

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
“Воронежский государственный архитектурно-строительный университет”

СОГЛАСОВАНО  
Проректор по учебно-воспитательной работе  
Д. К. Проскурин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015г.

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
В.Я. Мищенко  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 15 г.

Кафедра: Химии

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Направление 08.06.01 Техника и технологии строительства.

Направленность 05.23.05 Строительные материалы и изделия.

**Нормативный срок обучения** 4/5 лет

**Форма обучения** очная/заочная

Разработчик (и) УМКД: к.х.н., доц. **О.В. Аргамонова**

Воронеж, 2015

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой разработчика УМКД \_\_\_\_\_ / Рудаков О.Б./  
(подпись) (Ф.И.О.)  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Председатель Методической комиссии факультета \_\_\_\_\_ / Славчева Г.С./  
(подпись) (Ф.И.О.)  
Протокол заседания Методической комиссии факультета № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Начальник учебно-методического управления Воронежского ГАСУ  
\_\_\_\_\_ / Мышовская Л.П./  
(подпись) (Ф.И.О.)

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
“Воронежский государственный архитектурно-строительный университет”

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
В.Я. Мищенко  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 15 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины  
«ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА»**

Направление 08.06.01 Техника и технологии строительства.

Направленность 05.23.05 Строительные материалы и изделия.

**Нормативный срок обучения**                      4/5 лет  
**Форма обучения**                                      очная/заочная

Автор программы к.х.н., доц. О.В. Артамонова

Программа обсуждена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 года Протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Рудаков О.Б.

**Воронеж 2015**

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

показать химию твердого тела как науку, изучающую традиционную для химии взаимосвязь между структурой, составом и свойствами веществ с учетом особенностей твердого состояния, а также дать представление о современных проблемах в данной области знания, решение которых существенно расширит возможности создания новых твердофазных материалов с заданными свойствами.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

- создание у аспирантов 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 ООП**

Дисциплина «Химия твердого тела» относится к вариативной части учебного плана.

Требования к «входным» знаниям и умениям аспиранта, необходимым для изучения дисциплины «Химия твердого тела»: дисциплина рассчитана на обобщение и значительное углубление полученных в знаний по фундаментальным вопросам общей и неорганической химии, физической химии и кристаллохимии; включая основы химической термодинамики, химических и фазовых равновесий, кинетики химических реакций, строение атомов, модели химической связи и периодический закон Д.И. Менделеева.

Изучение дисциплины «Химия твердого тела» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: «Общая химия», «Физика», «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Структурная химия и кристаллохимия», «Физика конденсированного состояния».

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины «Химия твердого тела» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства;

ОПК-2 - владение культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-3 - способность соблюдать нормы научной этики и авторских прав;

ОПК-4 - способность к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов;

ОПК-5 - способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций;

ОПК-6 - способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства;

ОПК-8 - готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования;

УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

УК-3 - готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

УК-4 - готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

УК-5 - способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности;

ПК-13 - владение методами синтеза твердофазовых материалов;

ПК-14 - владение закономерностями свойств твердофазовых материалов;

ПК-15 - способность разрабатывать методологию синтеза твердофазовых материалов.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

***Знать:***

электронное строение и природу твердых тел, основные виды дефектов и их взаимодействие, структурные превращения и твердофазные химические реакции; методы теоретического и экспериментального исследования твердых тел в материаловедении; основные технологические операции на пути от вещества к материалу; методологию разработки технологии новых материалов, направления и проекты современного материаловедения.

***Уметь:***

самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в области химии твердого тела; делать обобщения и выводы на основе полученных экспериментальных данных; разрабатывать методологию синтеза новых функциональных материалов.

***Владеть:***

минимально необходимым комплексом сведений о различных классах современных материалов и материаловедческих проблемах с ними связанных, а

