

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт биологии и экологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института БиЭ  
Институт  
биологии  
и экологии  
Смирнова Н.Н.  
2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Химия твердого тела

**направление подготовки / специальность**

04.03.01 «Химия»

**направленность (профиль) подготовки**

«Химический анализ, химическая и экологическая экспертиза окружающей среды»

г. Владимир

год 2020

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Химия твердого тела» является понимание студентами взаимосвязи структуры и свойств твердых тел и использование полученных знаний для решения конкретных научных и практических задач, связанных с разработкой новых материалов с заданными свойствами; ознакомление с современными тенденциями и подходами в химии твердого тела.

Задачи:

- освоение теоретических представлений о структуре и свойствах твердых тел;
- освоение современных методов исследования материалов;
- получение представления о применении твердых веществ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

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

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-4 Способен разрабатывать методики физико-химических методов анализ растворов, материалов и иных объектов в соответствии с требованиями технологической документации	ПК-4.1 Стандарты, методики и инструкции, определяющие порядок разработки и оформления отчетной документации по результатам исследований и разработок; ПК-4.2. Умеет выбирать методы, инструменты и оборудование для проведения химического анализа; ПК-4.3. Владеет современными методами проведения экспериментов и наблюдений в области профессиональной деятельности	<i>Знает</i> методы проведения химического анализа различных растворов, материалов и образцов изделий; <i>Умеет</i> выполнять химические анализы различных материалов и растворов; <i>Владеет</i> способностью выбрать наиболее эффективный метод анализа в соответствии с требованиями технологической документации.	Вопросы
ПК-6 Способен проводить лабораторные исследования, анализы отобранных проб и образцов для оценки экологического состояния	ПК-6.1 Знает основы физико-химических методов исследования объектов окружающей среды; ПК-6.2. Умеет производить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; рассчитывать предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ техногенного характера;	<i>Знает</i> правила приемки, методы отбора и подготовки проб и химических образцов к анализу, для оценки экологического состояния объектов. <i>Умеет</i> проводить лабораторные исследования, анализы отобранных проб и образцов <i>Владеет</i> базовыми	Вопросы

объектов	работать на аналитическом лабораторном оборудовании; ПК-6.3 Владеет методами проведения экологического мониторинга	навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований; методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их химических и физических свойств.	
----------	---	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия <sup>1</sup>	Лабораторные работы	в форме <i>практической подготовки</i> <sup>2</sup>		
1.	Структура твердого тела	8	1	6	6		2	1	
2.	Способы описания структуры твердых тел	8	2	6	6		2	1	Рейтинг контроль №1
3.	Факторы, влияющие на структуру твердых тел	8	3-4	12	8		4	1	
4.	Дефекты структуры кристаллических веществ	8	5-6	12	8		4	2	Рейтинг контроль №2
5.	Химические реакции твердых веществ	8	7	8	5		2		
6.	Методы исследования твердых веществ	8	8	8	6		2	2	Рейтинг контроль №3
Всего за 8 семестр				39	26			7	зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				39	26			7	зачет

<sup>1</sup> Распределение общего числа часов, указанных на практические занятия в УП, с учетом часов на КП/КР

<sup>2</sup> Данный пункт включается в рабочую программу только при формировании профессиональных компетенций.

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Структура твердого тела.

Тема 1. Структура твердых тел. Кристаллические и аморфные вещества: отличительные особенности и общие свойства. Полиморфизм, изоморфизм. Стекла, стеклообразное состояние вещества. Зависимость структуры твердых тел материалов от различных факторов.

Раздел 2. Способы описания структуры твердых тел.

Тема 1. Классификация способов описания структуры твердых веществ. Кристаллическая решетка и элементарная ячейка, основные типы кристаллических решеток. Методы плотнейших упаковок. ГПУ и КПУ. Особенности метода для описания структуры ионных соединений. Эвтактические структуры. Типы междоузлий. Молекулярные структуры. Метод пространственных полиэдров.

Раздел 3. Факторы, влияющие на структуру твердых тел.

Тема 1. Классификация факторов, влияющих на образование структуры твердого тела. Связь стехиометрии и структуры. Координационные числа, влияние валентности на структуру. Типы химической связи и кристаллических решеток твердых тел.

Ионная связь и ионные структуры. Ковалентная связь и атомные решетки. Металлическая связь и структура металлов. Молекулярные кристаллы. Водородная связь. Реальные кристаллы.

Тема 2. Влияние размеров частиц структуры (атомов, молекул, ионов) на ее образование. Ковалентный и ионный радиусы. Закономерности образования ионных структур. Уравнение Сандерсона. Правило О-Кифа, правило электростатических валентностей, правило о соотношении радиусов ионов в ионных структурах. Валентное усилие связи.

Энергия решетки ионного кристалла. Уравнение Борна и уравнение Капустинского. Термохимический радиус. Цикл Борна-Габера и термохимические расчеты.

Раздел 4. Дефекты структуры кристаллических веществ.

Тема 1. Совершенные и реальные кристаллы. Причины возникновения дефектов структуры. Классификация дефектов. Электронные дефекты, полупроводниковые материалы, связь структуры и свойств.

Тема 2. Антиструктурные дефекты. Дефекты Шоттки и Френкеля. Нестехиометрические дефекты. Кластеры и агрегаты. Влияние точечных дефектов на свойства неорганических веществ. Твердые тела со структурной разупорядоченностью. Структуры кристаллографического сдвига. Дефекты упаковки.

Раздел 5. Химические реакции твердых веществ.

Тема 1. Термодинамические оценки возможности прохождения. Химических реакций с участием твердых тел. Классификация химических гетерогенных процессов с участием твердых фаз. Реакции твердая фаза – твердая фаза, твердая фаза - газ, твердая фаза - жидкость. Примеры. Основные факторы, влияющие на реакционную способность твердых тел. Роль примесей и дефектов. Химические реакции на поверхности. Методы управления развитием процессов с участием твердых тел.

Раздел 6. Методы исследования твердых веществ.

Тема 1. Методы изучения кристаллического строения твердых тел. Идентификация веществ по рентгенограммам, рентгенофазовый анализ. Рентгенографическое исследование монокристаллов, общие представления о ходе структурного анализа. Особенности и возможности методов. Другие методы изучения строения твердых веществ.

Кристаллооптический анализ. Спектральные методы. Методы определения химического состава. Химический элементный анализ. Методы исследования поверхности. Методы исследования ближнего окружения атомов.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Раздел 1. Структура твердого тела.

Тема 1. Структура твердых тел. Зависимость структуры твердых тел материалов от различных факторов.

Раздел 2. Способы описания структуры твердых тел.

Тема 1. Классификация способов описания структуры твердых веществ. Методы плотнейших упаковок. ГПУ и КПУ. Метод пространственных полиэдров.

Раздел 3. Факторы, влияющие на структуру твердых тел.

Тема 1. Классификация факторов, влияющих на образование структуры твердого тела. Типы химической связи и кристаллических решеток твердых тел.

Тема 2. Влияние размеров частиц структуры (атомов, молекул, ионов) на ее образование. Закономерности образования ионных структур. Правило электростатических валентностей, правило о соотношении радиусов ионов в ионных структурах. Уравнение Борна и уравнение Капустинского.

Раздел 4. Дефекты структуры кристаллических веществ.

Тема 1. Причины возникновения дефектов структуры. Классификация дефектов.

Тема 2. Дефекты Шоттки и Френкеля. Нестехиометрические дефекты. Дефекты упаковок.

Раздел 5. Химические реакции твердых веществ.

Тема 1. Химических реакций с участием твердых тел. Примеры. Роль примесей и дефектов. Химические реакции на поверхности.

Раздел 6. Методы исследования твердых веществ.

Тема 1. Методы изучения кристаллического строения твердых тел. Методы определения химического состава. Химический элементный анализ. Методы исследования поверхности. Методы исследования ближнего окружения атомов.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

**Рейтинг – контроль 1.**

#### **Вариант 1**

1. Опишите классификации материалов в химии твердого тела.
2. Охарактеризуйте молекулярные кристаллы.
3. Основные понятия зонной теории.

## Тестовые вопросы

1. Какие факторы влияют на величину внутренней энергии кристалла:
  - а) тип кристаллической решетки
  - б) заряд ионов
  - в) межионные расстояния
  - г) все перечисленные факторы
2. Для каких ионов справедливо понятие «термохимический радиус»:
  - а) катионов
  - б) анионов
  - в) однозарядных катионов
  - г) сложных анионов
  - д) сложных анионов сферической формы
3. Что называется внутренней энергией кристаллической решетки:
  - а) теплота образования 1 моль сложного вещества из простых веществ
  - б) теплота образования 1 моль сложного вещества из ионов
  - в) теплота образования 1 моль сложного вещества из ионов, находящихся в газообразном состоянии
4. Какие факторы влияют на структуру кристалла:
  - а) стехиометрия соединения
  - б) тип химической связи
  - в) размеры частиц
  - г) все перечисленные факторы
  - д) ни один из перечисленных факторов не влияет
5. Медь пластичнее вольфрама. Этот факт объясняется тем, что
  - а) у этих металлов различное электронное строение
  - б) существует различие в краевых дислокациях
  - в) у них различные кристаллические решетки

**Вариант 2**

1. Опишите структуру силикатов в кристаллическом состоянии.
2. Что такое энергия решетки ионного кристалла.
3. Как связана структура металлов с типом химической связи.

## Тестовые вопросы

1. Элементарная ячейка кристаллической структуры представляет собой:
  - а) основной структурный элемент, из которого построен весь кристалл
  - б) наиболее часто повторяющийся из нескольких элемент структуры кристалла
  - в) элемент краевой дислокации
2. Координационным числом называется:
  - а) число повторяющихся элементов в структуре кристалла
  - б) число положительно заряженных ионов в элементарной ячейке
  - в) число ближайших соседних атомов в упаковке
3. Плотнейшая упаковка возникает когда:
  - а) химическая связь обладает ненаправленностью
  - б) химическая связь обладает направленностью
  - в) химическая связь гибридизируется по механизму  $sp^3$
4. На кристаллическую структуру керамики влияют:
  - а) величина электрических зарядов катионов и анионов структуры
  - б) относительный размер катионов и анионов структуры

- в) оба этих фактора одновременно
  - г) ни один из этих факторов
5. Флюорит ( $\text{Ca}^{+2}$ ) имеет структуру:
- а) гранецентрированную структуру, в которой ионы  $\text{F}^-$  находятся в вершинах и центрах граней, в октаэдрических пустотах которой расположены ионы  $\text{Ca}^{+2}$
  - б) атом  $\text{Ca}$  находится внутри куба, образованного восемью атомами фтора
  - в) ионы  $\text{Ca}^{+2}$  расположены в восьми углах куба, а ионы  $\text{F}^-$  расположены по центрам шести граней

## Рейтинг – контроль 2.

### Вариант 1

1. Причины возникновения дефектов в кристаллических телах.
2. Дислокации.
3. Объемные дефекты.

#### Тестовые вопросы

1. Правило Юм-Розери определяет:
  - а) координационное число неметалла в структуре
  - б) зависимость электропроводности твердого тела от температуры
  - в) такого правила не существует
2. В терминах теории плотнейших упаковок структура алмаза описывается как:
  - а) ГЦК - гранецентрированная кубическая упаковка
  - б) слоистая структура
  - в) линейная структура
3. Полиморфизм – это:
  - а) когда вещество существует в нескольких кристаллических формах
  - б) химический элемент существует в виде нескольких простых соединений
  - в) химический элемент при образовании соединений с кислородом проявляет переменную валентность
4. Для кристаллов характерны:
  - а) анизотропность свойств и резко выраженная температура перехода в жидкое состояние
  - б) изотропность свойств и резко выраженная температура перехода в жидкое состояние
  - в) изотропность свойств и некоторый интервал температур перехода в жидкое состояние
5. Аморфные вещества:
  - а) изотропны
  - б) анизотропны

### Вариант 2

1. Опишите дефекты движения.
2. Что такое плоские дефекты кристаллических структур.
3. Диффузия в кристаллах.

#### Тестовые вопросы

- 1 К аморфным веществам относят:

- а) дисперсные системы, металлы, газы
  - б) дисперсные системы, полимеры, стеклообразные вещества
  - в) полимеры, ситаллы, металлы
2. К аморфно-кристаллическим веществам относят:
- а) графит
  - б) бронза
  - в) фарфор
  - г) цинк
3. В классификации дефектов по Ван-Бюрену точечные дефекты это:
- а) нульмерные
  - б) одномерные
  - в) двумерные
  - г) трехмерные
4. Дефекты Френкеля и Шоттки относятся к:
- а) точечным
  - б) линейным
  - в) поверхностным
  - г) объемным
5. Дислокации относятся к:
- а) точечным дефектам
  - б) линейным дефектам
  - в) поверхностным дефектам

### Рейтинг – контроль 3.

#### Вариант 1

1. Основные принципы построения диаграмм состояния гетерогенных систем.
2. Рост кристаллов.
3. Методы активации твердых тел.

#### Тестовые вопросы

1. Твердофазные процессы могут быть:
  - а) только гомогенными
  - б) только гетерогенными
  - в) возможны как гомогенные, так и гетерогенные процессы
2. Продукт твердофазного превращения может отличаться от исходной фазы:
  - а) составом (при сохранении координации атомов в решетке)
  - б) структурой и фазовым составом
  - в) кристаллической структурой (координацией атомов в решетке)
  - г) всеми перечисленными признаками
3. По механизму протекающих процессов твердофазные превращения подразделяются на:
  - а) диффузионные и бездиффузионные
  - б) когерентные и некогерентные
  - в) лактационные и экструзионные
4. Влияет ли состояние кристаллической решетки на реакционную способность твердых тел?
  - а) влияет
  - б) не влияет
  - в) влияет лишь при температуре выше 1000К
5. Активное состояние твердых тел характеризуется:
  - а) наличием неравновесных дефектов
  - б) отсутствием дефектов



- в) наличием только нульмерных дефектов

## Вариант 2

1. Зародышеобразование в твердофазных системах.
2. Роль диффузии в твердофазных реакциях.
3. Твердофазные превращения без изменения состава.

### Тестовые вопросы

1. Влияет ли диспергирование на скорость твердофазных процессов?
  - а) влияет
  - б) не влияет
  - в) влияет только совместно с минерализацией
2. На скорость твердофазных реакций влияет:
  - а) температура
  - б) давление
  - в) состав газовой среды
  - г) все перечисленные факторы
3. Фазовым переходом второго рода не является:
  - а) переход сплава Cu – Zn из упорядоченного в разупорядоченное состояние твердого раствора
  - б) переход антиферромагнетика (MnO) в парамагнетик
  - в) переход титаната бария из тетрагональной модификации в кубическую (несегнетоэлектрик)
  - г) переход холестерилхлорида из жидкокристаллического состояния в обычную жидкость
4. Примером топохимической реакции является:
  - а)  $Ag_2C_2O_4 = 2Ag + 2CO_2$
  - б)  $Pb(CH_3COO)_2 + H_2O = PbOH(CH_3COO) + H_3COOH$
  - в)  $Pb_{пар} + Spар = PbS_{поликр}$
5. Кинетическое уравнение  $x = Kt^{1/2}$  (где  $x$  – количество образовавшегося продукта,  $t$  – время,  $K$  – константа скорости реакции) описывает кинетику реакции  $A + B = AB$ . Какое из утверждений неверное?
  - а) показатель степени  $1/2$  указывает, что лимитирующей стадией реакции является диффузия
  - б) константа  $K$  зависит от температуры процесса
  - в) лимитирующей стадией является зародышеобразование
  - г) константа скорости зависит от степени дисперсности реагентов

