

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий  
Кафедра общей, неорганической химии и информационно-вычислительных  
технологий в химии



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
и инновациям, проф.

М.Г. Барышев  
2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ОД.1 НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН)

Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки

Направленность (профиль) 02.00.01 Неорганическая химия

Форма обучения очная/заочная

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины **Б1.В.ОД.1 «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)»** составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, утвержденным приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 №869 по направлению подготовки: 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), паспорта специальности 02.00.01 Неорганическая химия, программы кандидатских экзаменов по неорганической химии, утвержденной приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007 г. №274 (зарегистрирован Минюстом России 19 октября 2007 г., регистрационный номер 10363) и учебного плана основной образовательной программы.

Ответственный за направление  
подготовки 04.06.01 Химические науки  
профиль 02.00.01 Неорганическая химия,  
д.х.н., профессор Буков Н.Н. \_\_\_\_\_

«28» 04 2017 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и ИВТ в химии

«28» 04 2017 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой общей,  
неорганической химии и ИВТ в химии  
д.х.н., профессор Буков Н.Н. \_\_\_\_\_

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета

«15» 05 2017 г., протокол № 4.

Председатель УМК факультета  
к.х.н., доцент, Стороженко Т. П. \_\_\_\_\_

Зав. отделом аспирантуры  
к.ф.-м.н., доцент Строганова Е.В. \_\_\_\_\_

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)»**

### **1.1 Цель дисциплины**

Обеспечение профессиональной подготовки аспирантов в области неорганической химии.

### **1.2 Задачи дисциплины:**

Формирование готовности

– формулировать общие, специфические и частные задачи в области неорганической химии;

– осуществлять отбор и реализацию содержания учебного материала в области неорганической химии в соответствии с целями и задачами подготовки специалистов по специальности «Неорганическая химия»;

– выбирать оптимальный для выполнения конкретной научной или научно-технической задачи метод исследования;

– представлять результаты научных исследований в области неорганической химии в научно-популярном виде и транслировать их посредством средств массовой информации.

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Изучению дисциплины «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)» должно предшествовать изучение таких дисциплин, как «Современные методы исследования неорганических веществ», «Химия f-элементов».

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучения данной учебной дисциплины направлено на формирование компетенции ОПК-2, ПК-1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	Готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	актуальные научные проблемы в области неорганической химии и пути их решения исходя из современного уровня химии и смежных дисциплин	выявлять наиболее актуальные темы научно-исследовательской работы в профессиональной области	навыками выявления и постановки актуальных научных проблем в области химии и смежных наук
2.	ПК-1	Готовность использовать на практике основные принципы, теории и концепции современной неорганической химии	основные принципы, теории и концепции современной неорганической химии	использовать на практике основные принципы, теории и концепции современной неорганической	навыками использования современных достижений в области неорганической химии, а также смежных

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
				химии	дисциплин

## 2. Структура и содержание дисциплины «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)»

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблицах

#### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	44	44	
В том числе:			
Занятия лекционного типа	18	18	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	8	8	
Лабораторные занятия	18	18	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	64	64	
В том числе:			
Проработка учебного (теоретического материала)	28	28	
Подготовка к текущему контролю	36	36	
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	
Общая трудоёмкость час	108	108	
зач. ед.	3	3	

#### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		9	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	22	22	
В том числе:			
Занятия лекционного типа	8	8	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	4	4	
Лабораторные занятия	10	10	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	86	86	
В том числе:			
Проработка учебного (теоретического материала)	50	50	
Подготовка к текущему контролю	36	36	
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	
Общая трудоёмкость час	108	108	
зач. ед.	3	3	

## 2.2 Структура дисциплины «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)»

Распределение видов учебной работы и их трудоемкость по разделам дисциплины.

### Очная форма обучения

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома. Химическая связь и строение молекул	10	2	4	-	4
2.	Комплексные (координационные) соединения	12	2	2	4	4
3.	Общие закономерности протекания химических реакций	8	2	-	4	2
4.	Растворы и электролиты	8	2	-	4	2
5.	Основы и методы неорганического синтеза	6	2	-	2	2
6.	Химия s- и p-элементов	6	2	-	-	4
7.	Химия d-элементов	6	2	-	-	4
8.	Химия f-элементов	6	2	-	-	4
9.	Общие представления о физических методах исследования в неорганической химии	10	2	2	4	2
	Контроль	36	-	-	-	-
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>28</b>

### Заочная форма обучения

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома. Химическая связь и строение молекул	16	2	2	-	12
2.	Комплексные (координационные) соединения	18	2	2	4	10
3.	Общие закономерности протекания химических реакций	14	2	-	2	10
4.	Общие представления о физических методах исследования в неорганической химии	24	2	-	4	18
	Контроль	36	-	-	-	-
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>50</b>

## 2.3 Содержание разделов дисциплины «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)»

### 2.3.1 Занятия лекционного типа:

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля*
1	2	3	4
1	Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома. Химическая связь и строение молекул	<p>Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовые числа, радиальное и угловое распределение электронной плотности. Атомные орбитали (<i>s</i>-, <i>p</i>-, <i>d</i>- и <i>f</i>-АО), их энергии и граничные поверхности. Распределение электронов по АО. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Атомные термы, правило Хунда. Современная формулировка периодического закона, закон Мозли, структура периодической системы. Коротко- и длиннопериодный варианты периодической таблицы. Периоды и группы.</p> <p>Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности. Границы периодической системы. Перспективы открытия новых элементов.</p> <p>Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений — оксидов, гидроксидов, гидридов, галогенидов, сульфидов, карбидов, нитридов и боридов.</p> <p>Понятие о природе химической связи. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность. Основные типы химической связи.</p> <p>Основные положения метода валентных связей (МВС). Гибридизация орбиталей. Направленность, насыщаемость и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи.</p> <p>Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы МО гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Многоцентровые МО, гипервалентные и электронодефицитные молекулы. Принцип изоlobalного соответствия. Корреляционные диаграммы.</p> <p>Ионная связь. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий. Ионный радиус. Основные типы кристаллических структур, константа Маделунга, энергия ионной решетки.</p> <p>Межмолекулярное взаимодействие – ориентационное,</p>	К

