

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

ВЫСШАЯ ШКОЛА УПРАВЛЕНИЯ И ИННОВАЦИЙ

Утверждено  
на заседании Совета факультета  
«Высшая школа управления и инноваций»  
Протокол № от «05» 02. 2016 г.  
Председатель Совета



В.В. Печковская

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СОВРЕМЕННЫЕ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Направление подготовки 27.03.05. «Инноватика»  
Квалификация выпускника Бакалавр

Составители: Серезкин В.Н., проф., д.х.н.

Рецензенты:

1. Левачев Сергей Михайлович, профессор кафедры коллоидной химии химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.
2. Морозова Мария Андреевна, Директор по оценке и развитию персонала АФК «Система».

«Современные неорганические материалы», учебная дисциплина относится к естественно-научному блоку Вариативной части учебного плана.

Рабочая программа составлена на основании Образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого МГУ имени М.В.Ломоносова для реализуемых основных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 27.03.05. – «Инноватика» уровень высшего образования бакалавр и 27.04.05.- «Инноватика» уровень высшего образования магистр, утвержденного Приказом по МГУ имени М.В.Ломоносова № 95 от «09» февраля 2016 г.

Рабочая программа утверждена на заседании Совета факультета «Высшей школы управления и инноваций» протокол № 4 от «05» февраля 2016 г.

Председатель Совета факультета «Высшая школа управления и инноваций»



В.В. Печковская

Рабочая программа с дополнениями и изменениями утверждена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Одобрено советом факультета \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_ г.

Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа с дополнениями и изменениями утверждена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Одобрено Советом факультета \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_ г.

Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа с дополнениями и изменениями утверждена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Одобрено Советом факультета \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_ г.

Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>СОДЕРЖАНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....</b>	<b>5</b>
Цель освоения дисциплины .....	5
Учебные задачи дисциплины .....	5
Место дисциплины в структуре ООП ВО .....	5
Требования к результатам освоения дисциплины .....	5
Формы контроля .....	7
<b>II. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>7</b>
<b>IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	9
Перечень информационных технологий .....	9
Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	10
Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	10
<b>V. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА .....</b>	<b>10</b>
Темы курсовых работ .....	10
Контрольные работы .....	10
Вопросы к зачету .....	12
<b>VI. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>13</b>
Объем дисциплины и виды учебной работы .....	13
Разделы дисциплин и виды занятий .....	13
<b>Приложение 1. СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ.....</b>	<b>15</b>

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины – изучение теоретических основ химии перспективных неорганических веществ и материалов, способов их получения и применения.

### Учебные задачи дисциплины

Задачами дисциплины являются:

- раскрытие роли кристаллохимии в описании физических и химических свойств различных твердых материалов;
- формирование знаний и представлений о физических свойствах различных твердых материалов, особенностях их химической природы, структуры и применении.
- изучение принципов протекания твердофазных реакций и способов получения различных твердых материалов и покрытий;

### Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина входит в вариативную часть профессионального цикла и относится к дисциплинам по выбору. Она непосредственно связана с дисциплинами: «Химия», «Математика», «Физика», «Материаловедение», «Современные органические и биологические материалы», «Электротехника и электроника», «Введение в сопротивление материалов». Дисциплина читается на 4 курсе (7 семестр).

Полученные знания, умения и навыки будут использованы при изучении дисциплин «Метрология, стандартизация и сертификация», «Анализ и аудит технологий», «Промышленные технологии и инновации», «Управление знаниями и будут полезны при прохождении и преддипломной практики, выполнении ВКР.

### Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины должны быть сформированы следующие компетенции:

#### Универсальные компетенции

##### а) общенаучные:

- обладание знаниями о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук обладание знаниями о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук: физики, химии, биологии, наук о земле и человеке, экологии; владение основами методологии научного познания различных уровней организации материи, пространства и времени; умение, используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные мировоззренческие и методологические естественнонаучные и социальные проблемы с целью планирования устойчивого развития (ОНК-1);
- владение методологией научных исследований в профессиональной области (ОНК-4);
- способность создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные математические результаты, владение знаниями об ограничениях и границах применимости моделей (ОНК-5);
- владение фундаментальными разделами математики, необходимыми для решения научно-исследовательских и практических задач в профессиональной области (ОНК-6).

