

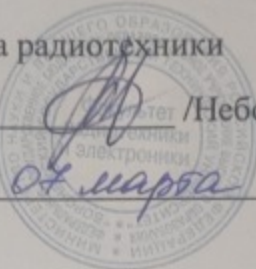
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники

и электроники _____ /Небольсин В.А./



_____ 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Структурообразование неорганических материалов»

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль Функциональные материалы

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Автор программы _____

О.В. Артамонова

Заведующий кафедрой
Химии и химической
технологии материалов _____

О.Б. Рудаков

Руководитель ОПОП _____

О.Б. Рудаков

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины во-первых, общеобразовательная и развивающая, которая заключается в формировании мировоззрения студента и в развитии у него химического мышления; во-вторых, конкретно - практическая, связанная с формами применения химических законов и процессов в современной технике и с ознакомлением студента со свойствами функциональных материалов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- создание целостного представления о процессах и явлениях в твердых телах, понимание возможностей современных научных методов познания функциональных материалов;

- овладение этими методами для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций;

- использование знания химических процессов и законов в решении материаловедческих проблем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Структурообразование неорганических материалов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Структурообразование неорганических материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах их выбора для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения

ПК-8 - Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры материала на его свойства, взаимодействие материала с окружающей средой, механическими и физическими нагрузками

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	Знать основные типы современных неорганических материалов и процессы протекающие при их структурообразовании
	Уметь обосновывать принципы выбора неорганических функциональных материалов для эксплуатации в заданных условиях
	Владеть методикой подбора неорганических функциональных материалов с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения

ПК-8	Знать методы теоретического и экспериментального исследования неорганических функциональных микро- и наноматериалов
	Уметь самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов структурообразования неорганических функциональных микро- и наноматериалов
	Владеть минимально необходимым комплексом сведений о процессах структурообразования различных классов современных неорганических функциональных микро- и наноматериалов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Структурообразование неорганических материалов» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	102	102
В том числе:		
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Самостоятельная работа	78	78
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Химическая связь и зонная структура твердых тел	Химическая связь в твердых телах. Зонная теория. Зонная структура одномерных, двумерных и трехмерных кристаллов. Ионные и молекулярные кристаллы. Структуры кристаллов. Элементарные кристаллические структуры, шаровые упаковки, полиморфизм, изоморфизм, твердые растворы. Экспериментальные	6	4	6	12	28

		методы определения структуры кристалла. Структура реальных кристаллов, стекол, полимеров.						
2	Дефекты в твердом теле. Дефектообразование и нестехиометрия в твердых телах	Явление разупорядочения в кристаллах. Основные типы дефектов. Определение природы доминирующих дефектов. Взаимодействие дефектов. Линейные и плоские дефекты. Дислокации. Планарные и другие виды дефектов. Дефекты и физические свойства.	6	6	6	12	30	
3	Твердофазные процессы	Классификация структурных превращений в твердом теле. Особенности термодинамики твердофазных превращений. Эволюционный маршрут формирования твердой фазы. Гомогенные фазовые превращения. Спинодальный распад твердого раствора. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией. Теория Вагнера – Шмальцрида. Структурно-чувствительные свойства. Процессы диффузии, механизм диффузии.	6	6	6	12	30	
4	Химические реакции в твердом теле	Факторы, влияющие на реакционную способность. Кинетические модели твердофазных реакций с различными лимитирующими стадиями. Особенности кинетики химических реакций в твердых телах, методы активации твердых тел. Стеклообразование и физико-химические процессы в стеклах. Превращения без изменения состава. Мартенситные превращения. Бездиффузионные превращения, фазовые превращения типа порядок – беспорядок, фазовые переходы в твердых телах, рекристаллизация и рост зерен, движение границ зерен.	6	6	6	14	32	
5	Методы синтеза твердофазных материалов	Основные проблемы при синтезе твердофазных материалов. Методы синтеза поликристаллических материалов. Методы получения монокристаллов и эпитаксиальных покрытий.	6	6	6	14	32	
6	Основные технологические операции на пути от вещества к материалу.	Прекурсоры, наносистемы, термическая обработка, методы закалки, отжига, рекристаллизация, основные стадии спекания, природа упрочнения при дисперсионном старении. Методология разработки технологии новых материалов, направления и проекты современного материаловедения.	4	6	4	14	28	
Итого			34	34	34	78	180	

