



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра общей и неорганической химии**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета, доц.  
А.И. Вильмс  
«20» мая 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины Б1.О.18**

Наименование дисциплины **МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ. ХИМИЯ МЕТАЛЛОВ**

Направление подготовки **04.03.01 - Химия**

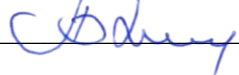
Направленность подготовки: **Химия нефти и газа**

Квалификация выпускника – **БАКАЛАВР**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК химического  
факультета

Протокол № 6 от «20» мая 2020 г.

Председатель  \_\_\_\_\_  
Вильмс А.И.

Рекомендовано кафедрой общей и  
неорганической химии:

Протокол № 5 от «15» мая 2020 г.

Зав. кафедрой  \_\_\_\_\_  
Сафронов А.Ю.

Иркутск 2020 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	5
4. Содержание и структура дисциплины	7
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам	7
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	9
4.3 Содержание учебного материала	15
4.3.1 Перечень семинарских занятий и лабораторных работ	19
4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение (самостоятельная работа студентов)	21
4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	23
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:	24
а) основная литература;	24
б) дополнительная литература;	25
в) список авторских методических разработок;	26
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	26
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	26
7. Образовательные технологии	29
8. Оценочные средства (ОС)	30

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:**

**Цель:** Цель дисциплины – показать роль неорганической химии в системе наук, дать представление об основных свойствах и методах исследования неорганических соединений, научить использовать базис законов и понятий общей химии для усвоения и интерпретации углубленных знаний по другим разделам химии, содействовать развитию научного мировоззрения студентов.

В результате изучения данного курса студенты должны познакомиться с теоретическими основами базовых разделов химии, освоить основные закономерности протекания различных типов химических реакций с участием неорганических веществ, основные методы и приемы работы в лабораториях неорганической химии.

### **Задачи:**

1. ознакомить студентов химического факультета с теоретическими основами базовых разделов химии, основными закономерностями протекания различных типов химических реакций с участием неорганических веществ, основными методами и приемами работы в лабораториях неорганической химии;
2. закрепить необходимый понятийный аппарат, основные законы и закономерности, описывающие развитие представлений о химической связи в металлах, основах термодинамики и кинетики, закономерностях протекания электрохимических процессов в растворах;
3. сформировать умение проводить экспериментальные работы по готовым методикам, выполнять стандартные операции на современном оборудовании, используемом в неорганической химии, применять на практике полученные знания при анализе полученных экспериментальных результатов и составлении отчетов в заданной форме;
4. дать представление о роли и месте общей химии и неорганической химии металлов в системе наук и в профессиональной деятельности.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО:**

Дисциплина «Металлическая связь. Химия металлов» относится к базовым дисциплинам обязательной части (Б1.О.18).

2.2. Современная общая и неорганическая химия базируется на основных положениях химии, усвоенных студентами в процессе изучения этого предмета в школе. Курс общей и неорганической химии имеет фундаментальное значение в становлении специалиста широкого профиля, химика-исследователя и химика-преподавателя (вуза, школы), и является первым вузовским химическим курсом.

2.3 Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

«Аналитическая химия» (Б1.О.19),

«Физическая химия. Химическая термодинамика» (Б1.О.25),

«Физическая химия. Химическая кинетика и катализ» (Б1.О.26),

«Процессы и аппараты. Химическая технология нефти и газа» (Б1.О.28),

«Гидрогеохимия» (Б1.В.07),

а также для выполнения квалификационных работ и формирования профессиональных компетенций.

### III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 04.03.01 «Химия», профиль: химия нефти и газа.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИДК опк-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<b>Знать:</b> теоретические основы общей химии и химии неметаллов, существо реакций и процессов, используемых в неорганической химии; принципы и области использования основных методов химического исследования. <b>Иметь</b> представление об особенностях объектов исследования. <b>Уметь:</b> подготавливать объекты исследования, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в неорганических исследованиях. <b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при синтезе и исследовании неорганических объектов и работе с растворёнными в воде неорганическими веществами по готовым методикам.
ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ИДК опк-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности  ИДК опк-2.2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	<b>Знать:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами. <b>Уметь:</b> подготавливать объекты для синтеза, проводить экспериментальный синтез по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в неорганических исследованиях. <b>Владеть:</b> навыками проведения химических экспериментов при синтезе неорганических объектов по готовым методикам.
ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ	ИДК <sub>опк-3.2</sub> Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической	<b>Знать:</b> основные ресурсы пользователя бытового персонального компьютера и правила пользования ими для

<p>и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники</p>	<p>направленности</p>	<p>учебных и научных целей.  <b>Уметь:</b> обрабатывать результаты опытов и расчетных работ с применением стандартного программного обеспечения доступных ПК.  <b>Владеть:</b> навыками представления результатов в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде.</p>
<p>ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p>ИДКОПК6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке</p> <p>ИДКОПК-6.4 Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках</p>	<p><b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.  <b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии.  <b>Владеть:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде.</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа, в том числе 1.25 зачетных единиц, 45 часов на зачёт и экзамен.

Форма промежуточной аттестации: *зачёт, экзамен.*

##### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Лабораторные и практические занятия		КСР / консультации		
				Всего часов	Из них практическая подготовка			
1	МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА. МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ	2	14	4	4	1	10	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
2	МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В МЕТАЛЛОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	2	10	4	4	1	8	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
3	МЕТАЛЛОХИМИЯ (КОРРОЗИЯ, КЛАСТЕРЫ)	2	6	4	4	1	10	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары

4	ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИИ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ	2	2	4	4	1	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
5	БЕРИЛЛИЙ, МАГНИЙ, ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ	2	2	4	4	1	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
6	АЛЮМИНИЙ	2	2	4	4	1	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
7	ПОДГРУППА ГАЛЛИЯ	2	2	-	-	1	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
8	ПОДГРУППА ГЕРМАНИЯ	2	2	4	4	-	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
9	ПОДГРУППА МЕДИ	2	2	4	4	-	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
10	ПОДГРУППА ЦИНКА	2	2	5	5	-	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
11	РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (СКАНДИЙ, ИТТРИЙ, ЛАНТАН, ЛАНТАНОИДЫ)	2	2	-	-	1	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
12	ПОДГРУППА ТИТАНА	2	2	5	5	1	2	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
13	ПОДГРУППА ВАНАДИЯ	2	2	5	5	-	2	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары

14	ПОДГРУППА ХРОМА	2	2	5	5	1	2	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
15	МАРГАНЕЦ, ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ	2	2	12	12	1	4	Проверка отчетов по ЛР, практические задания, семинары
16	<b>Контрольный синтез</b>	2	-	8	8	1	6	Проверка отчета по курсовому синтезу, защита отчета
17	<b>Зачёт, экзамен</b>						45	Зачет, экзамен
<b>Итого часов</b>			<b>72</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>13</b>	<b>76</b>	

*В рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена **практическая подготовка** в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.*