также, в целом, о предмете изучения и месте фундаментального материаловедения среди естественных наук.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Химия твердого тела» составляет 3 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	20/20	20/20			
В том числе:					
Лекции	5/5	5/5			
Практические занятия (ПЗ)	15/15	15/15			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	88/88	88/88			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зачет	зачет			
Общая трудоемкость	час	108/108	108/108		
	зач. ед.	3	3		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Химическая связь и зонная структура твердых тел	<p><b>Химическая связь в твердых телах.</b> 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.</p> <p><b>Структуры кристаллов.</b> Элементарные кристаллические структуры, шаровые упаковки, полиморфизм, изоморфизм, твердые растворы. Экспериментальные методы определения структуры кристалла. Структура реальных кристаллов.</p> <p><b>Скрытокристаллические и некристаллические твердые тела.</b> Аморфное твердое тело и стекла, полимеры.</p>
2	Дефекты в твердом теле.	<p><b>Явление разупорядочения в кристаллах. Основные типы дефектов.</b> Атомные, точечные дефекты. Примесные атомы. Заряженные и незаряженные дефекты. Равновесие дефектов в бинарных и тройных кристаллах.</p> <p><b>Определение природы доминирующих дефектов. Взаимодействие дефектов.</b> Непрямое взаимодействие: концентрация дефектов решетки, распределение примесей. Прямое взаимодействие: образование ионных пар, дальнейшее взаимодействие дефектов, ассоциация точечных и линейных дефектов.</p> <p><b>Линейные и плоские дефекты.</b> Дислокации. Планарные и другие виды дефектов.</p> <p><b>Дефекты и физические свойства.</b> Электрические, оптические, магнитные, тепловые и механические свойства.</p>
3	Твердофазные процессы	<p><b>Классификация структурных превращений в твердом теле.</b> Особенности термодинамики твердофазных превращений. Закономерности зародышеобразования в твердых системах. Рост кристаллов.</p> <p><b>Гомогенные фазовые превращения.</b> Спинодальный распад твердого раствора. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией. Теория Вагнера – Шмальцрида.</p> <p><b>Структурно-чувствительные свойства.</b> Процессы диффузии, механизм диффузии, диффузионно - контролируемый перенос массы и заряда под действием механических напряжений, химических и электрических сил.</p> <p><b>Химические реакции в твердом теле.</b> Факторы, влияющие на реакционную способность.</p> <p><b>Кинетические модели твердофазных реакций с различными лимитирующими стадиями.</b> Особенности кинетики химических реакций в твердых телах, методы активации твердых тел. Стеклообразование и физико-химические процессы в стеклах.</p> <p><b>Превращения без изменения состава.</b> Мартенситные превращения. Бездиффузионные превращения, фазовые превращения типа порядок – беспорядок, фазовые переходы в твердых телах, рекристаллизация и рост зерен, движение границ зерен.</p> <p><b>Механизмы пластической деформации, разрушение материалов.</b> Выделение новой фазы из твердого раствора, декорирование дислокаций, структурные превращения, происходящие при высоких давлениях.</p>

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Не предусмотрено.

## 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1	Химическая связь и зонная структура твердых тел	2	5	-	20	27
2	Дефекты в твердом теле.	3	-	-	20	23
3	Твердофазные процессы	-	10	-	48	58

## 5.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Не предусмотрен

## 5.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час)
1.	1. Химическая связь и зонная структура твердых тел	Классификация твердых тел. Экспериментальные методы определения структуры кристалла.	4
2.		Теория строения твердого тела.	1
3.	3. Твердофазные процессы	Термодинамика и кинетика химических реакций в твердых телах.	2
4.		Изменения атомного строения и реакционной способности при механических воздействиях на вещество.	2
5.		Основные методы исследования твердофазных материалов	6

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ, КУРСОВЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.



№	Компетенция	Форма контроля	семестр
1	ОПК-1 - владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
2	ОПК-2 - владение культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
3	ОПК-3 - способность соблюдать нормы научной этики и авторских прав;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
4	ОПК-4 - способность к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
5	ОПК-5 - способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
6	ОПК-6 - способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
7	ОПК-8 - готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
8	УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
9	УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
10	УК-3 - готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
11	УК-4 - готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4

12	УК-5 - способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Зачет (З)	4
13	ПК-13 - владение методами синтеза твердофазовых материалов;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Отчет по практическим работам (ПР) 4. Зачет (З)	4
14	ПК-14 - владение закономерностями свойств твердофазовых материалов;	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Отчет по практическим работам (ПР) 4. Зачет (З)	4
15	ПК-15 - способность разрабатывать методологию синтеза твердофазовых материалов.	1. Контрольное собеседование (КС) 2. Тестирование (Т) 3. Отчет по практическим работам (ПР) 4. Зачет (З)	4