##### б) инструментальные:

- владение навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, использования ресурсов Интернет, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ИК-3);
- способность использовать современную вычислительную технику и специализированное программное обеспечение в научно-исследовательской работе (ИК-4);
- способность использовать полученные экономические знания в контексте своей социальной и профессиональной деятельности (ИК-6);

- владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ИК-7).

*в) системные:*

- способствовать к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (СК-1);
- способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения (СК-2);
- способность к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности; к инновационной научно-образовательной деятельности (СК-3).

**Профессиональные компетенции:**

- способность выбрать технологию осуществления научного исследования, оценить затраты и организовать его осуществление; способность выполнить анализ результатов научного эксперимента с использованием соответствующих методов и инструментов обработки (ПК-1);
- способность выбрать метод научного исследования, модифицировать существующие и разработать новые методы, исходя из задач конкретного научного исследования (ПК-2);
- способность применять теории и методы теоретической и прикладной инноватики, систем и стратегий управления, управления качеством инновационных проектов (ПК-3);
- способность представить результат научно-исследовательской работы в виде отчета, реферата, научной статьи, оформленной в соответствии с имеющимися требованиями, с использованием соответствующих инструментальных средств обработки и представления информации (ПК-4)
- способность критически анализировать современные проблемы инноватики, ставить задачи и разрабатывать программы исследований, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5);
- способность найти оптимальные решения при создании инновационной наукоёмкой продукции с учётом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и экономической безопасности (ПК-13);
- способность обосновывать принятие технических решений при разработке проектов, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учётом экологических последствий их применения (ПК-14);
- способность использовать нормативные документы по метрологии, качеству, стандартизации в практической деятельности; способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-15);
- способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем и применять их для определения оптимальных вариантов проектных, конструкторских и технологических решений (ПК-17).

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

**Знать:**

- классификацию неорганических материалов по составу, структуре, свойствам и области применения;
- принципы получения современных неорганических материалов и твердых покрытий;
- базовую терминологию, относящуюся к кристаллохимии и химии твердого тела;
- логику взаимосвязи «структура твердого тела – свойство»;
- особенности кристаллохимического строения твердого тела в проявлении различных физических свойств.

**Уметь:**

- продемонстрировать связь химического состава и структуры твердых материалов с их физическими свойствами;

- моделировать структуры данных кристаллов с помощью баз кристаллоструктурных данных;

**Владеть:**

- навыками выбора оптимальных препаративных методов для получения твердых материалов заданного состава и структуры;
- методами проведения научных исследований в соответствующей профессиональной области.

**Формы контроля**

Контроль за освоением дисциплины осуществляется в каждом дисциплинарном разделе отдельно.

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

*Итоговая аттестация в 7 семестре* – зачет в письменной форме.

Результаты текущего контроля и итоговой аттестации формируют рейтинговую оценку работы студента. Распределение баллов по отдельным видам работ в процессе освоения дисциплины осуществляется в соответствии с Приложением 1.

**II. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Раздел 1. Введение.** Классификация неорганических материалов по составу, структуре, свойствам и областям применения. Иерархия структуры материалов: молекулярная, кристаллическая и доменная структура, текстура, природа и структура важнейших дефектов. Экономические, технологические и экологические аспекты производства, эксплуатации и регенерации материалов.

**Раздел 2. Препаративные методы химии твердого тела.** Твердофазные реакции и факторы, влияющие на их протекание. Топотаксические и эпитаксиальные реакции. Экспериментальное обеспечение твердофазных реакций. Способы приготовления реакционных смесей. Препаративные методы. Транспортные реакции. Реакции внедрения и ионного обмена. Электрохимическое восстановление и нанесение покрытий. Анодное и термическое оксидирование. Катодное распыление. Испарение в вакууме. Выращивание монокристаллов. Гидротермальные методы. "Сухие" методы высокого давления. Основные представления о механизмах роста пленок и покрытий. Эпитаксия, ее применение в технологии полупроводниковых гетероструктур. Поликристаллические покрытия. Химическое осаждение пленок и покрытий из пара. Принципы CVD технологии. Использование золь-гель процесса при получении пленок. Технология Ленгмюра–Блоджетт. Важнейшие физические методы получения пленок и покрытий. Наноматериалы, особенность их свойств по сравнению с объемным состоянием вещества, реальные и потенциальные области использования. Современные физико-химические процессы получения наноматериалов и ультрадисперсных материалов.

