

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра химии**

СОГЛАСОВАНА

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

И.о. декана химико-биологического

\_\_\_\_\_ профессор Саламов А.М.

факультета \_\_\_\_\_ М.К.Дакиева

« 13 » \_\_\_\_\_ марта \_\_\_\_\_ 2025 г.

« 18 » \_\_\_\_\_ марта \_\_\_\_\_ 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СОВРЕМЕННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Факультет:** химико-биологический

**Направление подготовки /специальность:** 04.03.01. Химия

**Программа:** бакалавриат

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**МАГАС  
2025**

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями изучения дисциплины «Современная неорганическая химия» являются:

- подготовка высококвалифицированных специалистов, знающих современное состояние неорганической химии, ее роль в современном естествознании, фундаментальные основы методов получения объектов исследования неорганической химии и материалов на их основе;
- фундаментальные подходы к дизайну и синтезу новых неорганических соединений, методы описания химической связи и строения неорганических соединений.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

Таблица 1.1.

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
<b>01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)</b>	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

<b>2.010 Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств</b>	А	Проведение работ по исследованиям лекарственных средств	6	Проведение работ по фармацевтической разработке	А/01.6	6
				Проведение и мониторинг доклинических исследований лекарственных средств	А/02.6	6
				Проведение и мониторинг клинических исследований лекарственных препаратов	А/03.6	6
<b>26.008 Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий</b>	А	Мониторинг состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий	6	Осуществление экологической оценки состояния поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий	А/01.6	6
				Оценка риска и осуществление мер профилактики возникновения очагов вредных организмов на поднадзорных территориях с применением природоохранных биотехнологий	А/02.6	6
				Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов	А/06.6	6
				Составление прогнозных оценок влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий	А/04.6	6

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современная неорганическая химия» относится к дисциплинам по выбору Блока 1, является альтернативной дисциплине «Избранные главы неорганической химии»; изучается в 6 семестре.

Таблица 2.1.

**Связь дисциплины «Современная неорганическая химия» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Современная неорганическая химия»	Семестр
Б1.В.ДВ.02.01.	Элементарный курс химии	1
Б1.О.06	Неорганическая химия	2,3
Б1.В.09	Аналитическая химия	4,5
Б1.В.06	Квантовая химия	4
Б1.О.09	Строение вещества	5

Таблица 2.2.

**Связь дисциплины «Современная неорганическая химия» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Современная неорганическая химия»	Семестр
Б1.О.07	Органическая химия	6,7
Б1.О.08	Физическая химия	6,7
Б1.В.07	Высокомолекулярные соединения	8
Б1.В.ДВ.03.01	Коллоидная химия	8
Б1.В.ДВ.06.01	Теоретические основы неорганической химии	8

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:**

- фундаментальные подходы к дизайну и синтезу новых неорганических соединений;
- методы описания химической связи и строения неорганических соединений;
- современные экспериментальные методы исследования веществ.

**уметь:**

- интерпретировать собственные и опубликованные в литературе результаты в области неорганической химии на основе современных представлений о химической связи и реакционной способности неорганических соединений;

- планировать эксперимент, выбирая наиболее информативные методы исследования для решения конкретных задач;
- применять современное программное обеспечение для обработки экспериментальных данных и проведения теоретических расчетов;
- пользоваться базами данных и Интернет-ресурсами.

**владеть:**

- методами синтеза неорганических соединений с заданными свойствами;
- современными инструментальными методами исследования состава, строения и свойств неорганических соединений;
- навыками проведения эксперимента и обработки экспериментальных данных, способами численного моделирования и теоретического прогнозирования реакционной способности неорганических соединений.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</b>
<i>Универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i>			
<b>УК-1</b>	<b>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>	<b>УК-1.1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие и классификация систем;</li> <li>- структуру и закономерности функционирования систем;</li> <li>- особенности системного подхода в научном познании;</li> <li>- понятие о системе, её целях, задачах и общих принципах;</li> <li>- основные технологии поиска и сбора информации;</li> <li>- форматы представления информации в компьютере;</li> <li>- правила использования средств связи;</li> <li>- информационно-поисковые системы и базы данных;</li> <li>- технологию осуществления поиска информации;</li> <li>- технологию систематизации полученной информации;</li> <li>- способы статистической обработки данных, представленных в различных измерительных шка-</li> </ul>
		<b>УК-1.2.</b> Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;	
		<b>УК-1.3.</b> Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;	
		<b>УК-1.4.</b> При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои	

		выводы и точку зрения;	<p>лах и анализ полученных результатов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды и формы работы с педагогической и научной литературой;</li> <li>- требования к оформлению библиографии (списка литературы).</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с информацией, представленной в различной форме;</li> <li>- обрабатывать данные средствами стандартного программного обеспечения;</li> <li>- синтезировать информацию, представленную в различных источниках; -</li> <li>- выбирать источники информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению;</li> <li>- осуществлять поиск информации;</li> <li>- интерпретировать и ранжировать информацию, требуемую для решения поставленной задачи.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- персональным компьютером и поисковыми сервисами;</li> <li>- методиками аналитико-синтетической обработки информации из различных информационно-поисковых систем (предметизация, аннотирование, реферирование).</li> </ul>
		УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	
Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения			
ПК-4	Способен применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов.	ПК-4.1. Знает основы фундаментальных разделов математики, физики, химии, наук о Земле и биологии, необходимые в профессиональной деятельности, возможности и области применения методов экспериментальных исследований в физике.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия современной высшей математики;</li> <li>- фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма;</li> <li>- современные тенденции развития информатики и вычислительной техники, компьютерных технологий;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять математические методы для решения практических задач;</li> <li>- применять физические законы для решения практических задач;</li> <li>- применять вычислительную технику для решения практи-</li> </ul>
		ПК-4.2. Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для объяснения экспериментальных результатов; применять методы матема-	

		<p>тического анализа и моделирования, основных законов физики для решения задач профессиональной деятельности;</p> <p><b>ПК-4.3.</b> Владеет методами теоретического и экспериментального исследования; навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.</p>	<p>ческих задач;</p> <p>- работать с современным экспериментальным оборудованием;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- методами математического анализа;</p> <p>- элементами функционального анализа;</p> <p>- современными численными методами;</p>
--	--	--	---

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	6 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия	84	84
Лекции	28	28
Практические занятия	56	56
Самостоятельная работа студентов (СРС)	33	33
Контроль	27	27

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 5.1.

##### 5.1. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы			Форма текущего контроля успеваемости
			лек	практ.	самостоят.	

				ции	работы	работа	
1	Модели химической связи в неорганической химии	6		8	14	3	Тестовые задания Контрольная работа №1
2	Образование, устойчивость и реакционная способность моноядерных комплексов	6		8	16	10	Тестовые задания Коллоквиум №1
3	Полиядерные системы, взаимодействие металл-металл, основы химии кластеров	6		6	14	10	Тестовые задания Контрольная работа №2
4	Введение в электронное строение твердого тела	6		6	14	10	Коллоквиум № 2
<b>Итого</b>				<b>28</b>	<b>56</b>	<b>33</b>	

## 5.2. Содержание дисциплины «Современная неорганическая химия»

### 1. Модели химической связи в неорганической химии

Симметрия молекул, точечные группы симметрии. Симметрия орбиталей, таблица характеров, представления. Метод МО-ЛКАО для многоатомных молекул. Диаграммы Уолша: геометрия молекул. Некоторые принципы и следствия метода МО-ЛКАО. Локализация, делокализация, гибридизация на примерах соединений элементов второго периода. Гипервалентность, электронодефицитные молекулы. Принцип изоглобального соответствия. Ван-дер-Ваальсово взаимодействие в молекулярных твердых телах, клатраты. Ионная модель строения кристаллов, константа Маделунга, энергия ионной решетки.

### 2. Образование, устойчивость и реакционная способность многоядерных комплексов.

Условия образования координационной связи в рамках ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона – квантовомеханические основы и количественный аспект – уравнение Драго-Вейланда. Устойчивость комплексов, энтропийный вклад: хелатирование, взаимодействие с макролигандами, сольватный эффект. Особенности комплексообразования d-элементов. Расщепление орбиталей в полях различной симметрии. Факторы, влияющие на параметры



расщепления, спектрохимический ряд лигандов (взаимосвязь орбитального строения лиганда с его положением в ряду).

Реальная электронная конфигурация атомов, термы. Расщепление термов основного состояния в зависимости от симметрии окружения. Энергетические диаграммы для многоэлектронных систем (Оргела и Танабе-Сугано). Спектры электронных переходов. Магнитные свойства комплексов. Явление переноса заряда, Пи-связывание, образование кратных связей металл-лиганд. Комплексы d-элементов с Пи-донорными лигандами: комплексы с CO, NO, ненасыщенными углеводородами; металлоцены, фуллериды, металлокарбены (Фишера и Шрока) – взаимосвязь характера химической связи и реакционной способности.

Механизмы реакций с участием мооядерных комплексов. Энергия активации. Предсказание реакционной способности по электронной конфигурации центрального атома (на примере первого переходного ряда). Механизмы окислительно-восстановительных реакций: процессы переноса электрона и переноса атома, внутри- и внешнесферные процессы. Окислительное присоединение и восстановительное элиминирование. Понятие о каталитическом цикле, катализ с участием комплексов переходных металлов.

### **3. Полиядерные системы, взаимодействие металл-металл, основы химии кластеров.**

Типы взаимодействия металл-металл в многоядерных комплексах. Прямое взаимодействие, косвенный магнитный обмен. Опосредованное взаимодействие между атомами металла в полимерных комплексах, кооперативный эффект Яна-Теллера.

Связь металл-металл в биядерных комплексах: соединения типа  $[M_2X_8]^{n-}$  и  $M_2(OCR)_4$ . Понятие о сигма-компоненте химической связи на примерах соединений с четырехкратной связью металл-металл. Изменение кратности связи в соединениях 4d и 5d металлов при «движении по периоду»; устойчивость и реакционная способность соединений при изменении кратности связи.

Кластеры, правило ЭАН. Строение и свойства кластерных соединений типа  $M_6X_8$  и  $M_6X_{12}$ . Числа КВЭ и КСЭ, электрондефицитные соединения с многоцентровой связью металл-металл. Внешние лиганды и лигандный обмен в рядах соединений типа  $M_6X_8$  и  $M_6X_{12}$  от Zr(Hf) до Pd(Pt). Конденсация кластерных фрагментов.

Полианионные кластеры на примере соединений элементов подгруппы фосфора, применение методов МО и ВС для описания их электронного строения. Фазы Цинтля.

#### **4. Введение в электронное строение твердого тела.**

Зонная структура твердого тела. Образование зон в результате перекрывания орбиталей. Характеристики зоны, плотности состояний. Металлы, диэлектрики. Полупроводники: собственные и несобственные. Границы применимости зонной модели.

Электронное строение оксидов d-металлов со структурой каменной соли.

Модель приближения химической связи. Изменение электрофизических свойств от металла до диэлектрика в ряду  $\text{TiO-NiO}$ , влияние нестехиометрии на изменение электрофизических свойств.

Оксиды со структурой типа  $\text{ReO}_3$ , d-p перекрывание при взаимодействии «катион-анион-катион на 180 о». Бронзы, перовскиты: переход металл-диэлектрик в зависимости от природы металла и заселенности «А»-позиции. Гомологические ряды оксидных соединений.

Низкоразмерные твердые тела. Цепочечные структуры: одномерная проводимость, Пайерлсовское искажение. Двумерные проводники на примерах халькогенидов d-металлов типа  $\text{MX}_2$ , интеркалаты.

### **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Изучение теоретического материала осуществляется с помощью электронных средств обучения при непосредственном прочтении данного материала лектором.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

### **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Самостоятельная работа студентов по курсу призвана не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

При выполнении плана самостоятельной работы студенту необходимо изучить теоретический материал, не только в учебниках и учебных пособиях, указанных в библиографических списках, но и познакомиться с публикациями в периодических изданиях.

Лекционные занятия проводятся 1 раз в неделю в объеме 2 часов и 2 часов практических занятий в шестом учебном семестре. После окончания изучения каждой темы студенты проходят собеседование, тестовый контроль.

7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Дж. Хьюи. Неорганическая химия. – Л., Химия, 1986.
2. Ч.Н.Р. Рао, Дж.Гопалакришнан. Новые направления в химии твердого тела.- Новосибирск, Наука, 1990.
3. Р.Хоффман. Строение твердых тел и поверхностей: взгляд химика-теоретика. – М., Мир, 1990.

7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

**Таблица 7.1.**

**Содержание самостоятельной работы обучающихся**

<i>Номер раздела</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Формы работы</i>
1.	Модели химической связи в неорганической химии	3	собеседование, тестовый контроль
2.	Образование, устойчивость и реакционная способность мооядерных комплексов	10	собеседование, тестовый контроль
3.	Полиядерные системы, взаимодействие металл-металл, основы химии кластеров	10	Собеседование, тестовый контроль
4.	Введение в электронное строение твердого тела	10	Собеседование, тестовый контроль

**8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

***Вопросы для собеседования***

1. Что называют принципом неопределенности и соотношением неопределенности?
2. Применимо ли понятие траектории движения к микрочастицам? Чем это определяется и какое понятие его заменяет?
3. 3 . Неопределенность положения электрона равна:
4. а)  $10^{-10}$  м; б) 1 см. Какой будет при этом неопределенность в импульсе и скорости?

5. Неопределенность в скорости электрона равна  $10^8$  см/с. Найдите соответствующую неопределенность в положении электрона.
6. Погрешность в определении положения электрона равна: а) 0,5 см; б) 0,05 нм. Какой будет при этом погрешность в определении скорости? Для второго случая сравните  $\Delta V$ , выраженную в км/с, со скоростью движения электрона по первой орбите Бора.
7. Скорость движения электрона по первой боровской орбите равна 2187 км/с. Если погрешность в определении скорости равна 1 км/с, то какой будет при этом погрешность в определении координаты? Сравните ее со значением радиуса орбиты.
8. Свет имеет двойственную природу, поэтому энергия фотона может быть выражена двумя уравнениями:  $E=h\nu$  и  $E=mc^2$ . Найдите отсюда взаимосвязь между длиной волны, скоростью света и массой фотона. Получите уравнение де Бройля, заменив фотон любой микрочастицей. Почему корпускулярно-волновой дуализм свойствен только микрочастицам?
9. Какое экспериментальное подтверждение нашла гипотеза де Бройля о волновых свойствах микрочастиц?
10. Чему равна дебройлевская длина волны электрона, движущегося со скоростью: а)  $6 \cdot 10^6$  м/с; б) 2187 км/с?
11. Чему равна масса фотона красного света ( $\lambda=648$  нм)? Сравните ее с массой
12. электрона ( $9,11 \cdot 10^{-28}$  г).
13. Чему равен импульс фотона для света с  $\lambda=485$  нм?
14. Энергия фотона равна  $5 \cdot 10^{-19}$  Дж. Найдите длину волны этого излучения. Чему равны длина волны, масса и импульс для фотона с энергией 6,7 эВ?
15. Если атом гелия имеет энергию 0,04 эВ (энергия теплового движения при комнатной температуре), то какой будет соответственно дебройлевская длина волны?
16. Что называют энергией ионизации? Какая величина имеет с ней одинаковое числовое значение? В каких единицах они измеряются?
17. Чему равно число всех возможных ионизационных потенциалов для данного атома и что является причиной увеличения их значений в ряду:  $I_1 < I_2 < I_3 \dots$ ?
18. Как зависит величина ионизационного потенциала от значения для электрона главного квантового числа и чем эта зависимость обусловлена?
19. Как можно по экспериментально найденным ионизационным потенциалам установить наличие в атоме электронных слоев и число электронов, которые они содержат? Покажите это, пользуясь значениями этих величин для бериллия:  $I_1=9,3$ ;  $I_2=18,2$ ;  $I_3=153,7$  и  $I_4=217$  эВ.
20. Как должны отличаться друг от друга ионизационные потенциалы атомов: а) натрия и хлора, б) калия и криптона, в) бериллия и бария?
21. Что называют сродством атома к электрону? Для каких элементов эта величина имеет наибольшее положительное значение и для каких отрицательное значение? Какие экспериментальные данные указывают на невозможность существования многозарядных простых ионов?
22. Какой вывод можно сделать о свойствах элемента по значению для него ионизационного потенциала и сродства к электрону?

