

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования "Пермский**  
**государственный национальный исследовательский**  
**университет"**

**Кафедра физической химии**

Авторы-составители: **Петухов Игорь Валентинович**

Рабочая программа дисциплины  
**ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА**  
Код УМК 49212

Утверждено  
Протокол №6  
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Химия твердого тела

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.02** Химия, физика и механика материалов  
направленность Программа широкого профиля

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Химия твердого тела** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**04.03.02** Химия, физика и механика материалов (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.4** Способен проводить анализ литературных данных по теме научного исследования, планировать и проводить с соблюдением норм техники безопасности экспериментальные исследования, применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

#### **Индикаторы**

**ОПК.4.2** Собирает, анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования, составляет план исследования, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.03.02 Химия, физика и механика материалов (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (10 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Химия твердого тела. Первый семестр**

Дисциплина "Химия твердого тела" нацелена на формирование профессиональных компетенций студента: студент приобретает (или закрепляет) следующие компетенции: использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; способен применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных; владеет навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования твердых тел; владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; владеет методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов. Дисциплина «Химия твердого тела» является комплексной и базируется на знаниях, полученных студентами при изучении фундаментальных дисциплин: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Физика».

### **Твердое состояние вещества. Типы химических связей в кристаллах. Зонная теория кристаллов. Зонная структура металлов, диэлектриков, полупроводников.**

Рассматривается твердое состояние вещества, типы химических связей в кристаллах, зонная теория кристаллов, зонная структура металлов, диэлектриков, полупроводников.

### **Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты. Дислокации. Границы зерен. Влияние дефектов кристаллического строения на свойства твердых тел.**

Рассматриваются различные виды дефектов кристаллического строения (нульмерные, одномерные, двумерные и трехмерные дефекты) и их влияние на физические и химические свойства твердых тел.

### **Твердые растворы. Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния двухкомпонентных и трехкомпонентных систем.**

Рассматриваются различные виды твердых растворов, правило фаз Гиббса и основные типы диаграмм состояния двух- и трехкомпонентных систем.

### **Процессы кристаллизации твердых тел.**

Рассматриваются гомогенное и гетерогенное зародышеобразование в процессе кристаллизации твердых тел, механизмы роста кристаллов, методы направленной кристаллизации твердых тел.

### **Фазовые превращения в твердом состоянии**

Рассматриваются фазовые превращения в твердом состоянии, виды границ раздела в твердом теле, классификация фазовых превращений в твердом состоянии, фазовые превращения, сопровождающиеся диффузией и бездиффузионные фазовые превращения.

### **Процессы диффузии в твердых телах**

Рассматриваются фазовые превращения в твердом состоянии, виды границ раздела в твердом теле, классификация фазовых превращений в твердом состоянии, фазовые превращения, сопровождающиеся диффузией и бездиффузионные фазовые превращения.

### **Особенности кинетики и механизма химических реакций с участием твердых тел.**

Рассматриваются особенности кинетики и механизма химических реакций с участием твердых тел, типы твердофазных превращений и лимитирующие стадии процесса, методы активации твердых тел.

### **Ионная проводимость в твердых телах.**

В данном разделе рассматриваются ионная проводимость, типичные твердые электролиты, механизм

проводимости, а также применение твердых электролитов.

**Сегнетоэлектрики, пиро- и пьезоэлектрики. Важнейшие классы диэлектриков.**

**Композиционные материалы.**

Рассматриваются важнейшие классы диэлектриков, сегнетоэлектриков, пироэлектриков и пьезоэлектриков, особенности их структуры. Также в данном разделе рассматривается классификация композиционных материалов, их основные типы, особенности структуры и свойств композиционных материалов

**Методы исследования твердых тел.**

Рассматриваются современные методы исследования твердых тел: рентгеноструктурный анализ, электронная и атомно-силовая микроскопия, ИК-спектроскопия и др. методы.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная:**

1. Кнотько А. В., Пресняков И. А., Третьяков Ю. Д. Химия твердого тела: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 020101 (011000) "Химия"/А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков.-Москва: Академия, 2006, ISBN 5-7695-2262-3.-304.-Библиогр. в конце глав
2. Петухов И. В. Физико-химические основы изменения свойств материалов: учебное пособие для студентов вузов/И. В. Петухов.-Пермь, 2007, ISBN 5-7944-1013-2.-249.-Библиогр. в конце глав

### **Дополнительная:**

1. Бутягин П. Ю. Химическая физика твердого тела: учебник для студентов, обучающихся по направлению 511700 "Химия, физика и механика материалов"/П. Ю. Бутягин.-Москва: Издательство Московского университета, 2006, ISBN 5-211-04970-5.-272.



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

**<http://elibrary.ru>** Научная электронная библиотека

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Химия твердого тела** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине **Химия твердого тела** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru))

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия):

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

6. Самостоятельная работа:

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Химия твердого тела**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.4**

**Способен проводить анализ литературных данных по теме научного исследования, планировать и проводить с соблюдением норм техники безопасности экспериментальные исследования, применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.4.2</b> Собирает, анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования, составляет план исследования, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>знать возможности, области применения экспериментальных и расчетно-теоретических методов. уметь собирать, анализировать и обрабатывать литературные данные по структуре твердых тел, дефектам их кристаллического строения, умеет составлять план исследования составлять корректный плана исследования. владеть экспериментальными и расчетно-теоретическими методами для выявления дефектов структуры, установления взаимосвязи между структурой и свойствами твердого тела.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>не знает возможностей, областей применения экспериментальных и расчетно-теоретических методов. не умеет собирать, анализировать и обрабатывать литературные данные по структуре твердых тел, дефектам их кристаллического строения, не умеет составлять план исследования, не владеет экспериментальными и расчетно-теоретическими методами для выявления дефектов структуры, установления взаимосвязи между структурой и свойствами твердого тела.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает отдельные возможности, области применения и использования экспериментальные и расчетно-теоретические методов. Владеет некоторыми навыками сбора, анализа и обработки литературных данных по структуре твердых тел, дефектам их кристаллического строения, умеет составить недостаточно корректный план исследования, Владеет некоторыми экспериментальными и расчетно-теоретическими методами для выявления дефектов структуры, установления взаимосвязи между структурой и свойствами твердого тела.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>знать основные возможности, области применения экспериментальных и расчетно-теоретических методов.  уметь собирать, анализировать и обрабатывать литературные данные по структуре твердых тел, дефектам их кристаллического строения, умеет составлять план исследования  владеть основными экспериментальными и расчетно-теоретическими методами для выявления дефектов структуры, установления взаимосвязи между структурой и свойствами твердого тела.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>знать возможности, области применения экспериментальных и расчетно-теоретических методов.  уметь собирать, анализировать и обрабатывать литературные данные по структуре твердых тел, дефектам их кристаллического строения, умеет составлять план исследования составлять корректный плана исследования.  владеть экспериментальными и расчетно-теоретическими методами для выявления дефектов структуры, установления взаимосвязи между структурой и свойствами твердого тела.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.4.2</b> Собирает, анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования, составляет план исследования, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты. Дислокации. Границы зерен. Влияние дефектов кристаллического строения на свойства твердых тел. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	знать теоретические представления о зонной теории твердого тела, типах химической связи в кристаллах, дефектах кристаллического строения материалов, их влиянии на свойства материалов, процессы деформации и разрушения материалов, теорию термической обработки материалов, процессов кристаллизации, фазовых превращений,
<b>ОПК.4.2</b> Собирает, анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования, составляет план исследования, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Фазовые превращения в твердом состоянии <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	знать теоретические представления о термодинамике процесса кристаллизации, механизмах кристаллизации, процессах кристаллизации эвтектических композиционных материалах, методах выращивания монокристаллов, термодинамике и типах фазовых превращениях в твердом состоянии, материалах с эффектом памяти формы.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.4.2</b> Собирает, анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования, составляет план исследования, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Методы исследования твердых тел. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	знать законы и механизмы диффузии, некоторые решения диффузионных уравнений, влияние дефектов структуры на процессы диффузии, особенности кинетики твердофазных процессов, кинетические уравнения, описывающие превращения в твердофазном состоянии, дефекты структуры ионных кристаллов, механизмы проводимости ионных кристаллов, суперионники, основные представления о структуре и свойствах сегнетоэлектриков, пиро- и пьезоэлектриков, композиционных материалах, методах исследования структуры и свойств твердых тел.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

**Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты. Дислокации. Границы зерен. Влияние дефектов кристаллического строения на свойства твердых тел.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
3 задачи по 5 баллов каждая по темам: 1. Зонная теория твердого тела (расчет ширины запрещенной зоны, проводимость полупроводников) 2. Дефекты кристаллического строения (расчет параметров кристаллической решетки, концентрации точечных дефектов, энергии образования точечных дефектов, плотности дислокаций)	15
5 теоретических вопросов по 3 балла каждый по темам зонная теория твердого тела, типы химических связей в кристаллах, дефекты кристаллического строения	15

### Фазовые превращения в твердом состоянии

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Процессы кристаллизации твердых тел".	13
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Фазовые превращения в твердом состоянии".	10

Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Твердые растворы. Правило фаз Гиббса".	7

### **Методы исследования твердых тел.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Процессы диффузии в твердых телах"	6
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Особенности кинетики и механизма химических реакций с участием твердых тел"	6
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Ионная проводимость в твердых телах"	6
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Сегнетоэлектрики, пиро- и пьезоэлектрики. Композиционные материалы."	6
Полный ответ на теоретический вопрос по теме "Методы исследования твердых тел"	6
Расчетная задача по теме "Процессы диффузии в твердых телах"	5
Расчетная задача по теме "Особенности кинетики и механизма химических реакций с участием твердых тел"	5