

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Томский государственный педагогический университет»**  
**(ТГПУ)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной и  
инновационной работе

К.Е. Осетрин

« 28 » 2012 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ОД.А.03 НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Трудоёмкость (в зачетных единицах) – 4

Шифр и наименование специальности: 02.00.01 Неорганическая химия

Профиль подготовки: послевузовское профессиональное образование (аспирантура)

Квалификация (степень) выпускника: кандидат химических наук

1. **Цели изучения дисциплины (модуля):** дать представление о современном состоянии неорганической химии.

**Задачи:**

- рассмотреть взаимосвязь положения атомов химических элементов в Периодической системе химических элементов со свойствами элементов и их соединений,
- дать обзор химии элементов и их соединений,
- показать современное состояние неорганической химии,
- показать связь неорганической химии с другими областями химии,
- рассмотреть применение физических методов исследования в неорганической химии

2. **Место учебной дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы.**

Дисциплина «Неорганическая химия» относится к разделу ОД.А.00. Обязательные дисциплины.

3. **Требования к уровню освоения программы.**

- знать способы получения, физико-химические свойства, а также области применения химических элементов и их соединений,
- знать закономерности изменения свойств элементов и их соединений в периодах и группах Периодической системы Д.И. Менделеева,
- уметь использовать знания из других областей химии для синтеза неорганических соединений, изучения их строения, химических превращений и свойств физически и физико-химическими методами.

4. **Общая трудоемкость дисциплины (модуля) 4 зачетных единиц и виды учебной работы.**

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час.) (час)	Распределение по годам обучения (в соответствии с учебным планом) (час)			
	Всего	1 год обучения	2 год обучения	3 год обучения	4 год обучения
Аудиторные занятия	60			60	
Лекции	48			48	
Практические занятия	12			12	
Семинары					
Лабораторные работы					
Другие виды аудиторных работ					
Другие виды работ					
Самостоятельная работа	84			84	
Реферат					
Расчётно-графические работы					
Формы текущего контроля					
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом				К 2у	

## 5. Содержание учебной дисциплины (модуля).

### 5.1. Разделы учебной дисциплины (модуля).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)			
		лекции	практические (семинары)	лабораторные работы	самостоятельная работа
1.	Периодический закон Д.И.Менделеева и строение атома	2	2		4
2.	Химическая связь и строение молекул	2	2		4
3.	Комплексные (координационные) соединения	4	2		4
4.	Общие закономерности протекания химических реакций	2	2		4
5.	Растворы и электролиты	2	2		4
6.	Основы и методы неорганического синтеза	2			4
7.	Элементы 1-й группы	1			2
8.	Элементы 2-й группы	1			2
9.	Элементы 13-й группы	1			2
10.	Элементы 14-й группы	1			4
11.	Элементы 15-й группы	2			4
12.	Элементы 16-й группы	2			4
13.	Элементы 17-й группы	2			4
14.	Элементы 18-й группы	2			2
15.	Элементы 3-й группы	1			2
16.	Элементы 4-й группы	1			2
17.	Элементы 5-й группы	2			4
18.	Элементы 6-й группы	2			4
19.	Элементы 7-й группы	2			4
20.	Элементы 8-10-й групп	4			4
21.	Элементы 11-й группы	2			4
22.	Элементы 12-й группы	2			4
23.	Химия f-элементов	2			4
24.	Общие представления о физических методах исследования в неорганической химии	4	2		4

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (модуля)

**5.2.1. Периодический закон Д.И.Менделеева и строение атома.** Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовые числа, радиальное и угловое распределение электронной плотности. Атомные орбитали (*s*-, *p*-, *d*- и *f*-АО), их энергии и граничные поверхности. Распределение электронов по АО. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Атомные термы, правило Хунда. Закон Мозли. Современная формулировка периодического закона, структура периодической системы.

Коротко- и длиннопериодный варианты периодической таблицы. Периоды и группы. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности. Границы периодической системы. Перспективы открытия новых элементов. Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений — оксидов, гидроксидов, гидридов, галогенидов, сульфидов, карбидов, нитридов и боридов.

**5.2.2. Химическая связь и строение молекул.** Понятие о природе химической связи. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность. Основные типы химической связи. Основные положения метода валентных связей (МВС). Гибридизация орбиталей. Направленность, насыщаемость и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи. Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы МО гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Многоцентровые МО, гипервалентные и электронодефицитные молекулы. Принцип изолобального соответствия. Корреляционные диаграммы. Ионная связь. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий. Ионный радиус. Основные типы кристаллических структур, константа Маделунга, энергия ионной решетки. Межмолекулярное взаимодействие – ориентационное, индукционное и дисперсионное. Водородная связь, ее природа. Введение в зонную теорию. Образование зон – валентной и проводимости из атомных и молекулярных орбиталей, запрещенная зона. Металлы и диэлектрики. Границы применимости зонной теории.

**5.2.3. Комплексные (координационные) соединения.** Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений. Образование координационных соединений в рамках ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона, уравнение Драго—Вейланда. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие. Константы устойчивости комплексов. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А.Чугаева. Природа химической связи в комплексных соединениях. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление *d*-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна—Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов. Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений. Диаграммы Танабэ—Сугано для многоэлектронных систем. Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды. Комплексы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы. Изо- и гетерополисоединения. Кластеры на основе переходных и непереходных элементов. Кратные связи металл—металл. Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере. *Транс*-влияние И.И. Черняева, *цис*-эффект А.А. Гринберга. Внутрисферные реакции лигандов. Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.