23. Что называют абсолютной и относительной электроотрицательностью? Как по значению этой величины можно, судить о направлении смещения электронной плотности при образовании связей?
24. Что называют степенью окисления элемента и чему равна их общая сумма в молекуле и ионе?
25. При высоких или низких значениях степень окисления элемента может быть равна заряду его свободного простого иона?
26. Может ли длина связи быть равной сумме радиусов двух атомов, которые её образуют? Покажите и объясните на примере молекулы  $H_2$ , зная, что  $r/H=0,053\text{ нм}$ , а  $d/H-H=0,074\text{ нм}$ .
27. Вычислите энергию  $\sigma$ -связи C-C, если стандартная теплота образования C-H из газообразных углерода и водорода равна  $-2815\text{ кДж/моль}$ , а энергия  $\sigma$ -связи C-H равна  $-411,3\text{ кДж/моль}$ .
28. Энергия диссоциации HI равна  $298,4\text{ кДж/моль}$ . Можно ли разложить HI на элементы при облучении ультрафиолетовым светом  $\lambda = 2 \cdot 10^{-10}\text{ м}$ ? Какую энергию надо затратить, чтобы разложить  $5 \cdot 10^{-3}\text{ г HI}$ ?
29. Почему максимальная ковалентность фосфора может быть равной пяти, а у азота такое состояние отсутствует?
30. В рамках теории ВС объяснить, почему у большинства p-элементов с переменной валентностью её значения различаются на 2?
31. Для каких элементов, имеющих электронные конфигурации внешнего слоя атома  $3s^2 p^2$ ,  $4s^2 p^4$ ,  $5s^2 p^5$ ,  $6s^1 p^5$  характерны переменная чётная и переменная нечётная валентность?
32. На основании разности электроотрицательности атомов элементов укажите, как изменяется степень ионности связи в соединениях HF, HCl, HBr, HI?
33. Рассчитайте эффективные заряды атомов водорода и хлора, образующих ковалентную полярную связь, если  $\mu_{\text{ксп}}$  молекулы HCl равен  $3,4 \cdot 10^{-30}\text{ Кл}\cdot\text{м}$ , а длина связи H-Cl равна  $1,27 \cdot 10^{-10}\text{ м}$ .
34. Как можно объяснить, что аммиак и трифторид азота, имеющие одинаковую пирамидальную форму и содержащие атомы элементов с примерно одинаковым различием в электроотрицательности, существенно различаются по величине дипольных моментов:  $\mu(NH_3) = 0,49 \cdot 10^{-29}\text{ Кл}\cdot\text{м}$ ,  $\mu(NF_3) = 0,07 \cdot 10^{-29}\text{ Кл}\cdot\text{м}$ ?
35. Как согласовать малую полярность связи в молекуле CO ( $\mu = 3,33 \cdot 10^{-31}\text{ Кл}\cdot\text{м}$ ) со значительным различием в ЭО C и O ЭО(C)=2,5; ЭО(O) = 3,5.
36. Длина связи H-F равна  $0,092\text{ нм}$ , а полярность составляет 45%. Найдите  $\mu/H-F$ .
37. Установить пространственную структуру следующих молекул:
  - a)  $COS$ ,  $COCl_2$ ,  $CF_4$ ,  $SiF_6^{2-}$ ;
  - b)  $NH_3$ ,  $NO_2^-$ ,  $PH_3$ ,  $PO_4^{3-}$ ;

- c)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SCl}_2$ ,  $\text{SF}_4$ ,  $\text{SO}_2\text{F}_2$ ;  
d)  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{JO}_6^{5-}$ .

38. Покажите влияние неподелённых электронных пар /НП/ на форму молекул  $\text{BrF}_3$ ,  $\text{SF}_4$ ,  $\text{JCl}_4^-$ ,  $\text{JF}_5$ . Предскажите /экваториальное или аксиальное/ расположение НП.
39. Как на основе теории МО определяют кратность связи между двумя атомами? Приведите примеры.
40. Как теория МО объясняет невозможность образования молекул  $\text{He}_2$ ,  $\text{Be}_2$ ,  $\text{Ne}_2$ .
41. Как теория МО объясняет: а) диамагнетизм молекул  $\text{N}_2$ ,  $\text{F}_2$ ; б) парамагнетизм  $\text{B}_2$  и  $\text{O}_2$ .
42. Составить энергетическую диаграмму МО частиц  $\text{NO}^+$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{NO}^-$  и сравнить их кратность и  $E_{\text{св}}$ ?
43. Составить энергетическую диаграмму МО и АО молекулы  $\text{LiH}$  Какие орбитали в ней являются связывающими, а какие несвязывающими ?
44. У какой молекулы  $\text{N}_2$  или  $\text{CO}$  больше энергия диссоциации?
45. Объясните, почему отрыв одного электрона от молекулы  $\text{CO}$  приводит к ослаблению связи , а от молекулы  $\text{NO}^-$  к её упрочнению ?
46. Температура плавления  $\text{CaCl}_2=780^\circ\text{C}$ ,  $\text{CdCl}_2=560^\circ\text{C}$  радиус  $\text{Ca}$  равен 0,104 нм,  $\text{Cd}$ —0,09 нм. Объяснить различие температур плавления.
47. При переходе от  $\text{CsF}$  к  $\text{CsI}$  температура плавления кристаллов уменьшается. Объяснить наблюдаемый ход изменения температуры плавления.
48. Объяснить неустойчивость гидроксидов меди (I) и серебра (I).
49. Объяснить с позиций представлений о поляризации ионов меньшую устойчивость  $\text{AuCl}_3$  в сравнении с  $\text{AuCl}$ .
50.  $\text{K}_2\text{CO}_3$  плавится при  $890^\circ\text{C}$  без разложения,  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  разлагается уже при  $220^\circ\text{C}$ . Объяснить указанное различие.
51.  $\text{BaCl}_2$  в водных растворах диссоциирует полностью, а  $\text{HgCl}_2$  почти не диссоциирует. Объясните это различие в свойствах солей.
52. Что называют дополнительным поляризационным эффектом? Объяснить, как его наличие в соединениях  $\text{Hg}^{2+}$  делает оксид  $\text{HgO}$  менее устойчивым, чем оксид  $\text{ZnO}$ , несмотря на больший радиус иона ртути.
53. Какое соединение термически более устойчиво: а)  $\text{PbCO}_3$  и  $\text{CaCO}_3$ , б)  $\text{HgCl}_4$  и  $\text{PbCl}_4$ , в)  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{NiCl}_3$ , г)  $\text{Zn(OH)}_2$  и  $\text{Ca(OH)}_2$ , д)  $\text{MgCO}_3$  и  $\text{SrCO}_3$ .
54. Чем объясняется разность температур кипения азота ( $-195,8^\circ\text{C}$ ), кислорода ( $-183^\circ\text{C}$ ) и фтора ( $-187,9^\circ\text{C}$ )? Почему намного отличается от них температура кипения хлора ( $-34^\circ\text{C}$ )?

55. Чем объяснить разную энергию водородных связей.
56. Как и почему изменяется агрегатное состояние простых веществ при комнатной температуре в ряду фтор-йод. Какое агрегатное состояние должен иметь астат?
57. Чем объяснить, что температура плавления воды значительно выше температуры плавления фтороводорода ( $-83^{\circ}\text{C}$ ), хотя дипольный момент молекулы воды ( $0,61 \cdot 10^{-29}$  Кл·м) меньше, чем молекулы HF ( $0,636 \cdot 10^{-29}$  Кл·м).

***Примерный комплект заданий для контрольных работ***

***Вариант 1***

1. Что называют принципом неопределенности и соотношением неопределенности.
2. Для скольких АО сумма  $n+l=8$ ? Есть ли такие орбитали у элементов периодической системы? Атомы, каких элементов имеют наибольшее значение суммы  $n+l$ ?
3. Напишите электронно-графические формулы: Cr,  $\text{Cl}^{+5}$ ,  $\text{Te}^{-2}$ , Tb.
4. Напишите электронные формулы еще неоткрытых элементов №108, №113 и укажите, какое место они займут в периодической системе.
5. Скорость движения электрона по первой боровской орбите равна 2187 км/с. Если погрешность в определении скорости равна 1 км/с, то какой будет при этом погрешность в определении координаты? Сравните ее со значением радиуса орбиты.
6. Поясните причину различия в величинах ионных радиусов для изоэлектронных ионов;  $1,33(\text{F}^-)$ ;  $1,36(\text{O}^{2-})$ ;  $0,98(\text{Na}^+)$ ;  $0,74(\text{Mg}^{2+})$ ;  $0,57(\text{Al}^{3+})$
7. Объясните особо низкую устойчивость соединений р-элементов 6-периода в высшей С.О.

***Вариант 2***

1. Применимо ли понятие траектории движения к микрочастицам? Чем это определяется и какое понятие его заменяет?
2. Укажите значение квантовых чисел для внешних электронов в атомах элементов с порядковым номером 11, 14, 20, 23, 33.
3. Напишите электронно-графические формулы: Pd,  $\text{Zr}^{+2}$ ,  $\text{S}^{-2}$ .
4. На основании учения о строении атома объясните, почему энергетический s-подуровень включает одну орбиталь, p-подуровень - три, d-подуровень - пять и f-подуровень - семь. Укажите там число электронов на этих подуровнях.
5. Чему равна дебройлевская длина волны электрона, движущегося со скоростью: а)  $6 \cdot 10^6$  м/с; б) 2187 км/с?
6. Энергия ионизации при последовательном отрыве электрона от атомов Mg составляет:  $E_1=733$ ,  $E_2=1447$  и  $E_3=7718$  кДж/моль. Чем объяснить резкое возрастание  $E_3$ ?

7. Какую структуру должен иметь восьмой период? Повторяет ли он полностью седьмой период?

### Вариант 3

1. Чем объяснить невозможность образования 100% ионной связи и чему примерно равна доля ковалентности в наиболее ионных бинарных соединениях?
2. Установите пространственную структуру следующих молекул и ионов, определив орбитали центрального атома и их тип гибридизации:  $\text{NF}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ .
3. Как должны меняться значения моментов диполей молекул в ряду: а)  $\text{ClF}$ - $\text{BrF}$ - $\text{IF}$ ; б)  $\text{NH}_3$ - $\text{PH}_3$ - $\text{AsH}_3$ ?
4. Поляризуемость какого из ионов больше:  $\text{F}^-$  или  $\text{Br}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$  или  $\text{Te}^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  или  $\text{I}^-$ ? Объясните причину.
5. Тпл. для  $\text{NaF}$ =997°C,  $\text{MgF}_2$ =1398°C,  $\text{AlF}_3$ =1040°C,  $\text{SiF}_4$ =-90°C,  $\text{PF}_5$ =-94°C,  $\text{SF}_6$ =-56°C. Объяснить наблюдаемую зависимость. Объяснить резкое различие Тпл.  $\text{AlF}_3$  и  $\text{SiF}_4$  считая, что полярность связи равномерно уменьшается от  $\text{NaF}$  к  $\text{SF}_6$ .
6. Чем объяснить значительно более высокие Тпл. и Тк. воды и плавиковой кислоты по сравнению с теми, которые должны соответствовать их молярным массам?
7. Электрический момент диполя молекулы  $\text{H}_2\text{S}$  равен  $0,31 \cdot 10^{-29}$  Кл·м, а  $\text{H}_2\text{Se}$ - $0,08 \cdot 10^{-29}$  Кл·м. Определите, как относятся длины диполей обеих молекул.

