

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Н. Л. Королева  
«04» июля 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.03.1 Физика и химия твердого тела

Направление подготовки/специальность: 03.04.02 - Физика

Профиль/направленность/специализация: Физика конденсированного состояния

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2022

**Автор программы:**

Кандидат физико-математических наук, доцент Плужникова Татьяна Николаевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 - Физика (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2020 г. № 914).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры теоретической и экспериментальной физики «29» июня 2022 г. Протокол № 10

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «04» июля 2022 г. № 6.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	4
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	8
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	16
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	17
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	18

## 1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ среднего общего образования, среднего профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований и научно-конструкторских разработок)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
---	---	-----------------------------------

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Физика и химия твердого тела» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 03.04.02 - Физика.

Дисциплина «Физика и химия твердого тела» изучается в 2 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>
Контактная работа	24
Лекции (Лекции)	8
Практические (Практ. раб.)	16
Самостоятельная работа (СР)	48
Зачет	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
2 семестр					
1	Геометрическая кристаллография.	2	4	12	Опрос; защита лабораторной работы

2	Реальная структура кристаллов	2	4	12	Опрос; защита лабораторной работы; Тестирование
3	Кристаллохимия.	2	4	12	Опрос; защита лабораторной работы
4	Применение физико-химических методов для исследования структуры твердых тел.	2	4	12	Опрос; защита лабораторной работы; Тестирование

## Тема 1. Геометрическая кристаллография.

### Лекция.

Специфика химии твердого состояния как раздела химической науки. Классификация твердых веществ. Кристаллические твердые тела. Монокристаллическое, поликристаллическое и нанокристаллическое состояния твердых веществ. Однофазные и гетерофазные кристаллические тела. Аморфные твердые вещества. Стекла. Некристаллические наночастицы. Микро и мезопористые твердые тела. Жидкие кристаллы. Строение кристаллических твердых веществ. Понятие о симметрии кристаллической решетки. Кристаллографические пространственные группы симметрии. Выбор и типы элементарных ячеек. Некоторые наиболее важные структурные типы. Структуры каменной соли ( $\text{NaCl}$ ) и хлорида цезия ( $\text{CsCl}$ ), сфалерита и вюрцита ( $\text{ZnS}$ ), флюорита ( $\text{CaF}_2$ ) и антифлюорита ( $\text{Na}_2\text{O}$ ). Структурные типы арсенида никеля ( $\text{NiAs}$ ), иодида кадмия ( $\text{CdI}_2$ ) и рутила ( $\text{TiO}_2$ ). Структурные типы перовскита ( $\text{CaTiO}_3$ ) и шпинели ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ). Соединения со слоистой структурой. Типы химической связи в твердом теле. Ван-дер-Ваальсово взаимодействие в молекулярных кристаллах. Кристаллы с ионными и ковалентными решетками. Правила Полинга. Металлы и сплавы. Интерметаллические соединения. Кристаллы с участием водородных и ван-дер-ваальсовых связей. Супрамолекулярные образования. Координационные числа. Соединения внедрения и клатраты. Ионная модель строения кристаллов, константа Моделунга, энергия ионной решетки. Зонная структура кристаллов. Уровень Ферми. Химический потенциал. Валентная зона, запрещенная зона, зона проводимости. Металлы и диэлектрики. Собственные и примесные полупроводники. Границы применимости зонной модели.

### Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Подготовка презентаций по заданной теме:

1. Кристаллографические пространственные группы симметрии. Выбор и типы элементарных ячеек.
2. Структуры каменной соли ( $\text{NaCl}$ ) и хлорида цезия ( $\text{CsCl}$ ), сфалерита и вюрцита ( $\text{ZnS}$ ), флюорита ( $\text{CaF}_2$ ) и антифлюорита ( $\text{Na}_2\text{O}$ ).
3. Структурные типы арсенида никеля ( $\text{NiAs}$ ), иодида кадмия ( $\text{CdI}_2$ ) и рутила ( $\text{TiO}_2$ ).
4. Структурные типы перовскита ( $\text{CaTiO}_3$ ) и шпинели ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ).
5. Соединения со слоистой структурой.
6. Кристаллы с ионными и ковалентными решетками.
7. Металлы и сплавы.
8. Кристаллы с участием водородных и ван-дер-ваальсовых связей.

