

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Северо-Осетинский государственный университет  
имени Коста Левановича Хетагурова»*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Введение в химию твердого тела»**

Направление 04.03.01 Химия

Профиль «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая  
безопасность»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения - очная

Владикавказ 2022

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 июля 2017 года № 671; приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26 ноября 2020 г. № 1456 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 мая 2021 г., № 63650) «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования»; учебным планом подготовки бакалавра по направлению 04.03.01 Химия, утвержденным ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 31.05.2022 г., протокол № 13.

Составитель: к.х.н., доцент Агаева Ф. А.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры общей и неорганической химии (протокол № 9/21-22 от «08» апреля 2022 г.)

Заведующий кафедрой  Симеониди Д. Д.

Одобрена советом факультета химии, биологии и биотехнологии (протокол № 6/21-22 от «25» апреля 2022 г.)

Председатель совета факультета  Агаева Ф. А.

*Рабочая программа дисциплины принята в составе основной профессиональной образовательной программы решением ученого совета Протокол № 13 от 31.05.2022 г.*

## 1. Структура, и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часа).

|                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
|                                    | Очная форма обучения |
| Курс                               | 4                    |
| Семестр                            | 8                    |
| Лекции                             | 26                   |
| Практические (семинарские) занятия | 8                    |
| Лабораторные занятия               | 26                   |
| Консультации                       | -                    |
| Итого аудиторных занятий           | 60                   |
| Самостоятельная работа             | 12                   |
| Курсовая работа                    | -                    |
| Форма контроля                     |                      |
| экзамен                            | -                    |
| Зачет                              | 8 сем.               |
| Общее количество часов             | 72                   |

## 2. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Введение в химию твердого тела» является углубленное изучение химии твердых материалов, формирование у студентов представлений о синтезе, структуре, свойствах и применении твердофазных материалов, а также современных методах их анализа.

Программа предназначена для студентов факультета химии, биологии и биотехнологии, направления подготовки «Химия».

Целями освоения дисциплины являются:

- Получение новых сведений о способах разработки новых функциональных и конструкционных материалов; (26.006 Профессиональный стандарт «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 604н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 сентября 2015 г., регистрационный № 38984);

- понимание современных представлений о строении и свойствах неорганических веществ; выработка экспериментальных навыков, необходимых для осуществления

проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (40.011 Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 марта 2014 г. № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 г., регистрационный № 31692).

### **3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата 04.03.01 Химия.**

Б1.В.ДВ.05.01

Для изучения данного курса студенты должны владеть знаниями основ неорганической и физической химии, кристаллохимии.

Данная дисциплина готовит студентов к выполнению выпускной квалификационной работы, дополняет знания о современных методах научных исследований.

(«Неорганическая химия» - УК-1; УК-2; УК-4; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-5; ОПК-6; «Аналитическая химия» - УК-1; УК-2; УК-4; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-6; «Органическая химия» - УК-8; ОПК-1; УК-4; УК-1; УК-2; ОПК-6; УК-6; ОПК-5; ОПК-2; ОПК-3; «Физическая химия» - УК-8; ОПК-1; УК-4; УК-1; УК-2; ОПК-2; ОПК-6; УК-6; ОПК-5; ОПК-3; ОПК-4):

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах);

УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений;

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием;

ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники;

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

ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

Данная дисциплина готовит студентов к выполнению выпускной квалификационной работы, дополняет знания о современных методах научных исследований.

Обобщенные трудовые функции (ТФ), которые сможет полностью или частично) продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины:

- Разработка опытных образцов наноструктурированных композиционных материалов;
- Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах
- Составление аналитических обзоров, научных отчетов, публикация результатов исследования
- Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок

Для освоения данной учебной дисциплины (УД) студент должен

**Знать:** основы неорганической, органической и физической химии.

**Уметь:** осуществлять органический и неорганический синтез различных материалов, которые могут использоваться в качестве модификаторов (органические соединения) или носителей (минеральные вещества). Расшифровать результаты проведенных физико-химических исследований.

**Владеть:** методиками неорганического и органического синтеза; основными физико-химическими методами исследования свойств и состава неорганических материалов.

#### **4.Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК- 1** Способен использовать знания о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, веществ и

материалов для понимания механизма химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, а также естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности.

**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции:**

ПК-1.1. Использует знания о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, веществ и материалов для понимания механизма химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире;

ПК-1.2. Прогнозирует свойства химических соединений и материалов на основе данных об их свойствах и химическом строении;

ПК-1.3. Использует современные теоретические представления химической науки и естественнонаучные знания в своей профессиональной деятельности.

**ПК-2.** Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также современные теоретические представления химической науки для анализа экспериментальных данных.

**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции:**

ПК-2.1. Владеет современными методами исследования химических соединений и материалов;

ПК-2.2. Анализирует и интерпретирует результаты химического эксперимента на основе современных теоретических представлений химической науки

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные принципы, законы, положения, методологию изучаемых дисциплин (ПК-1)
- теоретические основы современных методов исследования химических соединений, материалов и интерпретации полученных результатов (ПК-2);
- основные источники и методы поиска научной информации (ПК-2)

Уметь:

- использовать основные законы и положения химии для понимания механизма химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире (ПК-1);
- прогнозировать свойства химических соединений и материалов на основе данных об их свойствах и химическом строении (ПК-1)
- анализировать и интерпретировать результаты химического эксперимента на основе современных теоретических представлений химической науки (ПК-2).

Владеть:

- навыками использования фундаментальных химических законов и естественнонаучных знаний в процессе выполнения научного исследования, а также в своей профессиональной деятельности (ПК-1)

- навыками использования базовых знаний и методов химических дисциплин при интерпретации полученных результатов (ПК-2).

Общим средством контроля является введенная в университете балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов специалитета и направлений бакалавриата.

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий. В курсе используются материалы, полученные на основе результатов проведенных научных исследований.