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Синтез наноразмерных частиц SiO_2 золь-гель методом, определение их размеров методом лазерной дифракции.
2. Определение фазового состава, размера частиц и параметров решетки наноразмерных композиций на основе ZrO_2 .
3. Определение фазового состава и степени гидратации наномодифицированного цементного камня.
4. Исследование микрорельефа поверхности цементного камня методом сканирующей зондовой микроскопии.
5. Исследование микроструктуры цементного камня методом растровой электронной микроскопии.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 5 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Исследование процессов структурообразования при наномодифицировании неорганической системы твердения»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Определение фазового состава наномодифицированной системы твердения методом рентгеновской дифрактометрии;
- Исследование микроструктуры наномодифицированной системы твердения методом сканирующей электронной микроскопии.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-5	Знать основные типы современных неорганических	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	материалов и процессы протекающие при их структурообразовании		в рабочих программах	в рабочих программах
	Уметь обосновывать принципы выбора неорганических функциональных материалов для эксплуатации в заданных условиях	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методикой подбора неорганических функциональных материалов с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-8	Знать методы теоретического и экспериментального исследования неорганических функциональных микро- и наноматериалов	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов структурообразования неорганических функциональных микро- и наноматериалов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть минимально необходимым комплексом сведений о процессах структурообразования различных классов современных неорганических функциональных микро- и наноматериалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
-------------	---	---------------------	---------	--------	--------	----------

ПК-5	Знать основные типы современных неорганических материалов и процессы протекающие при их структурообразовании	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь обосновывать принципы выбора неорганических функциональных материалов для эксплуатации в заданных условиях	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методикой подбора неорганических функциональных материалов с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-8	Знать методы теоретического и экспериментального исследования неорганических функциональных микро- и наноматериалов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов структурообразования неорганических функциональных микро- и наноматериалов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть минимально необходимым комплексом сведений о процессах структурообразования различных классов современных неорганических функциональных микро- и наноматериалов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Из скольких фаз могут быть получены монокристаллы?
A) 3 B) 2 C) 1 D) 4
2. Укажите методы получения монокристаллов?
1) метод Чохральского 3) метод Стокбаргера 2) метод Бриджмена
A) 1,2,3 B) только 1 C) только 2 D) только 3
3. Кристалл какого состава применяется в качестве рабочего кристалла в лазерах?
A) $\text{Ca}(\text{NbO}_3)_2$ B) CaBrO_3 C) CaPrO_3 D) $\text{Ca}(\text{PrO}_2)_2$
4. Что из перечисленного не верно?
A) в методе Бриджмена вырастает только один кристалл
B) в методе Чохральского при вытягивании кристалла расплав и кристалл вращают в противоположных направлениях
C) в методе Бриджмена кристаллизация вещества возникает в нескольких точках
E) метод Чохральского широко применяется для получения полупроводников
5. Укажите различие между методом Чохральского и Стокбаргера?
A) в методе Стокбаргера кристаллизация осуществляется в наиболее холодной части расплава
B) метод Стокбаргера основан на кристаллизации расплава
C) метод Чохральского основан на кристаллизации расплава
D) метод Чохральского основан на кристаллизации раствора
6. Чем отличается метод Чохральского от метода кристаллизации из растворов в расплаве?
A) при кристаллизации из растворов состав получаемых кристаллов отличается от состава раствора
B) в методе Чохральского состав получаемых кристаллов отличается от состава раствора
C) метод Чохральского основан на кристаллизации раствора
D) в методе Чохральского кристаллизация осуществляется в наиболее холодной части расплава
7. Что из перечисленного не верно?
A) структура цеолитов не содержит пустот
B) образование кристаллических продуктов из растворов, гелей

протекает при более низких температурах, чем при твердофазном синтезе

С) кристаллизация из водных растворов применяется для получения кристаллогидратов

Д) гель, раствор характеризуется однородностью

8. На сколько групп делятся методы получения тонкослойных покрытий и пленок?

