

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Кристаллохимия

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): старший преподаватель, к.н. Романов С.Р. (Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических соединений, Химический институт им. А.М. Бутлерова), SeRRomanov@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4	Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

: теоретические основы базовых химических дисциплин

Должен уметь:

применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач, готовить элементы документации, проекты планов и программ проведения отдельных этапов работ в профессиональной сфере деятельности

Должен владеть:

навыками использования теоретических основ базовых химических дисциплин при решении конкретных химических задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

к анализу системных свойств и структурных особенностей кристаллических веществ, умение анализировать внешнюю форму и выделять структурные единицы кристаллов

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.21 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Фундаментальная химия: материалы будущего)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 5 курсе в 9 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 56 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 52 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 9 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Историческая справка и введение в								

кристаллохимию

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
2.	Тема 2. Основные макросвойства кристаллов. Элементы симметрии, теоремы о сложении элементов симметрии, классы симметрии. Простые формы	9	4	4	4	4	0	0	6
3.	Тема 3. Кристаллографические координатные системы. Международные обозначения классов симметрии (символика Германа -Могена) и символы Шенфлиса	9	4	2	4	2	0	0	6
4.	Тема 4. Трансляционная симметрия и кристаллическая решетка, параметры элементарной ячейки. Кристаллографические категории и сингонии. Типы ячеек Браве	9	4	2	4	2	0	0	6
5.	Тема 5. Индексы кристаллографических направлений и кристаллографических плоскостей в решетке. Закон Гаюи. Закон Вейса. Основы рентгеноструктурного анализа. Дифракция рентгеновских лучей на кристалле. Уравнение Брэгга-Вульфа.	9	4	2	4	2	0	0	6
6.	Тема 6. Основные понятия кристаллохимии. Типы химической связи в кристаллах. Описание структур в терминах плотнейших шаровых упаковок. Координационный полиэдр и координационное число. Кристаллохимические радиусы атомов. Систематика кристаллических структур по типу связи	9	4	0	4	0	0	0	6
7.	Тема 7. Основные категории теоретической кристаллохимии. Морфотропия. Полиморфизм. Политипия. Изоморфизм. Дефекты в кристаллах	9	2	0	4	0	0	0	6
8.	Тема 8. Важнейшие структурные типы неорганических веществ	9	2	0	4	0	0	0	7
9.	Тема 9. Прикладные аспекты кристаллохимии	9	2	0	0	0	0	0	7
	Итого		28	10	28	10	0	0	52

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Историческая справка и введение в кристаллохимию

Краткая истории кристаллохимии, связь ее с другими естественными науками. Основные задачи кристаллохимии. Современные источники кристаллохимической информации. Базы структурных и рентгенографических данных. Теоретические и экспериментальные методы кристаллохимии. Области применения кристаллохимии.

Кристаллохимия изучает пространственное расположение атомов в кристаллах, находит законы этого расположения и из них выводит физико-химические свойства соответствующих химических соединений.

Кристаллохимия исторически развивалась в рамках естественнонаучных дисциплин - минералогии, кристаллографии, химической кристаллографии. Кристаллография - это наука, описывающая идеальные кристаллы. Она занимается изучением строения, физических свойств кристаллов, условий их образования, разработки методов исследования и определения вещества по кристаллической форме, физическим особенностям и т.п. Выделяют следующие разделы кристаллографии: геометрическая кристаллография, физическая кристаллография, кристаллогенез.

## **Тема 2. Основные макросвойства кристаллов. Элементы симметрии, теоремы о сложении элементов симметрии, классы симметрии. Простые формы**

Основные макро свойства кристаллов: однородность, трехмерная упорядоченная пространственная решетка, анизотропность, способность к самоогранке, симметрия.

Определение симметрической фигуры. Симметрические преобразования I рода. Симметрические преобразования II рода. Сложные оси симметрии. Порядок записи формулы симметрии. Теоремы о взаимодействии элементов симметрии. Методы проецирования кристаллов. Стереографические проекции. Виды симметрии. Простые формы низшей, средней и высшей категорий. Типы простых форм.

## **Тема 3. Кристаллографические координатные системы. Международные обозначения классов симметрии (символика Германа -Могена) и символы Шенфлиса**

Кристаллографические координатные системы. Сингонии, категории. Установка кристаллов в различных координатных системах. Узловые сетки, перпендикулярные осям симметрии кристалла, их симметрия. Точечные группы симметрии. Условия, которые должны выполняться множеством элементов для того, чтобы называться группой. Абелевы и неабелевы группы. Кратность точечной группы симметрии. Закрытые преобразования симметрии. Хиральная фигура. Обозначения Шенфлиса. Международные обозначения (обозначения Германа-Могена) Группы Кюри-предельные точечные группы. Принцип суперпозиции Кюри.