**5.2.4. Общие закономерности протекания химических реакций.** Основные понятия и задачи химической термодинамики как науки о превращениях энергии при протекании химических реакций. Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энтальпия образования. Закон Гесса. Энергии химических связей. Теплоемкость, уравнение Кирхгофа. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от параметров состояния. Энергия Гиббса. Направление химических процессов, критерии самопроизвольного протекания реакций в изолированных и открытых системах. Химический потенциал. Условие химического равновесия, константа равновесия. Изотерма химической реакции. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем. Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок реакции. Константы скорости и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и понятие об активированном комплексе. Обратимые реакции. Закон действующих масс. Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о цепных и колебательных реакциях.

**5.2.5. Растворы и электролиты.** Современные представления о природе растворов. Особенности жидких растворов. Порядок в жидкостях, структура воды и водных растворов. Специфика реакций в водных и неводных растворах. Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель pH, шкала pH. Кислоты и основания. Протолитическая теория Бренстеда—Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Гидролиз. Современные взгляды на природу кислот и оснований. Сильные и слабые электролиты. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации, температуры, природы растворителя, посторонних электролитов. Закон разбавления Оствальда. Основные понятия теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Изотонический коэффициент. Закон Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос. Произведение растворимости. Динамическое равновесие в насыщенных растворах малорастворимых сильных электролитов и факторы, его смещающие. Электрохимические свойства растворов. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Окислительно-восстановительные реакции и их направление. Диаграммы Латимера и Фроста. Электролиз.

**5.2.6. Основы и методы неорганического синтеза.** Прямой синтез соединений из простых веществ. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы, использования надкритического состояния. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез. Твердофазный синтез и его особенности; использование механохимической активации. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Фотохимические и электрохимические методы синтеза. Применение вакуума и высоких давлений в синтезе. Основные методы разделения и очистки веществ. Методы выращивания монокристаллов и их классификация.

**5.2.7. Элементы 1-й группы.** Положение s-элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Водород. Особое положение водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Орто- и пара-водород. Методы получения водорода. Физико-химические свойства водорода. Гидриды и их классификация. Окислительно-восстановительные свойства водорода. Вода – строение молекулы и структура жидкого состояния. Структура льда, клатраты. Пероксид водорода, его получение, строение и окислительно-восстановительные свойства. Щелочные элемен-

ты. Общая характеристика группы. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Нерастворимые соли. Особенности химии лития. Применение щелочных металлов и их соединений.

**5.2.8. Элементы 2-й группы.** Общая характеристика группы. Основные классы химических соединений, получение и свойства. Особенности комплексообразования s-металлов. Особенности химии бериллия, магния и радия. Сходство химии бериллия и лития. Применение бериллия, щелочноземельных металлов и их соединений.

**5.2.9. Элементы 13-й группы.** Положение элементов в Периодической системе. Особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Металлы, неметаллы, металлоиды среди p-элементов. Закономерности в изменении свойств во 2 и 3 периодах. Общая характеристика элементов 13-й группы. Особенности химии бора. Бороводороды, комплексные гидробораты, кластерные соединения бора, боразол, нитрид бора: особенности их строения и свойств. Получение, физико-химические свойства алюминия. Оксид алюминия. Аллюминаты и гидроксоаллюминаты. Галогениды алюминия. Комплексные соединения алюминия. Сплавы алюминия. Алюмотермия. Получение, физико-химические свойства галлия, индия и таллия. Амфотерность оксидов галлия, индия и таллия. Особенности химии Tl (I). Применение бора, алюминия, галлия, индия и таллия и их соединений.

**5.2.10. Элементы 14-й группы.** Общая характеристика группы. Особенности химии аллотропных модификаций углерода. Фуллерены и их производные. Нанотрубки. Карбиды металлов. Синильная кислота, цианиды, дициан. Тиоциановая кислота и тиоцианаты. Сероуглерод. Фреоны и их применение. Оксиды углерода. Карбонилы. Карбонаты. Оксиды кремния, германия, олова и свинца. Кварц и его полиморфные модификации. Кремниевая кислота и силикаты. Галогениды. Кремнефтористоводородная кислота. Карбид кремния. Комплексные соединения олова и свинца. Применение простых веществ и соединений элементов группы IVA. Понятие о полупроводниках. Свинцовый аккумулятор.

**5.2.11. Элементы 15-й группы.** Закономерности образования и прочность простых и кратных связей в группе. Особенности химии азота. Проблема связывания молекулярного азота. Соли аммония. Жидкий аммиак как растворитель. Гидразин, гидроксилламин, азидоводородная кислота. Кислородные соединения азота. Оксиды азота. Особенности химии NO и NO<sub>2</sub>. Азотная, азотистая кислоты и их соли: получение, свойства и окислительно-восстановительная способность. Диаграмма Фроста для соединений азота. Особенности аллотропных модификаций фосфора. Кислородные соединения фосфора: оксиды, кислоты и их соли. Сравнение свойств кислот фосфора в разных степенях окисления. Конденсированные фосфорные кислоты и полифосфаты. Оксиды мышьяка, сурьмы и висмута, кислородсодержащие кислоты мышьяка и сурьмы и их соли. Сравнение силы кислот в группе. Сульфиды и тиосоли. Гидриды элементов 15-й группы: получение, строение молекул, свойства. Галогениды элементов группы 15-й группы, получение и гидролиз. Применение простых веществ и соединений элементов 15-й группы. Удобрения.