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

*Контрольные вопросы для подготовки к зачету.*

1. Химия твердого тела, как наука: цели, задачи.
2. Стеклообразное состояние вещества. Механизм, условия и причины образования.
3. Кристаллические вещества. Формы существования в природе.
4. Принципиальные различия дефектов Френкеля и Шоттки.
5. Отличительные особенности кристаллических веществ.
6. Химический состав стекол, влияние на структуру.
7. Химия твердого тела как прикладная наука, объект, предмет и методы исследования.
8. Отличительные особенности аморфных веществ.

9. Ближний и дальний порядок, влияние на структуру твердого вещества.
10. Взаимосвязь внутренней энергии и свойств кристаллического вещества.
11. Факторы, влияющие на стеклообразование твердых веществ.
12. Кислород мостиковый и концевой, влияние на структуру стекла.
13. Фундаментальная задача химии твердого тела.
14. Классификация твердых тел.
15. Кристаллические и аморфные твердые тела.
16. Природные каменные материалы.
17. Структура стекол: теории, связь с составом.
18. Халькогенидные стекла.
19. Металлические стекла.
20. Методы исследования твердых неорганических веществ.
21. Термический анализ.
22. Дифракция рентгеновских лучей.
23. Ковалентный радиус.
24. Влияние структуры кристаллических веществ на их свойства.
25. Структуры с КПУ и с ГПУ.
26. Факторы, влияющие на величину внутренней энергии кристалла.
27. Влияние структуры аморфных веществ на их свойства.
28. Изоморфизм, полиморфизм. Примеры.
29. Модификаторы, их влияние на структуру и свойства стекла.
30. Внутренняя энергия кристаллической решетки.
31. Понятие «термохимический радиус» иона и его применение.
32. Факторы, влияющие на структуру кристалла.
33. Цикл Борна – Габера.
34. Антиструктурные дефекты.
35. Нестехиометрические дефекты.
36. Собственные дефекты кристаллических веществ.
37. Термодинамические причины дефектности реальных кристаллических веществ.
38. Возможности и недостатки уравнения Капустинского.
39. Валентное усилие связи.
40. Причина различий ионных радиусов по классической и современной шкалам.
41. На примере уравнения Борна – Майера перечислить факторы, влияющие на энергию кристаллической решетки.
42. Особенности собственных дефектов кристаллических веществ.
43. Правило фаз. Одно-, двух- и трехкомпонентные диаграммы состояния.
44. Фазовые переходы первого и второго рода.
45. Характер влияния дислокаций в кристалле на механические свойства твердых тел.
46. Особенности превращений в твердых телах.
47. Термодинамика твердофазных превращений.
48. Закономерности зародышеобразования в твердофазных системах.
49. Основные теории роста кристаллов из раствора.
50. Основные стадии роста кристаллов из раствора.
51. Кинетический режим роста кристаллов.
52. Диффузионный режим роста кристаллов.
53. Гомогенные фазовые превращения (спинодальный распад твердых растворов).
54. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией.
55. Твердофазные превращения без изменения состава.
56. Кинетика твердофазных реакций. Основные положения.
57. Факторы, влияющие на скорость твердофазных реакций.
58. Модель твердофазных реакций по Яндеру и ее основные модификации.
59. Методы активации твердых тел.