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		



Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
2	МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА. МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ	Подготовка к семинару	февраль-март	10	Степень активного участия в семинаре	Неорганическая химия : учеб. для студ. вузов: В 3 т. / ред. Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки).
	МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В МЕТАЛЛОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	Подготовка к семинару	март-апрель	8	Степень активного участия в семинаре	Неорганическая химия : учеб. для студ. вузов: В 3 т. / ред. Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки).
	МЕТАЛЛОХИМИЯ (КОРРОЗИЯ, КЛАСТЕРЫ)	Подготовка к семинару. Подготовка и написание отчётов	февраль, апрель	10	Степень активного участия в семинаре. Проверка отчета по работе. УО	Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие / Н. Л. Глинка. - Изд. стер. - М. : КноРус, 2011. - 240 с.; Неорганическая химия : учеб. для студ. вузов: В 3 т. / ред. Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки).
	ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИИ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ	Подготовка к семинару. Подготовка и написание отчётов	февраль	4	Степень активного участия в семинаре. Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
	БЕРИЛЛИЙ, МАГНИЙ, ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ	Подготовка и написание отчётов	март	4	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»
	АЛЮМИНИЙ. ПОДГРУППА ГАЛЛИЯ	Подготовка и написание отчётов		8	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»
	ПОДГРУППА ГЕРМАНИЯ	Подготовка и написание отчётов		4	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»
	ПОДГРУППА МЕДИ	Подготовка и написание отчётов	апрель	4	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»
	ПОДГРУППА ЦИНКА	Подготовка и написание отчётов	апрель	4	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»
	РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (СКАНДИЙ, ИТРИЙ, ЛАНТАН, ЛАНТАНОИДЫ)	Подготовка к семинару по теме «РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (СКАНДИЙ, ИТРИЙ, ЛАНТАН, ЛАНТАНОИДЫ)»	март-апрель	4	Степень активного участия в семинаре	Неорганическая химия : учеб. для студ. вузов: В 3 т. / ред. Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки).

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
	ПОДГРУППА ТИТАНА	Подготовка и написание отчётов	апрель	2	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»
	ПОДГРУППА ВАНАДИЯ	Подготовка и написание отчётов	апрель	2	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»
	ПОДГРУППА ХРОМА	Подготовка и написание отчётов	апрель	2	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»
	МАРГАНЕЦ, ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ	Подготовка и написание отчётов	апрель-май	4	Проверка отчета по работе. УО	Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»
	<b>Контрольный синтез</b>	Подготовка к проведению синтеза, написание отчёта, подготовка презентации	май	6	Проверка отчета по курсовому синтезу. Защита курсового синтеза	Неорганическая химия : учеб. для студ. вузов: В 3 т. / ред. Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки). Методические указания к практикуму «Металлическая связь. Химия металлов»
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>76</b>		

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
<b>Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)</b>				<b>76</b>		

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине включает в себя:  
занятия лекционного типа, лабораторные работы, семинарские занятия и групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателем.

## 4.3 Содержание учебного материала

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### 1.1. МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА. МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Положение элементов с металлическими свойствами в периодической системе. Общие свойства металлов и их объяснения с помощью теории электронного газа (классической и квантово-механической по Ферми-Дираку). Принцип плотнейшей упаковки атомов в кристаллической решетке. Полиморфизм (аллотропия) металлов. Общие сведения о полиморфизме и аллотропии неорганических соединений. Три основных типа кристаллических решеток металлов. Модель, объясняющая возникновение металлической связи (на примерах молекул бензола, кристаллах графита, лития, бериллия). Представление о зонной теории кристаллов (сущность теоремы Блоха, представление о зонах Бриллюэна, К-вектор, валентная, запрещенная зоны, зона проводимости). Общее значение зонной теории для химии твердого состояния вещества. Проводники, полупроводники, диэлектрики. Полуметаллы и современное представление об их природе (зонное строение кристаллов полуметаллов). Значение полуметаллов в развитии химии и физики твердого тела. Таммовское состояние электрона на поверхности твердого тела. Реконструкция поверхности.

#### 1.2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В МЕТАЛЛОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Сплавы металлов и методы их изучения. Правило фаз. Фаза. Компонент. Число степеней свободы. Примеры применения правила фаз. Физико-химический анализ. Принципы непрерывности и соответствия (по Н.С.Курнакову). Кривые охлаждения. Типы диаграмм плавкости. Системы не образующие химических соединений (с простой эвтектикой, твердые растворы с неограниченной и ограниченной взаимной растворимостью, диаграммы перитектического типа). Системы с образованием химических соединений. Интерметаллические соединения. Дальтониды и бертоллиды (соединения Курнакова, фазы Лавеса, фазы внедрения, электронные соединения Юм-Розери).

#### 1.3. МЕТАЛЛОХИМИЯ

Классификация элементов-металлов с точки зрения их металлического строения. Переходные элементы (определение, особенности свойств). Ряд напряжений металлов и его термодинамическое обоснование. Коррозия металлов (химическая и электрохимическая), виды электрохимической коррозии. Способы защиты металлов от коррозии. Диагональное сходство элементов. Геохимические "звезды" А.Е.Ферсмана. Соединения переходных элементов со связью металл-металл (кластеры). Металлы как основа индустрии. Значение металлов в народном хозяйстве и обороны страны. Металлы жизни.

#### 1.4. ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИИ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Формы нахождения в природе. Минералы. Методы получения простых веществ, их свойства. Кислородные соединения (оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды). Зависимость устойчивости отдельных кислородных соединений от размеров ионов металлов. Область термодинамической устойчивости соединений щелочных металлов.

ЛИТИЙ. Особенности строения атома и иона лития и связанные с этим аномальные свойства соединений лития: термическая нестойкость его солей, аномальная растворимость (хлорид, фосфат). Взаимодействие с азотом. Гидрид лития. Склонность солей лития к гидратации. Литий-комплексобразователь. Сходство некоторых соединений лития и магния.

НАТРИЙ. Сущность методов получения едкого натра. Кристаллогидраты сульфата и карбоната натрия, тектогидраты. Нитрат натрия. Галогениды натрия. Гидрид натрия.

КАЛИЙ. Способы получения едкого калия. Калийная селитра. Калийные удобрения. Натрий и калий - металлы жизни.

РУБИДИЙ и ЦЕЗИЙ. Рубидий и цезий - редкие щелочные металлы. Применение. Новые области применения щелочных металлов и их соединений.

### 1.5. БЕРИЛЛИЙ. МАГНИЙ. ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Общая характеристика свойств элементов. Минералы, области термодинамической устойчивости соединений бериллия, магния и щелочноземельных элементов (металлов).

БЕРИЛЛИЙ. Металлический бериллий и его свойства. Гидроксид бериллия, соли бериллия и бериллаты. Комплексные соединения бериллия, особенности их строения. Электронодефицитные молекулы. Применение бериллия.

МАГНИЙ. Свойства металлического магния. Сплавы магния, их значение. Оксид и гидроксид магния. Фосфат магния. Гидролиз растворимых солей магния. Магнезиальный цемент. Применение магния и его соединений.

ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ. Свойства металлического кальция. Оксид и гидроксид кальция, гидрид и нитрид кальция. Содержание солей кальция в речной и морской воде. Жесткость воды (временная и постоянная), градусы жесткости. Современные методы очистки воды (ионный обмен). Малорастворимые соли кальция - карбонат, оксалат, сульфат. Гипс, его свойства. Производство цемента. Основные черты химии стронция, бария и радия. Свойства металлов и их соединений. Применение стронция, бария, радия и их соединений.

1.6. АЛЮМИНИЙ Минералы алюминия: бокситы, нефелин и др. Сущность процессов переработки боксита на оксид алюминия, принципы производства металлического алюминия. Сплавы алюминия. Корунд. Искусственные рубины. Алюминаты. Алюмотермия. Оксид алюминия. Соли алюминия, их гидролиз. Гидроксид алюминия. Строение гидроксидов. Полимеризация за счет процессов оляции и оксоляции. Комплексные соединения алюминия. Криолит. Квасцы. Безводные и гидратированные галогениды алюминия. Гидрид алюминия, алюмогидрид лития. Субсоединения алюминия. Реакции диспропорционирования и конпропорционирования. Получение сверхчистого алюминия из субсоединений.