**1.5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины «Введение в химию твердого тела»**

| №<br>недел<br>и | Наименование тем (вопросов),<br>изучаемых по данной дисциплине  | Аудиторные<br>занятия, часы |      |            | Самостоятельная<br>работа  |               | Формы<br>контроля                                  | Количество<br>баллов<br>текущей<br>работы |
|-----------------|---|-----------------------------|------|------------|--|---------------|--|---|
|                 |   | Лек.                        | Лаб. | Пра<br>кт. | Содержание   | Ча<br>-<br>сы |  |   |
| 1               | Введение в курс. Предмет и задачи курса. Химическая связь в твердых телах. Зонная теория. Метод «сильной связи». Зонная структура одномерных, двумерных и трехмерных кристаллов. Ионные кристаллы. Энергия решетки ионного кристалла. Ионная связь. Молекулярные кристаллы. Ван-дер-ваальсовое взаимодействие.        | 2                           | 2    |            | Теория строения твердого тела. Классификация твердых тел.                                    |               | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 3   |
| 2               | Структуры кристаллов. Элементарные кристаллические структуры, шаровые упаковки, полиморфизм, изоморфизм, твердые растворы. Экспериментальные методы определения структуры кристалла. Структура реальных кристаллов. Скрытокристаллические и некристаллические твердые тела. Аморфное твердое тело и стекла, полимеры. | 4                           | 4    | 2          | Классификация твердых тел. Экспериментальные методы определения структуры кристалла.         | 2             | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 3   |
| 3               | Явление разупорядочения в кристаллах. Основные типы дефектов. Атомные, точечные дефекты. Примесные атомы. Заряженные и незаряженные дефекты. Равновесие дефектов в бинарных и тройных кристаллах.   | 2                           | 2    |            | Взаимосвязь дефек-тов и физиических, структурно-механических свойств. Основные типы дефектов |               | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 5   |
| 4               | Определение природы доминирующих дефектов. Взаимодействие дефектов.   | 2                           | 2    |            | Взаимосвязь дефек-тов и физических, структурно-  | 2             | Конспект, устный                                   | 5   |



|   |  |   |   |   |   |   |  |   |
|---|--|---|---|---|---|---|--|---|
|   | Непрямое взаимодействие: концентрация дефектов решетки, распределение примесей. Прямое взаимодействие: образование ионных пар, дальнейшее взаимодействие дефектов, ассоциация точечных и линейных дефектов |   |   |   | механических свойств. Взаимодействие дефектов.  |   | опрос, проверка д/з, тестирование                  |   |
| 5 | Линейные и плоские дефекты. Дислокации. Планарные и другие виды дефектов. Дефекты и физические свойства. Электрические, оптические, магнитные, тепловые и механические свойства.                           | 2 | 2 | 2 | Взаимосвязь дефектов и физических, структурно-механических свойств. Линейные и плоские дефекты. |   | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 5 |
| 6 | Классификация структурных превращений в твердом теле. Особенности термодинамики твердофазных превращений. Закономерности зародышеобразования в твердых системах. Рост кристаллов.                          | 2 | 2 |   | Классификация структурных превращений в твердом теле.   | 2 | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 3 |
| 7 | Гомогенные фазовые превращения. Спинодальный распад твердого раствора. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией. Теория Вагнера – Шмальцрида.  | 2 | 2 | 2 | Гомогенные фазовые превращения.   |   | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 3 |
| 8 | Структурно-чувствительные свойства. Процессы диффузии, механизм диффузии, диффузионно - контролируемый перенос массы и заряда под действием механических напряжений, химических и электрических сил.       | 2 | 2 |   | Структурно-чувствительные свойства.   | 2 | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 3 |

|              |  |           |           |          |   |           |  |           |
|--------------|--|-----------|-----------|----------|---|-----------|--|-----------|
| 9            | Химические реакции в твердом теле. Факторы, влияющие на реакционную способность.   | 2         | 2         | 2        | Химические реакции в твердом теле.  | 1         | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 3         |
| 10           | . Кинетические модели твердофазных реакций с различными лимитирующими стадиями. Особенности кинетики химических реакций в твердых телах, методы активации твердых тел. Стеклообразование и физико-химические процессы в стеклах. | 2         | 2         |          | Особенности кинетики химических реакций в твердых телах   | 1         | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 3         |
| 11           | Превращения без изменения состава. Мартенситные превращения. Бездиффузионные превращения, фазовые превращения типа порядок – беспорядок, фазовые переходы в твердых телах, рекристаллизация и рост зерен, движение границ зерен  | 2         | 2         |          | Термодинамика и кинетика химических реакций в твердых телах<br>Превращения без изменения состава. | 1         | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 2         |
| 12           | Механизмы пластической деформации, разрушение материалов. Выделение новой фазы из твердого раствора, декорирование дислокаций, структурные превращения, происходящие при высоких давлениях.                                      | 2         | 2         |          | Механизмы пластической деформации, разрушение материалов.   | 1         | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование | 2         |
| <b>Итого</b> |  | <b>26</b> | <b>26</b> | <b>8</b> |   | <b>12</b> |  | <b>40</b> |

## **6. Образовательные технологии**

**Традиционные лекции** с использованием современных интерактивных технологий. Лекции с использованием мультимедийных презентаций, лекции-беседы, лекции-диалоги, эвристические лекции, лекции-визуализации, самостоятельная работа студентов, компьютерное тестирование.

**Лекция-диалог** – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

**Презентации** на основе современных мультимедийных средств - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений, являющихся частью профессиональной деятельности преподавателя.

**Лабораторные занятия** являются одним из важнейших видов учебной работы, составляют основу подготовки студентов по дисциплине и направлены на формирование у студентов систематизированных знаний и навыков.

Выполнению лабораторной работы должна предшествовать самостоятельная работа с литературными источниками и конспектом лекции, при этом следует обратить внимание на теоретические вопросы по теме занятия. Первоначально идет опрос теоретического материала темы занятия. Затем в ряде вопросов преподавателя следует сконцентрировать внимание на основных идеях темы занятия. Задаваемые вопросы должны быть короткими и максимально проявлять в студентах их сообразительность.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с требованиями стандартов и норм лабораторной практики. Студенты должны ознакомиться с целью и задачами работы, методическими указаниями к данной лабораторной работе, аппаратурой, приборами и реактивами, необходимыми для выполнения работы. Результаты выполненной работы оформляются в рабочей тетради по предложенной форме. Каждая выполненная работа должна быть оформлена должным образом и сдана преподавателю, проводившему лабораторные занятия.

Устный опрос является одним из основных способов учета знаний студентов.

Различают фронтальный, индивидуальный и комбинированный опрос.

**Фронтальный опрос** проводится в форме беседы преподавателя с группой. Он органически сочетается с повторением пройденного, являясь средством для закрепления знаний и умений. Его достоинство в том, что в активную умственную работу можно вовлечь всех студентов группы. Для этого вопросы должны допускать краткую форму ответа, быть лаконичными, логически взаимосвязанными друг с другом, даны в такой последовательности, чтобы ответы студентов в совокупности могли раскрыть содержание раздела, темы. С помощью фронтального опроса преподаватель имеет возможность проверить выполнение студентами домашнего задания, выяснить готовность группы к изучению нового материала, определить сформированность основных понятий, усвоение нового учебного материала.

**Индивидуальный опрос** предполагает обстоятельные, связные ответы студентов на вопрос, относящийся к изучаемому учебному материалу, поэтому он служит важным учебным средством развития речи, памяти, мышления студентов. Чтобы сделать такую проверку более глубокой, необходимо ставить перед студентами вопросы, требующие развернутого ответа.

Вопросы для индивидуального опроса должны быть четкими, ясными, конкретными, емкими, иметь прикладной характер, охватывать основной, ранее пройденный материал программы. Их содержание должно стимулировать студентов логически мыслить, сравнивать, анализировать, доказывать, подбирать убедительные примеры, устанавливать причинно-следственные связи, делать обоснованные выводы и этим способствовать объективному выявлению знаний студентов.

Вопросы обычно задают всей группе и после небольшой паузы, необходимой для того, чтобы студенты поняли его и приготовились к ответу, вызывают для ответа конкретного студента.

**Письменная проверка** наряду с устной является важнейшим методом контроля знаний, умений и навыков студентов. Однородность работ, выполняемых студентами, позволяет предъявлять ко всем одинаковые требования, попытается объективность оценки результатов обучения. Применение этого метода дает возможность в наиболее короткий срок одновременно проверить усвоение учебного материала всеми студентами группы, определить направления для индивидуальной работы с каждым.

Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе (выполнение домашних заданий).

**Видеоконференция** – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов. Используются рейтинговая технология, технологии дистанционного обучения.

Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов.

**Технология электронного обучения** (реализуется при помощи электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного компьютерного тестирования и т. д.).

Используются балльно-рейтинговая система оценки знаний, технологии с применением дистанционного обучения на платформе <http://lms.nosu.ru/>.

#### **Примечания:**

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основе локальных нормативных актов.

- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Cisco Webex Meetings, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на портале СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

### **7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Целью самостоятельной работы студентов является: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Введение в химию твердого тела» проводится в виде письменных домашних заданий.

| <b>№ недели</b> | <b>Тема занятия</b>   | <b>Перечень вопросов для самостоятельной работы</b>       | <b>Формы контроля</b>                              |
|-----------------|---|---|--|
| 1               | Введение в курс. Предмет и задачи курса. Химическая связь в твердых телах. Зонная теория. Метод «сильной связи». Зонная структура одномерных, двумерных и трехмерных кристаллов. Ионные кристаллы. Энергия решетки ионного кристалла. Ионная связь. | Теория строения твердого тела. Классификация твердых тел. | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   | Молекулярные кристаллы. Ван-дер-ваальсовое взаимодействие.  |   |  |
| 2 | Структуры кристаллов. Элементарные кристаллические структуры, шаровые упаковки, полиморфизм, изоморфизм, твердые растворы. Экспериментальные методы определения структуры кристалла. Структура реальных кристаллов. Скрытокристаллические и некристаллические твердые тела. Аморфное твердое тело и стекла, полимеры. | Классификация твердых тел. Экспериментальные методы определения структуры кристалла.            | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |
| 3 | Явление разупорядочения в кристаллах. Основные типы дефектов. Атомные, точечные дефекты. Примесные атомы. Заряженные и незаряженные дефекты. Равновесие дефектов в бинарных и тройных кристаллах.   | Взаимосвязь дефектов и физических, структурно-механических свойств. Основные типы дефектов      | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |
| 4 | Определение природы доминирующих дефектов. Взаимодействие дефектов. Непрямое взаимодействие: концентрация дефектов решетки, распределение примесей. Прямое взаимодействие: образование ионных пар, дальнейшее взаимодействие дефектов, ассоциация точечных и линейных дефектов  | Взаимосвязь дефектов и физических, структурно-механических свойств. Взаимодействие дефектов.    | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |
| 5 | Линейные и плоские дефекты. Дислокации. Планарные и другие виды дефектов. Дефекты и физические свойства. Электрические, оптические, магнитные, тепловые и механические свойства.  | Взаимосвязь дефектов и физических, структурно-механических свойств. Линейные и плоские дефекты. | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |
| 6 | Классификация структурных превращений в твердом теле. Особенности термодинамики твердофазных превращений. Закономерности зародышеобразования в твердых системах. Рост кристаллов.   | Классификация структурных превращений в твердом теле.   | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 7  | Гомогенные фазовые превращения. Спинодальный распад твердого раствора. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией. Теория Вагнера – Шмальцрида.  | Гомогенные фазовые превращения.   | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |
| 8  | Структурно-чувствительные свойства. Процессы диффузии, механизм диффузии, диффузионно - контролируемый перенос массы и заряда под действием механических напряжений, химических и электрических сил.                             | Структурно-чувствительные свойства.   | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |
| 9  | Химические реакции в твердом теле. Факторы, влияющие на реакционную способность.   | Химические реакции в твердом теле.  | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |
| 10 | . Кинетические модели твердофазных реакций с различными лимитирующими стадиями. Особенности кинетики химических реакций в твердых телах, методы активации твердых тел. Стеклообразование и физико-химические процессы в стеклах. | Особенности кинетики химических реакций в твердых телах   | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |
| 11 | Превращения без изменения состава. Мартенситные превращения. Бездиффузионные превращения, фазовые превращения типа порядок – беспорядок, фазовые переходы в твердых телах, рекристаллизация и рост зерен, движение границ зерен  | Термодинамика и кинетика химических реакций в твердых телах<br>Превращения без изменения состава. | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |
| 12 | Механизмы пластической деформации, разрушение материалов. Выделение новой фазы из твердого раствора, декорирование дислокаций, структурные превращения, происходящие при высоких давлениях.                                      | Механизмы пластической деформации, разрушение материалов.   | Конспект, устный опрос, проверка д/з, тестирование |

Для повышения балльной оценки за текущую работу студент может представить реферат. Тема реферата выбирается студентом самостоятельно и соответствует содержанию самостоятельной работы. Доклады и реферат должны сопровождаться презентацией по теме.

#### **Критерии формирования оценок при представлении доклада (реферата)**

1. Сообщение или доклад соответствует предложенной теме, имеет вступление, основную часть и заключение – 2 б.
2. Тема раскрыта полностью, студент продемонстрировал способность анализировать разные точки зрения – 1 б.

3. Сообщение сделано с соблюдением норм современного русского литературного языка и с представлением презентации – 2 б.

Максимальное количество баллов – 5.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на лекционных и лабораторных занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

## **8.Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **Вопросы к зачету**

1. Диффузия и химические реакции.
2. Роль диффузии и точечных дефектов при реакциях твердое + газ и твердое + твердое.
3. Какие факторы следует учитывать при изучении реакции твердое + твердое? Почему реакции твердое + твердое всегда экзотермичны?
4. Каковы особенности реакций твердое + твердое в системах, где твердые тела – органические молекулярные кристаллы?
5. Какие существуют способы ускорения твердофазных химических реакций?
6. Реакционная способность твердых веществ. Роль идеальной структуры.
7. Реакционная способность твердых веществ. Роль дефектов.
8. Реакционная способность твердых веществ. Роль механических напряжений.
9. Реакционная способность твердых веществ. Роль диффузии.
10. Реакционная способность твердых веществ. Обратная связь.
11. Размерные эффекты в химии твердого тела.
12. Назовите свойства твердых веществ, которые изменяются при уменьшении размера частиц.
13. Что такое размер частиц? Как определить размер частиц сложной морфологии?
14. Чем отличаются "слабые" размерные эффекты от "сильных"?
15. Что такое "квантовые точки"? Почему и как изменяется спектр люминесценции CdS при уменьшении размера частиц?
16. Предложите несколько методов синтеза наноразмерных частиц.
17. Какие наносистемы являются более стабильными - гомогенные или гетерогенные и почему?
18. Ионная проводимость суперионников.
19. Объекты структурного анализа в химии твердого тела. Основные методы исследования каждого из объектов.
20. Апериодические кристаллы. Модулированные структуры. Квазикристаллы.
21. Основные виды наноматериалов (наносистем). Методы их исследования. Методы синтеза нанокристаллических порошков.
22. Топохимические и топотаксиальные реакции. Метод предшественника. Получение метастабильных форм.
23. Управление реакционной способностью твердых веществ.
24. Применения химии твердого тела в фармации и материаловедении.
25. Влияние предыстории твердого образца на его реакционную способность.
26. Пространственное развитие реакций в твердых телах. Факторы, влияющие на него, и способы управления им.
27. Возможные процессы, инициируемые механическим воздействием на твердые тела и вызывающие химические реакции или полиморфные превращения.
28. Предмет механохимии и три основных направления механохимии. Особенности механохимических превращений

29. Какие физические процессы имеют место при механическом разрушении твердых тел. Разница между измельчением и механической активацией. Примеры механохимических реакций.
30. Примеры использования термогравиметрии для решения задач химии твердого тела. Примеры использования термомеханического анализа для решения задач химии твердого тела. Примеры использования дифференциальной сканирующей калориметрии для решения задач химии твердого тела.
31. Как проявляются на дифрактограммах:
  - изменение размера частиц
  - образование сверхструктур
  - образование наноструктур
  - возникновение в образце микронапряжений.

### **Вопросы к рубежной контрольной работе**

1. Закрытые и открытые операции симметрии. Основные виды. Матрицы преобразования координат. Графические и буквенно-цифровые обозначения. Сочетание операций симметрии друг с другом.
2. Пространственные группы симметрии. Определение. Распределение по кристаллическим системам. Обозначения. Информация в Международных таблицах. Кристаллографический класс. Определение. Примеры.
3. Трансляционная симметрия. Группа трансляций. Решетка Бравэ. Элементарная ячейка. Число формульных единиц в ячейке. Правильные системы точек. Частные и общие позиции. Симметрия позиции. Кратность позиции.
4. Основные понятия, используемые при описании симметрии кристаллов: Пространственная группа симметрии, кристаллографический класс, решетка Бравэ, группа Бравэ, кристаллическая система.
5. Влияние характера химической связи на структуру кристалла. Основные принципы описания кристаллических структур – ионных кристаллов, металлических кристаллов, ковалентных кристаллов, молекулярных кристаллов. Основные структурные типы. Полиморфизм и политипизм.
6. Плотные упаковки в молекулярных, моноатомных, бинарных кристаллах. Структуры шпинелей и перовскитов.
7. Описание структур в координационных полиэдрах. Структуры силикатов.
8. Дифракция рентгеновского излучения кристаллами. Условия Лауэ. Уравнение Вульфа-Брэггов. Структурная амплитуда. Условия погасания. Дифракционные методы исследования структуры кристаллов. Основные варианты дифракционных методов. Виды излучения, используемого для дифракционного изучения структуры кристаллов.
9. Метод порошка. Основные принципы. Уравнение Вульфа-Брэггов. Факторы, определяющие интенсивность рефлексов на дифрактограмме. Фактор повторяемости рефлексов. Информация о структуре, которую дает метод порошка.
10. Индексы Миллера. Индексирование порошковых дифрактограмм (на примере кубической системы). Расчет параметров элементарной ячейки по рентгенографическим данным.
11. Точечные дефекты в кристаллах. Основные виды. Беспорядок по Френкелю и Шоттки. Обозначения дефектов по Креггеру и Винку. Равновесная концентрация тепловых точечных дефектов.
12. Точечные дефекты, обусловленные нестехиометрией кристаллов. Квазихимические равновесия. Обозначения дефектов по Креггеру и Винку. Влияние внешней атмосферы на концентрацию точечных дефектов.
13. Точечные дефекты, обусловленные присутствием примесных атомов. Влияние примеси на концентрацию точечных дефектов в кристаллах, склонных к нестехиометрии.



14. Электронное строение металлов, диэлектриков, собственных и примесных полупроводников. Связь электронных свойств окислов с их нестехиометрией. Основные виды нестехиометрии в оксидах металлов.
15. Диффузия в твердых телах. Основные механизмы диффузии. Выражения для коэффициента диффузии в кристаллах. Энергия активации диффузии. Диффузия в поле механических напряжений – эффект Горского.
16. Ионная проводимость в кристаллах. Влияние примесных атомов на ионную проводимость. Изотерма Коха-Вагнера. Параметры, которые можно получить из температурной зависимости ионной проводимости.
17. Дислокации. Определение. Контур и вектор Бюргерса. Краевые и винтовые дислокации. Энергия дислокации.
18. Дислокации. Основные виды движения дислокаций. Влияние дислокаций на механические свойства твердых тел.
19. Поверхность кристаллов. Чем определяется равновесная форма кристалла?

#### Тесты к рубежной аттестации

1. Какие из следующих веществ относятся к точечным дефектам

CdS

NH<sub>4</sub>Br

Li<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

NH<sub>4</sub>I

2. Какие группы являются равновесными дефектами со шпинельной структурой?

Fe<sub>2</sub><sup>3+</sup>O<sub>3</sub> · Fe<sup>2+</sup>O

K Al<sup>3+</sup>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>

Fe<sup>3+</sup>[Fe<sup>2+</sup>Fe<sup>3+</sup>]O<sub>4</sub><sup>2-</sup>

3. Какова электронная конфигурация атома кальция

1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>

1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>2</sup>

1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>

1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3d<sup>2</sup> 4s<sup>2</sup>

4. Назвать, что такое дефекты вакансий

Свободные узлы решетки

Свободные узлы решетки кристалла заняты

Свободные узлы решетки кристалла не заняты

Отсутствие свободных узлов в кристалле

5. Как называется область при наличии избыточных электронов в основном состоянии металлов

Энергетический уровень

Электронная конфигурация сеток

Зонная конфигурация

Упорядоченные электроны

6. С какими из следующих веществ реагирует кальций

Cl<sub>2</sub>

Na<sub>2</sub>O

H<sub>2</sub>O

NaCl

7. С какими веществами реагирует гидроксид кальция

NaOH

SO<sub>2</sub>

Na<sub>2</sub>O

HCl

8. Дать обозначения электронов и дырок с их зарядами

$\gamma^0$   
 $\beta^+$   
 $e^-$   
 $h^+$

9. Что происходит с дефектами в разупорядоченном кристалле:

теряются электроны

образуются дефекты

оказываются ионизированными как в кристалле ZnO

превращаются в ионы

10. Что происходит в междоузлиях кристаллов двуокиси урана ( $U_2O_5$ ) с атомами кислорода и чем они являются

отдача электронов из решетки

акцепторы и захват электронов из решетки

присоединение нейтронов

изменение магнитного квантового числа

11. чему равно число нейтронов в атоме фосфора

31

16

15

46

12. Число энергетических слоев и число электронов во внешнем энергетическом уровне селена равны соответственно

4,6

3,6

4,7

3,7

13. Оксид серы (6) не взаимодействует с каждым из веществ в ряду

$N_2O_5$  и  $H_3PO_4$

$CaO$  и  $Al_2O_3$

$H_2O$  и  $NaOH$

$H_2S$  и  $K_2O$

14. С кислотами не реагирует

$SiO_2$

$CaO$

$FeO$

$NiO$

15. С кислотными оксидами реагирует

$CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $ZnO$

$SrO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CO_2$

$H_2O$ ,  $SO_3$ ,  $BaO$

$SiO_2$ ,  $N_2O_5$ ,  $Al_2O_3$

16. Амфотерный оксид образуется в реакции

$2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$

$NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$

$CaCO_3 = CaO + CO_2$

$S + O_2 = SO_2$

17. При взаимодействии с водой образуется щелочь

$Li_2O$

$SO_3$

$CO_2$

$FeO$

18. Кислотные свойства оксидов увеличивается в ряду

SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>

Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, SiO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>

Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

19. Среди элементов (4) группы наиболее электроотрицательными являются

Si

Ge

C

Sn

20. Все элементы в ряду могут проявлять степень окисления +5

Ga, Al, Be

C, Se, F

S, Br, Zn

P, N, Sb

21. Наибольшая степень окисления железа в соединении

K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]

K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]

FeO

Fe(OH)<sub>2</sub>

22. Валентность (3) характерна для

O

In

Mg

Se

23. Степень окисления (-3) мышьяк проявляется в соединении

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Na<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>

Ca<sub>3</sub>As<sub>2</sub>

As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

24. Степень окисления хрома в ионе CrO<sup>2-</sup> равна

(+3)

(+4)

(-2)

(+6)

25. Наибольшую электроотрицательность имеет элемент.

N

S

Br

O

26. Чем определяется местонахождение примесных дефектов

энергией образования

энтальпией

энергией внедрения

силой притяжения

27. Как можно обнаружить уровни в пределах запрещенной зоны

химически, физико-химически

оптически (поглощение, люминесценция)

потерей электронов

по изменению степени окисления

28. Образуются ли примеси в запрещенной зоне при образовании твердых растворов в системе

ZnS-CdS

не образуются полностью

вряд ли образуются

не образуются

образуются

29. Степень окисления азота в ионе  $\text{NH}_4^+$  равна

(+5)

(+3)

(-3)

(+1)

30. Все элементы в ряду могут проявлять степени окисления (-1), (+5)

Rb, Ca, Li

H, Si, F

Cl, I, Br

As, N, Te

31. Валентность (3) характерна для

Cu

P

O

Si

32. Оксид серы (6) не взаимодействует с каждым из веществ в ряду

$\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$

$\text{H}_2\text{O}$ , NaOH

$\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$

$\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$

33. Какие из указанных металлов являются щелочными

Ca

K

Cu

Li

34. Какие из перечисленных металлов способны вытеснять из воды при комнатной температуры

водород

медь

железо

натрий

кальций

35. С какими из следующих веществ реагирует калий

$\text{N}_2\text{O}$

$+\text{H}_2\text{O}$

S

$\text{Ca}(\text{OH})_2$

37. С какими из указанных веществ реагирует железо

$\text{O}_2$

$\text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{Na}_2\text{O}$

$\text{CO}_2$

38. С какими из указанных веществ реагирует FeO

$\text{H}_2\text{O}$

$\text{Na}_2\text{O}$

HCl

$\text{SO}_3$

39. Какие вещества образуются при взаимодействии  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  с  $\text{HNO}_3$

H<sub>2</sub>O

FeO

Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

40. Наибольший радиус имеет атом

O

S

P

43. Назвать примесные атомы в междоузлиях являющимися донорами.