**5.2.12. Элементы 16-й группы.** Общая характеристика группы. Строение молекулы кислорода, объяснение ее парамагнетизма. Особенности химии кислорода. Озон и озониды. Аллотропные модификации серы и их строение. Классификация оксидов. Простые и сложные оксиды, нестехиометрия оксидов. Гидроксиды и кислоты. Пероксиды, супероксиды. Сероводород и сульфиды. Полисульфиды. Сульфаны. Оксиды серы, кислоты и их соли. Политионовые кислоты и политионаты. Кислородные соединения селена и теллура. Сравнение силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных

кислот в группе. Галогениды серы, селена и теллура. Применение простых веществ и соединений элементов 16-й группы.

**5.2.13. Элементы 17-й группы.** Общая характеристика группы. Особенности химии фтора и астата. Окислительные свойства галогенов. Взаимодействие галогенов с водой. Галогеноводороды. Получение, свойства. Закономерность изменения свойств галогеноводородных кислот в группе. Классификация галогенидов. Межгалогенные соединения: строение и свойства. Кислородные соединения галогенов. Особенности оксидов хлора. Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли. Сопоставление силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот галогенов, диаграмма Фроста для галогенов. Применение галогенов и их соединений.

**5.2.14. Элементы 18-й группы.** Общая характеристика группы. Соединения благородных газов и природа химической связи в них. Гидраты благородных газов. Фториды и кислородные соединения благородных газов. Применение благородных газов.

**5.2.15. Элементы 3-й группы.** Положение *d*-элементов в Периодической системе. Электронное строение и основные степени окисления. Способность *d*-элементов к комплексообразованию. Закономерности изменения свойств *d*-металлов в 4, 5 и 6 периодах. Природа *d*-сжатия и ее следствия. *Элементы 3-й группы.* Общая характеристика группы. Оксиды, гидроксиды и фториды. Получение и свойства. Комплексные соединения. Сопоставление химии элементов IIIA и IIIB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение металлов и их соединений.

**5.2.16. Элементы 4-й группы.** Общая характеристика группы. Оксиды и гидроксиды титана и циркония. Титанаты и цирконаты. Соли титанила и цирконила. Галогениды. Способность к комплексообразованию. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Влияние лантаноидного сжатия на свойства гафния. Сопоставление металлов IVA и IVB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение титана и циркония и их соединений.

**5.2.17. Элементы 5-й группы.** Общая характеристика группы. Оксиды и галогениды. Ванадаты, ниобаты и танталаты. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Диаграмма Фроста для соединений ванадия. Сопоставление свойств соединений ванадия (V) и фосфора (V). Применение ванадия, ниобия и тантала и их соединений.

**5.2.18. Элементы 6-й группы.** Общая характеристика группы. Оксиды, галогениды и сульфиды. Сравнение свойств хромовой, молибденовой и вольфрамовой кислот и их солей. Особенности комплексообразования. Кластеры. Бронзы. Поликислоты и их соли. Пероксиды. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, закономерности в стабильности различных степеней окисления. Сопоставление химии элементов VIA и VIIB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение хрома, молибдена и вольфрама и их соединений.

**5.2.19. Элементы 7-й группы.** Общая характеристика группы. Кислородные соединения марганца, их кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства, диаграмма Фроста для соединений марганца. Стабильность соединений марганца в различных степенях окисления. Особенности химии технеция и рения. Рениевая кислота и перренаты. Сопоставление химии элементов VIIA и VIIB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение марганца и рения.

**5.2.20. Элементы 8-10-й групп.** Обоснование разделения элементов на семейства железа и платиновых металлов. Семейство железа: получение и физико-химические свойства железа, кобальта и никеля. Оксиды и гидроксиды, галогениды и сульфиды Соединения железа, кобальта и никеля в высших степенях окисления. Комплексные соединения, особенности комплексов с  $d^6$ -конфигурацией центрального атома. Коррозия железа и борьба с ней. Применение железа, кобальта и никеля. Платиновые металлы: основные классы комплексных соединений платиновых металлов. Оксиды и галогениды платиновых соединений. Применение платиновых металлов.

**5.2.21. Элементы 11-й группы.** Общая характеристика группы. Оксиды, гидроксиды и галогениды. Изменение в устойчивости степеней окисления элементов в группе. Комплексные соединения. Сопоставление элементов IA и IB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение меди, серебра и золота.

**5.2.22. Элементы 11-й группы.** Общая характеристика группы. Оксиды, гидроксиды и галогениды. Изменение в устойчивости степеней окисления элементов в группе. Комплексные соединения. Сопоставление элементов IA и IB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение меди, серебра и золота.

**5.2.23. Химия f-элементов.** Общая характеристика f-элементов. Особенности строения электронных оболочек атомов. Лантанидное и актиноидное сжатие. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов. Внутренняя периодичность в семействах лантаноидов и актиноидов. Семейство лантаноидов. Степени окисления элементов и закономерности их изменения в ряду. Методы получения, разделения и физико-химические свойства металлов. Основные классы химических соединений, получение и свойства. Комплексные соединения лантаноидов. Особенности химии церия и европия. Сопоставление d- и f-элементов III группы. Применение лантаноидов. Семейство актиноидов. Обоснование актиноидной теории. Степени окисления актиноидов и закономерности их изменения в ряду. Методы получения и разделения актиноидов. Физико-химические свойства актиноидов. Основные классы химических соединений актиноидов, получение и свойства. Комплексные соединения актиноидов. Особенности химии тория и урана. Сопоставление актиноидов с d-элементами 6-го периода. Применение актиноидов и их соединений. Перспективы синтеза трансурановых элементов.

**5.2.24. Общие представления о физических методах исследования в неорганической химии.** Дифракционные методы исследования: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография. Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области. Колебательная спектроскопия – ИК- и комбинационного рассеяния. Спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР. Исследования электропроводности и магнитной восприимчивости. Исследования дипольных моментов. Импеданс-спектроскопия. Оптическая и электронная микроскопия. Локальный рентгено-спектральный анализ. Термогравиметрия и масс-спектрометрия. Исследование поверхности методами рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии, оже-спектроскопии.

### **5.3. Лабораторный практикум не предусмотрен**

## **6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Основная литература по дисциплине:**

1. Киселев, Ю. М. Химия координационных соединений : учебное пособие для вузов / Ю. М. Киселев, Н. А. Добрынина.- М.: Академия, 2007.- 343 с.



2. Неорганическая химия : В 3 т. Т. 2. Химия непереходных элементов : учебник для вузов / А. А. Дроздов [и др.]; под ред. Ю. Д. Третьякова. - 2-е изд., перераб.- М. : Изд. центр «Академия», 2011. – 365 с.
3. Неорганическая химия : В 3 т. Т. 3. Химия переходных элементов. Кн. 1 : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Дроздов [и др.]; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Изд. центр «Академия», 2007. - 352 с.
4. Неорганическая химия : В 3 т. Т. 3. Химия переходных элементов. Кн.2 : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Дроздов [и др.]; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Изд. центр «Академия», 2007. - 400 с.
5. Неорганическая химия. Химия элементов. Учебник в 2 т. Т. 1. / Ю. Д. Третьяков [и др]. - 2-е изд., перераб и доп. - М. : Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. - 537 с.
6. Неорганическая химия. Химия элементов. Учебник в 2 томах. Т. 2. / Ю. Д. Третьяков [и др]. - 2-е изд., перераб и доп. - М. : Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. - 670 с.
7. Тамм, М. Е. Неорганическая химия : В 3 т. Т. 1. Физико-химические основы неорганической химии : учебник для студ. высш. учеб. заведений / М. Е. Тамм, Ю. Д. Третьяков; под ред. Ю. Д. Третьякова. - М. : Изд. центр «Академия», 2004. - 240 с.

#### 6.2. Дополнительная литература:

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Н. С. Ахметов. - Изд. 4-е, испр. - М. : Высшая школа, 2003. - 743 с.
2. Ковалева, С. В. Общая и неорганическая химия. Вопросы и упражнения по химии s-, d- и f-элементов : практикум / С. В. Ковалева, З. П. Савина, В. П. Гладышев. -Томск : издательство ТГПУ, 2006. - 59 с.
3. Ковалева, С. В. Общая и неорганическая химия. Вопросы и упражнения по химии р-элементов : практикум / С. В. Ковалева, З. П. Савина, В. П. Гладышев. – Томск : издательство ТГПУ, 2006. - 76 с.
4. Ковалева, С. В. Общая и неорганическая химия. Основные законы и терминология количественных соотношений в химии : учебное пособие / С. В. Ковалева, В. П. Гладышев. - Томск : издательство ТГПУ, 2006. - 54 с.
5. Карапетьянц, М. Х. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / М. Х. Карапетьянц, С. И. Дракин. - 4-е изд., стереотип. - М. : Химия, 2000. – 588 с.
6. Ливер, Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений : монография : в 2 ч. : пер. с англ./ Э. Ливер.- М.: Мир. Ч. 1.- 1987.- 491 с.:
7. Ливер, Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений : монография : в 2 ч. : пер. с англ. / Э. Ливер.- М.: Мир. Ч. 2.- 1987.- 443 с.
8. Методы исследования неорганических материалов. Оптическая спектроскопия: учебное пособие / Н. В. Борисова, Л. Н. Бугерко, С. М. Сирик и др.- Томск: издательство ТГПУ. Ч. 2: Оптическая спектроскопия.- 2008.- 135 с.
9. Пентин, Ю. А. Физические методы исследования в химии: учебник для вузов / Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков.- М.: Мир, 2003.- 683 с.
10. Полещук, О. Х. Компьютерное моделирование химических реакций / О. Х. Полещук.-Томск: Издательство ТГПУ. Ч. 1: учебное пособие.- 2007.-174 с.
11. Полещук, О. Х. Компьютерное моделирование химических реакций : учебное пособие / О. Х. Полещук, Д. М. Кижнер ; ТГПУ.- Томск: Издательство ТГПУ. Ч. 2.- 2009.- 155 с.
12. Угай, Я. А. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Я. А. Угай. - Изд. 4-е. - М. : Высшая школа, 2004. - 526 с.

13. Физические методы исследования неорганических веществ : учебное пособие для вузов / Т. Г. Баличева, Л. П. Безрукова, Р. А. Звинчук и др. ; под ред. А. Б. Никольского.- М.: Академия, 2006.- 442 с.
14. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2-х т. Т. 1. / К. Хаускрофт, Э. Констебл; пер. с англ. - М. : Мир, 2002. - 540 с.
15. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2-х т. Т. 2. / К. Хаускрофт, Э. Констебл; пер. с англ. - М. : Мир, 2002. - 528 с.
16. Хьюи, Дж. Неорганическая химия, Строение вещества и реакционная способность / Дж. Хьюи; под ред. Б. Д. Степина, Р.А. Лидина. - М. : Химия, 1987. – 696 с.

### 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

- <http://www.chem.msu.su/>
- <http://top.msu.ru>
- <http://www.chem.km.ru/>
- <http://www.chem2000.ru/2/tabli.html>
- <http://rushim.ru/books/books.htm>
- <http://www.chemport.ru>
- <http://www.himikatus.ru/>
- <http://webelements.narod.ru>
- <http://experiment.edu.ru>
- <http://www.chem.tut.ru/>
- <http://www.rushim.ru>
- <http://www.ximicat.com>
- <http://chemistry-chemists.com/Video.html>
- <http://www.alhimikov.net/video/neorganika/menu.html>
- [http://www.ximicat.com/video\\_movies.php](http://www.ximicat.com/video_movies.php)

6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля): мультимедийные средства, лицензионные расчетные квантово-химические программы: ChemOffice, HyperChem, Gaussian, MolPro, Морас.

## 7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 7.1. Методические рекомендации (материалы) преподавателю:

Реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (семинаров в диалоговом режиме, дискуссий, рецензирования аспирантами работ друг друга, оппонирования аспирантами рефератов, экспертных оценок группами аспирантов совместно с преподавателями и работодателями, компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов, групповых дискуссий, работы аспирантских исследовательских групп, вузовских телеконференций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках учебных курсов должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

7.2. Методические рекомендации для аспирантов: Для освоения дисциплины следует ознакомиться с содержанием разделов (5.2.) и перечнем вопросов, которые аспиранты должны будут подготовить самостоятельно (8.2), написать реферат по одной из предлагаемых тем (8.1), выбрать тему (8.3) совместно с другими аспирантами,

обучающимися по специальности «Экология», и принять участие в дискуссии. Перечень вопросов для промежуточной аттестации представлен в разделе 8.5.

## **8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.**

### *8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):*

1. Кругооборот свинца в природе.
2. Кругооборот азота в природе.
3. Кругооборот углерода в природе.
4. Кругооборот фосфора в природе.
5. Кругооборот мышьяка в природе.
6. Кругооборот фосфора в природе.
7. Амальгамы. Получение, физико-химические свойства, применение.
8. Диаграммы E-pH.
9. Колебательные реакции.
10. Физико-химические методы исследования неорганических соединений.
11. Цикл Борна-Габера.
12. Гидриды. Получение и свойства.
13. Электрохимические методы получения наночастиц.
14. Ракетное топливо.

### *8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:*

1. Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Радиальное и угловое распределение электронной плотности. Квантовые числа. Атомные орбитали (*s*-, *p*-, *d*- и *f*-АО), их энергии и граничные поверхности.
2. Распределение электронов по АО. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Атомные термы, правило Хунда.
3. Современная формулировка периодического закона, закон Мозли, структура периодической системы. Коротко- и длиннопериодный варианты периодической таблицы. Периоды и группы.
4. Основные положения метода валентных связей (МВС). Гибридизация орбиталей. Направленность, насыщенность и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи.
5. Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы МО гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул.
6. Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений.

7. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие. Константы устойчивости комплексов.
8. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление *d*-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов.
9. Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.
10. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энтальпия образования. Закон Гесса. Энергии химических связей.
11. Теплоемкость, уравнение Кирхгофа.
12. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем.
13. Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель рН, шкала рН. Кислоты и основания. Протолитическая теория Бренстеда—Лоури. Сопряженные кислоты и основания.
14. Изотонический коэффициент. Закон Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос.
15. Прямой синтез соединений из простых веществ. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах.
16. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ.
17. Основные методы разделения и очистки веществ.
18. Водород. Особое положение водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Орто- и пара-водород. Методы получения водорода. Физико-химические свойства водорода. Окислительно-восстановительные свойства водорода.
19. Алюминий. Оксид алюминия. Алуминаты и гидроксоалуминаты. Галогениды алюминия. Комплексные соединения алюминия. Сплавы алюминия. Алюмотермия.
20. Синильная кислота, цианиды, дициан. Тиоциановая кислота и тиоцианаты.
21. Оксиды углерода. Карбонилы. Карбонаты.
22. Свинцовый аккумулятор.
23. Аммиак. Получение и физико-химические свойства. Соли аммония. Жидкий аммиак как растворитель.
24. Гидразин, гидросиламин, азотистоводородная кислота
25. Кислородные соединения азота. Оксиды азота. Особенности химии NO и NO<sub>2</sub>.
26. Азотная, азотистая кислоты и их соли: получение, свойства и окислительно-восстановительная способность.
27. Применение простых веществ и соединений элементов 15-й группы. Удобрения.
28. Строение молекулы кислорода, объяснение ее парамагнетизма. Особенности химии кислорода. Озон и озониды.
29. Аллотропные модификации серы и их строение.
30. Сероводород и сульфиды. Полисульфиды. Сульфаны.
31. Получение, свойства галогенов. Окислительные свойства галогенов. Взаимодействие галогенов с водой. Галогеноводороды. Закономерность изменения свойств галогеноводородных кислот в группе.
32. Общая характеристика элементов III группы. Оксиды, гидроксиды и фториды. Получение и свойства. Комплексные соединения.
33. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, закономерности в стабильности различных степеней окисления.
34. Кислородные соединения марганца, их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, диаграмма Фроста для соединений марганца.

