

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный  
университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

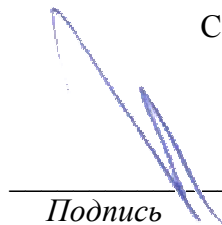
Факультет естественных наук

---

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕН

Резников В. А.

  
Подпись

5 октября 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Неорганическая химия**

направление подготовки 04.03.01 Химия  
направленность (профиль): Химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

к.х.н., доц. Ильин М.А.

Зав. кафедрой

к.х.н., доц. Ильин М.А.

Руководитель программы:

д.х.н., доц. Емельянов В.А.

Новосибирск, 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося .....	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
5. Перечень учебной литературы .....	12
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	13
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	14
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	14
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	15
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	15

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p><b>Б-ОПК-1.</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</p>	<p><b>Б-ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов</p>	<p>- <i>умеет</i> сопоставлять, обобщать и систематизировать данные экспериментальных работ с учетом информации из литературных источников и справочных данных</p> <p>- <i>имеет</i> опыт написания литературного обзора для курсовой работы по неорганической химии</p>
	<p><b>Б-ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ химии</p>	<p>- <i>знает</i> основные теоретические положения неорганической химии, а также К-О и О-В свойства основных классов неорганических соединений, методы получения отдельных представителей соединений</p> <p>- <i>умеет</i> аргументировано объяснить собственные результаты опытов исследования свойств неорганических соединений</p> <p>- <i>имеет</i> опыт написания основной (практической) части курсовой работы по неорганической химии</p>
	<p><b>Б-ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	<p>- <i>знает</i> основные требования к содержанию и форме заключения при оформлении отчетов по лабораторным работам и в курсовой работе по неорганической химии</p> <p>- <i>умеет</i> выделить основные результаты с учетом поставленных целей и задач</p> <p>- <i>формулирует</i> кратко, конкретно и обоснованно, с учетом собственной экспериментальной работы, заключение в лабораторной и курсовой работе по неорганической химии</p>
<p><b>Б-ОПК-2.</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов,</p>	<p><b>Б-ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p>- <i>знает</i> основные требования техники безопасности к работе с химическими веществами</p> <p>- <i>умеет</i> проводить оценку возможных рисков исходя из физических и химических свойств веществ</p> <p>- <i>имеет</i> опыт работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
исследование процессов с их участием	<b>Б-ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием существующих методик	- <i>знает</i> названия и предназначение всех частей лабораторной установки и всей применяемой в лаборатории посуды - <i>умеет</i> собирать необходимый прибор для синтеза по приведенной методике и/или рисунку установки - <i>имеет</i> опыт работы по синтезу и исследованию свойств неорганических веществ
	<b>Б-ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	- <i>умеет</i> проводить обработку экспериментальных данных, используя статистические законы математики - <i>имеет</i> опыт работы построения графических зависимостей экспериментальных величин в компьютерных программах и понимает математическую и химическую суть проведенных построений

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Неорганическая химия» входит в базовую часть образовательной программы (Б1.Б.14) и изучается в 1 и 2 семестрах.

Освоение дисциплины «Неорганическая химия» базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных у студентов в результате изучения дисциплины «Физическая химия», а также сведениях, полученных ими при изучении химии в средней общеобразовательной школе.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Неорганическая химия», составляют фундаментальную основу для изучения в дальнейшем других общепрофессиональных дисциплин, таких как:

- «Аналитическая химия»,
- «Органическая химия»,
- «Координационная химия»,
- «Супрамолекулярная химия»,
- «Химическая термодинамика»,
- «Химическая кинетика»,
- «Строение вещества».

Успешное усвоение курса неорганической химии играет важнейшую роль при прохождении научно-исследовательской преддипломной практики и является основополагающим фактором для благополучного прохождения итоговой государственной аттестации.

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

Трудоемкость дисциплины – 15 з.е. (540 ч)

Форма промежуточной и итоговой аттестации:

1 семестр – зачет, 2 семестр – зачет и экзамен

№	Вид деятельности	Семестр	
		1	2
1	Лекции, ч	34	60
3	Лабораторные занятия, ч	68	120
4	Занятия в контактной форме, ч из них	113	200
5	из них аудиторных занятий, ч	102	180
6	групповая работа с преподавателем, ч	3	3
7	консультаций, ч	5	9
8	промежуточная аттестация, ч	3	8
9	Самостоятельная работа, ч	67	160
10	Всего, ч	180	360

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

**Лекции**

Наименование темы и их содержание	Объем, ч
<b>1 семестр (34 ч)</b>	
<b>Раздел 1. Введение в неорганическую химию</b>	
<i>1.1. Предмет неорганической химии и основные этапы ее развития. Современные направления развития неорганической химии.</i>	2
<i>1.2. Классификация и номенклатура неорганических соединений.</i> Классификация неорганических соединений по числу элементов, входящих в состав соединения (одноэлементные, бинарные, многоэлементные); по типу превращений, в которых они участвуют (перенос электронов (окислители и восстановители), перенос протонов (кислоты и основания), перенос электронных пар (лиганды и комплексообразователи)). Традиционная классификация неорганических соединений (оксиды, кислоты, основания, соли, комплексные (координационные) соединения, кластеры, клатраты). Классификация простых веществ (металлы и неметаллы), оксидов (кислотные, основные, амфотерные, несолеобразующие), кислот (бескислородные и кислородсодержащие; сильные и слабые; одно- и многоосновные), оснований (растворимые и нерастворимые; одно- и многокислотные), солей (средние, кислые, основные, двойные и смешанные). Номенклатура оксидов, солей, кислот и оснований: "русская", традиционная (рациональная) и систематическая (ИЮПАК).	8

Наименование темы и их содержание	Объем, ч
<p><i>1.3. Периодический закон и Периодическая система (ПС) элементов Д.И. Менделеева.</i></p> <p>Периодический закон и структура Периодической системы (ПС). Коротко- и длиннопериодный варианты ПС. Закономерности изменения свойств атомов, ионов, простых веществ и соединений по рядам (горизонтальная периодичность) и группам (вертикальная периодичность). Примеры вторичной и диагональной периодичности.</p>	2
<p><i>1.4. Комплексные (координационные) соединения.</i></p> <p>Классификация комплексных соединений (КС) по центральным атомам и лигандам. Номенклатура КС.</p> <p>Виды изомерии (геометрическая, ионизационная, сольватная, связевая, координационная и оптическая). Координационная полимерия.</p> <p>Многоядерные КС. Металлоорганические <math>\sigma</math>- и <math>\pi</math>- комплексы.</p> <p>Термодинамика комплексообразования. Ступенчатые и суммарные константы комплексообразования.</p> <p>Кинетическая устойчивость КС: инертные и лабильные комплексы.</p> <p>Хелатный эффект. Эффект <i>транс</i>-влияния.</p> <p>Некоторые аспекты синтеза КС: реакции замещения в водных и неводных средах, окислительно-восстановительные реакции. Способы выделения твердого продукта из реакционной среды.</p>	8
<b>Раздел 2. Свойства элементов и их соединений</b>	
<p><i>2.1. Водород.</i></p> <p>Особенности положения в ПС. Изотопы. Орто- и пара-водород. Степени окисления, типы соединений, их О-В свойства. Гидридные комплексы. Сравнение свойств атомарного и молекулярного водорода.</p>	4
<p><i>2.2. Элементы 17 группы ПС.</i></p> <p>Простые вещества. Реакции диспропорционирования галогенов, особенности фтора. Галогеноводороды, особенности фтороводорода. Галогениды металлов и неметаллов, их взаимодействие с водой.</p> <p>Кислородсодержащие соединения галогенов. Обзор по степеням окисления и типам соединений. Оксиды галогенов. Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли. Сравнение О-В свойств в кислой и щелочной средах. Роль кинетического фактора в О-В реакциях кислородсодержащих соединений хлора.</p> <p>Межгалогенные соединения (интергалогениды). Образование полигалогенидов. Примеры соединений, содержащих полигалоген-катионы.</p>	10
<b>2 семестр (60 ч)</b>	
<p><i>2.3. Элементы 16 группы ПС.</i></p> <p><i>Кислород.</i> Аллотропия. Сравнение О-В свойств молекулярного кислорода и озона. Фториды кислорода. Вода, оксиды. Пероксиды, надпероксиды, озониды и их О-В свойства. Пероксиокислоты и их соли. Обратимое присоединение кислорода комплексами.</p> <p><i>Сера, селен, теллур.</i> Простые вещества, их кристаллические модификации. Взаимодействие простых веществ с кислородом, металлами, кислотами-окислителями. Диспропорционирование S в растворе щелочи.</p> <p>Сравнение кислотных свойств в соединениях типа <math>H_2E</math>, <math>H_2EO_3</math>, <math>H_2EO_4</math>, амфотерность гидроксида <math>Te(IV)</math>. Сравнение О-В свойств соединений S, Se, Te в различных степенях окисления.</p>	8

Наименование темы и их содержание	Объем, ч
<p>Водородные соединения серы: сероводород, сульфаны, сульфиды, полисульфиды.</p> <p>Соединения S(IV). Диоксид серы, сернистая кислота, сульфиты, гидросульфиты. Таутомерия гидросульфит-иона.</p> <p>Соединения S(VI). Триоксид серы, серная кислота, сульфаты, гидросульфаты, полисульфаты. Действие разбавленной и концентрированной <math>H_2SO_4</math> на металлы.</p> <p>Пероксосерные кислоты и их соли. Тиосерная, дитионистая, дитионовая, политионовые кислоты и их соли.</p> <p>Галогениды и оксогалогениды серы.</p>	
<p>2.4. <i>Элементы 15 группы ПС.</i></p> <p><i>Азот.</i> Инертность азота. Проблема связывания <math>N_2</math>.</p> <p>Водородные соединения азота: аммиак, гидразин, гидроксилламин, азидоводород. К-О свойства в водном растворе, соли. Самоионизация аммиака и гидразина. Амиды, нитриды, гидразиниды. О-В свойства водородных соединений азота. Способность к комплексообразованию: примеры КС с аммиаком, гидразином, гидроксилламин.</p> <p>Кислородсодержащие соединения азота: оксиды, кислоты, соли. Сравнение О-В свойств в кислой и щелочной средах. Диспропорционирование <math>NO_2</math> в воде при комнатной температуре и при нагревании. О-В свойства азотистой и азотной кислот. Схема промышленного получения <math>HNO_3</math>. Термическое разложение нитратов различных металлов. Окислительные свойства расплавов нитратов щелочных металлов.</p> <p>Галогениды и оксогалогениды азота. Соли нитрозония и нитрония.</p> <p><i>Фосфор, мышьяк, сурьма, висмут.</i> Аллотропные модификации фосфора: белый, красный, черный. Взаимодействие простых веществ с кислородом, активными металлами, кислотами-окислителями. Отношение к растворам щелочей.</p> <p>Водородные соединения. Донорные свойства <math>ЭН_3</math> и <math>ЭR_3</math>.</p> <p>Фосфорноватистая (гипофосфористая) кислота и гипофосфиты. К-О и О-В свойства фосфорноватистой кислоты, таутомерия.</p> <p>Соединения Э(III): оксиды, гидраты оксидов, соли; сравнение К-О свойств оксидов и гидратов оксидов. Взаимодействие <math>ЭCl_3</math> с водой и раствором щелочи. О-В свойства соединений Э(III).</p> <p>Соединения Э(V): оксиды, кислоты, соли. Сравнение О-В свойств соединений Э(V). Полифосфорные кислоты, их соли.</p> <p>Галогениды и оксогалогениды.</p> <p>Сульфиды, тиосоли, тиокислоты.</p>	8
<p>2.5. <i>Элементы 14 группы ПС.</i></p> <p><i>Углерод.</i> Изотопы, радиоуглеродный анализ. Аллотропные модификации. Примеры соединений включения графита. Карбиды ионные (метаниды и ацетилениды) и ковалентные.</p> <p>Оксид углерода(II). Восстановительные и донорные свойства. Карбонилы.</p> <p>Оксид углерода(IV), угольная кислота и ее соли. Пероксокарбонаты. Галогениды и оксогалогениды углерода.</p> <p>Соединения углерода с серой: сероуглерод, тиосоли, тиокислоты.</p> <p>Соединения с азотом: циановодородная кислота, ее свойства (кислотные, донорные, восстановительные); дициан: получение, взаимодействие с раствором щелочи; циановая и гремучая кислоты и их соли; роданово-</p>	4

Наименование темы и их содержание	Объем, ч
<p>дородная кислота и ее соли.</p> <p><i>Кремний</i>. Взаимодействие кремния с растворами щелочей и смесью кислот <math>\text{HNO}_3 + \text{HF}</math>. Соединения с металлами и водородом (силициды и силаны). Галогениды кремния, их гидролиз. Кислородсодержащие соединения: диоксид кремния, кремниевые кислоты, силикаты.</p> <p><i>Германий, олово, свинец</i>. Диаграммы О-В свойств. Соединения с активными металлами и водородом. Взаимодействие металлов с растворами кислот и щелочей.</p> <p>Соединения Э(II): оксиды, гидраты оксидов, соли.</p> <p>Соединения Э(IV): оксиды, гидраты оксидов, соли. <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-оловянные кислоты. Свинцовый сурик.</p> <p>Сульфиды и тиосоли.</p>	
<p>2.6. <i>Элементы 13 группы ПС.</i></p> <p><i>Бор</i>. Взаимодействие с галогенами, кислородом, азотом, водородом, водяным паром, растворами кислот и щелочей. Соединения с металлами и водородом (бориды, бораны).</p> <p>Галогениды бора, их гидролиз.</p> <p>Кислородсодержащие соединения бора: оксид, борная кислота, безводные и гидратированные бораты, тетраборат.</p> <p>Соединения бора с азотом: нитрид бора, боразол.</p> <p><i>Алюминий, галлий, индий, таллий</i>. Взаимодействие металлов с кислородом, серой, галогенами, азотом, растворами кислот и щелочей. Алюмотермия. Отличие Тl от аналогов.</p> <p>Соединения Э(III) и Э(I): сравнение устойчивости. Сравнение К-О свойств Э(OH)<sub>3</sub>. Соединения Тl(I), их сходство с соединениями щелочных металлов и серебра.</p>	4
<p>2.7. <i>Элементы 1 и 2 группы ПС.</i></p> <p><i>Металлы 2 группы</i>. Взаимодействие металлов с кислородом, серой, азотом, углеродом, водородом, галогенами, водой и растворами кислот. Отличие Be и Mg от аналогов. Комплексные соединения Be. Сравнение К-О свойств гидроксидов Э(OH)<sub>2</sub>. Соли, магнезиальная смесь, ангидрон. Магнийорганические соединения.</p> <p><i>Металлы 1 группы</i>. Свойства щелочных металлов, отличие Li от аналогов. Взаимодействие металлов с водой, водородом, хлором, серой, азотом, продукты горения на воздухе. Оксиды, гидроксиды, соли щелочных металлов. Элементоорганические соединения металлов 1 группы.</p>	3
<p>2.8. <i>Элементы 3 группы ПС. Лантаниды и актиниды.</i></p> <p><i>Скандий, иттрий, лантан, актиний</i>. Диаграммы О-В свойств. Взаимодействие металлов с кислородом, хлором, азотом. Сравнение свойств соединений: оксидов, гидратов оксидов, солей.</p> <p><i>Лантаниды</i>. Особенности свойств в связи с эффектом лантанидного сжатия.</p> <p>Соединения Э(III): оксиды, гидраты оксидов, соли.</p> <p>Другие степени окисления. Ce(IV) и Pr(IV): примеры окислительных свойств. Sm(II) и Eu(II): примеры восстановительных свойств.</p> <p>Электрониды Э<sub>2</sub>, их природа.</p> <p><i>Актиниды (актиноиды)</i>. Наиболее распространенные изотопы. Диаграммы О-В свойств, наиболее устойчивые степени окисления.</p> <p>Соединения Th(IV), Pa(V), U(IV): оксиды, гидраты оксидов, соли.</p> <p>Электронид иодида тория(IV).</p>	3



Наименование темы и их содержание	Объем, ч
<p>Соединения U(VI), Np(VI), Pu(VI): оксиды, основания и соли диоксо-катионов. Примеры соединений Np(VII) и Pu(VII). Области применения актинидов.</p>	
<p>2.9. <i>Элементы 4 группы ПС.</i> <i>Титан, цирконий, гафний.</i> Взаимодействие металлов с растворами кислот и щелочей. Отличие Ti от Zr и Hf. Проблема разделения циркония и гафния. Свойства соединений Ti(III) и Ti(II). Соединения Э(IV). Оксиды, кислоты (<math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-формы). Галогениды, их гидролиз. Соли оксокатионов. Комплексные галогениды. Пероксосоединения Ti(IV).</p>	2
<p>2.10. <i>Элементы 5 группы ПС.</i> <i>Ванадий, ниобий, тантал.</i> Взаимодействие V, Nb, Ta со смесью кислот <math>\text{HNO}_3 + \text{HF}</math>; Nb и Ta с расплавами щелочей. Соединения Э(V): оксиды и гидраты оксидов. К-О свойства. Ванадаты, ниобаты и танталаты. Сравнение свойств соединений элементов в высшей степени окисления на основе диаграмм О-В свойств. Другие степени окисления V(II, III, IV): оксиды, соли. Соли оксо- и диоксованадия. <math>\text{VO}^{2+}</math> как комплексообразователь.</p>	4
<p>2.11. <i>Элементы 6 группы ПС.</i> <i>Хром, молибден, вольфрам.</i> Диаграммы О-В свойств и сравнение устойчивости соединений элементов в различных степенях окисления. Отношение металлов к кислороду, сере и растворам кислот. Щелочная окислительная плавка. Соединения Э(VI): оксиды, гидраты оксидов. Сравнение их К-О и О-В свойств. Пероксосоединения Cr(VI). Полихромовые кислоты и их соли. Изо- и гетерополикислоты Mo(VI) и W(VI). Галогениды и оксогалогениды Э(VI). Сульфиды Mo(VI) и W(VI). Соединения Cr (II, III, IV): оксиды, гидраты оксидов; их К-О свойства. О-В реакции в химии хрома. Соли Cr(III), хромокалиевые квасцы. Примеры КС Cr(III). Сульфиды Mo(IV) и W(IV). Молибденовые и вольфрамовые бронзы. Молибденовая синь.</p>	4
<p>2.12. <i>Элементы 7 группы ПС.</i> <i>Марганец, технеций, рений.</i> Диаграммы О-В свойств и сравнение устойчивости соединений элементов в различных степенях окисления. Отношение металлов к растворам кислот и щелочей. Отличие Mn от аналогов. Получение важнейших соединений Mn из природного <math>\text{MnO}_2</math>. Соединения Э(VII): сравнение свойств оксидов, кислот, солей. Соединения Mn(II, III, IV, VI): оксиды, гидроксиды, соли. Диспропорционирование соединений Mn(III) и Mn(VI). Необычные степени окисления Mn, Tc, Re (примеры соединений).</p>	4
<p>2.13. <i>Элементы триады железа (Fe, Co, Ni).</i> Диаграммы О-В свойств. Свойства металлов: пирофорные свойства, ферромагнетизм, отношение металлов к кислороду, воде, растворам кислот и щелочей. Соединения Э(II): оксиды, гидроксиды, соли. Отношение к кислороду воздуха. Соединения Э(III): оксиды, гидроксиды. Устойчивость солей Э(III).</p>	4

Наименование темы и их содержание	Объем, ч
<p>Примеры КС Э(III). Моноядерные и полиядерные карбонилы. Правило 18 электронов. Металлоцены. Соединения железа в высоких степенях окисления: получение и окислительные свойства.</p>	
<p><i>2.14. Платиновые металлы (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt).</i> Отношение металлов к кислотам и смесям кислот, щелочной окислительной плавке. Взаимодействие мелкодисперсных порошков («черней») с кислородом, серой, галогенами. Способность некоторых металлов поглощать водород. Соединения Ru(VIII) и Os(VIII): оксиды, их получение, К-О свойства, взаимодействие с растворами щелочей и хлороводородной кислотой. Соединения Э(VI): рутенаты, осматы, фториды Э(VI). Получение, взаимодействие с водой, О-В свойства. Соединения Э(V). Фториды, их свойства. Соединения Э(IV). Оксиды ЭО<sub>2</sub> (Э = Ru, Os, Ir, Pt). Хлориды ЭCl<sub>4</sub> и комплексные хлориды. Примеры КС с аммиаком. Соединения Э(III): примеры бинарных и комплексных хлоридов Rh, Ir, сравнение их устойчивости. Соединения Э(II): бинарные и комплексные хлориды Pt, Pd, их строение. Комплексы Rh(I), их строение. Карбонилы платиновых металлов, сравнение их с карбонилами триады железа.</p>	4
<p><i>2.15. Элементы 11 группы ПС.</i> <i>Медь, серебро, золото.</i> Диаграммы О-В свойств. Взаимодействие металлов с кислородом, галогенами, азотом, водородом, серой, отношение к растворам цианидов, кислот-окислителей. Соединения меди. Соединения Cu(I): оксид, соли; диспропорционирование солей в водных растворах. Соединения Cu(II): соли, КС. Соединения Cu(III) и Cu(IV). Соединения серебра. Соединения Ag(I): оксид, соли, КС, О-В свойства. Соединения Ag(II) и Ag(III). Соединения золота. Соединения Au(I): соли, КС; диспропорционирование. Соединения Au(III): оксид, гидроксид, КС. Соединения Au(V).</p>	3
<p><i>2.16. Элементы 12 группы ПС.</i> <i>Цинк, кадмий, ртуть.</i> Диаграммы О-В свойств. Взаимодействие металлов с растворами кислот и щелочей. Соединения Zn и Cd. Сравнение К-О свойств оксидов и гидроксидов. Общие свойства соединений Zn и Cd: растворимые и нерастворимые в воде соли, КС. Различие свойств галогенидов цинка и кадмия. Аутокомплексы кадмия. Соединения Hg. Амальгамы. Соединения Hg(II): оксид, соли (сильные и слабые электролиты). Соединения Hg(I): соли, реакции диспропорционирования и смещение равновесия диспропорционирования добавлением различных реагентов. Примеры О-В реакций в химии ртути. Действие аммиака на соединения Hg(II) и Hg(I). Амидо- и аминокомплексы ртути, основание Миллона, реактив Несслера.</p>	3
<p><i>2.17. Инертные (благородные) газы.</i> Общая характеристика группы. Нахождение в природе и применение</p>	2

Наименование темы и их содержание	Объем, ч
инертных газов. Первые соединения инертных газов – клатраты. Соединения ксенона. Фториды: их окислительные свойства, отношение к воде. Комплексные фториды. Кислородсодержащие соединения: оксиды, соли (примеры соединений, О-В свойства). Соединения со связями Хе-С и Хе-Сl. КС с лигандом Хе <sup>0</sup> . Примеры соединений криптона и радона.	

### Лабораторные занятия

Содержание практического занятия	Объем, ч
<b>1 семестр (68 ч)</b>	
Знакомство с лабораторией. Техника безопасности. Лаб. работа № 1. Получение осадков и фильтрование	4
Лаб. работа № 2. Приготовление растворов и определение их концентраций методом титрования	4
Методы очистки веществ (Лаб. работы № 3-6): а) Очистка I <sub>2</sub> методом возгонки б) Перекристаллизация твердых веществ в) Перегонка воды или азеотропа соляной кислоты г) Очистка и определение молярной массы газов (Cl <sub>2</sub> или CO <sub>2</sub> ) д) Ионообменная хроматография (разделение смеси Fe <sup>3+</sup> + Cu <sup>2+</sup> или Zn <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup> )	20
Лаб. работа № 7. Простейший синтез неорганического соединения и исследование его свойств	8
Лаб. работа № 8. Тепловой эффект реакции нейтрализации	4
Лаб. работа № 9. Реакции образования и устойчивость комплексных соединений	4
Лаб. работа № 10. Синтез комплексного соединения и исследование его свойств	8
Лаб. работа № 11 – 12. Ионные равновесия в растворах (Электропроводность растворов, кислотно-основные равновесия, гетерогенные равновесия)	8
Лаб. работа № 13. Окислительно-восстановительные равновесия	4
Зачетное занятие	4
<b>2 семестр (120 ч)</b>	
Знакомство с лабораторией. Техника безопасности (повторный инструктаж).	4
Лаб. работа № 1. 17 группа ПС	8
Лаб. работа № 2. 16 группа ПС	8
Синтез №1 (17, 16 группы)	8
Лаб. работа № 3. 15 группа ПС	8
Лаб. работа № 4. 14 группа ПС	4
Лаб. работа № 5. 13 группа ПС	4
Синтез № 2 (15, 14 и 13 группы)	8
Курсовая работа	12
Лаб. работа № 6. 5 группа ПС	3

Лаб. работа № 7. 6 группа ПС	5
Синтез № 3 (5 – 6 группы)	8
Лаб. работа № 8. 7 группа ПС	4
Лаб. работа № 9. 8 – 10 группы ПС	4
Синтез № 4 (7 – 11 группы)	8
Лаб. работа № 10. 11 группа ПС	4
Лаб. работа № 11. 12 группы ПС	4
Синтез № 5 (7 – 11 группы)	8
Зачетное занятие	8

### Самостоятельная работа студентов

Перечень занятий на СРС	Объем, ч
<b>1 семестр (67 ч)</b>	
Самостоятельная работа во время занятий	67
из них:	
закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала	6
уточнение и дополнение сведений и знаний, полученных на лекциях	6
выполнение домашнего задания	20
подготовка к прохождению текущего контроля успеваемости (коллоквиум и контрольные работы)	10
изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	5
Самостоятельная работа во время промежуточной аттестации	20
из них:	
подготовка к зачету	20
<b>2 семестр (160 ч)</b>	
Самостоятельная работа во время занятий	160
из них:	
закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала	10
уточнение и дополнение сведений и знаний, полученных на лекциях	10
выполнение домашнего задания	50
подготовка к прохождению текущего контроля успеваемости (коллоквиум и контрольные работы)	20
изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	10
Самостоятельная работа во время промежуточной аттестации	60
из них:	
подготовка к зачету	20
подготовка к экзамену	40

### 5. Перечень учебной литературы

#### *Основная литература*

Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. «Неорганическая химия. Химия элементов», том 1, 2. М.: Академкнига, 2007.

Ильин М.А., Крылова Л.Ф., Голубенко А.Н. Учебно-методический комплекс «Неорганическая химия для химиков». Новосибирск: РПЦ НГУ, 2012.

Ильин М.А., Крылова Л.Ф. Учебно-методическое пособие «Неорганическая химия для химиков (сборник вопросов и заданий): 17, 16 и 15 группы». Новосибирск: ИПЦ ИНХ СО РАН, 2013.

Ильин М.А., Крылова Л.Ф. Учебно-методическое пособие «Неорганическая химия для химиков (сборник вопросов и заданий): 14, 13, 1, 2 и 18 группы». Новосибирск: ИПЦ ИНХ СО РАН, 2014.

Ильин М.А., Могилевкина М.Ф., Максаков В.А., Ельцов И.В., Крылова Л.Ф. Учебно-методическое пособие «Практикум по неорганической химии. Часть I. Введение в неорганическую химию». Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2016.

Ильин М.А., Могилевкина М.Ф., Максаков В.А., Крылова Л.Ф. Учебно-методическое пособие «Практикум по неорганической химии. Часть II. Химия непереходных элементов». Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2019.

Ильин М.А., Крылова Л.Ф., Шамовская Г.И. Учебно-методическое пособие «Практикум по неорганической химии. Часть III. Химия переходных элементов». Новосибирск: ИПЦ ИНХ СО РАН, 2010.

#### *Дополнительная литература*

1. Гринвуд Н., Эрншо А. Химия элементов. Том 1, 2. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008.

2. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. «Современная неорганическая химия», том 1–3. М.: Мир, 1969.

3. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. Том 1, 2. М.: Мир, 2009.

4. Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. М.: Издательство Высшего химического колледжа РАН, 1997.

5. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. М.: Высшая школа, 1985.

#### **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся**

- [Классификация и номенклатура неорганических соединений.](#)  
*Емельянов В. А.*  
Методическое пособие для студентов 1 курса ФЕН, Медицинского факультета и ГГФ.
- [Неорганическая химия. Учебно-методический комплекс. "Химия."](#)  
*Ильин М.А., Крылова Л.Ф., Голубенко А.Н.*  
Пособие для студентов 1-го курса ФЕН по специальности "Химия".
- [Неорганическая химия для химиков \(сборник вопросов и заданий\): 17, 16 и 15 группы](#)  
*Ильин М.А., Крылова Л.Ф.*  
Учебное пособие для студентов 1-го курса ФЕН по специальности "Химия".
- [Неорганическая химия для химиков \(сборник вопросов и заданий\): 14, 13, 1, 2 и 18 группы](#)  
*Ильин М.А., Крылова Л.Ф.*  
Учебное пособие для студентов 1-го курса ФЕН по специальности "Химия".
- [Введение в общую и неорганическую химию: вопросы и задания.](#)  
*Задесенец А.В.*
- [Демонстрационный эксперимент в курсе неорганической хими.](#)  
*Коваленко К.А., Глазкова Т.Г.*  
Методическое пособие.
- [Лекции по неорганической химии для химиков.](#)  
*Ильин М.А., Федин В.П.*  
Презентации лекций. pdf-файлы.
- [Практикум по неорганической химии. Часть I. Введение в неорганическую химию](#)  
*Ильин М.А., Могилёвкина М.Ф., Максаков В.А., Ельцов И.В., Крылова Л.Ф.*

Учебно-методическое пособие для студентов 1-го курса ФЕН по специальности "Химия"

- [Практикум по неорганической химии. Часть II. Химия непереходных элементов.](#) Ильин М.А., Могилевкина М.Ф., Максаков В.А., Крылова Л.Ф.  
Методическое пособие для студентов 1-го курса ФЕН по специальности "Химия"
- [Практикум по неорганической химии. Часть III. Химия переходных элементов.](#) Ильин М.А., Крылова Л.Ф., Шамовская Г.И.  
Методическое пособие для студентов 1-го курса ФЕН по специальности "Химия"

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **7.1 Ресурсы сети Интернет**

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.
- «Российская национальная платформа открытого образования» (<http://openedu.ru/>), Coursera ([www.coursera.org](http://www.coursera.org)), edX ([www.edx.org](http://www.edx.org)).

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС и электронную почту.

### **7.2 Современные профессиональные базы данных:**

- Реферативно-поисковая база данных Reaxys (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)
- Библиометрическая база данных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)
- База данных полнотекстовых научных журналов JSTOR.
- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
- Электронные ресурсы российской научной библиотеки eLibrary.ru
- Электронные ресурсы издательства American Chemical Society (ACS)
- Электронные ресурсы издательства Annual Reviews
- Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **8.1 Перечень программного обеспечения**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для прохождения практики не требуется.

### **8.2 Информационные справочные системы**

Не используются

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации дисциплины *Неорганическая химия* используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации;
2. Помещения для проведения лабораторного практикума;
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;
4. Помещения для хранения запаса реактивов и лабораторной посуды;
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Комнаты для проведения лабораторного практикума укомплектованы специализированной мебелью (вытяжные шкафы, лабораторные столы), техническими средствами для проведения реакций (мешалки, колбонагреватели, электроплитки и т.д.), реактивами и растворами реагентов.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

Перечень результатов обучения по дисциплине *Неорганическая химия* и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

### ***10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине***

При прохождении курса «Неорганическая химия» студенты работают по системе ИКИ (индивидуальный кумулятивный индекс), которая составлена таким образом, что текущий контроль охватывает все разделы курса. Эта система предусматривает прохождение контрольных точек (проверочных работ и контрольных работ) и работу на семинаре, которые оцениваются в баллах. Суммарное количество баллов выставляется в конце семестра. Итоговая аттестация не предусматривает обязательного итогового экзамена – итоговую оценку «хорошо» и «отлично» за семестр и за курс в целом можно получить «автоматом», набрав соответствующее количество баллов в семестре. Студент, не набравший достаточного количества баллов для получения «оценки-автомата» или желающий ее повысить, сдает устные экзамены, которые проводятся во время экзаменационных сессий.

Расписание прохождения контрольных точек на текущий учебный семестр размещается на стенде кафедры и в учебных аудиториях

## **Правила ИКИ**

### **Получение зачета**

Для допуска студента к экзаменационной сессии в конце 1 и 2 семестров необходимо получить зачет по неорганической химии. Получение зачета возможно лишь при условии выполнения и своевременной сдачи большинства работ лабораторного практикума.

**Получение зачета в 1 семестре.** В течение 1 семестра предусмотрено выполнение 12 лабораторных работ, каждый студент должен сдать коллоквиум по классификации и номенклатуре неорганических соединений, представить выполненный модуль 1. Каждая лабораторная работа оценивается в 50 баллов (всего за семестр  $13 \times 50 = 650$  баллов). **Для получения зачета в 1 семестре студенту необходимо успешно сдать коллоквиум и набрать за выполненные лабораторные работы не менее 750 баллов.**

**Получение зачета во 2 семестре.** В течение 2 семестра предусмотрено выполнение 11 лабораторных работ, 5 синтезов неорганических соединений и курсовой работы. Каждая лабораторная работа оценивается в 50 баллов (всего  $11 \times 50 = 550$  баллов). Помимо лабораторных работ, каждый студент в течение семестра должен выполнить **не менее 3 синтезов**, которые оцениваются по 50 баллов (всего  $3 \times 50 = 150$  баллов), а также выполнить, оформить и защитить курсовую работу (150 баллов). **Для получения зачета во 2 семестре студенту необходимо за выполненные лабораторные работы, синтезы и курсовую работу в сумме набрать не менее 600 баллов.**

### **Получение оценки за курс**

При прохождении курса «Неорганическая химия» студенты работают по системе ИКИ (индивидуальный кумулятивный индекс). Эта система предусматривает выставление баллов за выполнение модульных заданий и контрольных работ. Она позволяет постоянно контролировать уровень знаний студента, что побуждает его к активной работе в течение всего семестра. Итоговая аттестация не предусматривает обязательного экзамена – любую положительную итоговую оценку за курс можно получить, набрав соответствующее количество баллов в семестре. Студент, не набравший достаточного количества баллов для получения оценки по результатам работы в семестре или желающий ее повысить, сдает письменный экзамен, который проводится во время экзаменационной сессии.

**Оценка модульных заданий.** В течение 1 и 2 семестра выполняются **5 модульных заданий** (модулей), каждое из которых оценивается в 200 баллов (общая сумма баллов за модульные задания  $5 \times 200 = 1000$  баллов). Модули представляют собой комплект заданий по определенному разделу курса, над которыми студент работает самостоятельно и представляет решения в письменном виде преподавателю к определенному сроку. Окончательная оценка за каждый модуль выставляется преподавателем после устной беседы или письменной работы, проведенной на семинаре, в рамках тех разделов, которым посвящено модульное задание. Кроме того, **необходимо помнить**, что для успешного освоения курса **студенту следует заранее готовиться к каждому семинару.**

**Оценка контрольных работ.** В течение 2 семестра строго в установленный срок, указанный в Плане проведения семинаров, проводится **3 контрольных работы (КР):**

- КР 1 – 700 баллов;
- КР 2 – 600 баллов;
- КР 3 – 700 баллов.

Общая сумма баллов за контрольные работы – **2000 баллов.**

По каждой контрольной работе для студентов предусмотрена апелляция, которая проводится на ближайшем после контрольной работы семинаре. Все вопросы, связанные с изменением суммы баллов за контрольную работу, решаются преподавателем, ведущим семинары, а в спорных случаях – лектором.

**Получение оценки по результатам работы в семестре.** Студент может получить оценку за изучение курса по итогам работы в семестре. Для этого необходимо набрать следующие суммы баллов:



Сумма баллов за модульные задания	Сумма баллов за контрольные работы	Оценка
1000 – 800	2000 – 1600	5
799 – 700	1599 – 1400	4
699 – 500	1399 – 1050	3

### Экзамен

Если студент не набрал необходимое количество баллов для получения положительной оценки по результатам работы в семестре или полученная оценка его не устраивает, он сдает **письменный экзамен**, который оценивается в **1000 баллов**. Критерии для выставления окончательной оценки за курс после экзамена:

Сумма баллов (контрольные работы + экзамен)	Оценка
3000 – 2250	5
2249 – 2000	4
1999 – 1550	3

В некоторых случаях (например, если студент по уважительной причине пропустил контрольные работы (работу)) окончательная оценка может быть выставлена только по результатам экзамена.

### Выявление претендентов на поощрительные стипендии

Два студента, набравших наибольшую сумму баллов за контрольные работы (высший рейтинг по системе ИКИ), являются претендентами на присуждение поощрительных стипендий – стипендии имени академика **А.В. Николаева** или стипендии **Международного томографического центра СО РАН**. Эти стипендии назначаются решением Ученого совета соответствующего Института (ИНХ СО РАН или МНТЦ СО РАН) по представлению кафедры общей химии ФЕН НГУ. Обе стипендии выплачиваются соответствующими Институтами СО РАН дополнительно к базовой стипендии в течение всего второго курса обучения.

### *Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Неорганическая химия*

Таблица 10.1

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
<b>Б-ОПК-1.</b>	<b>Б-ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	- <i>умеет</i> сопоставлять, обобщать и систематизировать данные экспериментальных работ с учетом информации из литературных источников и справочных данных - <i>имеет</i> опыт написания литературного обзора для курсовой работы по неорганической химии	Контрольные работы, опросы на лаб. работах, сдача экзамена

	<b>Б-ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ химии	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>знает</i> основные теоретические положения неорганической химии, а также К-О и О-В свойства основных классов неорганических соединений, методы получения отдельных представителей соединений</li> <li>- <i>умеет</i> аргументировано объяснить собственные результаты опытов исследования свойств неорганических соединений</li> <li>- <i>имеет</i> опыт написания основной (практической) части курсовой работы по неорганической химии</li> </ul>	Контрольные работы, опросы на лаб. работах, сдача экзамена
	<b>Б-ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>знает</i> основные требования к содержанию и форме заключения при оформлении отчетов по лабораторным работам и в курсовой работе по неорганической химии</li> <li>- <i>умеет</i> выделить основные результаты с учетом поставленных целей и задач</li> <li>- <i>формулирует</i> кратко, конкретно и обоснованно, с учетом собственной экспериментальной работы, заключение в лабораторной и курсовой работе по неорганической химии</li> </ul>	Контрольные работы, опросы на лаб. работах, сдача экзамена
<b>Б-ОПК-2.</b>	<b>Б-ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>знает</i> основные требования техники безопасности к работе с химическими веществами</li> <li>- <i>умеет</i> проводить оценку возможных рисков исходя из физических и химических свойств веществ</li> <li>- <i>имеет</i> опыт работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</li> </ul>	Контрольные работы, опросы на лаб. работах, сдача экзамена
	<b>Б-ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием существующих методик	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>знает</i> названия и предназначение всех частей лабораторной установки и всей применяемой в лаборатории посуды</li> <li>- <i>умеет</i> собирать необходимый прибор для синтеза по приведенной методике и/или рисунку установки</li> <li>- <i>имеет</i> опыт работы по синтезу и исследованию свойств неорганических веществ</li> </ul>	Контрольные работы, опросы на лаб. работах, сдача экзамена

	<b>Б-ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	- <i>умеет</i> проводить обработку экспериментальных данных, используя статистические законы математики - <i>имеет</i> опыт работы построения графических зависимостей экспериментальных величин в компьютерных программах и понимает математическую и химическую суть проведенных построений	Контрольные работы, опросы на лаб. работах, сдача экзамена
--	--	--	--

Таблица 10.2

<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>	<b>Шкала оценивания</b>
<p><b>Экзамен:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– наличие полных ответов на 80% вопросов с непринципиальными неточностями,</li> <li>– осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность ответов,</li> <li>– точность и корректность применения терминов и понятий,</li> <li>– корректность произведенных расчетов и использования размерностей.</li> </ul> <p>Или в семестре по системе ИКИ набрано не менее 80% баллов.</p>	<i>отлично</i>
<p><b>Экзамен:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– наличие полных ответов на 70% вопросов с непринципиальными неточностями,</li> <li>– осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность ответов, с возможными неточностями и допущениями к применимости формул.</li> <li>– общая точность и корректность применения терминов и понятий,</li> <li>– произведенные расчеты по смыслу корректны</li> </ul> <p>Или в семестре по системе ИКИ набрано не менее 70% баллов.</p>	<i>Хорошо</i>
<p><b>Экзамен:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– наличие полных ответов на 50% вопросов с непринципиальными неточностями,</li> <li>– осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность ответов, наличие ошибок в логике, аргументации и объяснении отдельных процессов и явлений.</li> <li>– общая точность и корректность применения терминов и понятий,</li> <li>– произведенные расчеты по смыслу корректны</li> </ul> <p>Или в семестре по системе ИКИ набрано не менее 55% баллов.</p>	<i>Удовлетворительно</i>
<p><b>Экзамен:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– наличие полных ответов на менее чем 50% вопросов с непринципиальными неточностями,</li> <li>– отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала,</li> <li>– грубые ошибки в применении терминов и понятий.</li> <li>– некорректные произведенные расчеты</li> </ul>	<i>Неудовлетворительно</i>

**Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

Примеры задания контрольной работы:

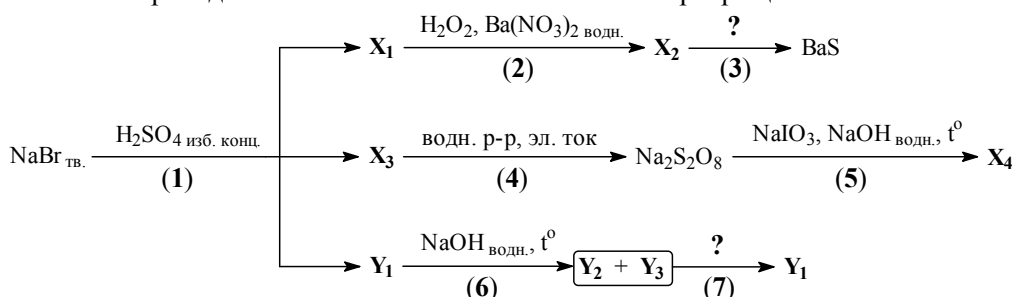
**Контрольная работа №1 (700 баллов)**

**№ 1 (60 баллов).** Два комплексных соединения имеют общий состав  $\text{Co}(\text{SO}_4)\text{NO}_2 \cdot 5\text{NH}_3$  (КЧ (Co(III)) = 6).

Эти вещества (по-отдельности) растворили в воде ([реакция 1] – диссоциация в водном растворе). К полученным растворам добавили избыток раствора  $\text{BaCl}_2$  (уравнение [реакции 2] в ионной форме). В обоих случаях выпал белый осадок, нерастворимый в сильных минеральных кислотах.

- 1) Запишите координационную формулу упомянутых комплексных соединений и напишите уравнения *реакций 1 и 2*.
- 2) В чем различия в строении упомянутых комплексных соединений (ответ поясните с помощью структурных формул)? Приведите название одного (укажите, какого именно) из этих соединений.

**№ 2 (140 баллов).** Напишите уравнения реакций (1-7) (с указанием условий их проведения), представленных на приведенной ниже схеме *одностадийных* превращений.



*Примечания:*

- в реакции (1) образуется смесь веществ  $\text{X}_1 + \text{X}_3 + \text{Y}_1 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- вещества  $\text{X}_i$  – содержат в составе серу,  $\text{Y}_i$  – содержат в составе бром.

**№ 3 (160 баллов).** Сравните протекание описанных ниже процессов, записав уравнения соответствующих реакций.

- 1) Взаимодействие газообразных **а)**  $\text{SO}_2$ ; **б)**  $\text{NO}_2$  с избытком раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
- 2) Взаимодействие растворов **а)**  $\text{Na}_2\text{HPO}_3$ ; **б)**  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  с раствором  $\text{AgNO}_3$  (если необходимо, при нагревании).
- 3) Гидролиз фторидов: **а)**  $\text{NF}_3$ ; **б)**  $\text{IF}_3$  водой, нагретой до  $\sim 90^\circ\text{C}$ .
- 4) Термическое разложение *твердых солей аммония*: **а)**  $(\text{NH}_4)_2\text{SeO}_4$ ; **б)**  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .

**№ 4 (200 баллов).** Закончите уравнения приведенных ниже реакций.

- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{Mg}_3\text{N}_2 + \text{HNO}_3 \text{ изб. разб.} \rightarrow \dots$                             | 6) $\text{HNO}_3 \text{ разб.} + \text{Cu} \xrightarrow{t^\circ} \dots$                          |
| 2) $\text{KClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ конц.} \rightarrow \dots$                   | 7) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7 + \text{Bi}(\text{OH})_3 \rightarrow \dots$                  |
| 3) $\text{H}_6\text{TeO}_6 \text{ водн.} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \text{ изб.} \rightarrow \dots$ | 8) $\text{SO}_2 + \text{MnO}_2 \text{ взвесь в воде} \rightarrow \dots$                          |
| 4) $\text{NaBiO}_3 + (\text{NH}_3\text{OH})\text{Cl} + \text{HCl}_{\text{разб.}} \rightarrow \dots$        | 9) $(\text{NH}_4)\text{HSO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ водн.} \rightarrow \dots$ |
| 5) $\text{P}_4 + \text{KOH}_{\text{изб. водн.}} \xrightarrow{t^\circ} \dots$                               | 10) $\text{H}_5\text{IO}_6 \text{ тв.} \xrightarrow{200-240^\circ\text{C}} \dots$                |

**№ 5 (140 баллов).** Порошок сурьмы обработали дымящей азотной кислотой [реакция 1], в результате чего получили белый осадок соединения А. Добавление к осадку А концентрированной соляной кислоты при нагревании [реакция 2] привело к образованию бесцветного раствора соединения Б и выделению желто-зеленого газа.

Если через раствор вещества Б пропустить ток сероводорода [реакция 3], выпадает оранжевый осадок В. Этот осадок растворяется как в избытке раствора  $\text{Na}_2\text{S}$  [реакция 4], так и в избытке раствора дисульфида натрия [реакция 5].

Если к солянокислому раствору вещества Б добавить металлический цинк, образуется водород с небольшим количеством термически неустойчивого газа Г [реакция 6].

Определите вещества А–Г, содержащие в составе сурьму. Напишите уравнения *реакций 1–6*.

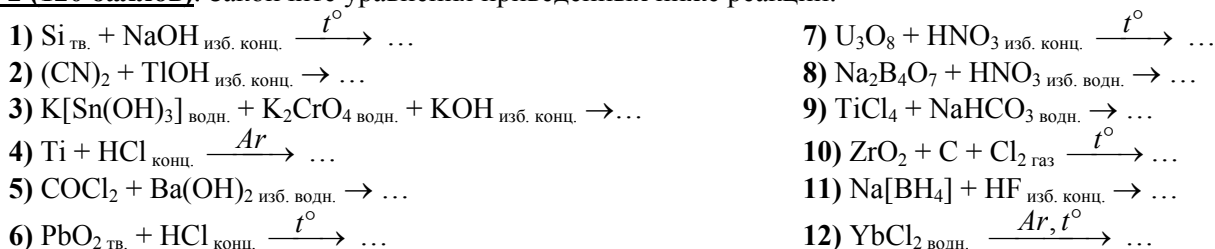
## Контрольная работа №2 (600 баллов)

**№ 1 (105 баллов).** Предложите последовательность процессов, необходимых для получения индивидуальных веществ –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{PbS}$ ,  $\text{SnS}_2$ , если в качестве сырья используется смесь твердых сульфидов –  $\text{PbS}$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{SnS}_2$ .

В качестве реактивов можно использовать: *разбавленный* раствор соляной кислоты, *концентрированный* раствор сульфида натрия, *концентрированный* раствор аммиака, дистиллированную воду. Также, имеется возможность *однократно* прокалить полученный осадок в муфельной печи (около  $850^\circ\text{C}$ ).

Составьте *краткий* план разделения и напишите уравнения всех необходимых реакций с указанием условий их проведения.

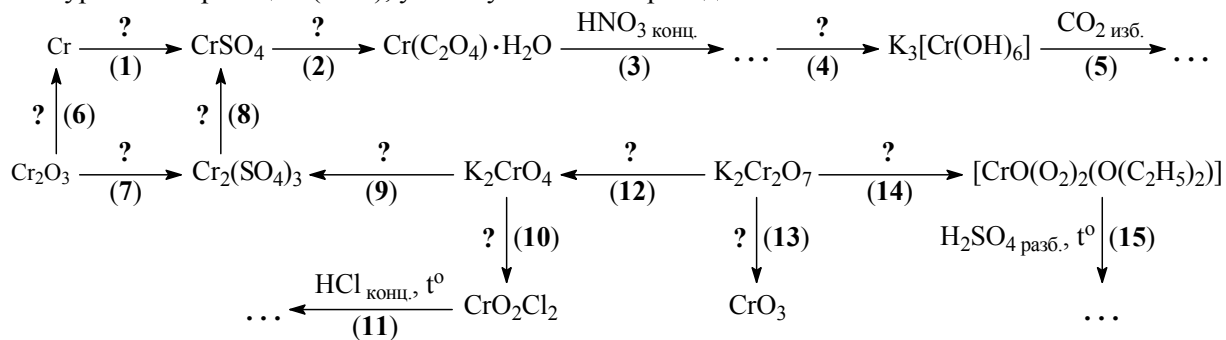
**№ 2 (120 баллов).** Закончите уравнения приведенных ниже реакций.



**№ 3 (150 баллов).** Сравните протекание описанных ниже процессов, записав уравнения соответствующих реакций.

- 1) Термическое разложение *твердых солей*: а)  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ; б)  $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ ; в)  $\text{NaHCO}_3$ ; г)  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ .
- 2) Взаимодействие хлоридов ЭС<sub>3</sub> (для Э = а) В, б) Тl, в) La) с избытком концентрированного раствора  $\text{Na}_2\text{S}$ .
- 3) Взаимодействие свежесозданной "ванадиевой кислоты" ( $\text{HVO}_3$ ) с растворами:
  - а) концентрированной хлорной кислоты;
  - б) концентрированной соляной кислоты при нагревании;
  - в) концентрированного водного аммиака.

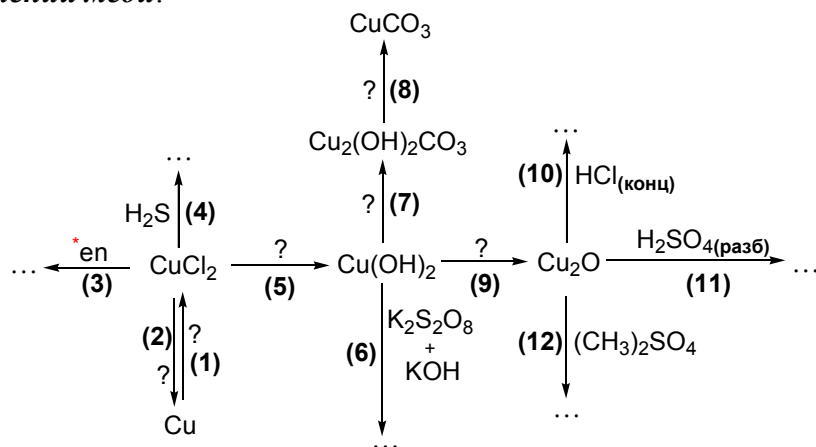
**№ 4 (225 баллов).** Ниже приведена схема *одностадийных* превращений соединений хрома. Напишите уравнения реакций (1-15), указав условия их проведения.



**Контрольная работа №3 (700 баллов)**

**№ 1 (180 баллов)**

Напишите уравнения реакций 1–12 (где необходимо – с указанием условий их проведения), соответствующих приведенным ниже схемам *одностадийных* превращений *соединений меди*.



\*en = этилендиамин

**№ 2 (180 баллов)**

Продемонстрируйте различия химии элементов триады Fe, Co и Ni (M), написав уравнения приведенных ниже реакций для указанных в каждом пункте металлов (*будьте внимательны!*).

- 1) M = Fe, Co, Ni:  $\text{M}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow \dots$
- 2) M = Fe, Ni:  $\text{MCl}_2 + \text{NH}_3(\text{конц. водн.}) \xrightarrow{\text{продувание воздуха через раствор}} \dots$
- 3) M = Fe, Co:  $\text{M}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH}(\text{конц.}) \rightarrow \dots$
- 4) M = Co, Ni:  $\text{MCl}_2 + \text{en} \xrightarrow{\text{подкисление HCl(разб.), продувание воздуха через раствор}} \dots$
- 5) M = Fe, Co, Ni:  $\text{M} + \text{CO} \xrightarrow{\text{P.T.}} \dots$

**№ 3 (160 баллов)**

Предложите последовательности реакций, с помощью которых можно получить  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  и  $\text{ReCl}_3$  (точнее,  $\text{Re}_3\text{Cl}_9$ ),

используя в качестве источника марганца минерал пиролюзит  $\text{MnO}_2$ , а в качестве источника рения минерал рениит  $\text{ReS}_2$ . Напишите уравнения реакций, укажите условия их проведения.

**№ 4 (180 баллов)**

Завершите уравнения реакций.

- |   |  |
|---|--|
| 1) $\text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{KOH}_{\text{водн.}} + \text{NH}_4\text{Cl}_{\text{водн.}} \rightarrow \dots$ | 7) $\text{PtF}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$   |
| 2) $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S}_{\text{водн.}} \rightarrow \dots$                            | 8) $\text{RuO}_4 + \text{HCl}_{\text{конц.}} \rightarrow \dots$  |
| 3) $\text{XeF}_6 + \text{O}_3 + \text{KOH}_{\text{водн.}} \rightarrow \dots$                                      | 9) $\text{AgNO}_3_{\text{водн.}} + \text{KOH}_{\text{конц.}} + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8_{\text{изб. тв.}} \rightarrow \dots$ |
| 4) $\text{K}_3[\text{RhCl}_6] + \text{Cl}_2 + \text{CsCl} \rightarrow \dots$                                      | 10) $\text{Au} + \text{KCN}_{\text{изб. конц.}} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$  |
| 5) $\text{Ru} + \text{KNO}_3_{\text{тв.}} + \text{KOH}_{\text{тв.}} \xrightarrow{t^\circ} \dots$                  | 11) $\text{XeF}_2 + \text{KBrO}_3_{\text{водн.}} \rightarrow \dots$  |
| 6) $\text{K}_2[\text{PtCl}_6] + \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}_{\text{водн. недост.}} \rightarrow \dots$           | 12) $\text{K}_2[\text{IrCl}_6] + \text{NH}_3 \rightarrow \dots$  |

Пример заданий Экзамена:

Экзамен (1000 баллов)

**№ 1 (220 баллов)**

Сравните взаимодействие веществ, написав уравнения соответствующих реакций:

- простых веществ, образованных элементами Э = Cl, S, P, Al с избытком раствора NaOH при нагревании (~ 90 °C);
- высших хлоридов элементов Э = I, P, Si, B с избытком раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> при нагревании (~ 90 °C);
- нитратов состава M(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, для M = Sb, Cr, Fe с избытком концентрированного раствора Na<sub>2</sub>S (~ 25 °C).

**№ 2 (200 баллов)**

Закончите уравнения приведенных ниже реакций.

- $\text{H}_2\text{SeO}_3_{\text{водн.}} + \text{SnSO}_4_{\text{изб. водн.}} + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{разб.}} \xrightarrow{\sim 70^\circ\text{C}} \dots$
- $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}_{\text{водн.}} + \text{PdCl}_2_{\text{водн.}} \rightarrow \dots$
- $\text{KMnO}_4_{\text{водн.}} + \text{MnCl}_2_{\text{изб. водн.}} \rightarrow \dots$
- $(\text{CH}_3\text{COO})\text{Ag}_{\text{водн.}} + \text{NaOH}_{\text{водн.}} \rightarrow \dots$
- $\text{NH}_4\text{ClO}_4_{\text{насыщ. водн.}} + \text{KNO}_2_{\text{насыщ. водн.}} \xrightarrow{\sim 90^\circ\text{C}} \dots$
- $\text{KMnO}_4_{\text{изб. водн.}} + \text{KI}_{\text{водн.}} \xrightarrow{\sim 90^\circ\text{C}} \dots$
- $\text{SiF}_4_{\text{газ}} + \text{NH}_3_{\text{изб. конц. водн.}} \rightarrow \dots$
- $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]_{\text{водн.}} + \text{Zn}_{\text{пыль}} \rightarrow \dots$
- $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2_{\text{водн.}} + \text{KI}_{\text{изб. конц.}} \rightarrow \dots$
- $\text{EuCl}_2_{\text{водн.}} + \text{NaOH}_{\text{разб.}} \xrightarrow{\text{Ar}, \sim 70^\circ\text{C}} \dots$

**№ 3 (250 баллов)**

Современная черная металлургия выпускает большое количество типов сталей, которые могут различаться содержанием легирующих добавок. По одной из аналитических методик для определения суммарного содержания хрома и ванадия в стали ГОСТ 21600 (принять, что она содержит только Fe, Cr и V) точную навеску растворяют в избытке ~30 %-го раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> [реакции 1–3], после чего добавляют концентрированную HNO<sub>3</sub> для полного окисления железа [реакция 4]. Затем раствор кипятят до полного разложения избытка HNO<sub>3</sub> [реакция 5].

Полученный сернокислый раствор (в котором металлы содержатся в степенях окисления Fe<sup>+3</sup>, Cr<sup>+3</sup> и V<sup>+4</sup>) окисляют добавлением избытка пероксодисульфата аммония [реакции 6–7], а затем раствор кипятят до полного разрушения избыточного пероксодисульфат-иона [реакция 8]. Суммарную концентрацию хрома (в виде Cr<sup>+6</sup>) и ванадия (в виде V<sup>+5</sup>) в полученном растворе определяют титрованием раствором соли Мора (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O [реакции 9–10].

Напишите уравнения реакций [1–10], лежащих в основе описанной аналитической методики.

**№ 4 (330 баллов)**

Минерал "айкинит" представляет собой смешанный сульфид меди, свинца и висмута состава PbCuBiS<sub>3</sub>.

Этот минерал подвергли обжигу в избытке кислорода [реакция 1], в результате чего получили следующие оксиды:



1) Напишите уравнение реакции [1].

Предложите последовательность реакций, позволяющих наиболее рационально из этих оксидов (предполагая, что после обжига каждый из них уже выделен в индивидуальном состоянии) получить:

- серную кислоту;
- дителионат натрия;
- гексахлороплюмбат(IV) аммония;
- висмутат(V) калия;
- сульфат тетраамминмеди(II).

Вы можете использовать любые реактивы и катализаторы (укажите, какие именно), не содержащие Pb, Cu, Bi и S.

2) Укажите формулы веществ (а – д), которые необходимо получить.

3) Приведите уравнения всех реакций (с условиями их проведения), которые необходимо осуществить для получения веществ (а – д).

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«Неорганическая химия»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета ФЕН	Подпись ответственного