Na в FeS

Be в SrO

Cu в PbS

S в TeS

44. Назвать примесные атомы в междоузлиях являющиеся акцепторами.

Двуокись урана

Оксид никеля(2)

Оксид ванадия (5)

Оксид железа (3)

45. Какие свойства будут представлять один и тот же примитивный атом, если он действует в одном положении как донор, а в другом положении как акцептор.

Окислительные соединения

Восстановительные соединения

Амфотерные соединения

46. Как называется вакантный уровень дефекта в виде креста (x)

Положительность

Отрицательность

Нейтральность

Изменение периодичности

47. Дать определение нормальным компонентам занимающие свои узлы в необычных для них местах.

Структурные элементы

Концентрация вещества

Сходное строение

48. Чем задается химический потенциал любого химического компонента системы

Повышением давления

Понижением температуры

Произвольной свободной энергии Гиббса

Объемом реанулонного сосуда

49. Что происходит в результате термического возбуждения электронов из валентной зоны в зону проводимости в кристалле.

Образование ионов

Перескакивание свободных электронов и образование дырок

Образование эффективного заряда

Спаривание междоузельных атомов

50. Чем характеризуется разупорядочение по Шоттки.

Образованием зонной проводимости

Растворением вакуума в кристалле и увеличением числа узлов

Образованием ионизированных дефектов

Образованием валентной зоны

51. Что происходит при разупорядочении по Френкелю.

Образование зоны проводимости

Заселение энергетических уровней

Заполнение междоузлий и числа узлов не меняется

Изменение количества структурных элементов

52. Сколько электронов принимает участие для ионной проводимости т.е при переходе от проводимости за счет  $V_m^-$  к проводимости за счет  $V_m^+$  в переносе тока.

Принимает участие 4 иона

Не принимают участие все ионы

Принимают участие оба иона  $V_m^-$  и  $V_m^+$

Невозможно участие ионов

53. Как осуществляется ионный переход в электронном проводнике.

шагом

по окружности

скачком

бегом

54. Какие свойства определяет кристалл, содержащий всевозможные типы дефектов.

Изотермически

Физические

Кристаллические

Химические

55. Назвать соединение с однородной фазой.

Сульфид цинка

Оксид хрома(3)

Оксид цинка с избытком цинка и проводимостью n-типа

Карбид кальция

56. Привести примеры соединения с двусторонней фазой.

Иодид кадмия

Сульфид свинца при низких давлениях серы дает проводимость серы n-го типа

Оксид никеля с избытком кислорода обладает проводимостью p-типа

Оксид вольфрама(6)

57. Что характерно для ионной проводимости.

Дырочная проводимость

Противоположенное поведение т.е при переходе от проводимости за счет образования вакансий в узле

Ионный проводимость

Электронный проводник

59. назвать различные механизмы объемной диффузии в твердом теле.

Концентрация собственных заряженных дефектов

Важнейшими являются вакансионный междоузленный и эстафетный

Примеси находящиеся в заряженной форме

Только одна из примесей присутствует в концентрации

60. На что влияет компенсация заряда:

Увеличение растворимости

Образование собственных дефектов

Сохранение структуры в присутствии атомов

Присутствии в равных концентрациях различных элементов

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература

1. Химия твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ф. Уваров, Ю.Г. Матейшина. - Новосибирск : НГТУ, 2019. Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778238312.html>

2. Общая химия [Электронный ресурс] / Суворов А.В., Никольский Л. Б. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. - <http://www.medcollegelib.ru/book/ISBN9785938083035.html>
3. Термодинамика и кинетика металлургических процессов [Электронный ресурс] / Петелин А.Л., Михалина Е.С. - М. : МИСиС, 2005. - <http://www.studentlibrary.ru/book/MIS029.html>
4. Неорганические наноматериалы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Раков Э.Г. - 3-е изд. - М. : Лаборатория знаний, 2020. Нанотехнологии Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017417.html>
5. Регулирование реакционной способности твердых фаз [Электронный ресурс] / Косенко Н.Ф. - Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2013. - [http://www.studentlibrary.ru/book/ghu\\_035.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ghu_035.html)
6. Физическая и коллоидная химия. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Ларичкина, А.В. Кадимова. - Новосибирск : НГТУ, 2019. Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778238329.html>
7. Филонов, М. Р. Методы физико-химических исследований процессов и материалов / Филонов М. Р. - Москва : МИСиС, 2016. - 103 с. - ISBN 978-5-906846-06-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846068.html>
8. 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>
9. Лисичкин Г.В., Химия привитых поверхностных соединений / Г. В. Лисичкин, А. Ю. Фадеев, А. А. Сердан, П.Н. Нестеренко, П. Г. Мингалева, Д. Б. Фурман - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 592 с. - ISBN 5-9221-0342-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922103423.html>

б)дополнительная литература

1. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий [Электронный ресурс] / П.А. Витязь [и др.] ; под общ. ред. П.А. Витязя и К.А. Солнцева - Минск : Белорус. наука, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850812926.html>
2. Андреев, Л. А. Физика и химия твердого тела. Точечные дефекты в ионных кристаллах / Андреев Л. А. , Новиков А. В. , Новикова Е. А. - Москва : МИСиС, 2003. - 82 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/MIS040.html>
3. Тер-Акопян, М. Н. Химия металлов / Тер-Акопян М. Н. - Москва : МИСиС, 2015. - 148 с. - ISBN 978-5-87623-866-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876238665.html>
4. Бутягин, П. Ю. Химическая физика твердого тела / Бутягин П. Ю. - Москва : Издательство Московского государственного университета, 2006. - 272 с. - ISBN 5-211-04970-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5211049705.html>
5. Андреев, Л. А. Физическая химия : Строение вещества : Метод, указания / Андреев Л. А. , Новикова Е. А. , Малютина Г. Л. , Новиков А. В. - Москва : МИСиС, 2002. - 21 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_274.html](https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_274.html)