## **Тема 4. Трансляционная симметрия и кристаллическая решетка, параметры элементарной ячейки. Кристаллографические категории и сингонии. Типы ячеек Браве**

Трансляционная симметрия, типы элементарных ячеек. 14 ячеек Браве. Элементы симметрии структур кристаллов. Винтовые оси и плоскости скользящего отражения. Пространственные группы. Схема вывода пространственных групп по Е.С.Федорову. Симморфные, гемисимморфные, асимморфные пространственные группы. Схема вывода пространственных групп. 1. Выбор начала координат

Правильные системы точек. Позиция точки. Симметрия позиции правильной системы точек. Величина симметрии. Число степеней свободы. Кратность. Координаты точек.

## **Тема 5. Индексы кристаллографических направлений и кристаллографических плоскостей в решетке. Закон Гаюи. Закон Вейса. Основы рентгеноструктурного анализа. Дифракция рентгеновских лучей на кристалле. Уравнение Брэгга-Вульфа.**

Индексы кристаллографических направлений и кристаллографических плоскостей в решетке. Закон Гаюи - основной закон кристаллографии. Индексы и символы граней. Символы ребер кристаллов. Закон зон Вейса. Установка кристаллов. Дифракция рентгеновских лучей на кристалле., принцип работы и спектр рентгеновской трубки. Уравнение Брэгга-Вульфа. Межплоскостные расстояния и индексы рефлексов. Связь индексов Миллера с межплоскостными расстояниями, расчет параметров элементарной ячейки. Порошковые дифрактограммы в рентгенофазовом анализе, относительные интенсивности рефлексов. Банк порошковых данных ICSD и содержащаяся в нем информация.

## **Тема 6. Основные понятия кристаллохимии. Типы химической связи в кристаллах. Описание структур в терминах плотнейших шаровых упаковок. Координационный полиэдр и координационное число. Кристаллохимические радиусы атомов. Систематика кристаллических структур по типу связи**

Типы химической связи в кристаллах. Описание структур в терминах плотнейших шаровых упаковок. Двухслойная и трехслойная плотнейшие упаковки. Типы пустот, соотношение шаров и пустот. Координационные числа и многогранники в плотнейших шаровых упаковках. Описание структур, построенных по закону плотнейших упаковок. Кристаллохимические радиусы атомов. Структурные единицы кристалла. Мотив структуры. Полиэдрическое изображение кристаллических структур (метод Полинга - Белова). Систематика кристаллических структур по типу связи.

## **Тема 7. Основные категории теоретической кристаллохимии. Морфотропия. Полиморфизм. Политипия. Изоморфизм. Дефекты в кристаллах**

Морфотропия. Критерии устойчивости структурного типа. Правила Магнуса-Гольдшмидта, Полинга (ионные кристаллы). Правила Юма-Розери, Грима-Зоммерфельда, Пирсона (ковалентные кристаллы). Структурная гомология.

Фазы вычитания и внедрения. Полиморфизм и политипия. Классификация полиморфизма. Фазовые переходы. Механизм полиморфных превращений. Политипизм. Изоморфизм определение и классификация. Типы изоморфизма. Правила изоморфизма. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Дефекты в кристаллах. Классификация дефектов. Точечные дефекты

### **Тема 8. Важнейшие структурные типы неорганических веществ**

Простые вещества. Кристаллические структуры простых веществ - неметаллов. Изменение характера структуры в группах периодической системы, сравнение структур, относящихся к разным группам. Общая характеристика структур бинарных соединений. Кристаллические структуры интерметаллических соединений. Кристаллические структуры бинарных соединений. Структуры солей кислородсодержащих кислот и сложных оксидов. Структурный тип перовскита. Кристаллические структуры силикатов. Их классификация. Алюмосиликаты и силикаты алюминия. Зависимость физических свойств силикатов от их структуры.