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компенсаций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля			
		КС	ПР	Т	Э
Знает	Электронное строение и природу твердых тел, основные виды дефектов и их взаимодействие, структурные превращения и твердофазные химические реакции; методы теоретического и экспериментального исследования твердых тел в материаловедении; основные технологические операции на пути от вещества к материалу; методологию разработки технологии новых материалов, направления и проекты современного материаловедения (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).	+	+	+	+
Умеет	Самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в области химии твердого тела; делать обобщения и выводы на основе полученных экспериментальных данных; разрабатывать методологию синтеза новых функциональных материалов (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).	+	+	+	+
Владеет	Минимально необходимым комплексом сведений о различных классах современных материалов и материаловедческих проблемах с ними связанных, а также, в целом, о предмете изучения и месте фундаментального материаловедения среди естественных наук (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).	+	+	+	+

### 7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Электронное строение и природу твердых тел, основные виды дефектов и их взаимодействие, структурные превращения и твердофазные химические реакции; методы теоретического и экспериментального исследования твердых тел в материаловедении; основные технологические операции на пути от вещества к материалу; методологию разработки технологии новых материалов, направления и проекты современного материаловедения (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные КС, ПР, Т на оценки «отлично».
Умеет	Самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в области химии твердого тела; делать обобщения и выводы на основе полученных экспериментальных данных; разрабатывать методологию синтеза новых функциональных материалов (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).		
Владеет	Минимально необходимым комплексом сведений о различных классах современных материалов и материаловедческих проблемах с ними связанных, а также, в целом, о предмете изучения и месте фундаментального материаловедения среди естественных наук (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).		
Знает	Электронное строение и природу твердых тел, основные виды дефектов и их взаимодействие, структурные превращения и твердофазные химические реакции; методы теоретического и экспериментального исследования твердых тел в материаловедении; основные технологические операции на пути от вещества к материалу; методологию разработки технологии новых материалов, направления и проекты современного материаловедения (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные КС, ПР, Т на оценки «хорошо».
Умеет	Самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в области химии твердого тела; делать обобщения и выводы на основе полученных экспериментальных данных; разрабатывать методологию синтеза новых функциональных материалов (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).		
Владеет	Минимально необходимым комплексом сведений о различных классах современных материалов и материаловедческих проблемах с ними связанных, а также, в целом, о предмете изучения и месте фундаментального материаловедения среди		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	естественных наук (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).		
Знает	Электронное строение и природу твердых тел, основные виды дефектов и их взаимодействие, структурные превращения и твердофазные химические реакции; методы теоретического и экспериментального исследования твердых тел в материаловедении; основные технологические операции на пути от вещества к материалу; методологию разработки технологии новых материалов, направления и проекты современного материаловедения (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительные выполненные КС, ПР, Т.
Умеет	Самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в области химии твердого тела; делать обобщения и выводы на основе полученных экспериментальных данных; разрабатывать методологию синтеза новых функциональных материалов (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).		
Владеет	Минимально необходимым комплексом сведений о различных классах современных материалов и материаловедческих проблемах с ними связанных, а также, в целом, о предмете изучения и месте фундаментального материаловедения среди естественных наук (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).		
Знает	Электронное строение и природу твердых тел, основные виды дефектов и их взаимодействие, структурные превращения и твердофазные химические реакции; методы теоретического и экспериментального исследования твердых тел в материаловедении; основные технологические операции на пути от вещества к материалу; методологию разработки технологии новых материалов, направления и проекты современного материаловедения (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Неудовлетворительные выполненные КС, ПР, Т.
Умеет	Самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в области химии твердого тела; делать обобщения и выводы на основе полученных экспериментальных данных; разрабатывать методологию синтеза новых функциональных материалов (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).		
Владеет	Минимально необходимым комплексом сведений о различных классах современных материалов и материаловедческих проблемах с ними связанных, а		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	также, в целом, о предмете изучения и месте фундаментального материаловедения среди естественных наук (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).		
Знает	Электронное строение и природу твердых тел, основные виды дефектов и их взаимодействие, структурные превращения и твердофазные химические реакции; методы теоретического и экспериментального исследования твердых тел в материаловедении; основные технологические операции на пути от вещества к материалу; методологию разработки технологии новых материалов, направления и проекты современного материаловедения (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные КС, ПР, Т.
Умеет	Самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в области химии твердого тела; делать обобщения и выводы на основе полученных экспериментальных данных; разрабатывать методологию синтеза новых функциональных материалов (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).		
Владеет	Минимально необходимым комплексом сведений о различных классах современных материалов и материаловедческих проблемах с ними связанных, а также, в целом, о предмете изучения и месте фундаментального материаловедения среди естественных наук (ОПК- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, УК- 1, 2, 3, 4, 5, ПК- 13, 14, 15).		