**Раздел 3. Ионная проводимость в твердых телах.** Ионная проводимость и твердые электролиты. Типичные твердые электролиты и механизм проводимости. Галогенид- и кислородсодержащие ионные проводники.  $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ , AgI и их производные. Кристаллохимические критерии возникновения суперионного состояния твердых тел. Важнейшие области применения твердых электролитов.

**Раздел 4. Высокотемпературные сверхпроводники.** Сверхпроводники, области их применения. Особенности кристаллохимии высокотемпературных сверхпроводников. Критические параметры ВТСП, основные требования к ним. Методы изменения характеристик ВТСП-материалов.

**Раздел 5. Сегнето-, пиро- и пьезоэлектрики.** Важнейшие классы диэлектриков, их основные характеристики. Сегнетоэлектрики, сегнетиэлектрики, особенности их структуры. Использование сегнетоэлектрических материалов для хранения информации. Пироэлектрики и пьезоэлектрики.

**Раздел 6. Магнитные свойства твердых тел.** Классификация магнитных свойств твердых тел. Диамагнетики и парамагнетики. Ферро-, ферри- и антиферромагнетики. Основные классы

магнитных материалов, области их применения. Особенности структуры оксидов переходных металлов, шпинелей, гранатов, ильменитов и перовскитов.

**Раздел 7. Люминесценция и лазеры.** Виды люминесценции. Основные составляющие структуры люминофора. Типичные люминофоры, особенности их структуры. Ионы-активаторы. Твердотельные лазеры и материалы для лазеров.

**Раздел 8. Стеклообразные материалы, керамика и композиты.** Кинетика и термодинамика процессов кристаллизации и стеклования. Реальная структура оксидных, фторидных, силикатных, боратных, фосфатных и халькогенидных стекол. Концентрационное расслоение стекол. Физико-химические принципы упрочнения стекол. Химические основы технологии высокочистых стекол для оптоволокна. Стеклокерамика, свойства и области применения. Структура керамики. Керамические композиты. Ситаллы. Металлические стекла. Свойства материалов на основе металлических стекол. Фото- и термохромные стекла. Использование стекол в технологии захоронения ядерных отходов.

**Раздел 9. Кристаллохимический дизайн.** Основные факторы, определяющие структуру кристаллов неорганических соединений. Нестехиометрические оксиды. Структуры кристаллографического сдвига. Влияние нестехиометрии на состав, оптические, электрические и магнитные свойства веществ. Условия образования, полиморфизм и политипия соединений, относящихся к структурным типам перовскита, ильменита, шпинели. Изо- и гетеровалентные замещения. Влияние термодинамических условий на структуру кристаллов. Дислокации, механические свойства и реакционная способность твердых тел.

Базы кристаллоструктурных данных. Основные геометрические модели структуры кристаллов. Современные методы кристаллохимического анализа. Атомные и молекулярные полиэдры Вороного-Дирихле. Использование параметров полиэдров Вороного-Дирихле для выявления фазовых переходов второго рода, потенциальных твердых электролитов, прекурсоров для CVD технологии и корреляций состав – структура – свойства неорганических веществ.

### III. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями стандарта по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий:

1. Стандартные методы обучения:

- лекции;
- практические занятия;
- письменные или устные домашние задания;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов.

2. Методы обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:

- интерактивные лекции;
- применение имитационных моделей;
- круглые столы;
- обсуждение подготовленных студентами работ;
- групповые дискуссии.

На лекциях по данной дисциплине рекомендуется применение основных таблиц, схем и рисунков, предусмотренных содержанием рабочей программы, компьютерных презентаций и т. д.

Практические занятия посвящены закреплению знаний, полученных на лекциях по изучаемой дисциплине, будут способствовать формированию творческих способностей и знакомству с правовой охраной объектов интеллектуальной собственности. Занятиями предусматривается

сочетание индивидуальных и групповых форм работы, выполнение практических заданий с использованием методов развития технического творческого мышления личности.