35. Семейство железа: получение и физико-химические свойства железа, кобальта и никеля. Оксиды и гидроксиды, галогениды и сульфиды Соединения железа, кобальта и никеля в высших степенях окисления.
36. Коррозия железа и борьба с ней. Применение железа, кобальта и никеля.
37. Применение меди, серебра и золота.
38. Применение цинка, кадмия и ртути.
39. Семейство лантаноидов. Методы получения, разделения и физико-химические свойства металлов. Степени окисления элементов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Комплексные соединения лантаноидов.
40. Семейство актиноидов. Степени окисления актиноидов и закономерности их изменения в ряду. Методы получения и разделения актиноидов. Физико-химические свойства актиноидов. Основные классы химических соединений актиноидов, получение и свойства.
41. Спектральные методы исследования неорганических соединений: электронные спектры в видимой и УФ-области.
42. Колебательная спектроскопия в исследовании неорганических соединений – ИК- и комбинационного рассеяния.

8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:

1. Можно ли отказаться от применения ртути и ее соединений?
2. Амфотерность элементов и их соединений.
3. Электрохимические методы синтеза гидридов.
4. Полианионы р-элементов.
5. Поликатионы р-элементов.
6. Металлические нанокластеры.
7. Методы синтеза нанокристаллических порошков.
8. Методы получения и стабилизации наночастиц.
9. Реакции диспропорционирования.
10. Колебательные реакции.

8.4. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к экзамену, зачету):

1. Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Радиальное и угловое распределение электронной плотности.
2. Квантовые числа. Атомные орбитали (*s*-, *p*-, *d*- и *f*-АО), их энергии и граничные поверхности.
3. Распределение электронов по АО. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Атомные термы, правило Хунда.
4. Современная формулировка периодического закона, структура периодической системы. Коротко- и длиннопериодный варианты периодической таблицы. Периоды и группы.
5. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности.
6. Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений — оксидов, гидроксидов, гидридов, галогенидов, сульфидов, карбидов, нитридов и боридов.
7. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность.
8. Основные положения метода валентных связей (МВС). Гибридизация орбиталей. Направленность, насыщенность и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи.

9. Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы МО гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул.
10. Многоцентровые МО, гипервалентные и электронодефицитные молекулы.
11. Ионная связь. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий. Ионный радиус.
12. Основные типы кристаллических структур, константа Маделунга, энергия ионной решетки.
13. Межмолекулярное взаимодействие – ориентационное, индукционное и дисперсионное. Водородная связь, ее природа.
14. Введение в зонную теорию. Образование зон – валентной и проводимости из атомных и молекулярных орбиталей, запрещенная зона. Металлы и диэлектрики. Границы применимости зонной теории.
15. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений.
16. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие. Константы устойчивости комплексов.
17. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А.Чугаева.
18. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление *d*-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов.
19. Понятие о теории Яна—Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.
20. Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома.
21. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений.
22. Диаграммы Танабэ—Сугано для многоэлектронных систем.
23. Комплексы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы. Изо- и гетерополисоединения.
24. Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Внутрисферные реакции лигандов.
25. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энтальпия образования. Закон Гесса. Энергии химических связей.
26. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от параметров состояния.
27. Энергия Гиббса. Направление химических процессов, критерии самопроизвольного протекания реакций в изолированных и открытых системах. Химический потенциал.
28. Условие химического равновесия, константа равновесия. Изотерма химической реакции.
29. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем.

30. Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок реакции.
31. Константы скорости химических реакций и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и понятие об активированном комплексе.
32. Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ.
33. Цепные и колебательные реакции.
34. Теория электролитической ионизации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель рН, шкала рН.
35. Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Изотонический коэффициент. Закон Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос.
36. Кислоты и основания. Протолитическая теория Бренстеда—Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Современные взгляды на природу кислот и оснований.
37. Гидролиз. Константа, степень гидролиза и рН в растворах солей, подвергающихся гидролизу.
38. Зависимость степени электролитической ионизации от концентрации, температуры, природы растворителя, посторонних электролитов. Закон разбавления Оствальда.
39. Основные понятия теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля.
40. Произведение растворимости. Динамическое равновесие в насыщенных растворах малорастворимых сильных электролитов и факторы, его смещающие.
41. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Окислительно-восстановительные реакции и их направление. Диаграммы Латимера и Фроста.
42. Электролиз.
43. Положение s-элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Водород. Особое положение водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Орто- и пара-водород. Методы получения водорода. Физико-химические свойства водорода. Окислительно-восстановительные свойства водорода. Гидриды и их классификация.
44. Вода – строение молекулы и структура жидкого состояния. Структура льда, клатраты. Физико-химические свойства воды.
45. Пероксид водорода, его получение, строение и окислительно-восстановительные свойства.
46. Щелочные элементы. Общая характеристика группы. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Нерастворимые соли. Особенности химии лития. Применение щелочных металлов и их соединений.
47. Общая характеристика элементов 2-й группы. Основные классы химических соединений, получение и свойства. Особенности комплексообразования s-металлов. Особенности химии бериллия, магния и радия. Сходство химии бериллия и лития. Применение бериллия, щелочноземельных металлов и их соединений.
48. Особенности электронной конфигурации элементов 13-й группы. Общая характеристика элементов 13-й группы. Характерные степени окисления. Особенности химии бора. Бороводороды, комплексные гидробораты, кластерные соединения бора, боразол, нитрид бора: особенности их строения и свойств.
49. Алюминий. Получение, физико-химические свойства. Оксид алюминия. Алюминаты и гидроксоалюминаты. Галогениды алюминия. Комплексные соединения алюминия. Сплавы алюминия. Алюмотермия.
50. Получение, физико-химические свойства галлия, индия и таллия. Амфотерность оксидов галлия, индия и таллия. Особенности химии Tl (I). Применение бора, алюминия, галлия, индия и таллия и их соединений.
51. Общая характеристика элементов 14-й группы. Особенности химии аллотропных модификаций углерода. Фуллерены и их производные. Нанотрубки. Карбиды металлов.

52. Синильная кислота, цианиды, дициан. Тиоциановая кислота и тиоцианаты.
53. Оксиды углерода. Карбонилы. Карбонаты.
54. Оксиды кремния, германия, олова и свинца. Кварц и его полиморфные модификации. Кремниевая кислота и силикаты. Галогениды. Кремнефтористоводородная кислота. Карбид кремния.
55. Комплексные соединения олова и свинца. Понятие о полупроводниках. Применение простых веществ и соединений элементов 14-й группы. Свинцовый аккумулятор.
56. Особенности химии азота. Проблема связывания молекулярного азота. Аммиак. Соли аммония. Жидкий аммиак как растворитель.
57. Гидразин, гидросиламин, азотистоводородная кислота.
58. Кислородные соединения азота. Оксиды азота. Особенности химии NO и NO<sub>2</sub>.
59. Азотная, азотистая кислоты и их соли: получение, свойства и окислительно-восстановительная способность. Диаграмма Фроста для соединений азота.
60. Особенности аллотропных модификаций фосфора. Кислородные соединения фосфора: оксиды, кислоты и их соли. Сравнение свойств кислот фосфора в разных степенях окисления. Конденсированные фосфорные кислоты и полифосфаты. Удобрения.
61. Гидриды элементов 15-й группы: получение, строение молекул, свойства. Галогениды элементов 15-й группы, получение и гидролиз.
62. Мышьяк, сурьма, висмут. Оксиды мышьяка, сурьмы и висмута, кислородсодержащие кислоты мышьяка и сурьмы и их соли. Сравнение силы кислот в группе. Сульфиды и тиосоли. Применение простых веществ и соединений элементов 15-й группы.
63. Общая характеристика элементов 16-й группы. Строение молекулы кислорода, объяснение ее парамагнетизма. Особенности химии кислорода. Озон и озониды.
64. Аллотропные модификации серы и их строение. Сероводород и сульфиды. Полисульфиды. Сульфаны. Оксиды серы, кислоты и их соли. Политионовые кислоты и политионаты.
65. Кислородные соединения селена и теллура. Сравнение силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот в группе. Галогениды серы, селена и теллура. Применение простых веществ и соединений элементов 16-й группы.
66. Общая характеристика группы. Особенности химии фтора и астата. Окислительные свойства галогенов. Взаимодействие галогенов с водой. Галогеноводороды. Получение, свойства. Закономерность изменения свойств галогеноводородных кислот в группе. Классификация галогенидов.
67. Особенности оксидов хлора. Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли. Сопоставление силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот галогенов, диаграмма Фроста для галогенов. Применение галогенов и их соединений.
68. Общая характеристика элементов 18-й группы. Соединения благородных газов и природа химической связи в них. Гидраты благородных газов. Фториды и кислородные соединения благородных газов. Применение благородных газов.
69. Общая характеристика элементов 3-й группы. Оксиды, гидроксиды и фториды. Получение и свойства. Комплексные соединения. Сопоставление химии элементов IIIA и IIIB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение металлов и их соединений.
70. Общая характеристика элементов 4-й группы. Оксиды и гидроксиды титана и циркония. Титанаты и цирконаты. Соли титанила и цирконила. Галогениды. Способность к комплексообразованию. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Влияние лантаноидного сжатия на свойства гафния. Сопоставление