## Тема 2. Реальная структура кристаллов

### Лекция.

Совершенные и несовершенные кристаллы. Типы дефектов. Электронные дефекты. Собственные точечные дефекты. Термодинамические причины образования точечных дефектов. Дефектообразование и нестехиометрия кристаллов. Дефекты по Шоттки и Френкелю. Примесные точечные дефекты. Нейтральные и заряженные точечные дефекты. Квазихимическая модель описания равновесия точечных дефектов. Взаимодействие точечных дефектов. Ассоциаты дефектов. Центры окраски. Взаимосвязь концентрации примесей и собственных точечных дефектов. Влияние точечных дефектов на свойства неорганических веществ. Методы создания неравновесных концентраций точечных дефектов: закалка, механическое и радиационное воздействие. Диффузия и самодиффузия в твердых телах. Диффузия, обусловленная градиентом концентраций, законы Фика. Диффузия точечных дефектов в электрическом поле. Уравнение Нернста-Эйнштейна. Методы исследования диффузии. Протяженные дефекты. Структуры кристаллографического сдвига. Дефекты упаковки. Границы блоков и антифазные домены (границы). Гетерогенные включения. Нейтральные и заряженные протяженные дефекты. Дислокации в кристаллах, основные виды. Влияние дислокаций на свойства кристаллов. Поверхность как дефект строения твердого тела. Поверхностная энергия кристалла. Искажение структуры и электронного строения в приповерхностных слоях. Роль поверхности в химических реакциях твердых тел. Роль соотношения объем-поверхность в свойствах твердых тел. Общие особенности химии твердых наноразмерных частиц.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Подготовка рефератов по заданной тематике:

1. Дефекты упаковки.
2. Границы блоков и антифазные домены (границы).
3. Гетерогенные включения. Нейтральные и заряженные протяженные дефекты.
4. Дислокации в кристаллах, основные виды. Влияние дислокаций на свойства кристаллов.
5. Поверхность как дефект строения твердого тела. Поверхностная энергия кристалла. Искажение структуры и электронного строения в приповерхностных слоях.
6. Роль поверхности в химических реакциях твердых тел. Роль соотношения объем-поверхность в свойствах твердых тел. Общие особенности химии твердых наноразмерных частиц. Подготовка к тестированию.

## **Тема 3. Кристаллохимия.**

### **Лекция.**

Значение химии твердого состояния для материаловедения и химической технологии. Органические кристаллические структуры. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Изовалентное и гетеровалентное замещение. Нестехиометричные соединения. Фазовые переходы в твердых веществах. Термодинамическая классификация фазовых переходов. Стабильные и метастабильные фазы. Представление фазовых переходов на диаграммах состояния. Мартенситные превращения. Механизмы фазовых переходов. Кинетика фазовых переходов. Скорость зародышеобразования. Переходы типа порядок-беспорядок. Несоразмерные фазы. Жидкокристаллическое состояние. Некристаллическое состояние и фазовые переходы в стеклах. Химические реакции твердых веществ. Общие закономерности скорости гетерогенных химических процессов с участием твердых тел. Элементарные кинетические стадии процессов. Роль массопереноса. Процессы, лимитируемые диффузионными и кинетическими стадиями. Роль зародышеобразования в процессах, сопровождающихся образованием твердых продуктов. Термодинамика формирования новой фазы. Критическое пересыщение, критический размер зародыша. Кинетика образования и роста зародышей. Основные факторы, влияющие на реакционную способность твердых тел. Роль примесей и дефектов. Химические реакции на поверхности. Нетермические способы повышения реакционной способности твердых тел: фотохимические, радиационно-химические, механические и др. Методы синтеза твердых веществ. Синтез путем твердофазных реакций. Криохимический синтез и распылительная сушка. Кристаллизация из гелей. Золь-гель-процесс. Саморазвивающийся высокотемпературный синтез. Твердофазный синтез при высоких давлениях. Кристаллизация из растворов и расплавов. Использование фазовых диаграмм. Кривые растворимости. Методы электрохимического синтеза. Кристаллизация из паровой фазы. Процессы сублимации-конденсации. Применение различных физических (ультразвукового, микроволнового и др.) воздействий при синтезе твердофазных веществ. Методы Чохральского и Бриджмена. Зонная плавка. Газоплазменный метод Вернейля. Физические методы: лазерная абляция, магнетронное распыление, электронно-лучевое испарение. Химическое осаждение из паровой фазы, использование гидридов, галогенидов, металлоорганических соединений. Метод молекулярного наслаивания. Жидкофазная эпитаксия. Керамика. Основные закономерности и способы спекания. Способы получения твердых аморфных веществ и стекол. Методы получения твердых фаз в наноразмерном состоянии.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Подготовка к коллоквиуму. Изучение рекомендованной литературы. Подготовка презентаций по заданной теме:

1. Методы Чохральского и Бриджмена. Зонная плавка.
2. Газоплазменный метод Вернейля.
3. Физические методы: лазерная абляция, магнетронное распыление, электронно-лучевое испарение.
4. Химическое осаждение из паровой фазы, использование гидридов, галогенидов, металлоорганических соединений.
5. Метод молекулярного наслаивания.
6. Жидкофазная эпитаксия.
7. Керамика.
8. Основные закономерности и способы спекания. Способы получения твердых аморфных веществ и стекол. Методы получения твердых фаз в наноразмерном состоянии.