А) 2

В) 3

С) 1

Д) 4

9. В каком методе происходит перенесение анода на катод?

А) катодные покрытия

Д) катодное распыление

В) анодное оксидирование

Е) испарение в вакууме

10. Какой из перечисленных методов наиболее простой и имеет наибольшее распространение?

А) испарение в вакууме

Д) катодное распыление

В) анодное оксидирование

Е) катодные покрытия

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Из чего получают кристаллы различных силикатов с высокими температурами плавления?

А) из растворов легкоплавких боратов

В) из растворов фосфатов

С) из растворов алюминатов

Д) из тугоплавких селенатов

2. Какую роль выполняет флюс при кристаллизации из растворов в расплаве?

А) понижает температуру плавления основного кристаллического продукта

В) повышает плотность основного кристаллического продукта

С) понижает интенсивность кристаллообразования

Д) повышает дипольный момент основного кристаллического продукта

3. В результате сополимеризации метасиликат и метаалюминат ионов образуется?

А) гель

В) раствор

С) расплав

Д) стекло

4. Что из перечисленного не верно?

А) для появления большого количества кристаллов при получении цеолитов необходима низкая степень пресыщения растворов геля

В) при получении цеолитов в качестве исходных веществ следует брать аморфные осадки

С) при получении цеолитов в геле следует поддерживать высокую щелочную среду

Д) гидротермальная обработка гелей приводит к кристаллизации цеолитов

5. Что общего между кристаллизацией из растворов и кристаллизацией из расплавов?

1) совместное плавление исходных твердых веществ способствует высокой степени гомогенизации

2) при охлаждении раствора и расплава происходит образование и рост кристаллов

3) температурный диапазон

A) 1,2

B) 1,3

C) 1,2,3

D) только 1

6. Укажите различие между кристаллизацией из растворов и кристаллизацией из расплавов?

1) совместное плавление исходных твердых веществ способствует высокой степени гомогенизации

2) при охлаждении раствора и расплава происходит образование и рост кристаллов

3) температурный диапазон

A) только 3

B) 1,3

C) 1,2,3

D) только 1

7. Укажите химические и электрохимические методы получения тонкослойных покрытий и пленок?

1) катодные покрытия

2) анодное оксидирование

3) химическое разложение паров

4) испарение в вакууме

A) 1, 2, 3

B) 2,3,4

C) 3,4

D) 4

8. Укажите физические методы получения тонкослойных покрытий и пленок?

1) катодные покрытия

3) катодное распыление

2) анодное оксидирование

4) испарение в вакууме

A) 3, 4

B) 2,3,4

C) 1, 3

D) 1,2

9. Продукты какой реакции указаны не верно?

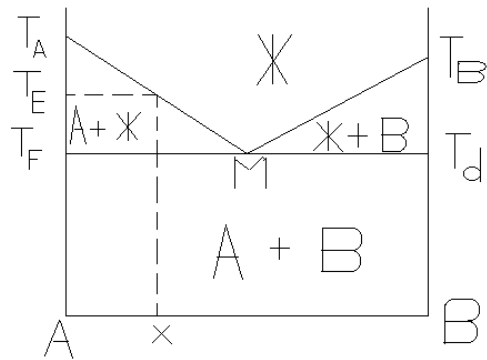
A) $Ti + NH_3 = Ti_3N_4 + H_2$

B) $2SiY_2 = SiY_4 + Si$

C) $Si(C_2H_5)_4 + 13O_2 = SiO_2 + 8CO_2 + 10H_2O$

D) $GeH_4 = Ge + 2H_2$

10. Какое напряжение возникает в инертных газах при катодном распылении?



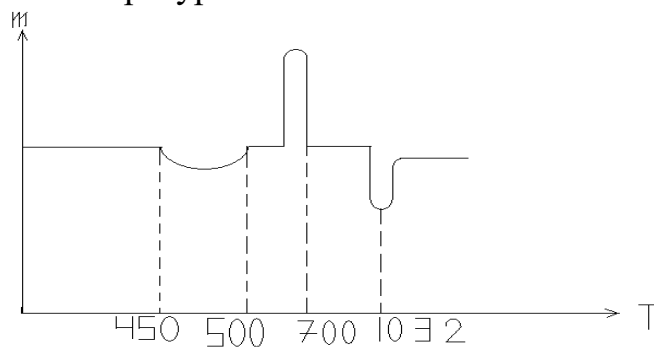
A) $T_F T_d$

B) $M T_d$

C) $T_F M$

D) $T_A M$

6. Дана термограмма образования $Li_2Si_2O_5$. Укажите какой процесс протекает в интервале температур 450-500?



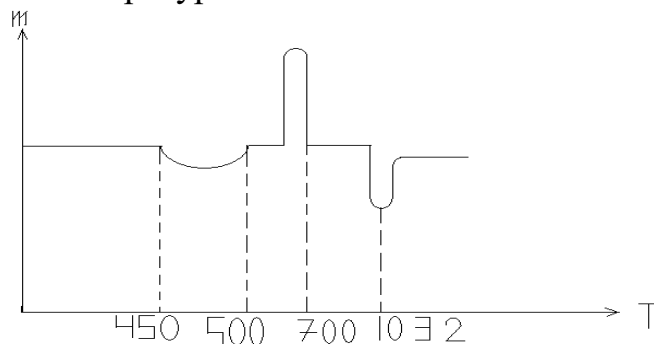
A) стеклование

B) кристаллизация

C) плавление

D) сублимация

7. Дана термограмма образования $Li_2Si_2O_5$. Укажите какой процесс протекает в интервале температур 500 – 700?



A) кристаллизация

B) стеклование

C) плавление

D) сублимация

8. Что из перечисленного верно?

A) достигаемое равновесное значение толщины оксидного слоя при анодном оксидировании зависит от величины напряжения

B) при анодном оксидировании металлический анод погружается в раствор соли не кислородсодержащих кислот

C) при увеличении напряжения рост оксидного слоя на поверхности данного металла при анодном оксидировании уменьшается

D) обработка некоторых металлов в атмосфере аммиака приводит к образованию на поверхности металла тонкого слоя гидроксида данного металла

9. Какие металлы могут быть использованы в качестве материала контейнера испарителя?

- 1) Ta 2) W 3) Mo
A) 1,2,3 B) 1,2 C) 2,3 D) только 1

10. Что из перечисленного не верно?

- A) при получении тонкослойных покрытий методом испарения в вакууме чистота поверхности подложки не обязательна
B) давление внутри вакуумной установки для получения тонкослойных покрытий катодного распыления составляет 10-100 Па
C) материал контейнера испарителя инертен к помещенному в него испаряемому веществу
D) подложка для пленок, применяемых в электронике, должна быть изолятором

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Химическая связь в твердых телах.

Зонная теория. Метод «сильной связи». Зонная структура одномерных, двумерных и трехмерных кристаллов. Ионные кристаллы. Энергия решетки ионного кристалла. Ионная связь. Молекулярные кристаллы. Ван-дер-ваальсовое взаимодействие.

2. Структуры кристаллов. Элементарные кристаллические структуры, шаровые упаковки, полиморфизм, изоморфизм, твердые растворы. Экспериментальные методы определения структуры кристалла. Структура реальных кристаллов.

Скрытокристаллические и некристаллические твердые тела. Аморфное твердое тело и стекла, полимеры.

3. Явление разупорядочения в кристаллах. Основные типы дефектов. Атомные, точечные дефекты. Примесные атомы. Заряженные и незаряженные дефекты. Равновесие дефектов в бинарных и тройных кристаллах.

4. Определение природы доминирующих дефектов. Взаимодействие дефектов. Непрямое взаимодействие: концентрация дефектов решетки, распределение примесей. Прямое взаимодействие: образование ионных пар, дальнейшее взаимодействие дефектов, ассоциация точечных и линейных дефектов.

5. Линейные и плоские дефекты. Дислокации. Планарные и другие виды дефектов.

6. Дефекты и физические свойства. Электрические, оптические, магнитные, тепловые и механические свойства.

7. Классификация структурных превращений в твердом теле. Особенности термодинамики твердофазных превращений. Закономерности зародышеобразования в твердых системах. Рост кристаллов.

8. Гомогенные фазовые превращения. Спинодальный распад твердого раствора. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией. Теория Вагнера – Шмальцрида.

9. Структурно-чувствительные свойства. Процессы диффузии, механизм диффузии, диффузионно - контролируемый перенос массы и заряда под действием механических напряжений, химических и электрических сил.

10. Химические реакции в твердом теле. Факторы, влияющие на реакционную способность.

11. Кинетические модели твердофазных реакций с различными лимитирующими стадиями. Особенности кинетики химических реакций в твердых телах, методы активации твердых тел. Стеклообразование и физико-химические процессы в стеклах.

12. Превращения без изменения состава. Мартенситные превращения. Бездиффузионные превращения, фазовые превращения типа порядок – беспорядок, фазовые переходы в твердых телах, рекристаллизация и рост зерен, движение границ зерен.

13. Препаративные методы синтеза. Методы получения монокристаллов и эпитаксиальных покрытий: рост кристаллов из газовой фазы, из расплава, из растворов.

14. Методы синтеза поликристаллических материалов: керамический метод синтеза, соосаждение солевых смесей, сублимационная сушка (криохимическая технология), золь – гель метод, кристаллизация солевых твердых растворов.

15. Методология разработки технологии новых материалов, направления и проекты современного материаловедения.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Химическая связь и зонная структура твердых тел	ПК-5, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта
2	Дефекты в твердом теле. Дефектообразование и нестехиометрия в твердых телах	ПК-5, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта
3	Твердофазные процессы	ПК-5, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта
4	Химические реакции в твердом теле	ПК-5, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта
5	Методы синтеза твердофазных материалов	ПК-5, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта
6	Основные технологические операции на пути от вещества к материалу.	ПК-5, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, защита реферата, написание и оформление графической части и расчетно-пояснительной записки курсового проекта

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Кнотько А.В. *Химия твердого тела: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений* / А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 306 с.

2. Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев. *Введение в химию твердофазных материалов* / М.: Издательство МГУ. Издательство Наука. 2006. – 324 с.

3. Пул Чарльз П. (мл.), Ф. Оуэнс. *Нанотехнологии: учеб. пособие для вузов* – М.: Техносфера, 2007. – 375 с.

4. Артамонова О.В. *Химия твердого тела : учебное пособие* / О.В. Артамонова. - *Химия твердого тела. 2031-06-07.* - Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 168 с.

5. Артамонова О.В. *Синтез наномодифицирующих добавок для технологии строительных композитов.* Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2016. 100 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Химический каталог. Общая химия. Сайты и книги

- <http://www.ximicat.com>
2. Химический каталог. Неорганическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>
 3. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>
 4. Справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>
Артамонова О.В. Химия твердого тела : учебное пособие / Артамонова О.В.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 168 с. — ISBN 978-5-4497-1125-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108355.html> (дата обращения: 03.01.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/108355>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Весы технические, весы аналитические, химреактивы, химическая посуда, аквадистиллятор, хроматограф 111, автоматические титраторы, магнитная мешалка, колориметр фотоэлектрический кфк-3, сканирующие зондовые микроскопы "nanoeeducator" (бизнес-инкубатор), сушильный шкаф, электропечь SNOL, иономер И-160, стенды, кино- и видеофильмы, диапроекторы, видеопроектор, компьютер с 2-х или 4-х ядерным процессором, пакет программ HyperChem 6.0, дифрактометр рентгеновский ДРОН-4-07, дериватограф Paulik-Paulik-Erdey Q-1500С, прибор для определения удельной поверхности ПСХ-8, Растровый электронный микроскоп Rhenot XL.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Структурообразование неорганических материалов» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета основных параметров процесса структурообразования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП