

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)

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор
 по образовательной деятельности



А.А. Панфилов

« 03 » 03 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»
 Профиль/программа подготовки «Химический анализ, химическая и экологическая
 экспертиза окружающей среды»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
8	4/144	24	24		69	Экзамен (27)
Итого	4/144	24	24		69	Экзамен (27)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины заключается:

- в понимании 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 дисциплины:

- 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 ВО

Дисциплина «Химия твердого тела» относится базовой части ОПОП ВО.

Пререквизиты дисциплины:

- Неорганическая химия
- Математика
- Физическая химия
- Физика

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК - 2	Частичное освоение	Знать: методы исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования. Уметь: работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; синтезировать вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик. Владеть: навыками проведения стандартных операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.
ПК - 4	Частичное освоение	Знать: методы проведения химического анализа различных растворов, материалов и образцов изделий. Уметь: проводить химический анализ растворов, материалов и образцов изделий в соответствии с требованиями технологической документации. Владеть: способностью выбрать наиболее эффективный метод анализа в соответствии с требованиями технологической документации.

ПК - 6	Частичное освоение	<p>Знать: методы анализа отобранных проб и образцов, критерии для оценки экологического состояния объектов.</p> <p>Уметь: производить лабораторные исследования для оценки экологического состояния объектов</p> <p>Владеть: способностью проведения анализа отобранных проб и образцов.</p>
--------	--------------------	---

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование тем разделов дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1.	Структура твердого тела	8	1	2	2		8	2/50%	
2.	Способы описания структуры твердых тел	8	2	2	2		8	2/50%	Рейтинг контроль №1
3.	Факторы, влияющие на структуру твердых тел	8	3-4	4	4		14	4/50%	
4.	Дефекты структуры кристаллических веществ	8	5-6	8	8		14	8/50%	Рейтинг контроль №2
5.	Химические реакции твердых веществ	8	7	4	4		16	4/50%	
6.	Методы исследования твердых веществ	8	8	4	4		9	4/50%	Рейтинг контроль №3
Всего за 8 семестр				24	24		69	24/50%	экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				24	24		144	24/50%	экзамен

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 упаковки.

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. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Химия твердого тела» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Групповая дискуссия (раздел 2 темы 1 – 2).
- Тренинг (раздел 1; раздел 3).
- Анализ ситуаций (раздел 4; раздел 5).
- Разбор конкретных ситуаций (раздел 1; раздел 6).

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

Текущий контроль успеваемости проводится по результатам проведения рейтинг-контроля по следующим контрольным вопросам:

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

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 элементов 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 (Ca^{+2}) имеет структуру:

- а) гранцентрированную структуру, в которой ионы F^- находятся в вершинах и центрах граней, в октаэдрических пустотах которой расположены ионы Ca^{+2}
- б) атом Ca находится внутри куба, образованного восемью атомами фтора
- в) ионы Ca^{+2} расположены в восьми углах куба, а ионы 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

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

Вариант 2

- Опишите дефекты движения.
- Что такое плоские дефекты кристаллических структур.
- Диффузия в кристаллах.

Тестовые вопросы

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

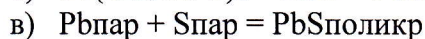
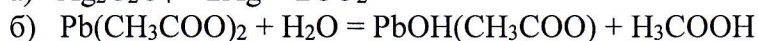
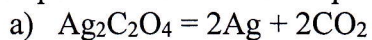
Вариант 2

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:



5. Кинетическое уравнение $x = Kt^{1/2}$ (где x – количество образовавшегося продукта, t – время, K – константа скорости реакции) описывает кинетику реакции $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$. 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

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ)

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.

Самостоятельная работа студентов предусмотрена по всем разделам курса и используется как инструмент для более глубокого освоения теоретического лекционного материала и приобретения навыков его практического применения в расчетах и лабораторной практике. Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется посредством тестирования.

Вопросы для контроля самостоятельной работы:

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 средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

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

7.2. Интернет-ресурсы

1. 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>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа и занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лабораторные работы проводятся в помещении лаборатории физической, общей и неорганической химии (ауд. 331-1, 405-1, 425-1, 433-1)

Рабочую программу составил к.х.н. доц. Чернова О.Б.
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) АО «РМ НАНОТЕХ» начальник аналитического отдела
центральной заводской лаборатории к.х.н. Третьяков А.В.
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 1 от 03.09.2019 года

Заведующий кафедрой Кухтин Б.А. д.х.н. проф. Кухтин Б.А.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 04.03.01 «Химия»

Протокол № 1 от 03.09.2019 года

Председатель комиссии Кухтин Б.А. д.х.н. проф. Кухтин Б.А.
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____