#### **Тема 4. Применение физико-химических методов для исследования структуры твердых тел. Лекция.**

Методы изучения кристаллического строения твердых тел. Дифракция рентгеновских лучей. Закон Брэгга, расчет межплоскостных расстояний. Метод порошка, научные основы и применение. Метод Гинье. Индексирование рентгенограмм. Идентификация веществ по рентгенограммам, рентгенофазовый анализ. Общие представления о структурном анализе по порошковым данным. Метод Ритвельда. Рентгенографическое исследование монокристаллов, общие представления о ходе структурного анализа. Получение структурных данных с помощью электронной и нейтронной дифракции. Особенности и возможности методов. Кристаллооптический анализ. Электронная микроскопия: принципы и возможности сканирующей электронной микроскопии, туннельной электронной микроскопии, электронной микроскопии высокого разрешения. Спектральные методы: колебательная спектроскопия, ИК- и КР- спектры; спектроскопия видимого излучения и УФ-спектроскопия; спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР), ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР); ядерная  $g$ -резонансная (мессбауэровская) спектроскопия. Методы определения химического состава. Химический элементный анализ. Рентгенофлуоресцентный анализ. Локальный рентгеноспектральный анализ, масс-спектрометрические методы, атомно-эмиссионная спектроскопия. Методы исследования поверхности. Оже-электронная спектроскопия, РФЭС, обратное резерфордское рассеяние. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия. Исследования термических свойств веществ. Термогравиметрический анализ. Дифференциально-термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия. Методы исследования электрических и магнитных свойств.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций, изучение рекомендованной литературы. Подготовка рефератов по заданной тематике:

1. Спектральные методы: колебательная спектроскопия, ИК- и КР- спектры; спектроскопия видимого излучения и УФ-спектроскопия; спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР), ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР); ядерная  $g$ -резонансная (мессбауэровская) спектроскопия.
2. Методы определения химического состава. Химический элементный анализ. Рентгенофлуоресцентный анализ. Локальный рентгеноспектральный анализ, масс-спектрометрические методы, атомно-эмиссионная спектроскопия.
3. Методы исследования поверхности. Оже-электронная спектроскопия, РФЭС, обратное резерфордское рассеяние. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия.
4. Исследования термических свойств веществ. Термогравиметрический анализ.
5. Дифференциально-термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия.
6. Методы исследования электрических и магнитных свойств.

Подготовка к тестированию.

## **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

### **4.1. Распределение баллов:**

#### **2 семестр**

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 40 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

#### **Распределение баллов по заданиям:**

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
---------	------------------------------------	---------------------------------	--------------------	--------------------------------------



1.	Геометрическая кристаллография.	Опрос	7	<p>7 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>5 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		защита лабораторной работы	3	<p>Защита лабораторной работы</p> <p>3 балла – выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.</p> <p>2 балла – выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>1 балл – выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>Если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы – его работа баллами не оценивается.</p>
2.	Реальная структура кристаллов	Опрос	7	<p>7 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>5 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		защита лабораторной работы	3	<p>Защита лабораторной работы</p> <p>3 балла – выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.</p> <p>2 балла – выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>1 балл – выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>Если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы – его работа баллами не оценивается.</p>

		Тестирование(контрольный срез)	10	Тестирование представляет собой тест из 10 вопросов за правильное выполнение каждого студент получает 1 балл
3.	Кристаллохимия.	Опрос	7	<p>7 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>5 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		защита лабораторной работы	3	<p>Защита лабораторной работы</p> <p>3 балла – выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.</p> <p>2 балла – выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>1 балл – выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>Если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы – его работа баллами не оценивается.</p>
4.	Применение физико-химических методов для исследования структуры твердых тел.	Опрос	7	<p>7 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>5 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