		<p>индукционное и дисперсионное. Водородная связь, ее природа.</p> <p>Введение в зонную теорию. Образование зон – валентной и проводимости из атомных и молекулярных орбиталей, запрещенная зона. Металлы и диэлектрики. Границы применимости зонной теории.</p>	
2	<p>Комплексные (координационные) соединения</p>	<p>Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений.</p> <p>Образование координационных соединений в рамках ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона, уравнение Драго-Вейланда. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие. Константы устойчивости комплексов. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А. Чугаева.</p> <p>Природа химической связи в комплексных соединениях. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление <i>d</i>-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.</p> <p>Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома, <math>\sigma</math>- и <math>\pi</math>-донорные и акцепторные лиганды. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений. Диаграммы Танабэ-Сугано для многоэлектронных систем.</p> <p>Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды. Комплексы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы. Изо- и гетерополисоединения. Кластеры на основе переходных и непереходных элементов. Кратные связи металл-металл, понятие о <math>\delta</math>-связи.</p> <p>Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере. <i>Транс</i>-влияние И.И. Черняева, <i>цис</i>-эффект А.А. Гринберга. Внутрисферные реакции лигандов.</p> <p>Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.</p>	К, ЛР
3	<p>Общие закономерности протекания химических</p>	<p>Основные понятия и задачи химической термодинамики как науки о превращениях энергии при протекании химических реакций. Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и</p>	ЛР

	х реакций	<p>фазовых превращениях. Энтальпия. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энтальпия образования. Закон Гесса. Энергии химических связей. Теплоемкость, уравнение Кирхгофа.</p> <p>Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от параметров состояния. Энергия Гиббса. Направление химических процессов, критерии самопроизвольного протекания реакций в изолированных и открытых системах. Химический потенциал. Условие химического равновесия, константа равновесия. Изотерма химической реакции. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем.</p> <p>Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок реакции. Константы скорости и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и понятие об активированном комплексе. Обратимые реакции. Закон действующих масс. Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о цепных и колебательных реакциях.</p>	
4	Растворы и электролиты	<p>Современные представления о природе растворов. Особенности жидких растворов. Порядок в жидкостях, структура воды и водных растворов. Специфика реакций в водных и неводных растворах.</p> <p>Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель рН, шкала рН. Кислоты и основания. Протолитическая теория Бренстеда—Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Гидролиз. Современные взгляды на природу кислот и оснований.</p> <p>Сильные и слабые электролиты. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации, температуры, природы растворителя, посторонних электролитов. Закон разбавления Оствальда. Основные понятия теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля.</p> <p>Произведение растворимости. Динамическое равновесие в насыщенных растворах малорастворимых сильных электролитов и факторы, его смещающие.</p> <p>Электрохимические свойства растворов. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал. Окислительно-восстановительные реакции и их направление. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера и Фроста. Электролиз.</p> <p>Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Изотонический коэффициент. Закон Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос.</p>	ЛР
5	Основы и методы неорганиче	<p>Прямой синтез соединений из простых веществ. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы,</p>	ЛР



	ского синтеза	использования надкритического состояния. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез. Твердофазный синтез и его особенности; использование механохимической активации. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Фотохимические и электрохимические методы синтеза. Применение вакуума и высоких давлений в синтезе. Основные методы разделения и очистки веществ. Методы выращивания монокристаллов и их классификация.	
6	Химия s- и p-элементов	<p>Положение <i>s</i>-элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления.</p> <p>Водород. Особое положение водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Орто- и пара-водород. Методы получения водорода. Физико-химические свойства водорода. Гидриды и их классификация. Окислительно-восстановительные свойства водорода. Вода – строение молекулы и структура жидкого состояния. Структура льда, клатраты. Пероксид водорода, его получение, строение и окислительно-восстановительные свойства.</p> <p>Элементы группы IA. Общая характеристика группы. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Нерастворимые соли. Особенности химии лития. Применение щелочных металлов и их соединений.</p> <p>Элементы группы IIA. Общая характеристика группы. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Особенности комплексообразования <i>s</i>-металлов. Особенности химии бериллия, магния и радия. Сходство химии бериллия и лития. Применение бериллия, щелочно-земельных металлов и их соединений.</p> <p>Положение <i>p</i>-элементов в Периодической системе. Особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Металлы, неметаллы, металлоиды среди <i>p</i>-элементов. Закономерности в изменении свойств во 2 и 3 периодах.</p> <p>Элементы группы IIIA. Общая характеристика группы. Особенности химии бора. Бороводороды, комплексные гидробораты, кластерные соединения бора, боразол, нитрид бора: особенности их строения и свойств.</p> <p>Оксид алюминия. Алюминаты и гидроксоалюминаты. Галогениды алюминия. Комплексные соединения алюминия. Сплавы алюминия. Алюмотермия. Амфотерность оксидов галлия, индия и таллия. Особенности химии Tl(I). Применение бора, алюминия, галлия, индия и таллия и их соединений.</p> <p>Элементы группы IVA. Общая характеристика группы. Особенности химии аллотропных модификаций углерода. Фуллерены и их производные. Нанотрубки. Карбиды металлов. Синильная кислота, цианиды, дициан. Роданостоводородная кислота и роданиды. Сероуглерод. Фреоны и их применение. Оксиды углерода. Карбонилы. Карбонаты.</p> <p>Оксиды кремния, германия, олова и свинца. Кварц и его</p>	О

	<p>полиморфные модификации. Кремниевая кислота и силикаты. Галогениды. Кремнефтористоводородная кислота. Карбид кремния. Комплексные соединения олова и свинца. Применение простых веществ и соединений элементов группы IVA. Понятие о полупроводниках. Свинцовый аккумулятор.</p> <p>Элементы группы VA. Общая характеристика группы. Закономерности образования и прочность простых и кратных связей в группе. Особенности химии азота. Проблема связывания молекулярного азота. Особенности аллотропных модификаций фосфора.</p> <p>Гидриды элементов группы VA: получение, строение молекул, свойства. Соли аммония. Жидкий аммиак как растворитель. Гидразин, гидроксилламин, азотистоводородная кислота. Галогениды элементов группы VA, получение и гидролиз.</p> <p>Кислородные соединения азота. Особенности химии NO и NO<sub>2</sub>. Азотная, азотистая кислоты и их соли: получение, свойства и окислительно-восстановительная способность. Диаграмма Фроста для соединений азота.</p> <p>Кислородные соединения фосфора: оксиды, кислоты и их соли. Сравнение свойств кислот фосфора в разных степенях окисления. Конденсированные фосфорные кислоты и полифосфаты. Оксиды мышьяка, сурьмы и висмута, кислородсодержащие кислоты мышьяка и сурьмы и их соли. Сравнение силы кислот в группе. Сульфиды и тиосоли.</p> <p>Применение простых веществ и соединений элементов VA группы. Удобрения.</p> <p>Элементы группы VIA. Общая характеристика группы. Особенности химии кислорода. Строение молекулы кислорода, объяснение ее парамагнетизма. Озон и озониды. Аллотропные модификации серы и их строение. Классификация оксидов. Простые и сложные оксиды, нестехиометрия оксидов. Гидроксиды и кислоты. Пероксиды, супероксиды.</p> <p>Сероводород и сульфиды. Полисульфиды. Сульфаны. Оксиды серы, кислоты и их соли. Политионовые кислоты и политионаты. Кислородные соединения селена и теллура. Сравнение силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот в группе.</p> <p>Галогениды серы, селена и теллура.</p> <p>Применение простых веществ и соединений элементов VIA группы.</p> <p>Элементы группы VIIA. Общая характеристика группы.* Особенности химии фтора и астата. Окислительные свойства галогенов. Взаимодействие галогенов с водой.</p> <p>Галогеноводороды. Получение, свойства. Закономерность изменения свойств галогеноводородных кислот в группе. Классификация галогенидов. Межгалогенные соединения: строение и свойства.</p> <p>Кислородные соединения галогенов. Особенности оксидов хлора. Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли.</p>	
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

		<p>Сопоставление силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот галогенов, диаграмма Фроста для галогенов.</p> <p>Применение галогенов и их соединений.</p> <p>Элементы группы VIIA. Общая характеристика группы. Соединения благородных газов и природа химической связи в них. Гидраты благородных газов. Фториды и кислородные соединения благородных газов. Применение благородных газов.</p>	
7	Химия d-элементов	<p>Положение <i>d</i>-элементов в Периодической системе. Электронное строение и основные степени окисления. Способность <i>d</i>-элементов к комплексообразованию. Закономерности изменения свойств <i>d</i>-металлов в 4, 5 и 6 периодах. Природа <i>d</i>-сжатия и ее следствия.</p> <p>Элементы группы IIIB. Общая характеристика группы. Оксиды, гидроксиды и фториды металлов IIIB группы – получение и свойства. Комплексные соединения. Сопоставление химии элементов IIIA и IIIB групп. Применение металлов и их соединений.</p> <p>Элементы группы IVB. Общая характеристика группы. Оксиды и гидроксиды титана и циркония. Титанаты и цирконаты. Соли титанила и цирконила. Галогениды. Способность к комплексообразованию. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Влияние лантаноидного сжатия на свойства гафния. Сопоставление металлов IVA и IVB групп. Применение титана и циркония и их соединений.</p> <p>Элементы группы VB. Общая характеристика группы. Оксиды и галогениды. Ванадаты, ниобаты и танталаты. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Диаграмма Фроста для соединений ванадия. Сопоставление свойств соединений ванадия(V) и фосфора (V). Применение ванадия, ниобия и тантала и их соединений.</p> <p>Элементы группы VIB. Общая характеристика группы. Оксиды, галогениды и сульфиды. Сравнение свойств хромовой, молибденовой и вольфрамовой кислот и их солей. Особенности комплексообразования. Кластеры. Бронзы. Поликислоты и их соли. Пероксиды. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, закономерности в стабильности различных степеней окисления. Сопоставление химии элементов VIA и VIB групп. Применение хрома, молибдена и вольфрама и их соединений.</p> <p>Элементы группы VIIB. Общая характеристика группы. Кислородные соединения марганца, их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, диаграмма Фроста для соединений марганца. Стабильность соединений марганца в различных степенях окисления. Особенности химии технеция и рения. Рениевая кислота и перренаты. Сопоставление химии элементов VIIA и VIIB групп.</p>	О

		<p>Применение марганца и рения.</p> <p>Элементы группы VIIIБ. Общая характеристика группы. Обоснование разделения элементов на семейства железа и платиновые металлы.</p> <p>Семейство железа: получение и физико-химические свойства железа, кобальта и никеля. Оксиды и гидроксиды, галогениды и сульфиды Соединения железа, кобальта и никеля в высших степенях окисления. Комплексные соединения, особенности комплексов с <math>d^6</math>-конфигурацией центрального атома. Коррозия железа и борьба с ней. Применение железа, кобальта и никеля.</p> <p>Платиновые металлы: основные классы комплексных соединений платиновых металлов. Оксиды и галогениды платиновых соединений. Применение платиновых металлов.</p> <p>Элементы группы IB. Общая характеристика группы. Оксиды, гидроксиды и галогениды. Изменение в устойчивости степеней окисления элементов в группе. Комплексные соединения. Сопоставление элементов IA и IB групп. Применение меди, серебра и золота.</p> <p>Элементы группы IIB. Общая характеристика группы. Особенности подгруппы цинка в качестве промежуточной между переходными и непереходными металлами. Оксиды, гидроксиды, галогениды и сульфиды. Амальгамы. Особенности соединений ртути в степени окисления +1. Способность к комплексообразованию и основные типы комплексов цинка, кадмия и ртути. Сопоставление элементов IIA и IIB групп. Применение цинка, кадмия и ртути.</p>	
8	Химия f-элементов	<p>Общая характеристика <i>f</i>-элементов. Особенности строения электронных оболочек атомов. Лантанидное и актиноидное сжатие. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов. Внутренняя периодичность в семействах лантаноидов и актиноидов.</p> <p>Семейство лантаноидов. Методы получения, разделения и физико-химические свойства металлов. Степени окисления элементов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Комплексные соединения лантаноидов. Особенности химии церия и европия. Сопоставление <i>d</i>- и <i>f</i>-элементов III группы. Применение лантаноидов.</p> <p>Семейство актиноидов. Обоснование актиноидной теории. Методы получения и физико-химические свойства актиноидов. Особенности разделения актиноидов. Степени окисления актиноидов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений актиноидов – получение и свойства. Комплексные соединения актиноидов. Особенности химии тория и урана. Сопоставление актиноидов с <i>d</i>-элементами 6-го периода. Применение актиноидов и их соединений. Перспективы синтеза трансактиноидов.</p>	О
9	Общие представления о	Дифракционные методы исследования: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография.	К, ЛР