6. Марфин, Ю. С. Перспективные вещества, технологии и материалы - краткий обзор / Марфин Ю. С. - Иваново : Иван. гос. хим. -технол. ун-т. , 2015. - 99 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/ghtu\\_047.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_047.html)

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (библиотека СОГУ):

1. Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ) (<https://dvs.rsl.ru>).
2. ЭБС «Университетская библиотека online» (<https://biblioclub.ru>).
3. ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» (<http://elibrary.ru>).
4. Универсальная баз данных East View (<https://dlib.eastview.com>). Логин: Khetagurov; Пароль: Khetagurov
5. ЭБС «Консультант студента». <http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям ([www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru))
7. Информационно-правовой портал «Гарант» (<http://www.garant.ru/>).
8. Справочная правовая система Консультант Плюс (<http://www.consultant.ru/>).

#### Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

| № п/п | Наименование                    | № договора(лицензия)                               | Страна производитель |
|-------|---------------------------------|--|----------------------|
| 1.    | Windows 10 Enterprise           | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г | США                  |
| 2.    | Windows 10 Pro for Workstations | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г | США                  |
| 3.    | Windows 8.1 Enterprise          | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г | США                  |
| 4.    | Windows 8.1 Professional        | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г | США                  |
| 5.    | Windows 8 Enterprise            | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г | США                  |
| 6.    | Windows 8 Professional          | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г | США                  |
| 7.    | Windows 7 Enterprise            | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г | США                  |



|     |  |  |        |
|-----|--|--|--------|
| 8.  | Windows 7 Professional   | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г                       | США    |
| 9.  | Office Standard 2016   | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г                       | США    |
| 10. | Office Standard 2013   | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г                       | США    |
| 11. | Office Standard 2010   | № 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г                       | США    |
| 12. | Система тестирования Sunrav WEB Class  | №468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т.(бессрочно)                         | Россия |
| 13. | Программное обеспечение 1С: Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия | № СД/108 от 29.08.2017 (максимум-софт) бессрочно                         | Россия |
| 14. | Система компьютерной верстки MikTex  | Лицензия FSF/Debian (Свободное программное обеспечение) (бессрочно)      |        |
| 15. | Kasperksy Endpoint Security  | До 22.01.2024  | Россия |
| 16. | Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw                             | Свободное программное обеспечение(бессрочно)                             | США    |
| 17. | Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»   | №4576-1 от 17.01.2022 (действителен до 31.12.2022г) с ЗАО «Анти-Плагиат» | Россия |
| 18. | Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей                                   | №КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум»(бессрочно)                       | Россия |
| 19. | Программное обеспечение 1С:зарплата и кадры гос.учреждения8  | №СД./ №126., 01.07.2020г. «МАКСИМУМ-СОФТ» бессрочно                      | Россия |
| 20. | Программное обеспечение 1С:бюджет.   | №СД/76 01.03.2017г. «максимум-софт» (бессрочно)                          | Россия |
| 21. | Автоматизированная система «Управление –Деканат БРС»   | Свидетельство о государственной регистрации                              | СОГУ   |

|     |   |  |                                |
|-----|---|--|--------------------------------|
|     |   | программы для ЭВМ<br>№2015611830 от<br>06.02.2015г.(бессрочно)   |                                |
| 22. | Программа для ЭВМ «Банк<br>вопросов для контроля<br>знаний» | Разработка СОГУ<br>Свидетельство о<br>государственной регистрации<br>программы для ЭВМ<br>№2015611829 от 06.02.2015г.<br>(бессрочно) | СОГУ                           |
| 23. | Консультант+  |  | Россия                         |
| 24. | Планы   | №8867, от 14.01.2022г.<br>(14.01.2022г. до 13.01.2023г.)<br>ООО ЛММИС  | Россия                         |
| 25. | VSDESK  | № 210406/01 от 06.04.2021г. ИП<br>И,А.Сергеевич<br><br>Тех.под. 07.04.2022   | Россия                         |
| 26. | «Галактика»   | от 14.03.2022г (примерная дата)  | Россия                         |
| 27. | BricsCAD  | Bricys NV, до 03.11.2021г  | Бельгия                        |
| 28. | Cisco Webex - Система<br>проведения вебинаров.              | ООО Айстек договор № Д67-2021<br>от 03.08.2021 - 03.08.2022г   | США                            |
| 29. | DIRECTUM RX – Система<br>электронного<br>документооборота   | ООО Галактика ИТ договор №<br>120320/Д/А от<br>14.03.2022(примерная дата)  | Россия                         |
| 30. | Услуги связи (доступ к сети<br>интернет)                    | ООО Алком № AL-0044 от<br>01.02.2022г -31.12.2022г   | Россия                         |
| 31. | AutoCAD   |  | США                            |
| 32. | MOODLE  | Бесплатное российское  | США (бесплатное<br>российское) |
| 33. | VEEAM   |  | Швейцария                      |
| 34. | «Галактика РУЗ»   | Лицензия бессрочная<br><br>Тех.сопровождение от<br>14.03.2022 г  | Россия                         |
| 35. | Личный кабинет абитуриента                                  | Лицензия бессрочная  | Россия                         |

|     |   |   |        |
|-----|---|---|--------|
|     |   | Тех.сопровождение от<br>14.03.2022 г  |        |
| 36. | Личный кабинет<br>студента/сотрудника   | Лицензия бессрочная<br><br>Тех.сопровождение от<br>14.03.2022 г   | Россия |
| 37. | Электронная библиотека<br>диссертации и авторефератов<br>РГБ(ЭБД РГБ)   | <a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a><br><br>Требуется регистрация в<br>библиотеке СОГУ                     | Россия |
| 38. | ЭБС"Университетская<br>библиотека ONLINE"   | <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a><br><br>Требуется регистрация в<br>библиотеке СОГУ               | Россия |
| 39. | ЭБС «Научная электронная<br>библиотека eLibrary.ru»   | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a><br><br>Требуется регистрация в<br>библиотеке СОГУ                     | Россия |
| 40. | Универсальная баз данных<br>East View   | <a href="https://dlib.eastview.com">https://dlib.eastview.com</a>   | США    |
| 41. | ЭБС «Консультант студента»<br>Студенческая электронная<br>библиотека по медицинскому<br>и фармацевтическому<br>образованию, а также по<br>естественным и точным<br>наукам в целом.                  | <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a><br><br>Требуется регистрация в<br>библиотеке СОГУ | Россия |
| 42. | ЭБС «Юрайт» -<br>образовательная среда,<br>включающая виртуальный<br>читальный зал учебников и<br>учебных пособий от авторов<br>из ведущих вузов России по<br>всем направлениям и<br>специальностям | <a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a><br><br>Требуется регистрация в<br>библиотеке СОГУ          | Россия |
| 43. | КЭП (домен на яндексе)  | бесплатное  | Россия |

|     |         |            |        |
|-----|---------|------------|--------|
| 44. | РусГард | бесплатное | Россия |
| 45. | ViPNet  |            | Россия |

**Электронные ресурсы, обеспечивающие реализацию образовательных программ  
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста  
Левановича Хетагурова»**

| № | Наименование Электронного ресурса                | Принадлежность | Адрес сайта   |
|---|--|----------------|---|
| 1 | ЭБС "Университетская библиотека Online"          | Сторонняя      | <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>           |
| 2 | Электронная библиотека диссертаций РГБ (ЭБД РГБ) | Сторонняя      | <a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a>                       |
| 3 | Электронная библиотека «Консультант студента»    | Сторонняя      | <a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a>         |
| 4 | Универсальная база данных «East-View»            | Сторонняя      | <a href="http://dlib.eastview.com">dlib.eastview.com</a>                  |
| 5 | Научная электронная библиотека eLibrary.ru       | Сторонняя      | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>                       |
|   | База данных «ЭБС elibrary                        |                |   |
| 6 | Электронная библиотека «Юрайт»                   | Сторонняя      | <a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a> |

**Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы,  
электронные образовательные ресурсы**

1. Сайт о нанотехнологиях в России [Электронный ресурс]: <http://www.nanoware.ru/>
2. Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс]: [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru)
3. Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]: <http://nanodigest.ru/>
4. Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям [Электронный ресурс]: <http://nano-info.ru/>  
<http://www.elib.nwpi.ru> - электронная библиотека СОГУ

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

|  |  |
|--|--|
| Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
|  |  |

|  |  |
|--|--|
| <p>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра.</p> <p>Оборудование: Интерактивное мультимедийное оборудование (доска, проектор), персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p> | <p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 606</p> |
| <p>Лаборатории: компьютерные классы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся.</p> <p>Оборудование: Интерактивное мультимедийное оборудование (доска, проектор), компьютеры для компьютерного класса в комплекте - с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ;</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p>  | <p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 614</p> |
| <p>Библиотека, в том числе читальный зал: столы и стулья для обучающихся, компьютеры в комплекте – с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Консультант плюс; Гарант; Cisco Webex; MOODLE.</p> <p>ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a></p> <p>ЭБС «Консультант студента» <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>ЭБС «Юрайт» <a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a></p> <p>Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ(ЭБД РГБ) <a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a></p> <p>ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a></p>  | <p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Церетели/Ватутина, дом 16/19, учебный корпус № 6</p>    |

|   |   |
|---|---|
| <p>ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»<br/> <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>.</p>   |   |
| <p>Лаборатория Физико-химических методов анализа для проведения научно-исследовательской работы, курсового проектирования, выполнения выпускных квалификационных работ, групповых и индивидуальных консультаций: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся.</p> <p>Оборудование: Персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p> <p>Лабораторное оборудование: Атомно-Абсорбционный спектрометр МГА-1000 с автосемплером – 1 шт. Пламенный фотометр ФПА-2-01 ЗОМЗ – 1 шт. Весы лабораторные электронные BM5101 – 1 шт. рН-метр 150 МИ – 1 шт. Мешалка магнитная с подогревом ПЭ 6110 – 1 шт. Рефрактометр ИРФ-454Б2М (с подсветкой и доп. шкалой) – 1 шт. Инкубатор-CO2 49л МСО-5АС, диапазон +5 С до +50 С, Sanyo – 1шт. Система микроволновая пробоподготовки MC-6 – 1 шт. Спектрофотометр «ПЭ-5400УФ»-1 шт. Кондуктометр портативный ОНАУС ST300С-В – 1 шт.</p> | <p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 607А</p> |
| <p>Лаборатория Общей и неорганической химии для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, лабораторные столы, классная доска.</p> <p>Оборудование: интерактивный мультимедийный комплекс (проектор, доска), ноутбук, колонки, персональный компьютер с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p> <p>Лабораторное оборудование: Учебно-лабораторный комплекс "Общая и неорганическая химия" – 2 шт. Шкаф вытяжной с подводом воды ШВ НВК - 2 шт. рН-метр-милливольтметр «рН-150МИ»- 2 шт.</p>  | <p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 609</p>  |

|   |  |
|---|--|
| <p>рН-метр-милливольтметр «рН-150МА»- 1 шт. Калориметр "Эксперт 001К" – 1 шт. Весы аналитические SHINKO HT 84CE - 1 шт. Кондуктометр «Эксперт -002-6Н» -1 шт. Шкаф сушильный SNOL - 1 шт.</p> <p>Мешалка магнитная ПЭ-6110 с подогревом - 1 шт. Весы электронные ЕК-300i -1 шт. Весы лабораторные BM5101 - 1 шт. Микроскоп «Биолам» -1 шт. Водяная баня – 1 шт.Фотометр фотоэлектрический КФК-2 – 1 шт.Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01- 1 шт. Ионмер И-510 стандартный – 1 шт. Нагревательная плита ES-H3040 – 1 шт. Сетевой встряхиватель- 1 шт. Потенциометр Р-307- 1 шт. Весы «CAS»- 1 шт.</p> <p>Термостат ТС/120 СПУ- 1 шт. Центрифуга ОПН -3- 1 шт.</p> |  |
|---|--|