### Вариант 4

1. Почему при наличии одной связи между атомами она может быть только  $\sigma$ -связью? При каких условиях образуется  $\pi$ - и  $\delta$ -связи?
2. Сколько связей у атома серы в молекуле  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ , у углерода в молекуле  $\text{COCl}_2$ ; как это согласуется с типом гибридизации?
3. Какая молекула может существовать и почему?  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{FCl}_3$ ,  $\text{BrI}_3$ ,  $\text{IBr}_3$ .
4. Как изменяется поляризующее действие ионов s-элементов второй группы от Mg к Ba и почему это приводит к повышению термической устойчивости их карбонатов в той же последовательности?
5. Тк.  $\text{HF}$ =293K,  $\text{HCl}$ =188K,  $\text{HBr}$ =206K,  $\text{HI}$ =238K. Объясните причины изменения этой величины.
6. Какое соединение более термически устойчиво?  $\text{PbCO}_3$  или  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{PbCl}_4$  или  $\text{PbBr}_4$ .
7. Рассчитайте эффективный радиус иона Na в кристалле NaF, если константа решетки его равна  $2,31 \cdot 10^{-10}$  м, радиус иона  $\text{F}^-$  равен  $1,33 \cdot 10^{-10}$  м.



Через серебряный кулонометр пропускали ток в течение 3ч. Амперметр показывал силу тока равную 0,9А. Найти % погрешности, даваемый амперметром, если за это время в кулонометре на катоде выделилось 12,32г серебра.

### Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы
хорошо	допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной
удовлетворительно	В ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно
неудовлетворительно	Ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов не аргументированы или аргументированы неправильно

### Примерные варианты тестовых заданий

#### Вариант 1

- Изоэлектронные атомы и ионы
  - $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$
  - $\text{Co}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$
  - $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$
  - $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}$
- Электронная емкость f -подуровня
  - 14
  - 6
  - 18
  - 10
- Энергия сродства к электрону в периоде
  - не изменяется
  - уменьшается
  - увеличивается
  - остаются постоянной
- Разрешенный набор квантовых чисел электрона
  - $n = 3$ ,  $l = 0$ ,  $m = 1$
  - $n = 2$ ,  $l = 1$ ,  $m = 0$

- 3)  $n = 3, l = 2, m = -1$       4)  $n = 3, l = 2, m = 3$
5. Наименьший радиус имеет ион  
1)  $\text{Cs}^-$  2)  $\text{Ba}^{2+}$  3)  $\text{Te}^{2-}$  4)  $\text{I}$
6. Модель атома, созданная Э.Резерфордом называется \_\_\_\_\_
7. Число уровней у атома определяется \_\_\_\_\_ квантовым числом
8. Энергия отрыва электрона от атома называется энергией \_\_\_\_\_
9. Если электрон делает выбор между 4d и 5s атомной орбиталью, то атом содержит \_\_\_\_\_-электронов
10. Установить соответствие между электронными конфигурациями и химическими частицами
- |                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| 1: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ | A: $\text{Na}^+$   |
| 2: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ | Б: N               |
| 3: $1s^2 2s^2 2p^6$           | В: $\text{S}^{2-}$ |
| 4: $1s^2 2s^2 2p^3$           | Г: Al              |
11. Расположить в правильной последовательности заполнения энергетических подуровней в атомах  
A: 5s   Б: 4d   В: 3d   Г: 5p   Д: 6s   Е: 4p

### **Вариант 2**

1. Изoeлектронные атомы и ионы  
1)  $\text{Fe}^{2+}, \text{Co}^{3+}$  2) Co,  $\text{Ni}^{2+}$  3)  $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$  4)  $\text{Co}^{2+}, \text{Mn}$
2. Набор квантовых чисел  $n = 3, l = 1, s = \pm 1/2$  имеет  
1) Si 2) Al 3) Cl 4) S 5) P
3. Одинаковое количество электронов у ионов  
1)  $\text{Ba}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Cd}^{2+}$  2)  $\text{Ba}^{2+}, \text{I}, \text{Te}^{2-}$  3)  $\text{Hg}^{2+}, \text{I}, \text{Sn}$  4)  $\text{I}, \text{Cd}^{2+}, \text{Sn}^{4+}$
4. Электронная емкость g -подуровня  
1) 6 2) 14 3) 10 4) 18
5. Энергия ионизации в группе  
1) не изменяется 2) увеличивается  
3) уменьшается 4) остаются постоянной
6. Атомные орбитали дают сумму  $n + l = 9$

- 1) 6f, 7d, 8p    2) 5f, 7p, 8s    3) 4f, 5d, 6p    4) 4d, 5p, 6s
7. Число неспаренных электронов в атоме хрома в невозбужденном состоянии \_\_\_\_\_ -
8. Энергия ионизации атома Ca (эВ):  $I_1 = 6,113$ ;  $I_2 = 11,871$ ;  $I_3 = 51, 21$ . третья энергия ионизации резко возрастает из-за отрыва \_\_\_\_\_ электрона
9. Число орбиталей у атома определяется \_\_\_\_\_ квантовым числом
10. Установить соответствие между электронными конфигурациями и химическими частицами
- |   |              |
|---|--------------|
| 1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^5$ | A: $F^-$     |
| 2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ | Б: C         |
| 3) $1s^2 2s^2 2p^6$                     | В: $Fe^{+3}$ |
| 4) $1s^2 2s^2 2p^2$                     | Г: Cr        |