При подготовке и проведении контрольных работ по дисциплине предполагается сочетание теоретических и практических методов исследования обучающихся на основе принципов преемственности, интеграции и практического применения.

#### **IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **Основная литература:**

1. Бондаренко, Г.Г. Материаловедение : учебник для академического бакалавриата [Текст] / Г. Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В. В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко. – 2-е изд. – М.: Юрайт, 2017. – 360 с.
2. Бекман, И.Н. Неорганическая химия. Радиоактивные элементы : учебник для бакалавриата и магистратуры [Текст] / И.Н. Бекман. – 2-е изд., испр. и доп.; МГУ им. М.В. Ломоносова. – М.: Юрайт, 2017. – 399 с.
3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела [Текст] / А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. – М.: Академия, 2006. – 304 с.
4. Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ: учебное пособие [Текст] / Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева; под ред. Р.А. Лидина. – М.: Инфра-М, 2014. – 480 с.
5. Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы : учеб. пособие для студентов вузов [Текст] / Э. Г. Раков. – М.: БИНОМ, Лаб. знаний, 2014. – 300 с.
6. Сапунов, С.В. Материаловедение. Учебное пособие [Текст] / С.В. Сапунов. – СПб.: Лань, 2015. – 208 с.
7. Третьяков, Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов [Текст] / А.В. Кнотько, И.А.Пресняков, Ю.Д. Третьяков. – М.: МГУ, Наука, 2006. – 400 с.

##### **Дополнительная литература:**

1. Гусев, А.И. Нестехиометрия, беспорядок, ближний и дальний порядок в твердом теле [Текст] / А.И. Гусев. - М.: Физматлит, 2007. – 856 с.
2. Иванов-Шиц, А.К., Мурин И.В. Ионика твердого тела. В 2-х т. Т.2 [Текст] / А.К. Иванов-Шиц, И.В. Мурин. - СПб.: СПбГУ, 2010. – 1000 с.
3. Мюллер, У. Структурная неорганическая химия. Учебник – монография [Текст] / У. Мюллер. – М.: Интеллект, 2010. – 352 с.
4. Сыркин, В.Г. CVD-метод [Текст] / В.Г. Сыркин. – М.: Наука, 2000. – 496 с.
5. Ярославцев, А.Б. Химия твердого тела [Текст] / А.Б. Ярославцев. – М.: Научный мир, 2009. – 328с.

##### **Периодические издания**

1. Неорганические материалы – журнал. URL: <http://www.maik.ru/ru/journal/neorgmat/>
2. Журнал неорганической химии – журнал. URL: <http://www.maik.ru/ru/journal/neorgmat/European>

##### **Перечень информационных технологий**

##### **Справочные системы и Интернет-ресурсы:**

1. [www.springerlink.com](http://www.springerlink.com) – электронные ресурсы издательства Springer
2. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) – электронные ресурсы издательства Elsevier
3. <http://www.msu.ru/libraries> – библиотеки МГУ

##### **Программное обеспечение:**

Обязательное программное обеспечение – MS Office.

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При прохождении курса обучающиеся обязаны соблюдать дисциплину, приходить вовремя на занятия, готовиться к контрольным работам, своевременно сдавать домашние задания и проявлять активность на занятиях.

Самостоятельная работа студентов является важным элементом освоения дисциплины. В ходе проведения всех видов занятий значительное место уделяется активизации самостоятельной работы студентов с целью углубленного освоения разделов программы и формирования навыков самообразования. Самостоятельная работа студентов включает поиск информации с помощью современных справочных и информационных систем, анализ и синтез данных, выполнение домашних заданий.

**Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения лекционных занятий по дисциплине требуется аудитория, обеспеченная проектором, экраном, маркерной доской. Программное обеспечение – MS Office.

Для проведения практических занятий необходимы:

1. Электронный микроскоп ЭВМ-100 Б, металлографический микроскоп МОМ – 814.
2. Микротвердомеры БПМТ-3 и Hauzer.
3. Энергодисперсионный анализатор БРА-18.

**V. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА****Темы курсовых работ**

Курсовая работа по дисциплине «Современные неорганические материалы» не предусмотрена.

**Контрольные работы**

В соответствии с рейтинговой системой при изучении курса проводится 3 рубежные контрольные работы. Рубежные контроли проводятся в письменной форме.