### 1.7. ПОДГРУППА ГАЛЛИЯ

Общая характеристика элементов подгруппы. История открытия галлия (эка-алюминия), предсказание свойств галлия Д.И.Менделеевым. Периодический закон Д.И.Менделеева - основа дальнейшего развития неорганической химии. Нахождение галлия, индия и таллия в природе. Сущность процессов выделения галлия, индия и таллия из руд. Сущность методов получения металлов. Восстановление галлия галламой алюминия в щелочных растворах. Галлий, индий и таллий - рассеянные элементы.

Металлический **галлий**, его физические и химические свойства. Природа низкой температуры плавления и высокой температуры кипения галлия. Соединения галлия (+3) и галлия (+1). Оксиды галлия. Гидроксид галлия (+3). Соли галлия и их гидролиз. Галлаты.

Металлический **индий**. Применение сплавов индия. Соединения индия в различных степенях окисления. Гидроксид индия (+3). Соли индия (+3), их гидролиз.

Металлический **таллий**. Соединения таллия (+1) и (+3), особенности их свойств. Особенности химии таллия. Устойчивая степень окисления. Представления об инертной паре валентных электронов и природа этого явления. Применение соединений галлия, индия и таллия в полупроводниковой технике и других областях.

#### 1.8. ПОДГРУППА ГЕРМАНИЯ

Общая характеристика элементов подгруппы. Нахождение в природе. Получение простых веществ. История открытия германия (эка-сицилия).

Свойства **германия**. Соединения германия (+4). Диоксид германия, германаты. Тетрахлорид германия. Гидриды. Соединения германия (+2). Германий как важный полупроводниковый материал.

Свойства  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -**олова**.  $\alpha$ -олово - "бесщелевой" полупроводник. Природа "крика" олова. Соединения олова (+2). Восстановительные свойства соединений олова (+2). Соединения олова (+4). Оксид олова. Оловянные кислоты, их строение. Станнаты, тиостаннаты, сульфиды олова (+4). Хлорное олово. Комплексные соединения олова (+4). Применение олова и его соединений. Сплавы олова.

Свойства металлического **свинца**. Соединения свинца (+2). Оксид и гидроксид свинца. Соединения свинца (+4). Пломбаты, их строение. Комплексные соединения свинца (+4). Принципы переработки сернистых свинцовых руд. Применение металлического свинца и его соединений. Сплавы свинца.

#### 1.9. ПОДГРУППА МЕДИ

Общая характеристика элементов подгруппы.

Природные соединения **меди**. Сущность процессов извлечения меди из руд и получение меди. Свойства металлической меди, ее сплавы. Соединения меди (+1), (+2). Соли меди (+2), строение кристаллогидратов с нечетным количеством молекул воды. Комплексные соединения. Практическое использование меди и ее соединений.

Основы получения и свойства металлического **серебра**. Сплавы серебра. Процесс серебрения. Понятие о процессе фотографирования. Свойства важнейших соединений серебра. Комплексные соединения серебра, их свойства, строение и использование.

Самородное **золото**, золотосодержащие руды. Принципы извлечения золота из руд. Свойства металлического золота. Процесс растворения металлического золота в растворах цианистых солей. Причина изменения окислительно-восстановительного состояния системы  $Au^0$ ,  $Au^{+1}$  при образовании растворимого комплексного аниона  $[Au(CN)_2]^-$ . Выделение золота из цианистых растворов методом цементации. Оксиды и гидраты золота. Золотохлористоводородная кислота. Ауранты. Соли и комплексные соединения золота. Применение золота и его соединений. Сусальное золото. Понятие о пробирном анализе.

#### 1.10. ПОДГРУППА ЦИНКА

Общая характеристика элементов подгруппы цинка.

Нахождение **цинка** в природе. Сущность процессов извлечения цинка из руд. Свойства металлического цинка, сплавы цинка. Оксид и гидроксид цинка. Состояние ионов цинка в водных растворах и неводных аммиачных растворах. Соли цинка и цинкаты. Цинк как комплексообразователь. Применение цинка и его соединений.

Природные соединения **кадмия**, извлечение кадмия из отходов цинкового производства. Кадмий и его сплавы. Оксид и гидроксид кадмия. Соли кадмия. Важнейшие комплексные соединения. Связь металл-металл в соединениях кадмия (+1). Применение металлического кадмия и его соединений.

Нахождение **ртути** в природе. Получение ртути. Свойства металлической ртути. Амальгамы. Причина низкой химической активности ртути. Особенности конфигурации  $(n-1)d^{10}ns^2$ . Роль инертной пары валентных s-электронов. Соединения ртути (+2), оксид ртути. Сулема. Киноварь. Комплексные соединения ртути. Производные ртути (+1), их строение и свойства. Связь металл-металл в соединениях ртути (+1). Доказательства существования этой связи. Каломель. Особые свойства монокристаллов каломели. Применение ртути и ее соединений.

### 1.11. РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Общая характеристика свойств элементов подгруппы скандия (**скандий**, **иттрий**, **лантан**, **лантаноиды**, **актиний**). Минералы редкоземельных элементов. Методы получения металлов и их свойства.

Особенности химии скандия. Соединения скандия, иттрия, лантана, актиния. Основные черты химии актиния.

Строение электронных оболочек атомов лантаноидов. Физические и химические свойства лантаноидов. Соединения лантаноидов в аномальных степенях окисления. Монотонное изменение свойств и внутренняя периодичность свойств простых веществ и химических соединений в семействе лантаноидов. Оксиды, гидроксиды и соли. Комплексные соединения, двойные соли. Влияние лантаноидного сжатия на устойчивость комплексных соединений. Разделение смесей редкоземельных элементов методом фракционного осаждения. Представление о методах ионнообменной сорбции и жидкостной экстракции. Хроматографическое разделение смесей лантаноидов. Использование соединений редкоземельных элементов в новой технике.

### 1.12. ПОДГРУППА ТИТАНА

Общая характеристика элементов подгруппы титана.

Нахождение **титана** в природе. Сущность получения титана из минерального сырья. Металлический титан, свойства, применение. Сплавы титана. Формы нахождения титана (+4) в водных растворах. Гидролиз галогенидов титана. Титанаты. Гидролиз титанатов. Процессы старения соединений титана. Процессы оляции и оксоляции. Гидроксиды и основные соли титана. Комплексные соединения титана. Диоксид титана и его применение. Соединения титана в низших степенях окисления. Монооксид титана.

Минеральное сырье **циркония** и **гафния**. Принципы получения металлов. Свойства ионов циркония (+4) и гафния (+4) в водных растворах. Гидроксиды циркония ( $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -). Современные методы разделения циркония и гафния. фторцирконаты и фторгафнаты. Применение соединений циркония, гафния и их соединений.

Характеристика химических свойств  $^{104}\text{Э}$  (**резерфордия**). Сущность методов синтеза и идентификации резерфордия.

### 1.13. ПОДГРУППА ВАНАДИЯ

Общая характеристика элементов подгруппы ванадия.

Нахождение **ванадия** в природе. Способы извлечения ванадия из руд и получения металлического ванадия. Свойства металлического ванадия. Соединения ванадия в разных степенях окисления. Состояние ионов ванадия (+5) в кислых и щелочных водных растворах. Применение ванадия, сплавы ванадия.