### **7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.**

#### **7.3.1 Вопросы для подготовки к зачету**

##### **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. Механизмы пластической деформации, разрушение материалов. Выделение новой фазы из твердого раствора, структурные превращения, происходящие при высоких давлениях.

### ***7.3.2 Тематика домашних заданий для контрольного собеседования***

#### **1. ВВЕДЕНИЕ В ХИМИЮ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

1.1. Объекты, предмет исследования и методы химии твердого тела

1.2. Классификация материалов в химии твёрдого тела

1.3. Общие сведения о химической связи

#### **2. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ**

2.1. Электронная структура твердых тел. Зонная теория

2.2. Химическая связь в силикатах

2.3. Теория плотнейших упаковок и кристаллическая структура металлов

2.4. Кристаллическая структура керамики

2.5. Структуры углерода

- 2.6. Структура силикатов в кристаллическом состоянии
- 2.7. Молекулярные кристаллы
- 2.8. Полиморфизм и аллотропия
- 3. ДЕФЕКТЫ СТРУКТУРЫ ТВЁРДЫХ ТЕЛ
- 3.1. Точечные дефекты
- 3.2. Квазихимический подход
- 3.3. Нестехиометрические и стехиометрические кристаллы
- 3.4. Диффузия в кристаллах
- 3.5. Линейные дефекты. Дислокации
- 4. ТВЕРДОФАЗНЫЕ ПРОЦЕССЫ
- 4.1. Особенности превращений в твердых телах
- 4.2. Особенности термодинамики твердофазных превращений
- 4.3. Закономерности зародышеобразования в твёрдофазных системах
- 4.4. Рост кристаллов
- 4.5. Гомогенные фазовые превращения. Спинодальный распад твердого раствора
- 4.6. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией. Теория Вагнера-Шмальцрида
- 4.7. Превращения без изменения состава. Мартенситные превращения
- 4.8. Кинетика твердофазных реакций
- 4.9. Методы активации твердых тел
- 4.10. Стеклообразование и физико-химические процессы в стёклах

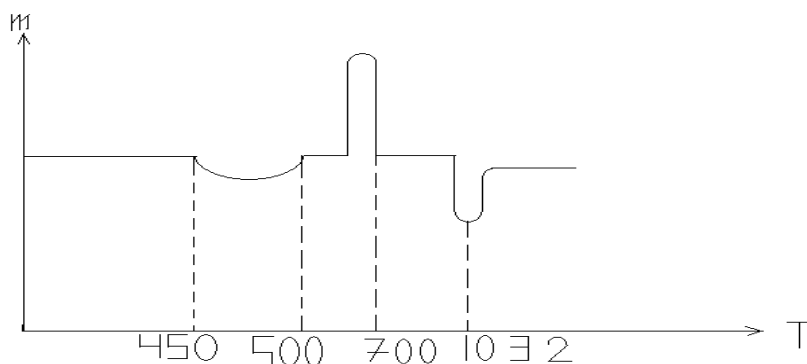
### 7.3.3 Типовые задания для тестирования

- 1) Из скольких фаз могут быть получены монокристаллы?  
 A)3                                      B)2                                      C)1                                      D)4                                      E)5
- 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                                      E)1,2
- 3) Скорость вытягивания затравки в методе Чохральского колеблется  
 A) от 2-х до 4-х см/ч                                      B) от 2-х до 4-х мм/ч                                      C) от 2-х до 5 мм/ч  
 D) от 2-х до 5 см/ч                                      E) от 2-х до 10 см/ч
- 4) Кристалл какого состава применяется в качестве рабочего кристалла в лазерах?  
 A)  $\text{Ca}(\text{NbO}_3)_2$                                       B)  $\text{CaBrO}_3$                                       C)  $\text{CaPrO}_3$                                       D)  $\text{Ca}(\text{PrO}_2)_2$                                       E)  $\text{CaJO}_3$
- 5) 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  
 D) в методе Бриджмена возникает несколько центров кристаллизации  
 E) метод Чохральского широко применяется для получения полупроводников