В рубежный контроль № 1 входят вопросы по следующим темам: способы выражения концентрации растворов; стехиометрические расчеты, окислительно-восстановительные реакции. В рубежный контроль № 2 входят вопросы по темам: строение атома; химическая связь и комплексные соединения. В рубежный контроль № 3 входят следующие вопросы: химическая термодинамика, химическая кинетика, химическое равновесие, гальванические элементы, электролиз.

**Рубежный контроль № 1****Общая химия****Вариант 1**

1. Дайте определения понятиям: атом, простое вещество, изотопы. Приведите примеры.
2. Рассчитайте массу и число молекул, содержащееся в 2 л кислорода при н.у.
3. Рассчитайте объем водорода (н.у.) и массу сульфата алюминия, образующиеся при взаимодействии 10 г алюминия с серной кислотой.
4. 3,47 г металла присоединяют 5,992 л водорода (объем измерен при 17°C и 755 мм.рт.ст.). Удельная теплоемкость металла равна 3,5564 Дж/К·г. Вычислите эквивалентную массу, валентность и точную атомную массу металла. Какой это металл?
5. Постройте графические формулы соединений:  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$ . Назовите и классифицируйте соединения.
6. Определите стехиометрическую, структурную и электронную валентность кислорода в соединении:  $\text{K}_2\text{O}_2$ . Ответ поясните.
7. Уравняйте реакцию методом полуреакций. Укажите окислитель, восстановитель, тип ОВР:  
 $\text{FeSO}_4 + \text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$

**Рубежный контроль №2****Общая химия****Вариант 1**

1. Сформулируйте принцип неопределенности Гейзенберга. Приведите его математическое выражение.

2. Напишите полную и краткую электронные формулы атома астата, укажите его валентные электроны, для валентных электронов напишите электронно-графическую формулу, последний электрон охарактеризуйте 4 квантовыми числами.
3. Методом ВС рассмотрите образование:  $\text{SF}_4$  и  $\text{NO}_2^-$ . Изобразите их геометрическое строение, укажите кратность связи и валентный угол.
4. Методом МО покажите образование химической связи в молекуле  $\text{O}_2$ . Рассчитайте кратность связи, определите магнитные свойства молекулы, сравните энергию ионизации молекулы и атома кислорода.
5. Сформулируйте основные положения метода МО.
6. Дайте название и назовите составные части комплексного соединения:  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ . Классифицируйте его по четырем признакам, напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации, а также выражение константы нестойкости. Рассмотрите образование химической связи в комплексе методами ВС и ТКП.
7. Уравняйте реакцию методом полуреакций:  $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + \dots$
8. Какой объем оксида азота (IV) (н.у.) можно получить взаимодействием меди с 3 л 0.1 н раствора азотной кислоты?

### Рубежный контроль №3

#### Общая химия

#### Вариант 1

1. В сосуде ёмкостью 8,5 л установилось равновесие:  $\text{CO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{COCl}_2(\text{г})$ . Состав равновесной смеси: 11 г CO, 38 г  $\text{Cl}_2$ , 42 г  $\text{COCl}_2$ . Вычислите константу равновесия.
2. Вещества А и В количеством 3 и 4 моль находятся в сосуде емкостью 2 л. Вещества реагируют друг с другом следующим образом:  $5\text{A} + 3\text{B} \leftrightarrow \text{A}_5\text{B}_3$ . Прореагировало 1,6 моль вещества А. Рассчитайте количество (в моль) израсходованного вещества В и полученного продукта ( $\text{A}_5\text{B}_3$ ). Рассчитайте константу равновесия.
3. Для реакции:  $2\text{H}_2 + 2\text{NO} = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  получена зависимость:

концентрация						
NO	0,012	0,012	0,012	0,002	0,004	0,006
H <sub>2</sub>	0,002	0,004	0,006	0,012	0,012	0,012
Скорость	0,20	0,40	0,60	0,30	1,20	2,70

Определите частные порядки и константу скорости реакции. Выведите кинетическое уравнение реакции. Вычислите скорость реакции при концентрациях: а)  $\text{C}(\text{NO}) = \text{C}(\text{H}_2) = 0,012$  моль/л; б)  $\text{C}(\text{NO}) = \text{C}(\text{H}_2) = 0,024$  моль/л; в)  $\text{C}(\text{NO}) = 0,05$  моль/л,  $\text{C}(\text{H}_2) = 0,01$  моль/л;