	физических методах исследования в неорганической химии	Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области. Колебательная спектроскопия – ИК- и комбинационного рассеяния. Спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР и $\gamma$ -резонансные. EXAFS-спектроскопия. Спектроскопия циркулярного дихроизма. Исследования электропроводности и магнитной восприимчивости. Исследования дипольных моментов. Импеданс-спектроскопия. Оптическая и электронная микроскопия. Локальный рентгено-спектральный анализ. Термогравиметрия и масс-спектрометрия. Исследование поверхности методами рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии, оже-спектроскопии и т.п.	
--	--------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

*Заочная форма обучения*

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома. Химическая связь и строение молекул	<p>Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовые числа. Атомные орбитали (<i>s</i>-, <i>p</i>-, <i>d</i>- и <i>f</i>-АО), их энергии и граничные поверхности. Распределение электронов по АО. Принцип Паули. Атомные термы, правило Хунда. Современная формулировка периодического закона, закон Мозли, структура периодической системы.</p> <p>Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности.</p> <p>Границы периодической системы. Перспективы открытия новых элементов.</p> <p>Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений — оксидов, гидроксидов, гидридов, галогенидов, сульфидов, карбидов, нитридов и боридов.</p> <p>Понятие о природе химической связи. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность. Основные типы химической связи.</p> <p>Основные положения метода валентных связей (МВС). Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Ионная связь. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий. Ионный радиус. Основные типы кристаллических структур, константа Маделунга, энергия ионной решетки.</p> <p>Межмолекулярное взаимодействие – ориентационное, индукционное и дисперсионное. Водородная связь, ее природа. Введение в зонную теорию.</p>	К

2	Комплексные (координационные) соединения	<p>Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений.</p> <p>Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона, уравнение Драго-Вейланда. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие. Константы устойчивости комплексов. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А.Чугаева.</p> <p>Природа химической связи в комплексных соединениях. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление d-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.</p> <p>Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома, <math>\sigma</math>- и <math>\pi</math>-донорные и акцепторные лиганды. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений. Диаграммы Танабэ-Сугано для многоэлектронных систем.</p> <p>Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды. Комплексы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы. Изо- и гетерополисоединения. Кластеры на основе переходных и непереходных элементов. Кратные связи металл-металл, понятие о <math>\delta</math>-связи.</p> <p>Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.</p>	К, ЛР
3	Общие закономерности протекания химических реакций	<p>Основные понятия и задачи химической термодинамики как науки о превращениях энергии при протекании химических реакций. Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энтальпия образования. Закон Гесса. Энергии химических связей. Теплоемкость, уравнение Кирхгофа.</p> <p>Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от параметров состояния. Энергия Гиббса. Направление химических процессов, критерии самопроизвольного протекания реакций в изолированных и открытых системах. Химический потенциал. Условие химического равновесия, константа равновесия. Изотерма химической реакции. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем.</p>	ЛР

		Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок реакции. Константы скорости и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и понятие об активированном комплексе. Обратимые реакции. Закон действующих масс. Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о цепных и колебательных реакциях.	
4	Общие представления о физических методах исследования в неорганической химии	Дифракционные методы исследования: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография. Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области. Колебательная спектроскопия – ИК- и комбинационного рассеяния. Спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР и $\gamma$ -резонансные. EXAFS-спектроскопия. Спектроскопия циркулярного дихроизма. Исследования электропроводности и магнитной восприимчивости. Исследования дипольных моментов. Импеданс-спектроскопия. Оптическая и электронная микроскопия. Локальный рентгено-спектральный анализ. Термогравиметрия и масс-спектрометрия. Исследование поверхности методами рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии, оже-спектроскопии и т.п.	ЛР

\*- Форма текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т), опрос (О) и т.д.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

#### Очная форма обучения

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля*
1	Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома. Химическая связь и строение молекул	Основные представления о строении атома. Современная формулировка периодического закона, структура периодической системы. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность. Основные типы химической связи.	К
2	Комплексные (координационные) соединения	Основные понятия координационной теории. Природа химической связи в комплексных соединениях.	К
3	Общие представления о физических методах исследования в неорганической химии	Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области. Колебательная спектроскопия – ИК- и комбинационного рассеяния. Спектроскопия ЭПР, ЯМР	К

#### Заочная форма обучения

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего
---	----------------------	-------------------------------------------	----------------

			контроля*
1	Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома. Химическая связь и строение молекул	Основные представления о строении атома. Современная формулировка периодического закона, структура периодической системы. Основные типы химической связи.	К
2	Комплексные (координационные) соединения	Основные понятия координационной теории. Природа химической связи в комплексных соединениях.	К

\*- Форма текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т), опрос (О) и т.д.

### 2.3.3 Лабораторные работы

#### *Очная форма обучения*

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля*
1	Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда.	ЛР
2	Комплексы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы.	ЛР
3	Специфика реакций в водных и неводных растворах.	ЛР
4	Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области. Колебательная спектроскопия – ИК- и комбинационного рассеяния.	ЛР

#### *Заочная форма обучения*

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля*
1	Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда.	ЛР
2	Комплексы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы.	ЛР
3	Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области. Колебательная спектроскопия – ИК- и комбинационного рассеяния.	ЛР

\*- Форма текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т), опрос (О) и т.д.



## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)»

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома. Химическая связь и строение молекул	<i>Например: Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Физика», утвержденные кафедрой _____, протокол № ___ от ___ г.</i>
2	Комплексные (координационные) соединения	<i>Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой _____, протокол № ___ от ___ г.</i>
3	Общие закономерности протекания химических реакций	<i>Методические рекомендации по решению задач, утвержденные кафедрой _____, протокол № ___ от ___ г.</i>
4	Растворы и электролиты	
5	Основы и методы неорганического синтеза	
6	Химия s- и p-элементов	
7	Химия d-элементов	
8	Химия f-элементов	
9	Общие представления о физических методах исследования в неорганической химии	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии.

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы: активные и интерактивные формы проведения занятий - деловые и ролевые игры, разбор практических задач и кейсов, компьютерные симуляции, психологические и иные тренинги.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

В рамках подготовки и сдачи кандидатского экзамена текущий контроль успеваемости осуществляется устным опросом, опросом на коллоквиумах и при защите лабораторных работ.

##### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

###### **4.2.1 Вопросы к экзамену**

1. Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовые числа, радиальное и угловое распределение электронной плотности.
2. Атомные орбитали (s-, p-, d- и f-АО), их энергии и граничные поверхности. Распределение электронов по АО. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Атомные термы, правило Хунда.
3. Современная формулировка периодического закона, закон Мозли, структура периодической системы. Коротко- и длиннопериодный варианты периодической таблицы. Периоды и группы.
4. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности.
5. Границы периодической системы. Перспективы открытия новых элементов.
6. Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений — оксидов, гидроксидов, гидридов, галогенидов, сульфидов, карбидов, нитридов и боридов.
7. Понятие о природе химической связи. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность. Основные типы химической связи.
8. Основные положения метода валентных связей (МВС). Гибридизация орбиталей. Направленность, насыщаемость и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи.
9. Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы МО гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул.
10. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Многоцентровые МО, гипервалентные и электронодефицитные молекулы. Принцип изоlobalного соответствия. Корреляционные диаграммы.
11. Ионная связь. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий. Ионный радиус. Основные типы кристаллических структур, константа Маделунга, энергия ионной решетки.
12. Межмолекулярное взаимодействие – ориентационное, индукционное и дисперсионное. Водородная связь, ее природа.
13. Введение в зонную теорию. Образование зон – валентной и проводимости из атомных и молекулярных орбиталей, запрещенная зона. Металлы и диэлектрики. Границы применимости зонной теории.
14. Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений.

15. Образование координационных соединений в рамках ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона, уравнение Драго-Вейланда.
16. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие. Константы устойчивости комплексов. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А. Чугаева.
17. Природа химической связи в комплексных соединениях. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление d-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.
18. Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома,  $\sigma$ - и  $\pi$ -донорные и акцепторные лиганды. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений. Диаграммы Танабэ-Сугано для многоэлектронных систем.
19. Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды. Комплексы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы. Изо- и гетерополисоединения. Кластеры на основе переходных и непереходных элементов. Кратные связи металл-металл, понятие о  $\delta$ -связи.
20. Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере. Транс-влияние И.И. Черняева, цис-эффект А.А. Гринберга. Внутрисферные реакции лигандов.
21. Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.
22. Основные понятия и задачи химической термодинамики. Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энтальпия образования. Закон Гесса. Энергии химических связей. Теплоемкость, уравнение Кирхгофа.
23. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от параметров состояния. Энергия Гиббса. Направление химических процессов, критерии самопроизвольного протекания реакций в изолированных и открытых системах.
24. Химический потенциал. Условие химического равновесия, константа равновесия. Изотерма химической реакции. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем.
25. Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок реакции. Константы скорости и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса.
26. Энергия активации и понятие об активированном комплексе. Обратимые реакции. Закон действующих масс. Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о цепных и колебательных реакциях.
27. Современные представления о природе растворов. Особенности жидких растворов. Порядок в жидкостях, структура воды и водных растворов. Специфика реакций в водных и неводных растворах.
28. Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель pH, шкала pH. Кислоты и

- основания. Протолитическая теория Бренстеда—Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Гидролиз. Современные взгляды на природу кислот и оснований.
29. Сильные и слабые электролиты. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации, температуры, природы растворителя, посторонних электролитов. Закон разбавления Оствальда. Основные понятия теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля.
  30. Произведение растворимости. Динамическое равновесие в насыщенных растворах малорастворимых сильных электролитов и факторы, его смещающие.
  31. Электрохимические свойства растворов. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал. Окислительно-восстановительные реакции и их направление. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера и Фроста. Электролиз.
  32. Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Изотонический коэффициент. Закон Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос.
  33. Прямой синтез соединений из простых веществ. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы, использования надкритического состояния. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез. Твердофазный синтез и его особенности; использование механохимической активации.
  34. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Фотохимические и электрохимические методы синтеза. Применение вакуума и высоких давлений в синтезе. Основные методы разделения и очистки веществ. Методы выращивания монокристаллов и их классификация.
  35. Положение s-элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления.
  36. Водород. Особое положение водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Орто- и пара-водород. Методы получения водорода. Физико-химические свойства водорода. Гидриды и их классификация. Окислительно-восстановительные свойства водорода. Вода – строение молекулы и структура жидкого состояния. Структура льда, клатраты. Пероксид водорода, его получение, строение и окислительно-восстановительные свойства.
  37. Элементы группы IA. Общая характеристика группы. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Нерастворимые соли. Особенности химии лития. Применение щелочных металлов и их соединений.
  38. Элементы группы IIА. Общая характеристика группы. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Особенности комплексообразования s-металлов. Особенности химии бериллия, магния и радия. Сходство химии бериллия и лития. Применение бериллия, щелочно-земельных металлов и их соединений.
  39. Положение p-элементов в Периодической системе. Особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Металлы, неметаллы, металлоиды среди p-элементов. Закономерности в изменении свойств во 2 и 3 периодах.
  40. Элементы группы IIIA. Общая характеристика группы. Особенности химии бора. Бороводороды, комплексные гидробораты, кластерные соединения бора, боразол, нитрид бора: особенности их строения и свойств.
  41. Оксид алюминия. Аллюминаты и гидроксоаллюминаты. Галогениды алюминия. Комплексные соединения алюминия. Сплавы алюминия. Аллюмотермия. Амфотерность оксидов галлия, индия и таллия. Особенности химии Tl(I). Применение бора, алюминия, галлия, индия и таллия и их соединений.
  42. Элементы группы IVA. Общая характеристика группы. Особенности химии аллотропных модификаций углерода. Фуллерены и их производные. Нанотрубки. Карбиды металлов. Синильная кислота, цианиды, дициан. Роданостоводородная

- кислота и роданиды. Сероуглерод. Фреоны и их применение. Оксиды углерода. Карбонилы. Карбонаты.
43. Оксиды кремния, германия, олова и свинца. Кварц и его полиморфные модификации. Кремниевая кислота и силикаты. Галогениды. Кремнефтористоводородная кислота. Карбид кремния. Комплексные соединения олова и свинца. Применение простых веществ и соединений элементов группы IVA. Понятие о полупроводниках. Свинцовый аккумулятор.
  44. Элементы группы VA. Общая характеристика группы. Закономерности образования и прочность простых и кратных связей в группе. Особенности химии азота. Проблема связывания молекулярного азота. Особенности аллотропных модификаций фосфора.
  45. Гидриды элементов группы VA: получение, строение молекул, свойства. Соли аммония. Жидкий аммиак как растворитель. Гидразин, гидроксилламин, азотистоводородная кислота. Галогениды элементов группы VA, получение и гидролиз.
  46. Кислородные соединения азота. Особенности химии NO и NO<sub>2</sub>. Азотная, азотистая кислоты и их соли: получение, свойства и окислительно-восстановительная способность. Диаграмма Фроста для соединений азота.
  47. Кислородные соединения фосфора: оксиды, кислоты и их соли. Сравнение свойств кислот фосфора в разных степенях окисления. Конденсированные фосфорные кислоты и полифосфаты. Оксиды мышьяка, сурьмы и висмута, кислородсодержащие кислоты мышьяка и сурьмы и их соли. Сравнение силы кислот в группе. Сульфиды и тиосоли.
  48. Применение простых веществ и соединений элементов VA группы. Удобрения.
  49. Элементы группы VIA. Общая характеристика группы. Особенности химии кислорода. Строение молекулы кислорода, объяснение ее парамагнетизма. Озон и озониды. Аллотропные модификации серы и их строение.
  50. Классификация оксидов. Простые и сложные оксиды, нестехиометрия оксидов. Гидроксиды и кислоты. Пероксиды, супероксиды.
  51. Сероводород и сульфиды. Полисульфиды. Сульфаны. Оксиды серы, кислоты и их соли. Политионовые кислоты и политионаты. Кислородные соединения селена и теллура. Сравнение силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот в группе.
  52. Галогениды серы, селена и теллура.
  53. Применение простых веществ и соединений элементов VIA группы.
  54. Элементы группы VIIA. Общая характеристика группы. Особенности химии фтора и астата. Окислительные свойства галогенов. Взаимодействие галогенов с водой.
  55. Галогеноводороды. Получение, свойства. Закономерность изменения свойств галогеноводородных кислот в группе. Классификация галогенидов. Межгалогенные соединения: строение и свойства.
  56. Кислородные соединения галогенов. Особенности оксидов хлора. Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли. Сопоставление силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот галогенов, диаграмма Фроста для галогенов.
  57. Применение галогенов и их соединений.
  58. Элементы группы VIIIA. Общая характеристика группы. Соединения благородных газов и природа химической связи в них. Гидраты благородных газов. Фториды и кислородные соединения благородных газов. Применение благородных газов.
  59. Положение d-элементов в Периодической системе. Электронное строение и основные степени окисления. Способность d-элементов к комплексообразованию. Закономерности изменения свойств d-металлов в 4, 5 и 6 периодах. Природа d-сжатия и ее следствия.

60. Элементы группы IIIБ. Общая характеристика группы. Оксиды, гидроксиды и фториды металлов IIIБ группы – получение и свойства. Комплексные соединения. Сопоставление химии элементов IIIА и IIIБ групп. Применение металлов и их соединений.
61. Элементы группы IVБ. Общая характеристика группы. Оксиды и гидроксиды титана и циркония. Титанаты и цирконаты. Соли титанила и цирконила. Галогениды. Способность к комплексообразованию. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Влияние лантаноидного сжатия на свойства гафния. Сопоставление металлов IVА и IVБ групп. Применение титана и циркония и их соединений.
62. Элементы группы VБ. Общая характеристика группы. Оксиды и галогениды. Ванадаты, ниобаты и танталаты. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Диаграмма Фроста для соединений ванадия. Сопоставление свойств соединений ванадия(V) и фосфора (V). Применение ванадия, ниобия и тантала и их соединений.
63. Элементы группы VIБ. Общая характеристика группы. Оксиды, галогениды и сульфиды. Сравнение свойств хромовой, молибденовой и вольфрамовой кислот и их солей. Особенности комплексообразования. Кластеры. Бронзы. Поликислоты и их соли. Пероксиды. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, закономерности в стабильности различных степеней окисления. Сопоставление химии элементов VIА и VIБ групп. Применение хрома, молибдена и вольфрама и их соединений.
64. Элементы группы VIIБ. Общая характеристика группы. Кислородные соединения марганца, их кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства, диаграмма Фроста для соединений марганца. Стабильность соединений марганца в различных степенях окисления. Особенности химии технеция и рения. Рениевая кислота и перренаты. Сопоставление химии элементов VIIА и VIIБ групп. Применение марганца и рения.
65. Элементы группы VIIIБ. Общая характеристика группы. Обоснование разделения элементов на семейства железа и платиновые металлы.
66. Семейство железа: получение и физико-химические свойства железа, кобальта и никеля. Оксиды и гидроксиды, галогениды и сульфиды. Соединения железа, кобальта и никеля в высших степенях окисления. Комплексные соединения, особенности комплексов с d<sup>6</sup>-конфигурацией центрального атома. Коррозия железа и борьба с ней. Применение железа, кобальта и никеля.
67. Платиновые металлы: основные классы комплексных соединений платиновых металлов. Оксиды и галогениды платиновых соединений. Применение платиновых металлов.
68. Элементы группы IB. Общая характеристика группы. Оксиды, гидроксиды и галогениды. Изменение в устойчивости степеней окисления элементов в группе. Комплексные соединения. Сопоставление элементов IA и IB групп. Применение меди, серебра и золота.
69. Элементы группы IIB. Общая характеристика группы. Особенности подгруппы цинка в качестве промежуточной между переходными и непереходными металлами. Оксиды, гидроксиды, галогениды и сульфиды. Амальгамы. Особенности соединений ртути в степени окисления +1. Способность к комплексообразованию и основные типы комплексов цинка, кадмия и ртути. Сопоставление элементов IIA и IIB групп. Применение цинка, кадмия и ртути.
70. Общая характеристика f-элементов. Особенности строения электронных оболочек атомов. Лантанидное и актиноидное сжатие. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов. Внутренняя периодичность в семействах лантаноидов и актиноидов.

71. Семейство лантаноидов. Методы получения, разделения и физико-химические свойства металлов. Степени окисления элементов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Комплексные соединения лантаноидов. Особенности химии церия и европия. Сопоставление d- и f-элементов III группы. Применение лантаноидов.
72. Семейство актиноидов. Обоснование актиноидной теории. Методы получения и физико-химические свойства актиноидов. Особенности разделения актиноидов. Степени окисления актиноидов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений актиноидов – получение и свойства. Комплексные соединения актиноидов. Особенности химии тория и урана. Сопоставление актиноидов с d-элементами 6-го периода. Применение актиноидов и их соединений. Перспективы синтеза трансактиноидов.
73. Дифракционные методы исследования: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография.
74. Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области. Колебательная спектроскопия – ИК- и комбинационного рассеяния. Спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР и  $\gamma$ -резонансные. EXAFS-спектроскопия. Спектроскопия циркулярного дихроизма.
75. Исследования электропроводности и магнитной восприимчивости. Исследования дипольных моментов. Импеданс-спектроскопия.
76. Оптическая и электронная микроскопия. Локальный рентгено-спектральный анализ.
77. Термогравиметрия и масс-спектрометрия.
78. Исследование поверхности методами рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии, оже-спектроскопии.

**4.2.1.1. Пример экзаменационного билета для сдачи кандидатского минимума по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия:**



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра общей, неорганической химии и ИВТ в химии**

---

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8**

*для сдачи кандидатского минимума по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия*

1. Межмолекулярное взаимодействие, водородная связь.
2. Общая характеристика подгруппы цинка.

Заведующий кафедрой

Н.Н. Буков

Примерный перечень дополнительных вопросов по теме диссертационной работы определяется индивидуально. Примерный перечень дополнительных вопросов с рекомендованной литературой:

**4.2.2. Примерный перечень вопросов дополнительной программы**

1. Адгезия. Теории адгезии. Способы определения адгезии в полимерных композиционных материалах.
2. Классификация дисперсных наполнителей. Основные характеристики.
3. Механизм упрочнения композиционных материалов дисперсными наполнителями.
4. Влияние наполнителей на свойства полимерных композиционных материалах.
5. Разрушение и прочность композиционных материалов. Теория Гриффита.
6. Кремнезем. Структура поверхности кремнезема.
7. Типы силанольных групп на поверхности кремнезема и способы их определения.
8. Способы модификации поверхности наполнителей. Химический и физический способ.
9. Методы исследования модифицированных поверхностей. Химические методы исследования.
10. Методы исследования модифицированных поверхностей. Спектральные методы исследования.
11. Температура стеклования, кристаллизация и плавление полимерных материалов.

**4.2.3. ЛИТЕРАТУРА**

1. Горение, деструкция и стабилизация полимеров /Под ред. Заикова Г.Е. – СПб.: Научные основы и технологии, 2008. – 422 с.
2. Клеи, адгезия, технология склеивания /Пер. с англ. под редакцией Комарова Г.В. – СПб: Профессия, 2007. – 376 с.



3. Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе, хроматографии / Под ред. Лисичкина Г.В. – М.: Химия, 1986. – 248 с.
4. Методы органического анализа / Пер. с англ. под редакцией Комарова Б.М. – М.: Мир, 1986. – 584 с
5. Межфазные явления в полимерах / Липатов Ю.С. [и др.] – Киев: Наука. Думка, 1980. – 260 с.
6. Наполнители для полимерных композиционных материалов / Пер. с англ. под редакцией Бабаевского П.Г. – М.: Химия, 1981. – 736 с.
7. Полимерные композиционные материалы: структура свойства технология / Под ред. Берлина А.А. – СПб.: Профессия, 2009. – 560 с.
8. Современные методы ЯМР для химических исследований / Пер. с англ. по редакцией Устынюка Ю.А. – М.: Мир, 1992. – 403 с.
9. Теория и практика приложения метода ЭПР / Пер. с англ. Под ред. Блюменфельда Л.А. – М.: Мир, 1975. – 548 с.
10. Физическая химия поверхности / Пер. с англ. под редакцией Зорина З.М., Муллера В.М. – М.: Мир, 1979. – 568 с.
11. Физическая химия наполненных полимеров /Липатов Ю.С. [и др.] – М.: Химия, 1977. – 304 с.
12. Химия привитых поверхностных соединений / Под ред. Лисичкина Г.В. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с
13. Химические реакции с участием поверхности кремнезема / Тертых В.А., Белякова Л.А. – Киев: Наук. Думка., 1991. – 264 с.
14. Kenneth J.D. MacKenzie, Mark E. Smith Multinuclear solid-state NMR of inorganic materials // PERGAMON, 2002. – 721 p.

#### **4.3. Критерии оценки сформированных компетенций определяются уровнем усвоения изучаемого материала**

- обучаемый имеет определенное представление о внешних свойствах и признаках изучаемых предметов и явлений, но не проявляет их должной осмысленности и не справляется с выполнением соответствующих письменных и экспериментальных работ (неудовлетворительно, не зачтено);

- обучаемый имеет четкие представления об изучаемых предметах и явлениях, понимает их сущность, однако обнаруживает затруднение в их воспроизведении и применении на практике, что приводит к необходимости уточняющих и дополнительных вопросов в процессе проверки (удовлетворительно);

- обучаемый достаточно полно осмыслил материал, с пониманием формулирует соответствующие понятия (теоретические положения), хотя при их обосновании и воспроизведении нуждается в некоторых уточнениях, обнаруживает умение применять усвоенные знания на практике, допуская мелкие, несущественные недочеты в письменных работах (хорошо);

- высший уровень владения материалом состоит в его глубоком осмыслении на понятийном уровне, в умении свободно и логично воспроизводить и обосновывать содержащиеся в нем положения примерами и фактами, а также не допускать ошибок при выполнении письменных и практических работ, проявлять самостоятельность и элементы творчества (отлично).

#### 4.4. ФОС по дисциплине оформлен как отдельный документ к рабочей программе.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)».**

#### **5.1 Основная литература:**

1. Неорганическая химия: в 3 т.: учебник для студентов вузов / под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: Академия, 2004.
2. Хаханина Т.И. Неорганическая химия. М., Юрайт, 2010, 288с.
3. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. - М.: Высшая школа, 2004. - 527 с.
4. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. - М.: Высшая школа, 2003. - 743 с.
5. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. М.: "Академия", 2007. - 352 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

#### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 2001.
2. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир. 1-3 тт., 1969
3. Некрасов Б.В. Основы общей химии. М.:Химия. 1-3 тт.
4. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. Химия элементов: В 2 кн. - М.: Химия, 2001. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. М., 2003.
5. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия: М.: Изд-во МГУ, 1991.

6. Драго А. Физические методы в химии. Т. 1, 2. М.: Мир, 1981.
7. Гиллеспи Р, Харгиттаи И. Модель отталкивания электронных пар валентной оболочки и строение молекул. М.: Мир, 1992.
8. Джонсон Д. Термодинамические аспекты неорганической химии. М.: Мир, 1985.
9. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк., 1990.
10. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк., 2001.
11. Уэллс А. Структурная неорганическая химия. Т. 1–3. М.: Мир, 1987.
12. Дей К., Селбин Д. Теоретическая неорганическая химия. М.: Химия.
13. Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики. М.: Высшая школа.

### **5.3. Периодические издания:**

Периодические издания: журналы – «Успехи химии», «Журнал неорганической химии», «Journal of Inorganic Chemistry», «Tetrahedron Letters» и многие, многие другие.

### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины «Химия f-элементов».**

1. <http://journal.issep.rssi.ru/> - Соросовский образовательный журнал а также, интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ: МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, КубГУ, РАН РФ и др.
2. Зарубежные ведущие научные и учебные центры: NBS USA, MTI UK, ChLab Japan, NSRDS и др.
3. Интерактивная база данных книг и журналов SpringerLink.
4. Химический редактор ChemSketch:<http://www.acdlabs.com>

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)».**

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся аспирантом.

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Химия f-элементов».**

Информационные технологии - не предусмотрены

#### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).

Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

#### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)  
и т.д.

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Неорганическая химия (кандидатский экзамен)».**

№№	Перечень лабораторий	№ аудиторий	Перечень лабораторного оборудования *	Перечень и результаты научно-исследовательских разработок, осуществляемых на базе лаборатории *
1.	Лаборатория спектроскопии координационных соединений	134 С	ИК-Фурье спектрометр VERTEX-70, спектрофотометр UV-VIS HITACHI U-3900, КР-спектрометр SPEX RAMALOG, длинноволновый ИК-фурье спектрометр ЛАФС-1000, компьютеры, анализатор жидкости Флюорат панорама -02.	Подготовка и проведение курсовых, выпускных бакалаврских, магистерских и аспирантских работ, научно-исследовательских работ бакалавров, магистров и аспирантов по химии координационных соединений
2.	Лаборатория синтеза координационных соединений	136 С	установка для осаждения тонких пленок CCR Copra Cube ISSA, сушильный шкаф СШУ, дозаторы автоматические, плитка электрическая, мешалка магнитная, весы аналитические Shinko HTR-220CE.	Проведение исследований координационных и композитных материалов
3.	Лаборатория физических методов исследования	136	ЭПР-спектрометр, ИК-спектрометр IR-70, плитки электрические, компьютеры, мешалка магнитная, весы аналитические ВЛР-200.	Проведение исследований координационных и композитных материалов
4.	Лаборатория электрохимического синтеза	422 С	программатор импульсного тока ВК1760А, вакуумный сушильный шкаф шсв-65/3.5.	Подготовка и проведение курсовых, выпускных бакалаврских, магистерских и аспирантских работ, научно-исследовательских работ бакалавров, магистров и аспирантов по химии координационных соединений
5.	Лаборатория неорганического синтеза	424 С	весы аналитические Adventurer Ohaus, мешалка магнитная с подогревом ММ-5, плитки электрические, холодильник Candy.	Подготовка и проведение курсовых, выпускных бакалаврских, магистерских и аспирантских работ, научно-исследовательских работ бакалавров, магистров и аспирантов по химии координационных соединений
6	Лаборатория химии координационных соединений	426 С	Источник тока, сушильный шкаф, рН метр-иономер «Мультитест 111-1», станция рабочая, потенциостат IPC FRA, мешалка магнитная Leki MS1.	Подготовка и проведение курсовых, выпускных бакалаврских, магистерских и аспирантских работ, научно-исследовательских работ бакалавров, магистров и аспирантов по химии координационных соединений
	Лаборатория бионеорганической химии	428 С	рабочая станция, источник тока СТ-562-М, спектрофотометр Leki SS 2110 UV, мешалка магнитная, дозатор капельный.	Подготовка и проведение курсовых, выпускных бакалаврских, магистерских и аспирантских работ, научно-исследовательских работ бакалавров, магистров и аспирантов по химии координационных соединений
	Лаборатория защитных покрытий	443 С	Прибор для определения прочности плёнок, «Константа У-1А», рабочая станция, сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ, муфельный	Подготовка и проведение курсовых, выпускных бакалаврских, магистерских и аспирантских работ, научно-исследовательских работ бакалавров, магистров и аспирантов по химии координационных соединений

			шкаф SNOL, весы теххимические Acom JW1, адгезиметр Posi-test AT-A, алмазный станок для резки высокопрочных композитных материалов.	бакалаврских, магистерских и аспирантских работ, научно-исследовательских работ бакалавров, магистров и аспирантов по химии координационных соединений и композитных материалов
Лаборатория химической технологии и материаловедения	435 С	Спектрофотометр Leki SS 2107, Весы электронные Leki B 5002, рН метр, «Эксперт-001-1», мешалка магнитная с подогревом ПЭ- 6110, муфельная печь LOTP, встряхиватель ИКА С-MAG HS7, твердомер ТК-2М, центрифуга лабораторная ЦЕН-16, микроскоп металлографический Альтами.		
Лаборатория композитных материалов	433 С	Абразиметр Taber Abraser, мешалка с подогревом, плитки электрические, весы аналитические ВЛР-200, мешалка магнитная, термостат водяной проточный.		

Также в КубГУ функционируют УНПК «Аналит» и Центр коллективного пользования «Диагностика структуры и свойств наноматериалов», в которых имеется уникальное высокотехнологичное современное оборудование, позволяющее выполнять научно-исследовательскую работу на высоком уровне: сканирующий электронный микроскоп с энергодисперсионной приставкой JSM 7500F, атомно-силовой сканирующий микроскоп JSPM 5400, ЭПР спектрометр JEOL FA-300, ЯМР спектрометр JNM ECA-400.