- 6) Укажите различие между методом Чохральского и Стокбаргера?  
А) в методе Стокбаргера кристаллизация осуществляется в наиболее холодной части расплава  
В) метод Стокбаргера основан на кристаллизации расплава  
С) метод Чохральского основан на кристаллизации расплава  
D) метод Стокбаргера наиболее распространенный метод монокристаллизации, особенно теллуридов и арсенидов  
E) метод Чохральского основан на кристаллизации раствора
- 7) Скорость вытягивания затравки в методе Бриджмена колеблется  
А) от 2-х до 5 мм/ч      В) от 2-х до 4-х мм/ч      С) от 2-х до 5 см/ч  
D) от 2-х до 4-х см/ч      E) от 2-х до 10 см/ч
- 8) Чем отличается метод Чохральского от метода кристаллизации из растворов в расплаве?  
А) при кристаллизации из растворов состав получаемых кристаллов отличается от состава раствора  
В) в методе Чохральского состав получаемых кристаллов отличается от состава раствора  
С) метод Чохральского основан на кристаллизации раствора  
D) в методе Чохральского кристаллизация осуществляется в наиболее холодной части расплава  
E) это один и тот же метод
- 9) Из чего получают кристаллы различных силикатов с высокими температурами плавления?  
А) из растворов легкоплавких боратов  
В) из растворов фосфатов  
С) из растворов алюминатов  
D) из тугоплавких селенатов  
E) из легкоплавких молибденитов
- 10) 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  
D) повышает дипольный момент основного кристаллического продукта  
E) никакую
- 11) Что из перечисленного не верно?  
А) структура цеолитов не содержит пустот  
В) образование кристаллических продуктов из растворов, гелей протекает при более низких температурах, чем при твердофазном синтезе  
С) кристаллизация из водных растворов применяется для получения кристаллогидратов  
D) гель, раствор характеризуется однородностью  
E) цеолиты используются в качестве молекулярных сит и катализаторов
- 12) Укажите исходные продукты при получении цеолитов?  
А) метасиликаты и метаалюминаты щелочных металлов  
В) ортофосфаты и сульфаты свинца  
С) карбонаты и ортофосфаты щелочных металлов  
D) гидроксиды и селенаты щелочных металлов  
E) сульфиды и селенаты алюминия





- A) стеклование      B) кристаллизация      C) плавление      D) сублимация  
E) десублимация

20) Дана термограмма образования  $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$  (использовать термограмму из предыдущего вопроса). Укажите какой процесс протекает в интервале температур 500-700?

- A) кристаллизация      B) стеклование      C) плавление  
D) сублимация      E) десублимация

21) На сколько групп делятся методы получения тонкослойных покрытий и пленок?

- A) 2      B) 3      C) 1      D) 4      E) 5

22) Укажите химические и электрохимические методы получения тонкослойных покрытий и пленок?

- 1) катодные покрытия      4) катодное распыление  
2) анодное оксидирование      5) испарение в вакууме  
3) химическое разложение паров

- A) 1,2,3      B) 2,3,4      C) 3,4,5      D) 4,5      E) 3,5

23) Укажите физические методы получения тонкослойных покрытий и пленок?

- 1) катодные покрытия      4) катодное распыление  
2) анодное оксидирование      5) испарение в вакууме  
3) химическое разложение паров

- A) 4,5      B) 2,3,4      C) 3,4,5      D) 1,2,3      E) 3,5

24) В каком методе происходит перенесение анода на катод?

- A) катодные покрытия      D) катодное распыление  
B) анодное оксидирование      E) испарение в вакууме  
C) химическое разложение паров

25) 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 гидрида данного металла

E) взаимодействие титана с аммиаком с образованием нитрида титана(3) протекает при очень низкой температуре



#### **7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний**

Отчет практических работ проводится путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.

При проведении устного зачета обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по вопросам не должен превышать одного астрономического часа.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

### **8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Самостоятельная работа предполагает многообразные виды индивидуальной и коллективной деятельности аспирантов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в специально отведенное для этого аудиторное и внеаудиторное время. Формы самостоятельной работы: конспектирование; реферирование литературы; работа с лекционным материалом: проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами, дополнение конспекта материалами из рекомендованной литературы; участие в работе семинара: подготовка сообщений, докладов, заданий.

### **ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, РАЗРАБОТАННЫХ НА КАФЕДРЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование издания</b>	<b>Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)</b>	<b>Автор (авторы)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Место хранения и количество</b>
1.	Химия твердого тела	Учебное пособие	О.В. Артамонова	2015	Библиотека Воронежского ГАСУ, 100 экз.
2.	Метод рентгенографии материаловедении технических наноматериалов № 231	Метод. указания к внеаудиторной самостоятельной работе по химии для студ. всех спец.	О.В. Артамонова	2009	Библиотека Воронежского ГАСУ, 100 экз.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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 консультации.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение лабораторных заданий, решение задач по алгоритму.
Контрольное собеседование	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и отчеты выполненные на лабораторных занятиях.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

#### Основная

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. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям [Текст] : учеб. пособие / под ред. А. С. Сигова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 (Ульяновск : ОАО "Ульяновский Дом печати", 2010). - 146 с.