4. Приведены константы скорости (моль/л·с) прямой и обратной реакции в системе:  $2\text{HI} \leftrightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$

T, K	$k_{\text{прямой реакции}}$	$k_{\text{обратной реакции}}$	647	$8,59 \cdot 10^{-5}$	$5,23 \cdot 10^{-3}$
556	$3,52 \cdot 10^{-7}$	$4,44 \cdot 10^{-5}$	666	$2,20 \cdot 10^{-4}$	$1,41 \cdot 10^{-2}$
575	$1,22 \cdot 10^{-6}$	$1,32 \cdot 10^{-4}$			
629	$3,02 \cdot 10^{-5}$	$2,52 \cdot 10^{-3}$			

Вычислите энергии активации прямой и обратной реакций. Вычислите энтальпию реакции ( $\Delta H^\circ_r$ ) как разность энергии активации прямой и обратной реакций. Рассчитайте несколько значений констант равновесия. Вычислите энергию Гиббса и энтропию процесса.

5. Составьте 2 электрохимические схемы гальванических элементов, в одной из которых никель был катодом, в другой - анодом. Напишите уравнения происходящих процессов. Рассчитайте ЭДС при концентрации электролитов 0,01 моль/л.
6. Три электролизера соединены последовательно. В первом находится раствор  $\text{AgNO}_3$ , во втором -  $\text{CuSO}_4$ , в третьем -  $\text{BiCl}_3$ . При электролизе выделилось 5,4 г серебра. Найдите массу выделившейся при этом меди и висмута. Напишите уравнения процессов, которые происходят при электролизе каждой соли.

7. Изделие покрывают слоем никеля, пропуская ток силой 12 А ( $\eta = 100\%$ ). Какое время потребуется, чтобы нанести покрытие из никеля ( $\rho(\text{Ni}) = 8,7 \text{ г/см}^3$ ) толщиной 8 мкм на изделие, площадь поверхности которой равна 500 см<sup>2</sup>.

### Вопросы к зачету

1. Укажите возможные и устойчивые степени окисления ванадия. Как и почему изменяются радиусы атомов элементов подгруппы ванадия?
2. Методами ВС и ТКП опишите строение и свойства комплексного соединения:  $[\text{Mn}_x(\text{CO})_y]$ .
3. Оценить термодинамическую возможность получения вольфрама восстановлением оксида вольфрама (VI) водородом при 500°C.
4. Напишите формулы соединений: дихромат аммония, гидразин, тиосульфат натрия, нитрит калия, вольфрамовая кислота.
5. Закончите уравнения кислотно-основных взаимодействий, назовите образующиеся продукты:  
 $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$        $\text{Cl}_2\text{O} + \text{CaO} \rightarrow$        $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$        $\text{VO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$        $\text{SnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
6. Закончите уравнения окислительно-восстановительных реакций, одну из реакций уравняйте методом полуреакций:  
 $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow$        $\text{KClO}_3 + \text{MnO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$        $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
7. Осуществите цепочку превращений:  
 $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$
8. Какой объем соды потребуется для полной нейтрализации 200 мл 2н. раствора ортофосфорной кислоты.
9. Газ, выделившийся при действии 6 г цинка на 37,4 мл 14,6%-ной соляной кислоты ( $\rho = 1,07 \text{ г/мл}$ ), пропущен над нагретым оксидом меди (II) массой 8 г. Рассчитайте, каким минимальным объемом 20%-ной серной кислоты ( $\rho = 1,14 \text{ г/мл}$ ) надо обработать полученную смесь, чтобы выделить из нее металлическую медь?

### Структура зачета

#### 1. Расчетная задача по уравнению реакции.

Пример: Рассчитайте объем оксида азота (II), выделившийся при взаимодействии меди с 200 мл 2 М серной кислоты. Реакцию уравняйте методом полуреакций, укажите окислитель и восстановитель.

#### 2. Термохимический расчет.

Пример: С помощью термодинамических расчетов установите возможность взаимодействия магния с углекислым газом с образованием оксида магния при 300 К.