Минералы **ниобия** и **тантала**. Принципы получения и свойства металлов. Состояние ионов ниобия (+5) и тантала (+5) в кислых и щелочных растворах. Оксиды и гидроксиды, соли, комплексные соединения. Ниобаты и танталаты. Методы разделения



ниобия и тантала. Применение ниобия, тантала и их соединений. Nb<sub>3</sub>Sn сверхпроводящее металлическое соединение. Сущность и значение явления сверхпроводимости для развития новейшей техники.

#### 1.14. ПОДГРУППА ХРОМА

Общая характеристика элементов подгруппы хрома.

Минеральное сырье **хрома**. Принципы переработки хромистого железняка. Свойства металлического хрома. Сплавы хрома. Важнейшие соединения хрома (+3). Комплексные соединения хрома (+3), аммиакаты, квасцы. Хромиты. Соединения хрома (+6), их свойства.

Минералы **молибдена** и **вольфрама**. Методы получения металлов. Химические соединения молибдена и вольфрама. Оксиды и галогениды молибдена и вольфрама. Молибденовые и вольфрамовые кислоты. Состояние молибдена (+6) и вольфрама (+6) в водных растворах. Изополисоединения. Гетерополисоединения. Карбиды. Соединения молибдена и вольфрама в низких степенях окисления. Вольфрамовые бронзы. Молибденовая и вольфрамовая синь. Применение молибдена и вольфрама. Молибден и вольфрам как основа производства жаропрочных и твердых сплавов.

Соединения элементов со связью металл-металл (кластерные соединения).

#### 1.15. МАРГАНЕЦ, ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ

Общая характеристика элементов. Природные соединения. Принципы получения металлов. Оксиды, гидроксиды, галогениды и другие соединения.

#### 1.16. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемы и перспективы развития неорганической химии. Задачи синтеза новых неорганических соединений с заданными свойствами (полупроводники, тугоплавкие и сверхпроводящие сплавы, кластеры и т.д.). Физико-химические методы исследования неорганических соединений. Проблема получения веществ сверхвысокой чистоты. Металлоорганическая и бионеорганическая химия. Перспективы использования всех известных элементов в науке и технике.

### 4.3.1 Перечень семинарских занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Практическая подготовка		
1	МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА. МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ	<i>Семинар «Металлическое состояние вещества»</i>	4		Устное собеседование	ОПК-6.1

	СВЯЗЬ					
2	МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В МЕТАЛЛОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	Семинар «Сплавы»	4		Устное собеседование	ОПК-6.1
3	МЕТАЛЛОХИМИЯ (КОРРОЗИЯ, КЛАСТЕРЫ)	1. Коррозия, возникающая при контакте двух металлов 2. Активаторы коррозии 3. Защита от коррозии	4	2	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1
4	ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИИ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ	1. Свойства металлического натрия 2. Получение и свойства кислородных соединений натрия 3. Гидролиз солей щелочных металлов	4	4	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-2.2 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1
5	БЕРИЛЛИЙ, МАГНИЙ, ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ	1. Получение и свойства гидроксидов бериллия и магния 2. Основные карбонаты бериллия и магния 3. Гидроксиды и соли кальция, стронция и бария	4	4	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-2.2 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1
6	АЛЮМИНИЙ	1. Свойства металлического алюминия 2. Получение и свойства гидроксида алюминия 3. Гидролиз соединений алюминия	4	4	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-2.2 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1
7	ПОДГРУППА ГАЛЛИЯ	Семинар «Сравнительная характеристика s- и p-металлов»	2		Устное собеседование	ОПК-6.1
8	ПОДГРУППА ГЕРМАНИЯ	1. Получение олова 2. Соединения олова (+2) и (+4) 3. Соединения свинца (+2) и (+4) 4. Свойства свинцового сурика	4	4	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-2.2 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1
9	ПОДГРУППА МЕДИ	1. Получение и свойства меди 2. Соединения меди (+1) и (+2) 3. Получение оксидов серебра (+1) и (+2) 4. Галогениды серебра	4	4	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-2.2 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1
10	ПОДГРУППА ЦИНКА	1. Гидроксиды и сульфиды цинка и кадмия 2. Гидролиз солей цинка 3. Соединения ртути	5	5	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-2.2 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1

11	РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (СКАНДИЙ, ИТТРИЙ, ЛАНТАН, ЛАНТАНОИДЫ)	Семинар «Сравнительная характеристика d-металлов»	4		Устное собеседование	ПК-6.1
12	ПОДГРУППА ТИТАНА	1. Соединения титана (+4) и (+3) 2. Пероксидные соединения титана	5	5	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-2.2 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1
13	ПОДГРУППА ВАНАДИЯ	1. Соединения ванадия (+5) и низших степеней окисления 2. Пероксидные соединения ванадия	5	5	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-2.2 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1
14	ПОДГРУППА ХРОМА	1. Соединения хрома (+3) и (+6) 2. Сульфиды и тиосульфиды молибдена и вольфрама 3. Пероксидные соединения молибдена и вольфрама 4. Комплексные соединения молибдена	5	5	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-2.2 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1
15	МАРГАНЕЦ, ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ	1. Соединения марганца (+2)-(+5) 2. Свойства манганатов и перманганатов 3. Гидроксиды железа, кобальта и никеля (+2) и (+3) 4. Соли железа, кобальта и никеля	12	12	Отчёты	ОПК-6.1 ОПК-2.2 ОПК-3,2 ОПК-1.2 ОПК-6.1

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение (самостоятельная работа студентов)

№ № п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА. МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ	Подготовка к семинару	ОПК-1	ПК-1,2
2	МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В МЕТАЛЛОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	Подготовка к семинару	ОПК-1	ПК-1,2
3	МЕТАЛЛОХИМИЯ (КОРРОЗИЯ, КЛАСТЕРЫ)	Подготовка к семинару. Подготовка и написание отчётов	ОПК-1 ОПК-3, ОПК-6	ПК-1,2 ПК-3.2 ПК-6.1
4	ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИИ ЩЕЛОЧНЫХ	Подготовка к семинару. Подготовка	ОПК-1 ОПК-3, ОПК-6	ПК-1,2 ПК-3.2

	МЕТАЛЛОВ	и написание отчётов		ПК-6.1
5	БЕРИЛЛИЙ, МАГНИЙ, ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ	Подготовка и написание отчётов	ОПК-3, ОПК-6	ПК-3,2 ПК-6.1
6	АЛЮМИНИЙ	Подготовка и написание отчётов	ОПК-3, ОПК-6	ПК-3,2 ПК-6.1
7	ПОДГРУППА ГАЛЛИЯ	Подготовка и написание отчётов	ОПК-3, ОПК-6	ПК-3,2 ПК-6.1
8	ПОДГРУППА ГЕРМАНИЯ	Подготовка и написание отчётов	ОПК-3, ОПК-6	ПК-3,2 ПК-6.1
9	ПОДГРУППА МЕДИ	Подготовка и написание отчётов	ОПК-3, ОПК-6	ПК-3,2 ПК-6.1
10	ПОДГРУППА ЦИНКА	Подготовка и написание отчётов	ОПК-3, ОПК-6	ПК-3,2 ПК-6.1
11	РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (СКАНДИЙ, ИТТРИЙ, ЛАНТАН, ЛАНТАНОИДЫ)	Подготовка к семинару	ОПК-1	ПК-1,2
12	ПОДГРУППА ТИТАНА	Подготовка и написание отчётов	ОПК-3, ОПК-6	ПК-3,2 ПК-6.1
13	ПОДГРУППА ВАНАДИЯ	Подготовка и написание отчётов	ОПК-3, ОПК-6	ПК-3,2 ПК-6.1
14	ПОДГРУППА ХРОМА	Подготовка и написание отчётов	ОПК-3, ОПК-6	ПК-3,2 ПК-6.1
15	МАРГАНЕЦ, ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ	Подготовка и написание отчётов	ОПК-3, ОПК-6	ПК-3,2 ПК-6.1
16	<b>Контрольный синтез</b>	Подготовка к проведению синтеза, написание отчёта, подготовка презентации	ОПК-3, ОПК-6	ПК-2,2 ПК-6.4

#### 4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением теоретического материала в виде решения задач и подготовки к семинарам, проводится во внеаудиторное время.