	защита лабораторной работы	3	<p>Защита лабораторной работы</p> <p>3 балла – выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.</p> <p>2 балла – выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>1 балл – выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.</p> <p>Если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы – его работа баллами не оценивается.</p>
	Тестирование(контрольный срез)	10	Тестирование представляет собой тест из 10 вопросов за правильное выполнение каждого студент получает 1 балл
5.	Посещаемость	10	<p>10 баллов – студент посетил все 100% занятий</p> <p>7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий</p> <p>4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий</p> <p>1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий</p> <p>Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются</p>
6.	Премияльные баллы	20	<p>Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постоянная активность во время практических занятий – 5 баллов;</li> <li>- участие в проектах – 5 баллов;</li> <li>- участие в конференциях – 10 баллов.</li> </ul>
7.	Ответ на экзамене	30	<p>10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно»</p> <p>18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо»,</p> <p>25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».</p>
8.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	20	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
9.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### защита лабораторной работы

#### Тема 1. Геометрическая кристаллография.

1. Кристаллизация из растворов и расплавов.
2. Кристаллизация из паровой фазы.
3. Получение тонких слоев и пленок. Химические и электрохимические методы.
4. Получение тонких слоев и пленок. Физические методы.

5. Аморфные вещества и стекла.
6. Жидкокристаллическое состояние.
7. Спекание керамик.

### Тема 2. Реальная структура кристаллов

1. Кристаллизация из растворов и расплавов.
2. Кристаллизация из паровой фазы.
3. Получение тонких слоев и пленок. Химические и электрохимические методы.
4. Получение тонких слоев и пленок. Физические методы.
5. Аморфные вещества и стекла.
6. Жидкокристаллическое состояние.
7. Спекание керамик.

### Тема 3. Кристаллохимия.

1. Кристаллизация из растворов и расплавов.
2. Кристаллизация из паровой фазы.
3. Получение тонких слоев и пленок. Химические и электрохимические методы.
4. Получение тонких слоев и пленок. Физические методы.
5. Аморфные вещества и стекла.
6. Жидкокристаллическое состояние.
7. Спекание керамик.

### Тема 4. Применение физико-химических методов для исследования структуры твердых тел.

1. Кристаллизация из растворов и расплавов.
2. Кристаллизация из паровой фазы.
3. Получение тонких слоев и пленок. Химические и электрохимические методы.
4. Получение тонких слоев и пленок. Физические методы.
5. Аморфные вещества и стекла.
6. Жидкокристаллическое состояние.
7. Спекание керамик.

## Опрос

### Тема 1. Геометрическая кристаллография.

Типовые вопросы опроса

1. Кристаллизация из растворов и расплавов.
2. Кристаллизация из паровой фазы.
3. Получение тонких слоев и пленок. Химические и электрохимические методы.
4. Получение тонких слоев и пленок. Физические методы.
5. Аморфные вещества и стекла.
6. Жидкокристаллическое состояние.
7. Спекание керамик.

### Тема 2. Реальная структура кристаллов

Типовые вопросы опроса

1. Кристаллизация из растворов и расплавов.
2. Кристаллизация из паровой фазы.
3. Получение тонких слоев и пленок. Химические и электрохимические методы.
4. Получение тонких слоев и пленок. Физические методы.

5. Аморфные вещества и стекла.
6. Жидкокристаллическое состояние.
7. Спекание керамик.

### Тема 3. Кристаллохимия.

Типовые вопросы опроса

1. Кристаллизация из растворов и расплавов.
2. Кристаллизация из паровой фазы.
3. Получение тонких слоев и пленок. Химические и электрохимические методы.
4. Получение тонких слоев и пленок. Физические методы.
5. Аморфные вещества и стекла.
6. Жидкокристаллическое состояние.
7. Спекание керамик.

### Тема 4. Применение физико-химических методов для исследования структуры твердых тел.

Типовые вопросы опроса

1. Кристаллизация из растворов и расплавов.
2. Кристаллизация из паровой фазы.
3. Получение тонких слоев и пленок. Химические и электрохимические методы.
4. Получение тонких слоев и пленок. Физические методы.
5. Аморфные вещества и стекла.
6. Жидкокристаллическое состояние.
7. Спекание керамик.