60. Факторы, влияющие на стеклообразование.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

*Контрольные вопросы для самостоятельного изучения.*

1. Специфика химии твердого состояния как раздела химической науки. Общие отличия строения и свойств твердых веществ от газов и жидкостей. Классификация твердых веществ. Связь химии твердого тела с другими областями знания.
2. Микро и мезопористые твердые тела. Жидкие кристаллы.
3. Металлы и сплавы. Интерметаллические соединения.
4. Кристаллы с участием водородных и ван-дер-ваальсовых связей. Супрамолекулярные образования.
5. Соединения со слоистой структурой. Соединения внедрения и клатраты.
6. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Изовалентное и гетеровалентное замещение.
7. Структура квазикристаллов. Несоразмерные структуры. Структура жидких кристаллов.
8. Валентная зона, запрещенная зона, зона проводимости. Металлы и диэлектрики. Собственные и примесные полупроводники. Электронная и дырочная проводимость.
9. Общие представления о методах расчета зонной структуры кристаллов. Границы применимости зонной модели.
10. Диффузия и самодиффузия в твердых телах. Основные механизмы самодиффузии.
11. Поверхность как дефект строения твердого тела. Поверхностная энергия кристалла.
12. Роль соотношения объем-поверхность в свойствах твердых тел. Общие особенности химии твердых наноразмерных частиц.
13. Кинетика фазовых переходов.
14. Роль зародышеобразования в процессах, сопровождающихся образованием твердых продуктов. Термодинамика формирования новой фазы.
15. Критическое пересыщение, критический размер зародыша. Кинетика образования и роста зародышей.
16. Активное состояние твердого тела. Методы активации твердых тел.
17. Кристаллооптический анализ.
18. Рентгенофлуоресцентный анализ.
19. Рентгеновская абсорбционная спектроскопия.
20. Органические функциональные материалы. Основные типы и области применения. Биоматериалы.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Кнотько А.В. Химия твердого тела: учебное пособие для вузов. – Москва : Академия	2006	1 печ. экз. в библиотеке ВлГУ
2. Третьяков Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов : учебное пособие для вузов. – Москва, МГУ : Наука	2006	5 печ. экз. в библиотеке ВлГУ
3. Вест А.Р. Химия твердого тела. Теория и приложения: в 2 кн. – Москва : Мир	1988	2 печ. экз. в библиотеке ВлГУ
4. Хенней, Н. Химия твердого. – Москва : Мир	1971	1 печ. экз. в библиотеке ВлГУ
Дополнительная литература		
1. Харрисон У. Теория твердого тела. – Москва: Мир	1972	1 печ. экз. в библиотеке ВлГУ
2. Драго, Р. Физические методы в химии : в 2 т. – Москва : Мир	1981	2 печ. экз. в библиотеке ВлГУ

### 6.2. Интернет-ресурсы

1. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
2. <http://elibrary.ru>
3. <http://link.springer.com/>.
4. <http://www.informio.ru/>
5. <http://www.chem.msu.su>
6. <http://chemistry.narod.ru>
7. <http://www2.viniti.ru>
8. <http://himkniga.com>
9. <http://www.chem.isu.ru/leos/index.php>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий практического типа, для самостоятельной работы, а также текущего контроля и промежуточной аттестации.

Рабочую программу составил доцент кафедры химии, к.х.н. Чернова О.Б. \_\_\_\_\_

Рецензент

ЗАО «БМТ» генеральный директор, к.т.н. Поворов А.А. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Протокол № 10 от 25.06.2021 года

Заведующий кафедрой д.х.н. проф. Кухтин Б.А. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления \_\_\_\_\_

Протокол № 10 от 25.06.2021 года

Председатель комиссии д.х.н. проф. Кухтин Б.А. \_\_\_\_\_

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 14 от 23.06.2022 года

Заведующий кафедрой 

---

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

---

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

---

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины

«ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА»

образовательной программы направления подготовки 04.03.01 «Химия», направленность:

«Химический анализ, химическая и экологическая экспертиза окружающей среды»

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись**ФИО*