### **Вариант 3**

1. В ряду водородных соединений элементов VI A группы:  $H_2O - H_2S - H_2Se$  полярность связи Э – H:
- 1) увеличивается
  - 2) не изменяется
  - 3) уменьшается
  - 4) сначала уменьшается, потом увеличивается
2. Только ковалентная связь имеет место в соединении с формулой
- 1)  $Ba(OH)_2$     2)  $NH_4NO_3$     3)  $H_2SO_4$     4)  $Li_2CO_3$
3. Атом углерода в возбужденном состоянии образует:
- 1) четыре ковалентные связи, за счет четырех неспаренных электронов
  - 2) три связи, за счет двух неспаренных электронов и неподеленной электронной пары
  - 3) ни одной, атом углерода в невозбужденном состоянии химических связей не образует
  - 4) две связи, за счет двух неспаренных электронов
4. Вещество, которое не могут образовывать водородную связь
- 1)  $H_2O$     2) HF    3)  $HN_3$     4) HI
5.  $sp^3$  гибридизация реализуется полностью
- 1)  $SO_2$     2)  $CH_4$     3)  $SO_3$     4)  $ClO^-$
6. Установить соответствие между физическими свойствами и типами кристаллических решеток:

- 1: ковкость
- 2: низкая температура кипения
- 3: высокая твердость
- 4: электрическая проводимость раствора
- А: атомная
- Б: металлическая
- В: ионная
- Г: молекулярная

7. Установить соответствие между гибридизацией и молекулой или частицей

- |            |                       |
|------------|-----------------------|
| 1) $sp$    | А: $\text{BeCl}_2$    |
| 2) $sp^2$  | Б: $\text{CO}_3^{2-}$ |
| 3) $sp^3$  | В: $\text{NF}_3$      |
| 4) $sp^3d$ | Г: $\text{PF}_5$      |
|            | Д: $\text{PF}_6$      |
|            | Е: $\text{XeF}_6$     |

#### **Вариант 4**

1. Вещество с ионной связью имеет формулу

- 1)  $\text{KBr}$     2)  $\text{SO}_3$     3)  $\text{CH}_4$     4)  $\text{HCl}$

2. Атомная кристаллическая решетка характерна для

- 1) алюминия и карбида кремния
- 2) серы и йода
- 3) оксида кремния и хлорида калия
- 4) алмаза и бора

3.  $sp^2$  гибридизация реализуется полностью

- 1)  $\text{SO}_2$     2)  $\text{SO}_3$     3)  $\text{CH}_4$     4)  $\text{ClO}^-$     5)  $\text{ClO}_2^-$

4. Установить соответствие между веществами и видами химической связи в них 1

- |                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| вольфрам        | А: ковалентная полярная алмаз    |
| алмаз           | Б: ковалентная неполярная аммиак |
| аммиак          | В: металлическая                 |
| поваренная соль | Г: ионная                        |

5. Установить соответствие между веществами и типами кристаллических решеток

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| углекислый газ | А: ионная        |
| карборунд      | Б: молекулярная  |
| никель         | В: металлическая |
| ацетат натрия  | Г: атомная       |

6. Установить соответствие между гибридизацией и молекулой

1:	$sp^3$	A:	$OF_2$	B:	$SF_6$
2:	$sp^2$	Б:	$BF_3$	Г:	$SF_4$ :
3:	$sp^3d^2$	Е	$XeF_6$	Д:	$BeCl_2$
4:	$sp^3d$				
4:	$sp^3d$				

***Критерии оценки ответа студента при выполнении тестовых заданий***

Оценка	Требования к знаниям
--------	----------------------

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного характера, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при обосновании ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, имеет затруднения при ответе на вопросы и обосновании ответов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

***Перечень вопросов к экзамену***

1. Модели химической связи в современной неорганической химии
2. Симметрия молекул, точечные группы симметрии.
3. Симметрия орбиталей, таблица характеров, представления.
4. Метод МО-ЛКАО для многоатомных молекул. Диаграммы Уолша: геометрия молекул. Некоторые принципы и следствия метода МО-ЛКАО.
5. Локализация, делокализация, гибридизация на примерах соединений элементов второго периода.
6. Гипервалентность, электронодефицитные молекулы.
7. Принцип изоглобального соответствия. Ван-дер-Ваальсово взаимодействие в молекулярных твердых телах, клатраты.
8. Ионная модель строения кристаллов, константа Маделунга, энергия ионной решетки.
9. Условия образования координационной связи в рамках ионной модели и представлений Льюиса.
10. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона – квантовомеханические основы и количественный аспект – уравнение Драго-Вейланда.
11. Устойчивость комплексов, энтропийный вклад: хелатирование, взаимодействие с макролигандами, сольватный эффект.
12. Особенности комплексообразования d-элементов.
13. Расщепление орбиталей в полях различной симметрии.
14. Факторы, влияющие на параметры расщепления, спектрохимический ряд лигандов (взаимосвязь орбитального строения лиганда с его положением в ряду).
15. Реальная электронная конфигурация атомов, термы.
16. Расщепление термов основного состояния в зависимости от симметрии окружения. Энергетические диаграммы для многоэлектронных систем (Оргела и Танабе-Сугано).
17. Спектры электронных переходов.
18. Магнитные свойства комплексов. Явление переноса заряда,
19. Пи-связывание, образование кратных связей металл-лиганд.
20. Комплексы d-элементов с Пи-донорными лигандами: комплексы с CO, NO, ненасыщенными углеводородами; металлоцены, фуллериды, металлокарбены (Фишера и Шрока) – взаимосвязь характера химической связи и реакционной способности.
21. Механизмы реакций с участием моноядерных комплексов.
22. Энергия активации.
23. Предсказание реакционной способности по электронной конфигурации центрального атома (на примере первого переходного ряда).
24. Механизмы окислительно-восстановительных реакций: процессы переноса электрона и переноса атома, внутри- и внешнесферные процессы.
25. Окислительное присоединение и восстановительное элиминирование. Понятие о каталитическом цикле, катализ с участием комплексов переходных металлов.
26. Типы взаимодействия металл-металл в многоядерных комплексах.
27. Прямое взаимодействие, косвенный магнитный обмен.
28. Опосредованное взаимодействие между атомами металла в полимерных комплексах, кооперативный эффект Яна-Теллера.
29. Связь металл-металл в биядерных комплексах: соединения типа  $[M_2X_8]^{n-}$  и  $M_2(OCR)_4$ .
30. Понятие о сигма-компоненте химической связи на примерах соединений с четырехкратной связью металл-металл.
31. Изменение кратности связи в соединениях 4d и 5d металлов при «движении по периоду»; устойчивость и реакционная способность соединений при изменении кратности связи.