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

4. Метод рентгенографии материаловедении технических наноматериалов: метод. указания к внеаудиторной самостоятельной работе по химии для студ. всех спец., магистрантов и аспирантов / Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т; сост. О.В. Артамонова. – Воронеж, 2009. – 38 с.

5. Артамонова О.В. Химия твердого тела : учеб. пособие / О.В. Артамонова; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2015. – 168 с.

#### **Дополнительная**

1. Егоров-Тисменко, Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: Учебник для вузов / Ю.К. Егоров-Тисменко. - КДУ, 2010. – 588 с.
2. Егоров-Тисменко, Ю.К. Руководство к практическим занятиям по кристаллографии / Ю.К. Егоров-Тисменко.- МГУ, 2010. – 208 с.
3. Урусов, В.С. Кристаллохимия. Краткий курс / В.С. Урусов, Н.Н. Еремин. – МГУ, 2010. – 258 с.

#### **10.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 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>
5. Справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>

#### **10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):**

1. Химическая физика твердого тела. Учебное пособие (2006, Бутягин П.Ю., Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова) .- ЭБС IPRbooks

2. Состав учебно-методического обеспечения, рекомендации по использованию информационных технологий:

Химический каталог. Неорганическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>

Chemnet – официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>

Журнал Неорганическая химия [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7794](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7794)

[www.chem.msu.ru/rus/elibrary](http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary) - Неорганическая химия

Чтение лекций осуществляется с использованием презентаций в программе «Microsoft PowerPoint».

Для выполнения лабораторных работ используется учебный лабораторный комплекс «Химия», совместимый с ПК и снабженный программным обеспечением.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА:**

### *Учебно-лабораторное оборудование*

Оборудование: приборы, химреактивы, химическая посуда, стенды, кино- и видеофильмы, диапроекторы, видеопроектор. Оборудование: приборы, химреактивы, химическая посуда, хроматограф 111, сканирующий зондовый микроскоп (бизнес-инкубатор), учебно-лабораторный комплекс «Химия», фотометр фотоэлектрический КФК-3, электропечь SNOOL, иономер И-160, стенды, кино- и видеофильмы, диапроекторы, видеопроектор.

### *Технические средства обучения*

Ноутбук, медиапроектор

## **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)**

Для преподавания и изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии.

1. Дидактически обоснованная структура дисциплины «Химия твердого тела». Содержательная часть дисциплины обоснована с точки зрения химии и требований к результатам освоения ООП, выраженных в виде определённых компетенций.
2. Точное следование рабочей программе дисциплины. На вводной лекции аспиранты знакомятся со структурой УМКД, получают разъяснение о роли каждой составляющей в учебном процессе, а также где и как получить доступ ко всем составляющим учебно-методического обеспечения.
3. Планирование времени и методическое обеспечение внеаудиторной самостоятельной работы (ВСР). Для успешного освоения дисциплины аспирант должен самостоятельно работать столько же времени, сколько в аудитории под руководством преподавателя. Все аспиранты имеют доступ к полному методическому обеспечению ВСР.
4. Сопровождение занятий демонстрацией схем, таблиц, рисунков и презентациями в программе «Microsoft PowerPoint».
5. Самостоятельное проведение аспирантами экспериментальных исследований на практических занятиях с последующей интерпретацией и защитой результатов.
6. Регулярное проведение консультаций.
7. Осуществление текущего контроля знаний аспирантов с помощью бланкового тестирования.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства», направленности **05.23.05 Строительные материалы и изделия**" (Утвержден приказом Мин. Образования и науки РФ от "30" июля 2014 г. № 873).

Руководитель основной профессиональной образовательной программы: к.т.н., зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Власов  
ученая степень и звание, подпись, инициалы, фамилия

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией  
Строительно-технологического института

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № \_\_\_\_\_.

Председатель: д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ Славчева  
Г.С.  
ученая степень и звание, подпись, инициалы, фамилия

**Эксперт**

(место работы)  
(Ф.И.О.)

(занимаемая должность)

(подпись)