пример роста ПЖТ, приведите схему. 13. Опишите процессы роста частиц при гомогенном зародышеобразовании. 14. Причины анизотропного роста одномерных структур 15. В чем состоит различие гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. 16. Вариабельность процесса зарождения новой фазы. 17. Условия возникновения процессов зародышеобразования. Движущая сила процессов. 18. Привести понятия критического зародыша и энергии его возникновения. 19. Спонтанное упорядочение вещества. 20. Отклик вещества на внешние воздействия (термическое, механическое, изменение химического состава среды) 21. Фазообразование как форма организации твердого тела
----	-----------------------------------	---------	--

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

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.

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.3	Левина Вера Васильевна, Конюхов Юрий Владимирович, Филонов Михаил Рудольфович, 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 Лев Алексеевич, Новиков А. В., Новикова Елена Александровна, Бокштейн Борис Самуилович	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.