### **Тема 9. Прикладные аспекты кристаллохимии**

Кристаллохимические методы изучения. Зависимость физических свойств кристаллов от их строения. механические свойства (твердость, спайность, двойникование), оптические свойства (двупреломление, оптическая активность, показатель преломления) и магнитные свойства минералов. современные источники кристаллохимической информации. Проблемы современной кристаллохимии. Направления развития современных методов кристаллохимического прогнозирования. Компьютерное моделирование структур и свойств кристаллов.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Кристаллохимия - <https://edu.kpfu.ru/enrol/index.php?id=978>

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

WWW-МИНКРИСТ Кристаллографическая и кристаллохимическая База данных для минералов и их структурных аналогов - <http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/>

Всероссийское минералогическое общество - <http://www.minsoc.ru>

КФУ Мультимедийные обучающие программы - <http://old.kpfu.ru/f3/index.php?id=7&idm=0&num=7>

химики СамГу - <http://www.himgos.ru/krist.php>

Энциклопедические словари-справочники - <http://www.cnsnb.ru/AKDIL/0042/base/RK/001963.shtm>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Практическая работа проводится после лекций, и носят разъясняющий, обобщающий и закрепляющий характер. Они могут проводиться не только в аудитории, но и за пределами учебного заведения. В ходе лабораторно-практических работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями.</p> <p>Лабораторно-практические работы выполняются согласно графику учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплинам. При этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ. Каждый студент ведет рабочую тетрадь, оформление которой должно отвечать требованиям, основные из которых следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на титульном листе указывают предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента; каждую работу нумеруют в соответствии с методическими указаниями, указывают дату выполнения работы;</li> <li>- полностью записывают название работы, цель и принцип метода, кратко характеризуют ход эксперимента и объект исследования;</li> <li>- при необходимости приводят рисунок установки; результаты опытов фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблицы или описывают словесно (характер оформления работы обычно указан в методических указаниях к самостоятельным работам);</li> <li>- в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.</li> </ul> <p>Все первичные записи необходимо делать в тетради по ходу эксперимента.</p> <p>Проведение лабораторно-практических работ включает в себя следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постановку темы занятий и определение задач лабораторно-практической работы;</li> <li>- определение порядка лабораторно-практической работы или отдельных ее этапов;</li> <li>- непосредственное выполнение лабораторной/практической работы студентами и контроль за ходом занятий и соблюдением техники безопасности;</li> <li>- подведение итогов лабораторно-практической работы и формулирование основных выводов.</li> </ul>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;</li> <li>- знакомство с Интернет-источниками;</li> <li>- подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы);</li> <li>- подготовку и написание рефератов;</li> <li>- выполнение контрольных работ;</li> <li>- подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены.</li> </ul> <p>Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала.</p> <p>При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.</p> <p>При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы. При написании контрольной работы ответ следует иллюстрировать схемами.</p> <p>При выполнении самостоятельной работы по написанию реферата студенту необходимо: прочитать теоретический материал в рекомендованной литературе, периодических изданиях, на Интернет-сайтах; творчески переработать изученный материал и представить его для отчета в форме реферата, проиллюстрировав схемами, диаграммами, фотографиями и рисунками.</p> <p>Тексты контрольных работ и рефератов должны быть изложены внятно, простым и ясным языком.</p>
зачет	<p>Рекомендуется внимательно изучить конспекты лекций, дополнительную информацию можно получить из рекомендованных интернет-ресурсов и учебных пособий. На зачете необходимо отвечать точно, ясно и по вопросу. Помните, что время ответа ограничено. При возникновении любых неясностей в процессе подготовки к ответу следует обращаться с вопросами только к преподавателю.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Фундаментальная химия: материалы будущего".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### Основная литература:

1. Урусов, В. С. Кристаллохимия. Краткий курс : учебник / Урусов В. С. , Ерёмин Н. Н. - Москва : Издательство Московского государственного университета, 2010. - 256 с. - ISBN 978-5-211-05497-4. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211054974.html> (дата обращения: 25.01.2024). - Режим доступа : по подписке.
2. Аникина, В. И. Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения: практикум / В. И. Аникина, А. С. Сапарова. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-2195-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441367> (дата обращения: 25.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Бондарев, В. П. Основы минералогии и кристаллографии с элементами петрографии : учебное пособие / В.П. Бондарев. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. - 277 с., [32] с. цв. ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-00091-780-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2017317> (дата обращения: 25.01.2024). - Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Брагина, В. И. Кристаллография, минералогия и обогащение полезных ископаемых : учебное пособие / В. И. Брагина. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. - 152 с. - ISBN 978-5-7638-2647-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492236> (дата обращения: 25.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Томилин, В. И. Физическое материаловедение. Ч. 1. Пассивные диэлектрики : учебное пособие в 2 ч. / В. И. Томилин, Н. П. Томилина, В. А. Бахтина. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. - 280 с. - ISBN 978-5-7638-2510-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/440908> (дата обращения: 25.01.2024). - Режим доступа: по подписке.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.