## Тестирование

### Тема 2. Реальная структура кристаллов

Типовые задания тестирования

1. Дальний порядок во всех направлениях свойственен

a b c d

Жидкостям Аморфным телам Жидким кристаллам Кристаллам

2. Укажите правильную запись формулы симметрии

a b c d

4L33L49P6L2C C5P4L2L4 4L33L23PC 5L53L38PC

3. Укажите тетраэдр

a b c d

4. Укажите гексаоктаэдр

a b c d

5. К кристаллам средней категории относят сингонии:

a b c d

Ромбическая

Тетрагональная

Тригональная Триклинная

Ромбическая

Моноклинная Триклинная

Гексагональная

Моноклинная Тетрагональная

Тригональная

Гексагональная

6. Укажите кристаллическую решетку флюорита

a b c d

7. Укажите направление [ 11]

a b c d

8. Укажите направление [ 10]

a b c d

9. Укажите плоскость (011)

a b c d

10. Укажите плоскость (211)

a b c d

11. Укажите решетку с винтовой дислокацией

a b c d

12. Дислокация относится к дефектам

a b c d

точечным линейным планарным объемным

13. Ионная связь наблюдается в

a b c d

H<sub>2</sub>O FeCl<sub>3</sub> CO<sub>2</sub> LiF

14. Частично заполненная зона называется

a b c d

валентной проводимости запрещенной донорной

#### Тема 4. Применение физико-химических методов для исследования структуры твердых тел.

Типовые задания тестирования

1. Дальний порядок во всех направлениях свойственен

a b c d

Жидкостям Аморфным телам Жидким кристаллам Кристаллам

2. Укажите правильную запись формулы симметрии

a b c d

4L33L49P6L2C C5P4L2L4 4L33L23PC 5L53L38PC

3. Укажите тетраэдр

a b c d

4. Укажите гексаоктаэдр

a b c d

5. К кристаллам средней категории относят сингонии:

a b c d

Ромбическая

Тетрагональная

Тригональная Триклинная

Ромбическая

Моноклинная Триклинная

Гексагональная

Моноклинная Тетрагональная

Тригональная

Гексагональная

6. Укажите кристаллическую решетку флюорита

a b c d

7. Укажите направление [ 11]

a b c d

8. Укажите направление [ 10]

a b c d

9. Укажите плоскость (011)

a b c d

10. Укажите плоскость (211)

a b c d

11. Укажите решетку с винтовой дислокацией

a b c d

12. Дислокация относится к дефектам

a b c d

точечным линейным планарным объемным

13. Ионная связь наблюдается в

a b c d

H<sub>2</sub>O FeCl<sub>3</sub> CO<sub>2</sub> LiF

14. Частично заполненная зона называется

a b c d

валентной проводимости запрещенной донорной

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

### Типовые вопросы зачета

Типовые вопросы экзамена

1. Виды связей (ионная, водородная, ковалентная, металлическая).

2. Зонная структура кристаллов.

3. Кристаллографические индексы.

4. Ближний и дальний порядок в строении твердых тел.

5. Типы дефектов твердых тел.

6. Роль примесей и дефектов.

7. Радиационные дефекты и центры окраски.

8. Кристаллизация из растворов и расплавов.

9. Кристаллизация из паровой фазы.

10. Полимерные соединения.

11. Кристаллооптический анализ.

12. Дифракция рентгеновских лучей.
13. Спектральные методы изучения веществ.
14. Химический элементный анализ.
15. Дифференциально-термический анализ.

### Типовые задания для зачета

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)		
«не зачтено» (0 - 49 баллов)		

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

#### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

#### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

#### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.



Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

#### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература:

1. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности : [учебник-монография]. - 2-изд., испр.. - Долгопрудный: Издат. Дом "Интеллект", 2011. - 568 с.
2. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела : Учебник для вузов. - 3-е изд., стер.. - М.: Высш. шк., 2000. - 494 с.

## 6.2 Дополнительная литература:

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Физико-химия наноструктурированных материалов : учеб. пособие для студентов техн. и классических ун-тов, изучающих вопросы наноматериаловедения и нанотехнологий. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2012. - 234 с.
2. Шеина О.А. Физико-химия поверхностных явлений : учеб.-метод. пособ.. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2010. - 27 с.
3. Пермякова И.Е., Федоров В.А. Химия твердого тела : Учеб.пособие. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2003. - 83с.

## 6.3 Иные источники:

1. Единое окно доступа к образовательным интернет-ресурсам Федерального портала «Российское образование» - [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.1.21%2F](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.1.21%2F)
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>
3. Консультант студента. Гуманитарные науки: электронно-библиотечная система - <http://www.studentlibrary.ru>
4. Российская национальная библиотека - <http://www.nlr.ru/>
5. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - [www.monographies.ru](http://www.monographies.ru)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI - Russian

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
2. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>

3. Springer Open (ресурсы Springer открытого доступа): база данных. – URL: <https://www.springeropen.com>
4. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
6. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
7. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
9. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.