*Структура отчета по лабораторной работе:*

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Выполнение расчетных, графических и контрольных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.
4. Вывод (на основе полученных результатов).

Методические рекомендации по выполнению и обработке экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических рекомендациях, подготовленных преподавателями кафедры: Баженов Б.Н., Димова Л.М., Кашевский А.В.,

Сафронов А.Ю., Стальмакова В.А., Ясько Т.Н. Металлическая связь. Химия металлов - Изд-во ИГУ, Иркутск, 2019.

Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых учебных пособиях и задачниках по общей и неорганической химии:

Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие / Н. Л. [и др.]. - СПб. [и др.] : Химия, 1986. - 272 с. издание двадцать четвёртое и все последующие издания.

#### **4.5. Примерная тематика курсовых синтезов (при наличии) \_\_\_\_\_**

1. Получение хрома
2. Получение хлорхромата калия
3. Получение хромокалиевых квасцов
4. Получение алюмокалиевых квасцов
5. Получение марганца
6. Получение соли Мора
7. Получение гексанитрито(+3)кобальтата калия
8. Получение хлорида гексаамминникеля (+2)
9. Получение сульфата тетраамминмеди (+2)
10. Получение ацетата меди (+2)
11. Получение основного карбоната меди (+2)
12. Получение хлорида меди (+1)
13. Получение хлорида меди (+2)
14. Получение никеля (+3)
15. Получение легкоплавких стёкол
16. Получение пероксида бария
17. Получение гексахлоростанната(+4) аммония
18. Получение ванадия
19. Получение железа.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература**

1. Неорганическая химия [Текст] : учеб. для студ. вузов: В 3 т. / ред. Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия. - 24 см. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки). - ISBN 5-7695-1437-х.

Т.3 : Химия переходных элементов, Кн.1 / А. А. Дроздов [и др.]. - 2007. - 349 с. : ил. - ISBN 5-7695-2532-0. - ISBN 5-7695-3020-0.

Т.3 : Химия переходных элементов, Кн.2 / А. А. Дроздов [и др.]. - 2007. - 400 с. : ил. - Библиогр.: с. 391-398. - ISBN 5-7695-2533-9. - ISBN 5-7695-3020-0.

2. Неорганическая химия. Химия элементов : учебник: В 2 т. / Ю. Д. Третьяков [и др.] ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГУ : Академкнига, 2007 - . - 22 см. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-211-05330-4. - ISBN 978-5-94628-297-0.

Т. 1. - 2007. - 537 с. : ил. - Библиогр.: с. 24. - Предм. указ.: с. 521-537. - ISBN 978-5-211-05332-2. - ISBN 978-5-94628-298-7.

Т. 2. - 2007. - 670 с. : ил. - Предм. указ.: с. 655-670. - ISBN 978-5-211-05334-2. - ISBN 978-5-94628-299-4.

3. Гринвуд, Норман Н. Химия элементов: пер. с англ. : в 2 т. / Н. Н. Гринвуд, А. Эрншо. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 27 см. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-94774-372-2.

Т. 1. - 2008. - 607 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - Пер. изд. : Chemistry of the elements / N. N. Greenwood, A. Earnshaw. - Oxford, 1984. - ISBN 978-5-94774-373-9.

Т. 2. - 2008. - 670 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 620-662. - Пер. изд. : Chemistry of the elements / N. N. Greenwood, A. Earnshaw. - Oxford, 1984. - ISBN 978-5-94774-374-6.

4. Неорганическая химия. Химия элементов [Электронный ресурс] : учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. 510500 "Химия" и спец. 011000 "Химия" : в 2 т. / Ю. Д. Третьяков и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - ЭВК. - М. : Изд-во МГУ : Академкнига, 2007. - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - ISBN 978-5-211-05330-4. - ISBN 978-5-94628-297-0.

Т. 2. - М. : Изд-во МГУ, 2007. - 673 с. - ISBN 978-5-211-05334-2. - ISBN 978-5-94628-299-4.

5. Тоуб, М. Механизмы неорганических реакций [Электронный ресурс] / М. Тоуб, Дж Берджесс. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 678 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-0975-7.

### **б) дополнительная литература**

1. Глинка, Николай Леонидович. Задачи и упражнения по общей химии [Текст] : учеб. пособие / Н. Л. Глинка. - Изд. стер. - М. : КноРус, 2011. - 240 с. ; 21 см. - ISBN 978-5-406-00810-2.

Глинка, Николай Леонидович. Задачи и упражнения по общей химии [Текст] : учеб.

пособие / Н. Л. Глинка. - Изд. стер. - М. : КноРус, 2012. - 240 с. ; 21 см. - ISBN 978-5-406-02098-2.

Глинка, Николай Леонидович. Задачи и упражнения по общей химии [Текст] : учеб. пособие / Н. Л. Глинка. - Изд. стер. - М. : КноРус, 2014. - 240 с. ; 21 см. - ISBN 978-5-406-03259-6.

2. Ерёмин, Вадим Владимирович. Основы общей и физической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / В. В. Ерёмин, А. Я. Боршевский. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 847 с. : ил. ; 24 см. - Предм. указ.: с. 839-847. - ISBN 978-5-91559-105-8. 2013.

3. Общая химия [Текст] : учеб. пособие / Н. Л. Глинка. - изд., стер. - М. : КноРус, 2012. - 746 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 725-726. - Предм. указ.: с. 727-746. - ISBN 978-5-406-02149-1.

Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учеб. пособие / Н. Л. Глинка. - изд., стер. - М. : КноРус, 2013. - 746 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 725-726. - Предм. указ.: с. 727-746. - ISBN 978-5-406-02934-3.

4. Общая химия [Текст] : учеб. пособие / Иркутский гос. ун-т, Хим. фак ; сост. Л. М. Димова ; рец.: А. Г. Пройдаков, А. Ф. Летникова. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 117 с. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1078-4.



**в) список авторских методических разработок:**

*в ЭИОС ИГУ размещены методические указания к лабораторным работам:*

1. Баженов Б.Н., Димова Л.М., Кашевский А.В., Сафронов А.Ю., Стальмакова В.А., Ясько Т.Н. Металлическая связь. Химия металлов - Изд-во ИГУ, Иркутск, 2019.

**д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. [www.elar.usu.ru/.../1569/1/1333921\\_exam.pdf](http://www.elar.usu.ru/.../1569/1/1333921_exam.pdf)
2. [http://www.ksu.ru/chmku/docs/kn4\\_06.rtf](http://www.ksu.ru/chmku/docs/kn4_06.rtf)
3. [www.xenoid.ru/.../chem\\_books\\_download.php](http://www.xenoid.ru/.../chem_books_download.php)
4. [http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/neorg\\_him/lek\\_14.html](http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/neorg_him/lek_14.html)
5. <http://www.Ftchemistry.dsmu.edu.ua.html>
6. <http://www.edu.ru/db/portal/spe/archive.htm>
7. [http://www.krugosvet.ru/.../Himiya\\_neorganicheskaya.html](http://www.krugosvet.ru/.../Himiya_neorganicheskaya.html)
8. <http://www.edu.ru/window/library>
9. <http://www.novedu.ru>
10. [http://www.newlibrary.ru/.../neorganicheskaya\\_himiya](http://www.newlibrary.ru/.../neorganicheskaya_himiya)

**VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Помещения для проведения лекционных и лабораторных занятий, укомплектованные необходимым оборудованием, приборной базой и реактивами, а именно:

- аудитории, оснащенные мультимедийными средствами, для проведения аудиторных и практических занятий (ауд. 402, 426, 303); ауд. 5, 402, 426 оборудованы

мультимедийными проекторами (InFocus IN 105 (3D Ready)), настенными экранами, ноутбуками Samsung NP 300T5A-A0FRU;

- лабораторные практикумы (ауд. 329, 333), оснащенные следующим оборудованием:

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Набор реактивов для проведения пробирочных экспериментов	
2.	Штативы с набором пробирок	
3.	Центрифуги	2
4.	Микроскоп	1
5.	Водяные бани	2
6.	Технические весы	10
7.	Аналитические весы	6
8.	Пипетки	
9.	Бюретки	
10.	Стаканы для нагревания	
11.	Цилиндры	
12.	Мерные колбы	
13.	Муфельные печи	2
14.	Сушильные шкафы	2
15.	Иономеры	2
16.	Кондуктометр	1
17.	Установка для проведения электролиза	1
18.	Установка для получения металлического олова	1
19.	Фотоэлектроколориметры КФК	2
20.	Спиртовки	
21.	Пробиркодержатели	
22.	Штативы лабораторные	
23.	Насосы водоструйные	
24.	Колбы Бунзена и воронки Бюхнера	
25.	Фильтры бумажные	
26.	Фильтры стеклянные	



27.	Калориметры	
28.	Газометры	
29.	Термометры	
30.	Фарфоровые тигли	
31.	Аппараты Киппа	8

## 6.2. Программное обеспечение:

## 6.3. Технические и электронные средства:

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения дисциплины «Металлическая связь. Химия металлов» используются как традиционные, так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы и формы обучения: технология объяснительно-иллюстративных обсуждений с элементами проблемного изложения, технология профессионально-ориентированного обучения, лекции, контрольные и лабораторные работы, семинары-коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций, решение ситуационных задач, решение тематических химических задач.

*Активные формы обучения.* На лабораторных занятиях, которые составляют более половины от контактной работы, каждый студент выполняет лабораторную работу индивидуально. Такой вид организации обучения способствует приобретению навыков самостоятельного ведения экспериментальных работ, практических навыков обращения и работы с различными химическими веществами и лабораторным оборудованием, измерительной аппаратурой, организации методики экспериментальных работ, составления протоколов отчетов химических экспериментов, а также практического подтверждения теоретических положений общей и неорганической химии о свойствах и поведении неорганических веществ. Подготовка отчетов по каждой лабораторной работе формирует умение проводить первичный анализ результатов с учетом законов и закономерностей, формулируемых в рамках общей и неорганической химии, представлять результаты опытов и расчетных работ, грамотно формулировать выводы.

Закрепление теоретических положений общей химии (основных законов и закономерностей) проводится в виде интерактивного обучения – дискуссионных семинаров и решения расчетных задач.

### Наименование тем занятий с использованием интерактивных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	<i>Теории металлической связи</i>	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / семинар	4
2	<i>Электрохимические свойства растворов. Коррозия</i>	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / семинар	4

3	<i>Металлохимия. Основы физико-химического анализа</i>	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / семинар	4
4	<i>Сравнительная характеристик а sp металлов и d элементов</i>	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / семинар	4
5	<i>Лантаноиды</i>	лабораторные/ практические	Групповая дискуссия / семинар	4
Итого часов				<b>20</b>

### VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### Оценочные материалы (ОМ):

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе ФГБОУ ВО «ИГУ». Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить у обучающихся сформированность компетенций:

#### Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР.	<i>Коррозия. Электрохимические свойства растворов</i>	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6
2	Участие в дискуссиях на семинарском занятии	<i>Теории металлической связи</i>	ОПК-1
3	Участие в дискуссиях на семинарском занятии	<i>Металлохимия, физико-химический анализ</i>	ОПК-1
4	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР. Участие в дискуссиях на семинарском занятии	<i>Химические свойства s- и sp металлов</i>	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6
5	Выполнение лабораторных работ. Отчет по ЛР. Участие в дискуссиях на семинарском занятии	<i>Химические свойства d-элементов</i>	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6
6	Выполнение курсового синтеза. Подготовка презентации. Защита курсового синтеза	<i>Курсовой синтез</i>	ОПК-2, ОПК-6

## ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

### Семинар 1

#### *Металлическое состояние вещества*

- Отличительные свойства металлов.
- Модель кристаллической решётки.
- Модель плотнейших упаковок.
- Типы кристаллических структур металлов.
- Химическая связь в металлах.
- Классическая теория «электронного газа».
- Кинетическая теория идеального газа.
- Квантово-механическая теория «электронного газа».
- Зонная теория.
- Применение метода молекулярных орбиталей для объяснения природы металлической связи на примере металлов I и II групп периодической системы элементов.

### Семинар 2

#### *Сплавы*

- Правило фаз. Фаза, компонент, степень свободы.
- Диаграммы состояния. Примеры применения правила фаз. Сущность принципов непрерывности и соответствия.
- Кривые охлаждения. Принцип построения.
- Диаграммы состав-свойство. Простейшие типы диаграмм:
  - с простой эвтектикой;
  - образование твердых растворов с неограниченной растворимостью компонентов;
  - образование твердых растворов с ограниченной растворимостью компонентов;
  - образование химических соединений.

### Семинар 3

#### *Сравнительная характеристика s- и p-металлов*

- Физические свойства: температуры плавления и кипения, плотность, электродный потенциал, положение металлов в ряду стандартных электродных потенциалов.
- Химические свойства: отношение к кислотам и щелочам, кислородные соединения (оксиды, пероксиды, субоксиды), кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов, гидролиз солей, окислительно-восстановительные свойства.

### Семинар 4

#### *Сравнительная характеристика d-металлов*

- Физические свойства: температуры плавления и кипения, плотность, электродные потенциалы, положение в ряду стандартных электродных потенциалов;
- Степени окисления;
- Зависимость характера оксидов и гидроксидов металлов от положения элемента в периодической системе и от степени окисления элемента;

- Формы нахождения в растворах в зависимости от степени окисления элемента;
- Гидролиз солей;
- Изополи- и гетерополисоединения;
- Пероксосоединения;
- Окислительно-восстановительные свойства;
- Связь металл-металл. Кластеры.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе ФГБОУ ВО «ИГУ» и состоит из двух последовательных форм: *зачёт* по практической части курса и *экзамен*. Зачёт выставляется в конце учебного семестра и включает в себя результаты работы студента в течение семестра. Для получения зачёта студенту необходимо вовремя сдать преподавателю практикума все отчёты по лабораторным работам, проведённым в учебном практикуме согласно учебному плану и рабочей программе. Зачёт является обязательной промежуточной формой аттестации и служит допуском студента к экзамену по дисциплине. Экзамен проводится во время сессии в форме устного собеседования.