32. Кластеры, правило ЭАН. Строение и свойства кластерных соединений типа  $M_6X_8$  и  $M_6X_{12}$ . Числа КВЭ и КСЭ, электрондефицитные соединения с многоцентровой связью металл-металл.
33. Внешние лиганды и лигандный обмен в рядах соединений типа  $M_6X_8$  и  $M_6X_{12}$  от Zr(Hf) до Pd(Pt). Конденсация кластерных фрагментов.
34. Полианионные кластеры на примере соединений элементов подгруппы фосфора, применение методов МО и ВС для описания их электронного строения. Фазы Цинтля.
35. Зонная структура твердого тела. Образование зон в результате перекрывания орбиталей.
36. Характеристики зоны, плотности состояний. Металлы, диэлектрики. Полупроводники: собственные и несобственные. Границы применимости зонной модели.
37. Электронное строение оксидов d-металлов со структурой каменной соли.
38. Модель приближения химической связи.
39. Изменение электрофизических свойств от металла до диэлектрика в ряду TiO-NiO, влияние нестехиометрии на изменение электрофизических свойств.
40. Оксиды со структурой типа  $ReO_3$ , d-p перекрывание при взаимодействии «катион-анион-катион на 180 о».
41. Бронзы, перовскиты: переход металл-диэлектрик в зависимости от природы металла и заселенности «А»-позиции.
42. Гомологические ряды оксидных соединений.
43. Низкоразмерные твердые тела.
44. Цепочечные структуры: одномерная проводимость,
45. Пайерлсовское искажение. Двумерные проводники на примерах халькогенидов d-металлов типа  $MX_2$ , интеркаляты.

***Примеры экзаменационных билетов***

**ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Экзаменационный билет № 1**

По курсу **«Современная неорганической химия»**

**для студентов 3 курса специальности «Химия»**

- Вопросы.** 1. Модели химической связи в современной неорганической химии.
2. Предсказание реакционной способности по электронной конфигурации центрального атома (на примере первого переходного ряда).
  3. Низкоразмерные твердые тела.

**Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_**

Зав. кафедрой, профессор

А.М.Саламов

**ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Экзаменационный билет № 2**

По курсу **«Современная неорганическая химия»**

**для студентов 3 курса специальности «Химия»**

1. **Вопросы.** 1. Спектры электронных переходов.
2. Магнитные свойства комплексов. Явление переноса заряда,
3. Электронное строение оксидов d-металлов со структурой каменной соли.

**Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_**

Зав. кафедрой, профессор

А.М.Саламов

***Критерии оценки ответа на экзамене***

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и правильность решения практического задания; 3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
Хорошо (базовый уровень)	4. Самостоятельность ответа; 5. Культура речи; 6. и т.д.	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
Удовлетворительно		Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании



(пороговый уровень)		процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

## 9.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Учебная литература

#### а) Основная:

1. Дж. Хьюи. Неорганическая химия. – Л., Химия, 1986.
2. Ч.Н.Р. Рао, Дж.Гопалакришнан. Новые направления в химии твердого тела.- Новосибирск, Наука, 1990.
3. Р.Хоффман. Строение твердых тел и поверхностей: взгляд химика-теоретика. – М., Мир, 1990.
4. А.Драго. Физические методы в химии. – М., Мир, 1981.

5. И.Б. Берсукер. Электронное строение и свойства координационных соединений. – Л., Химия, 1986.

**б) дополнительная литература:**

1. Ф.А.Коттон, Дж. Уилкинсон. Современная неорганическая химия. – М., Мир, 1996.
2. Н.А.Костромина, В.Н.Кумок, Н.А.Скорик. Химия координационных соединений. – М., Высшая школа, 1990.
3. В.Хюккель. Химическая связь. – М., ИЛ, 1995.
4. И.С.Дмитриев. Симметрия в мире молекул. – Л., Химия, 1976.
5. С.П.Губин. Химия кластеров. – М., Наука, 1987.
6. Ф.А.Коттон, Р.Уолтон. Кратные связи металл-металл. – М., Мир, 1985.
7. Л.М.Ковба. Окислы переходных металлов. – М., МГУ, 1973.

**9.2. Интернет-ресурсы**

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
4. <http://www.xumuk.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/deryabina/index/html>
7. ChemSoft 2004

**9.3. Программное обеспечение**

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32

1.5.Справочно-правовая система “Консультант”

1.6.Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Теоретический курс**

- 1) Лекции: презентации.
- 2) Контрольные тесты.
- 3) Список вопросов для проведения коллоквиумов.
- 4) Таблицы по отдельным темам.
- 5) Варианты заданий для контрольных работ.

- 6) Варианты заданий для самостоятельных работ.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Современная неорганическая химия» направлена на формирование компетенций: УК-1, ПК-4.

Промежуточная аттестация предполагает экзамен.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

### **Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Современная неорганическая химия» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.03.01. «Химия (уровень бакалавриата)», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671

Программу составил: профессор кафедры химии Саламов А.М.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 7 от «13» марта 2025 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом химиико-биологического факультета

Протокол заседания № 6 от «18» марта 2025 г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой