

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УМР

А.А. Панфилов

« 16 » 04 2015 г.

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

Направление подготовки: 04.03.01 «Химия»

Профиль подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед.(час)	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
8	5(180)	32	32	-	89	Экзамен (27)
Итого	5(180)	32	32	-	89	Экзамен (27)

Владимир
2015

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УМР

_____ А.А. Панфилов

« _____ » _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА»

Направление подготовки: 04.03.01«Химия»

Профиль подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед,(час)	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
8	5(180)	32	32	-	89	Экзамен (27)
Итого	5(180)	32	32	-	89	Экзамен (27)

**Владимир
2015**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Химия твердого тела» являются: изучение основ химии твердого тела и формирование у студентов научного мировоззрения для обоснования методов синтеза веществ с заданным фазовым составом и структурой при решении конкретных задач, связанных с изучением свойств и разработкой новых материалов.

Задачи дисциплины:

- изучение основных типов твердых тел, их особенностей и общих свойств;
- изучение способов описания структуры твердых тел;
- рассмотрение энергетики химической связи в твердых телах и ее влияния на их свойства;
- изучение механизмов и кинетики твердофазных химических реакций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к базовой части блока Б1 учебного плана.

Данный курс опирается на знания, полученные студентами при изучении физики, математики, а также дисциплин «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Элементы строения вещества», «Аналитическая химия», «Физические методы исследования» и др.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) компетенции:

- способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий (ПК-5).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

- 1) знать основные методы синтеза, свойства и области применения твердых материалов (ОПК-1);
- 2) уметь использовать основные методы управления реакционной способностью твердофазных реагентов (ПК-3);
- 3) владеть методами синтеза твердых веществ с заданным фазовым составом и структурой (ПК-5).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА"

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел 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 (по неделям Семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Содержание и задачи дисциплины. Объект, предмет и методы исследования. Классификация материалов в химии твердого тела	8	1	4	4			10		4/50	
2	Химическая связь в твердых телах. Ионные, ковалентные, молекулярные и металлические структуры. Зонная теория.	8	2	4	4			16		2/25	
3	Кристаллические структуры твердых тел. Основные типы кристаллических решеток. Теория плотнейших упаковок. Аморфная и аморфно-кристаллическая структуры.	8	3-4	8	8			22		5/31	Рейтинг-контроль №1
4	Дефекты структуры твердых тел. Диффузия в кристаллах.	8	5-6	8	8			21		5/31	Рейтинг-контроль №2
5	Твердофазные процессы. Диаграммы состояния гетерогенных систем. Термодинамика и кинетика твердофазных	8	7-8	8	8			20		4/25	Рейтинг-контроль №3

	реакций.									
	Всего		32	32			89		20/31,3	Экзамен (27)

Содержание курса

1. Содержание и задачи дисциплины. Объекты, предмет и методы исследования. История развития и вклад отечественных ученых. Физико-химический анализ. Термический анализ. Дифракция рентгеновского излучения. Классификация материалов в химии твердого тела. Кристаллические и аморфные вещества – общие свойства и отличительные особенности. Стеклообразное состояние, стекла и ситаллы.

2. Химическая связь в твердых телах.

Факторы, влияющие на образование структуры твердых тел. Связь стехиометрии и структуры. Типы химической связи и кристаллических решеток. Молекулярные кристаллы. Ионная связь и ионные структуры. Ковалентная связь и атомные решетки. Ковалентный радиус и ионный радиус. Уравнение Сандерсона. Закономерности образования ионных структур. Энергия решетки ионного кристалла. Уравнение Борна и уравнение Капустинского. Металлическая связь и структура металлов. Электронная структура твердых тел. Зонная теория. Зонная структура металлов и полупроводников.

3. Кристаллические структуры твердых тел.

Классификация способов описания. Кристаллическая решетка и элементарная ячейка. Основные типы кристаллических решеток. Теория плотнейших упаковок. Кристаллическая структура металлов. Кристаллическая структура керамики. Структура силикатов в кристаллическом состоянии. Молекулярные кристаллы. Полиморфизм и аллотропия. Единичные и поликристаллические материалы. Аморфная и аморфно-кристаллическая структуры.

4. Дефекты структуры твердых тел.

Совершенные и реальные кристаллы. Общие представления о дефектах в кристаллах. Причины возникновения и классификация дефектов. Нуль-, одно-, двух- и трехмерные дефекты. Ассоциированные дефекты. Дефекты собственного разупорядочения. Дефекты движения. Антиструктурные дефекты. Точечные дефекты. Свойства, определяемые точечными дефектами. Дислокации. Источники образования дислокаций. Свойства твердых тел, определяемые дислокацией. Плоские дефекты. Основные виды объемных дефектов. Влияние их на свойства твердых тел. Нестехиометрические дефекты. Диффузия в кристаллах.

5. Твердофазные процессы.

Особенности превращений в твердых телах. Диаграммы состояния гетерогенных систем – общие сведения, типичные примеры. Термодинамические особенности твердофазных процессов. Зародышеобразование в твердофазных системах. Рост кристаллов. Гомогенные фазовые превращения. Реакции в твердофазных системах, лимитируемые диффузией.

Твердофазные превращения без изменения состава. Кинетика твердофазных реакций. Методы активации твердых тел.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание теоретического материала осуществляется как в виде устных лекций, так и с применением электронных средств обучения. При изучении теоретического курса используются ИТ-методы - применение компьютеров для доступа к Интернет-ресурсам; материалы лекций представляются в интерактивной форме.

При проведении практических занятий по ряду тем используется опережающая самостоятельная работа - студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции. Практические занятия проводятся с применением ролевых игр, в которых студенты тестируют знания друг друга и обучают друг друга. При выполнении практических работ студентам предлагается работа в малых группах; также используется метод проблемного обучения.

Текущий контроль успеваемости проводится в форме электронного тестирования в компьютерном классе либо письменного тестирования с использованием бумажных носителей.

Для текущего контроля успеваемости используется рейтинг-контроль.

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

Для текущего контроля успеваемости студентов используются рейтинг-контроль, а также проверочные работы (тесты) для контроля самостоятельной работы. Промежуточной аттестацией по итогам освоения дисциплины является экзамен.

Примеры заданий для проведения рейтинг-контроля:

Рейтинг-контроль №1

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
6. 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
7. 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
8. Плотнейшая упаковка возникает когда:
- а) химическая связь обладает ненаправленностью
 - б) химическая связь обладает направленностью
 - в) химическая связь гибридизируется по механизму *spd*
9. 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
10. Флюорит (Ca^{+2}) имеет структуру:

- а) гранецентрированную структуру, в которой ионы F^- находятся в вершинах и центрах граней, в октаэдрических пустотах которой расположены ионы Ca^{+2}
- б) атом Са 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

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

6. К аморфным веществам относят:

- а) дисперсные системы, металлы, газы
- б) дисперсные системы, полимеры, стеклообразные вещества
- в) полимеры, ситаллы, металлы

7. К аморфно-кристаллическим веществам относят:

- а) графит
- б) бронза
- в) фарфор
- г) цинк

8. В классификации дефектов по Ван-Бюрену точечные дефекты это:

- а) нульмерные

- б) одномерные
 - в) двумерные
 - г) трехмерные
9. Дефекты Френкеля и Шоттки относятся к:
- а) точечным
 - б) линейным
 - в) поверхностным
 - г) объемным
10. Дислокации относятся к:
- а) точечным дефектам
 - б) линейным дефектам
 - в) поверхностным дефектам

Рейтинг-контроль №3

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
6. Влияет ли диспергирование на скорость твердофазных процессов?
- а) влияет

- б) не влияет
 - в) влияет только совместно с минерализацией
7. На скорость твердофазных реакций влияет:
- а) температура
 - б) давление
 - в) состав газовой среды
 - г) все перечисленные факторы
8. 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
9. Примером топохимической реакции является:
- а) $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 2\text{Ag} + 2\text{CO}_2$
 - б) $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{PbOH}(\text{CH}_3\text{COO}) + \text{H}_3\text{COOH}$
 - в) $\text{Pb}_{\text{пар}} + \text{S}_{\text{пар}} = \text{PbS}_{\text{поликр}}$
10. 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.

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации (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.

Вопросы для проведения контроля самостоятельной работы:

Вариант 1.

1. Принципы классификации материалов в химии твердого тела.
2. С квантово-механической точки зрения объясните образование связей Si-O в элементарной тетраэдрической группе $[\text{SiO}_4]$.
3. Охарактеризуйте основные понятия, используемые при описании симметрии кристаллов: пространственная группа симметрии, кристаллографический класс, группа Бравэ, кристаллическая система.
4. Могут ли существовать в природе бездефектные кристаллы?
5. Перечислите механизмы диффузии в реальном кристалле.
6. Охарактеризуйте понятия «фаза» и «фазовое равновесие».
7. Приведите аналитические зависимости, с помощью которых можно описать кинетику твердофазных реакций.
8. Какими технологическими факторами можно регулировать скорость твердофазных взаимодействий?

Тематика практических занятий.

Занятие №1 (4 час.). Объект, предмет и методы исследования в химии твердого тела. Физико-химический анализ. Термический анализ. Дифракция рентгеновского излучения. Симметрия в природе и твердых телах. Кристаллографическое и кристаллохимическое описание твердого тела. Основные понятия, используемые при описании симметрии

кристаллов: пространственная группа симметрии, кристаллографический класс, решетка Бравэ, группа Бравэ, кристаллическая система.

Занятие №2 (4 час.). Влияние характера химической связи на структуру кристалла. Типы химической связи и кристаллических решеток. Полиморфизм и аллотропия. Факторы, влияющие на образование структуры твердых тел. Электронная структура твердых тел. Зонная теория. Зонная структура металлов и полупроводников. Основные принципы описания кристаллических структур – ионных кристаллов, металлических кристаллов, ковалентных кристаллов, молекулярных кристаллов.

Занятие №3 (8 час.) Кристаллические структуры твердых тел. Элементарная ячейка. Основные структурные типы. Плотнейшие упаковки. Описание структур в координационных полиэдрах. Кристаллическая структура металлов. Кристаллическая структура керамики. Структура силикатов в кристаллическом состоянии. Молекулярные кристаллы. Единичные и поликристаллические материалы. Аморфная и аморфно-кристаллическая структуры.

Занятие №4 (8 час.). Общие представления о дефектах в кристаллах. Точечные дефекты в кристаллах. Точечные дефекты, обусловленные нестехиометрией кристаллов. Точечные дефекты, обусловленные присутствием примесных атомов. Беспорядок по Френкелю и Шоттки. Диффузия в твердых телах. Механизмы диффузии. Коэффициент диффузии. Энергия активации диффузии. Дислокации. Влияние дислокаций на механические свойства твердых тел.

Занятия № 5 (8 час.). Диаграммы состояния гетерогенных систем. Общие сведения, типичные примеры. Твердофазные реакции. Реакционная способность твердых веществ. Топохимические реакции. Управление реакционной способностью твердых веществ. Влияние температуры, давления, механического воздействия. Способы ускорения твердофазных реакций. Рост кристаллов. Кинетика твердофазных реакций.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

1. Современная химия: учебное пособие/Сватовская Л.Б. – М.:УМЦЖДТ, 2013. – 252 с.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105828.html>
2. Кригер В.Г. Избранные главы химии твердого тела: учебное пособие/Кемерово: Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. – 139 с.
3. Цирельсон В.Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела: учебное пособие/ М.: «Лаборатория знаний», 2014. – 522 с.

б) Дополнительная литература:

1. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии./Гусев А.И. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 416 с.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105828.html>
2. Кузьмина Л.В. Задачник по химии твердого тела: учебное пособие/Кемерово: Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2010. – 64 с.
3. Кристаллохимия. Краткий курс: учебник/Урусов В.С., Ерёмин Н.И. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2010. - 256 с. : илл.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211054974.html>

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://www.scirus.com>
2. <http://www.iupac.org>
3. <http://www.anchem.ru>
4. <http://chemteq.ru/lib/book>
5. <http://www.elsevier.com>
6. <http://www.uspkhim.ru>
7. <http://www.strf.ru/database.aspx>
8. <http://www.chem.msu.su>
9. <http://chemistry.narod.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В качестве демонстрационного материала используются:

1. Лекции: бумажный и электронный вариант, презентации (слайды).
2. Проверочные работы (тесты) – бумажный и электронный вариант.
3. Рейтинг-контроль – бумажный и электронный вариант.
4. Таблицы – электронный и бумажный вариант.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (бакалавриат).

Рабочую программу составил _____ ст. преподаватель Диденко С.В.

Рецензент _____ научный сотрудник ООО «БМТ», к.х.н. Третьяков А. В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № _____ от _____ 201 __ г.

Заведующий кафедрой химии _____ Кухтин Б.А.

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

Протокол № _____ от _____ 201 __ г.

Председатель комиссии _____ Кухтин Б.А.

**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 _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (бакалавриат).

Рабочую программу составил



ст. преподаватель Диденко С.В.

Рецензент



научный сотрудник ООО «БМТ», к.х.н. Третьяков А. В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 7/1 от 14.04. 2015 г.

Заведующий кафедрой химии



Кухтин Б.А.

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

Протокол № 7/1 от 16.04. 2015 г.

Председатель комиссии



Кухтин Б.А.

**Лист переутверждения
рабочей программы дисциплины**

Рабочая программа одобрена на 2015/2016 учебный год
Заведующий кафедрой _____
Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.15 года.
Заведующий кафедрой Куркин

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год
Заведующий кафедрой _____
Протокол заседания кафедры № 1/1 от 5.09.16 года.
Заведующий кафедрой Куркин

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год
Заведующий кафедрой _____
Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2017 года.
Заведующий кафедрой Куркин