### **ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ:**

1. Классификация элементов-металлов с точки зрения их металлического строения.
2. Переходные элементы (определение, особенности свойств).
3. Ряд напряжений металлов и его термодинамическое обоснование.
4. Коррозия металлов (химическая и электрохимическая), виды электрохимической коррозии. Способы защиты металлов от коррозии.
5. Диагональное сходство элементов. Геохимические "звезды" А.Е.Ферсмана.
6. Соединения переходных элементов со связью металл-металл (кластеры).
7. Металлы как основа индустрии. Значение металлов в народном хозяйстве и обороны страны.
8. Металлы жизни.
9. Сплавы металлов и методы их изучения.
10. Правило фаз. Фаза. Компонент. Число степеней свободы.
11. Примеры применения правила фаз.
12. Физико-химический анализ. Принципы непрерывности и соответствия (по Н.С.Курнакову).
13. Кривые охлаждения. Типы диаграмм плавкости.
14. Системы не образующие химических соединений (с простой эвтектикой, твердые растворы с неограниченной и ограниченной взаимной растворимостью, диаграммы перитектического типа).
15. Системы с образованием химических соединений. Интерметаллические соединения. Дальтониды и бертоллиды (соединения Курнакова, фазы Лавеса, фазы внедрения, электронные соединения Юм-Розери).
16. Положение элементов с металлическими свойствами в периодической системе.
17. Общие свойства металлов и их объяснения с помощью теории электронного газа (классической и квантово-механической по Ферми-Дираку).
18. Принцип плотнейшей упаковки атомов в кристаллической решетке. Полиморфизм (аллотропия) металлов.
19. Общие сведения о полиморфизме и аллотропии неорганических соединений. Три основных типа кристаллических решеток металлов.
20. Модель, объясняющая возникновение металлической связи (на примерах молекул бензола, кристаллах графита, лития, бериллия).
21. Представление о зонной теории кристаллов (сущность теоремы Блоха, представление о зонах Бриллюэна, К-вектор, валентная, запрещенная зоны, зона проводимости).

22. Общее значение зонной теории для химии твердого состояния вещества. Проводники, полупроводники, диэлектрики.
23. Полуметаллы и современное представление об их природе (зонное строение кристаллов полуметаллов). Значение полуметаллов в развитии химии и физики твердого тела.
24. Таммовское состояние электрона на поверхности твердого тела. Реконструкция поверхности.
25. Формы нахождения в природе лития натрия и калия. Минералы. Методы получения простых веществ, их свойства.
26. Кислородные соединения лития натрия и калия (оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды). Зависимость устойчивости отдельных кислородных соединений от размеров ионов металлов.
27. Область термодинамической устойчивости соединений щелочных металлов.
- 28 Особенности строения атома и иона лития и связанные с этим аномальные свойства соединений лития: термическая нестойкость его солей, аномальная растворимость (хлорид, фосфат). Взаимодействие с азотом. Гидрид лития.
29. Склонность солей лития к гидратации. Литий-комплексообразователь. Сходство некоторых соединений лития и магния.
30. Сущность методов получения едкого натра. Кристаллогидраты сульфата и карбоната натрия, тектогидраты. Нитрат натрия. Галогениды натрия. Гидрид натрия.
31. Способы получения едкого калия. Калийная селитра. Калийные удобрения. Натрий и калий - металлы жизни.
32. Рубидий и цезий - редкие щелочные металлы. Применение. Новые области применения щелочных металлов и их соединений.
33. Минералы, области термодинамической устойчивости соединений бериллия, магния и щелочноземельных элементов (металлов).
34. Металлический бериллий и его свойства. Гидроксид бериллия, соли бериллия и бериллаты. Комплексные соединения бериллия, особенности их строения. Электронодефицитные молекулы. Применение бериллия.
35. Свойства металлического магния. Сплавы магния, их значение. Оксид и гидроксид магния. Фосфат магния. Гидролиз растворимых солей магния. Магнезиальный цемент. Применение магния и его соединений.
36. Свойства металлического кальция. Оксид и гидроксид кальция, гидрид и нитрид кальция. Содержание солей кальция в речной и морской воде. Жесткость воды (временная и постоянная), градусы жесткости. Современные методы очистки воды (ионный обмен).
37. Малорастворимые соли кальция - карбонат, оксалат, сульфат. Гипс, его свойства. Производство цемента.
38. Основные черты химии стронция, бария и радия. Свойства металлов и их соединений. Применение стронция, бария, радия и их соединений.
39. Минералы алюминия: бокситы, нефелин и др. Сущность процессов переработки боксита на оксид алюминия, принципы производства металлического алюминия. Сплавы алюминия.
40. Корунд. Искусственные рубины. Алюминаты.
41. Алюмотермия. Оксид алюминия. Соли алюминия, их гидролиз. Гидроксид алюминия. Строение гидроксидов. Полимеризация за счет процессов оляции и оксоляции.
42. Комплексные соединения алюминия. Криолит. Квасцы. Безводные и гидратированные галогениды алюминия. Гидрид алюминия, алюмогидрид лития.
43. Субсоединения алюминия. Реакции диспропорционирования и конпропорционирования. Получение сверхчистого алюминия из субсоединений.

44. Общая характеристика элементов подгруппы галлия. История открытия галлия (эка-алюминия), предсказание свойств галлия Д.И.Менделеевым. Периодический закон Д.И.Менделеева - основа дальнейшего развития неорганической химии.
45. Нахождение галлия, индия и таллия в природе. Сущность процессов выделения галлия, индия и таллия из руд. Сущность методов получения металлов. Восстановление галлия галламой алюминия в щелочных растворах. Галлий, индий и таллий - рассеянные элементы.
46. Металлический галлий, его физические и химические свойства. Природа низкой температуры плавления и высокой температуры кипения галлия. Соединения галлия (+3) и галлия (+1). Оксиды галлия. Гидроксид галлия (+3). Соли галлия и их гидролиз. Галлаты.
47. Металлический индий. Применение сплавов индия. Соединения индия в различных степенях окисления. Гидроксид индия (+3). Соли индия (+3), их гидролиз.
48. Металлический таллий. Соединения таллия (+1) и (+3), особенности их свойств. Особенности химии таллия. Устойчивая степень окисления.
49. Представления об инертной паре валентных электронов и природа этого явления.
50. Применение соединений галлия, индия и таллия в полупроводниковой технике и других областях.
51. Общая характеристика элементов подгруппы германия. Нахождение в природе. Получение простых веществ. История открытия германия (эка-сицилия).
52. Свойства германия. Соединения германия (+4). Диоксид германия, германаты. Тетрахлорид германия. Гидриды. Соединения германия (+2). Германий как важный полупроводниковый материал.
53. Свойства  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -олова.  $\alpha$ -олово - "бесщелевой" полупроводник. Природа "крика" олова.
54. Соединения олова (+2). Восстановительные свойства соединений олова (+2).
55. Соединения олова (+4). Оксид олова. Оловянные кислоты, их строение. Станнаты, тиостаннаты, сульфиды олова (+4). Хлорное олово. Комплексные соединения олова (+4).
56. Применение олова и его соединений. Сплавы олова.
57. Свойства металлического свинца. Соединения свинца (+2). Оксид и гидроксид свинца. Соединения свинца (+4). Пломбаты, их строение. Комплексные соединения свинца (+4).
58. Принципы переработки сернистых свинцовых руд. Применение металлического свинца и его соединений. Сплавы свинца.
59. Общая характеристика элементов подгруппы меди.
60. Природные соединения меди. Сущность процессов извлечения меди из руд и получение меди. Свойства металлической меди, ее сплавы.
61. Соединения меди (+1), (+2). Соли меди (+2), строение кристаллогидратов с нечетным количеством молекул воды. Комплексные соединения.
62. Практическое использование меди и ее соединений.
63. Основы получения и свойства металлического серебра. Сплавы серебра. Процесс серебрения.
64. Понятие о процессе фотографирования. Свойства важнейших соединений серебра. Комплексные соединения серебра, их свойства, строение и использование.
65. Самородное золото, золотосодержащие руды. Принципы извлечения золота из руд.
66. Свойства металлического золота. Процесс растворения металлического золота в растворах цианистых солей. Причина изменения окислительно-восстановительного состояния системы  $\text{Au}^0$ ,  $\text{Au}^{+1}$  при образовании растворимого комплексного аниона  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ . Выделение золота из цианистых растворов методом цементации.
67. Оксиды и гидраты золота. Золотохлористоводородная кислота. Ауранты. Соли и комплексные соединения золота.
68. Применение золота и его соединений. Сусальное золото. Понятие о пробирном анализе.

69. Общая характеристика элементов подгруппы цинка.
70. Нахождение цинка в природе. Сущность процессов извлечения цинка из руд. Свойства металлического цинка, сплавы цинка. Оксид и гидроксид цинка.
71. Состояние ионов цинка в водных растворах и неводных аммиачных растворах. Соли цинка и цинкаты. Цинк как комплексообразователь.
72. Применение цинка и его соединений.
73. Природные соединения кадмия, извлечение кадмия из отходов цинкового производства. Кадмий и его сплавы. Оксид и гидроксид кадмия. Соли кадмия. Важнейшие комплексные соединения.
74. Связь металл-металл в соединениях кадмия (+1). Применение металлического кадмия и его соединений.
75. Нахождение ртути в природе. Получение ртути. Свойства металлической ртути. Амальгамы.
76. Причина низкой химической активности ртути. Особенности конфигурации  $(n-1)d^{10}ns^2$ . Роль инертной пары валентных s-электронов.
77. Соединения ртути (+2), оксид ртути. Сулема. Киноварь. Комплексные соединения ртути.
78. Производные ртути (+1), их строение и свойства. Связь металл-металл в соединениях ртути (+1). Доказательства существования этой связи. Каломель. Особые свойства монокристаллов каломели. Применение ртути и ее соединений.
79. Общая характеристика свойств элементов подгруппы скандия (скандий, иттрий, лантан, лантаноиды, актиний). Минералы редкоземельных элементов. Методы получения металлов и их свойства.
80. Особенности химии скандия. Соединения скандия, иттрия, лантана, актиния. Основные черты химии актиния.
81. Строение электронных оболочек атомов лантаноидов. Физические и химические свойства лантаноидов. Соединения лантаноидов в аномальных степенях окисления.
82. Монотонное изменение свойств и внутренняя периодичность свойств простых веществ и химических соединений в семействе лантаноидов.
83. Оксиды, гидроксиды и соли лантаноидов. Комплексные соединения, двойные соли. Влияние лантаноидного сжатия на устойчивость комплексных соединений.
84. Разделение смесей редкоземельных элементов методом фракционного осаждения. Представление о методах ионнообменной сорбции и жидкостной экстракции. Хроматографическое разделение смесей лантаноидов.
85. Использование соединений редкоземельных элементов в новой технике.
86. Общая характеристика элементов подгруппы титана.
87. Нахождение титана в природе. Сущность получения титана из минерального сырья. Металлический титан, свойства, применение. Сплавы титана.
88. Формы нахождения титана (+4) в водных растворах. Гидролиз галогенидов титана. Титанаты. Гидролиз титанатов.
89. Процессы старения соединений титана. Процессы оляции и оксоляции. Гидроксиды и основные соли титана. Комплексные соединения титана. Диоксид титана и его применение.
90. Соединения титана в низших степенях окисления. Монооксид титана.
91. Минеральное сырье циркония и гафния. Принципы получения металлов. Свойства ионов циркония (+4) и гафния (+4) в водных растворах. Гидроксиды циркония ( $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -). Современные методы разделения циркония и гафния. фторцирконаты и фторгафнаты. Применение соединений циркония, гафния и их соединений.
92. Характеристика химических свойств  ${}_{104}\text{Э}$  (резерфордия). Сущность методов синтеза и идентификации резерфордия.
93. Общая характеристика элементов подгруппы ванадия.

94. Нахождение ванадия в природе. Способы извлечения ванадия из руд и получения металлического ванадия. Свойства металлического ванадия. Соединения ванадия в разных степенях окисления. Состояние ионов ванадия (+5) в кислых и щелочных водных растворах. Применение ванадия, сплавы ванадия.
95. Минералы ниобия и тантала. Принципы получения и свойства металлов. Состояние ионов ниобия (+5) и тантала (+5) в кислых и щелочных растворах. Оксиды и гидроксиды, соли, комплексные соединения. Ниобаты и танталаты. Методы разделения ниобия и тантала.
96. Применение ниобия, тантала и их соединений.  $Nb_3Sn$  сверхпроводящее металлическое соединение. Сущность и значение явления сверхпроводимости для развития новейшей техники.
97. Общая характеристика элементов подгруппы хрома.
98. Минеральное сырье хрома. Принципы переработки хромистого железняка. Свойства металлического хрома. Сплавы хрома. Важнейшие соединения хрома (+3). Комплексные соединения хрома (+3), аммиакаты, квасцы. Хромиты. Соединения хрома (+6), их свойства.
99. Минералы молибдена и вольфрама. Методы получения металлов. Химические соединения молибдена и вольфрама. Оксиды и галогениды молибдена и вольфрама. Молибденовые и вольфрамовые кислоты. Состояние молибдена (+6) и вольфрама (+6) в водных растворах. Изополисоединения. Гетерополисоединения. Карбиды.
100. Соединения молибдена и вольфрама в низких степенях окисления. Вольфрамовые бронзы. Молибденовая и вольфрамовая синь. Применение молибдена и вольфрама. Молибден и вольфрам как основа производства жаропрочных и твердых сплавов.
101. Соединения элементов со связью металл-металл (кластерные соединения).
102. Общая характеристика марганца. Природные соединения. Принципы получения металлов. Оксиды, гидроксиды, галогениды и другие соединения.
103. Общая характеристика элементов триады железа. Природные соединения. Принципы получения металлов. Оксиды, гидроксиды, галогениды и другие соединения.
104. Проблемы и перспективы развития неорганической химии. Задачи синтеза новых неорганических соединений с заданными свойствами (полупроводники, тугоплавкие и сверхпроводящие сплавы, кластеры и т.д.).
105. Физико-химические методы исследования неорганических соединений.
106. Проблема получения веществ сверхвысокой чистоты.
107. Металлоорганическая и бионеорганическая химия.

**Разработчик:**

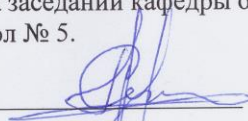
  
\_\_\_\_\_

к.х.н. А. В. Кашевский

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ПООП по направлению и профилю подготовки 04.03.01 – «Химия».

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и неорганической химии «15» мая 2020 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой

  
\_\_\_\_\_

/А. Ю. Сафронов/

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*