#### 3. Строение атома.

Пример: Запишите полную, краткую, электронно-графическую формулы атома.... Последний электрон охарактеризуйте 4 квантовыми числами. Покажите валентные возможности атома.

#### 4. Химическая связь.

Пример: Покажите образование химической связи в молекуле (анионе) .... Укажите его строение, валентный угол, кратность связи.

#### 5. Электрохимия.

Пример: составьте электрохимическую схему медь-цинкового гальванического элемента. Запишите электродные процессы и токообразующую реакцию. Рассчитайте ЭДС при концентрации электролитов 0,1 моль/л.

Пример: Какие процессы протекают при электролизе раствора хлорида натрия? Рассчитайте минимальное напряжение разложения и объем газа, выделившегося на аноде за 2 часа при силе тока 5 А и коэф. выхода по току 70 %.

#### 6. Равновесие.

Пример: Рассчитайте константу равновесия реакции:  $\text{A} + \text{B} = 2\text{C}$ ;  $\Delta\text{H}^\circ < 0$ , если исходные концентрации реагирующих веществ были равны 5 моль/л, а к моменту равновесия прореагировало 50% вещества А. В каком направлении сместится равновесие при увеличении давления, температуры и концентрации вещества С?

#### 7. Растворы.

Пример: Рассчитайте осмотическое давление 1 М раствора сахара при 10 °С.

Пример: Рассчитайте растворимость гидроксида алюминия в воде.

### 8. Гидролиз солей.

Пример: напишите уравнения гидролиза карбоната натрия в ионном и молекулярном виде по первой ступени. Рассчитайте pH 0,5 М раствора соли.

В соответствии с рейтинговой системой при изучении курса неорганической химии проводится 3 рубежные контрольные работы. Рубежные контроли проводятся в письменной форме.

В рубежный контроль № 1 входят вопросы по следующим темам: взаимодействие металлов с кислотами, щелочами и водой, кислотно-основные взаимодействия, химия водорода и галогенов. В рубежный контроль № 2 входят вопросы по химии элементов шестой, пятой и четвертой и третьей группам. В рубежный контроль № 3 входят вопросы по химии d-металлов.

## VI. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем курса – 72 часа, 2 зачетные единицы, в том числе 24 часа – аудиторная нагрузка, из которых 12 часов – лекции, 12 часов – практические занятия, 48 часов – самостоятельная работа студентов. Читается на 4 курсе (7 семестр), итоговая форма отчетности – зачет.

### Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
<b>Трудоемкость изучения дисциплины</b>	72 / 2
<b>Обязательная контактная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>24</b>
в том числе:	
лекции	12
семинары	-
практические занятия	12
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>48</b>
в том числе:	
Подготовка к практическим занятиям	14
Подготовка домашней работы	24
Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	10
<b>Итого:</b>	72

### Разделы дисциплин и виды занятий.

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц			
		лекции	семинары	практические занятия	СРС
1	Раздел 1. Введение.	1		1	3
2	Раздел 2. Препаративные методы химии твердого тела.	1		1	5
3	Раздел 3. Ионная проводимость в твердых телах.	1		1	5
4	Раздел 4. Высокотемпературные сверхпроводники.	2		1	8
5	Раздел 5. Сегнето-, пиро- и пьезоэлектрики.	1		2	3
6	Раздел 6. Магнитные свойства твердых тел.	2		1	6
7	Раздел 7. Люминесценция и лазеры.	1		1	5
8	Раздел 8. Стеклообразные	2		2	8

	<b>материалы, керамика и композиты.</b>				
9	<b>Раздел 9. Кристаллохимический дизайн.</b>	1		2	5
	<i>Итого: 72 часа</i>	12		12	48

**СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ**

<b>№ п/п</b>	<b>СТРУКТУРА</b>	<b>Баллы по каждому модулю</b>
1.	Рубежный контроль № 1 Рубежный контроль № 2 Рубежный контроль № 3	до 15 до 15 до 15
2.	Зачет	55
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>100</b>

**Пересчет на 5 балльную систему**

<b>2 (неудовлетворительно)</b>	<b>3 (удовлетворительно)</b>	<b>4 (хорошо)</b>	<b>5 (отлично)</b>
<b>&lt; 50</b>	<b>50-64</b>	<b>65-84</b>	<b>85-100</b>