- металлов IVA и IVB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение титана и циркония и их соединений.
71. Общая характеристика элементов 5-й группы. Оксиды и галогениды. Ванадаты, ниобаты и танталаты. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Диаграмма Фроста для соединений ванадия. Сопоставление свойств соединений ванадия (V) и фосфора (V). Применение ванадия, ниобия и тантала и их соединений.
  72. Общая характеристика 6-й группы. Оксиды, галогениды и сульфиды. Сравнение свойств хромовой, молибденовой и вольфрамовой кислот и их солей. Особенности комплексообразования. Кластеры. Бронзы. Поликислоты и их соли. Пероксиды. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, закономерности в стабильности различных степеней окисления. Сопоставление химии элементов VIA и VIB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение хрома, молибдена и вольфрама и их соединений.
  73. Общая характеристика элементов 7-й группы. Кислородные соединения марганца, их кислотнo-основные и окислительно-восстановительные свойства, диаграмма Фроста для соединений марганца. Стабильность соединений марганца в различных степенях окисления.
  74. Особенности химии технеция и рения. Рениевая кислота и перренаты. Сопоставление химии элементов VIIA и VIIB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение марганца и рения.
  75. Общая характеристика группы. Обоснование разделения элементов на семейства железа и платиновых металлов. Семейство железа: получение и физико-химические свойства железа, кобальта и никеля. Оксиды и гидроксиды, галогениды и сульфиды. Соединения железа, кобальта и никеля в высших степенях окисления.
  76. Комплексные соединения железа, кобальта, никеля, особенности комплексов с  $d^6$ -конфигурацией центрального атома. Коррозия железа и борьба с ней. Применение железа, кобальта и никеля.
  77. Платиновые металлы: основные классы комплексных соединений платиновых металлов. Оксиды и галогениды платиновых соединений. Применение платиновых металлов.
  78. Общая характеристика элементов 11-й группы. Оксиды, гидроксиды и галогениды. Изменение в устойчивости степеней окисления элементов в группе. Комплексные соединения. Сопоставление элементов IA и IB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение меди, серебра и золота.
  79. Общая характеристика элементов 12-й группы. Особенности подгруппы цинка в качестве промежуточной между переходными и непереходными металлами. Оксиды, гидроксиды, галогениды и сульфиды. Амальгамы. Особенности соединений ртути в степени окисления +1. Способность к комплексообразованию и основные типы комплексов цинка, кадмия и ртути. Сопоставление элементов IIA и IIB групп (короткопериодный вариант ПС). Применение цинка, кадмия и ртути.
  80. Общая характеристика  $f$ -элементов. Особенности строения электронных оболочек атомов. Лантанидное и актиноидное сжатие. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов. Внутренняя периодичность в семействах лантаноидов и актиноидов.
  81. Семейство лантаноидов. Степени окисления элементов и закономерности их изменения в ряду. Методы получения, разделения и физико-химические свойства металлов. Основные классы химических соединений, получение и свойства. Комплексные соединения лантаноидов.
  82. Особенности химии церия и европия. Сопоставление  $d$ - и  $f$ -элементов III группы. Применение лантаноидов.
  83. Семейство актиноидов. Обоснование актиноидной теории. Степени окисления актиноидов и закономерности их изменения в ряду. Методы получения и разделения

- актиноидов. Физико-химические свойства актиноидов. Основные классы химических соединений актиноидов, получение и свойства. Комплексные соединения актиноидов.
84. Особенности химии тория и урана. Сопоставление актиноидов с *d*-элементами 6-го периода. Применение актиноидов и их соединений. Перспективы синтеза трансуранных элементов.
  85. Дифракционные методы исследования: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография.
  86. Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области. Колебательная спектроскопия – ИК- и комбинационного рассеяния. Спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР.
  87. Исследования электропроводности и магнитной восприимчивости. Исследования дипольных моментов.
  88. Импеданс-спектроскопия.
  89. Оптическая и электронная микроскопия.
  90. Локальный рентгено-спектральный анализ.
  91. Термогравиметрия и масс-спектрометрия.
  92. Исследование поверхности методами рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии, оже-спектроскопии.

#### 8.5. *Формы контроля самостоятельной работы.*

Формами контроля самостоятельной работы являются: тестовые задания, рефераты, портфолио, контрольные работы.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена в соответствии с учебным планом и:

«Номенклатурой специальностей научных работников», утвержденной приказом Минобразования РФ №59 от 25.02.2009 г.;

Федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) Приказ Минобрнауки России от 16 марта 2011 года № 1365 (зарегистрирован Минюстом РФ 10.05.2011, регистрационный № 20 700);

Инструктивным письмом Минобрнауки РФ от 22.06.2011 № ИБ-733/12 «О формировании основных образовательных программ послевузовского профессионального образования;

Приказом Минобрнауки России от 12.08.2011 № 2202 «Об утверждении Перечня специальностей научных работников технических и естественных отраслей наук, срок обучения по которым в аспирантуре(адъюнктуре) государственных и муниципальных образовательных учреждений высшего профессионального образования, образовательных учреждений дополнительного профессионального образования, научных организаций может составлять четыре года в очной форме, пять лет в заочной форме»;

Программами для подготовки к сдаче кандидатских экзаменов, утвержденными приказом Минобразования РФ за № 274 от 08.10.2007 г.;

Паспортом специальностей научных работников (в редакции от 18.01.2011 года).

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена:

д.х.н., профессор кафедры неорганической химии СН Ковалева С.В.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры неорганической химии протокол № 10 от 14.06 2012 года.

Зав. кафедрой СН Ковалева С.В.  
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией биолого-химического факультета/института протокол № 3 от 14.06 2012 года.

Председатель методической комиссии Е.П. Князева Е.П.  
(подпись)

Согласовано:

Декан факультета/директор института В.А. Дырин В.А.

**Лист внесения изменений**

**Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины  
ОД.А.03 НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ на 2013/2014 учебный год**

В программе учебной дисциплины изменений нет.

Программа утверждена на заседании кафедры химии и методики обучения химии

протокол № 1 от «02» 09 2013 года.

Заведующий кафедрой химии и методики обучения химии  О.Х. Полещук

## Лист внесения изменений

### Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины ОД.А.03 НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ на 2014/2015 учебный год

В программу учебной дисциплины вносятся следующие изменения:

Дополнить пункт 6.3 Средства обеспечения освоения дисциплины программы следующими электронными ресурсами библиотеки ТГПУ:

- 1) **Архив журнала Science**, The American Association for the Advancement of Science (AAAS) - Американская ассоциация по развитию науки - некоммерческая организация, сообщество ученых, созданное в целях поддержки науки, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 01.01.2012 – бессрочно. <http://www.sciencemag.org/content/by/year#classic>
- 2) **Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU**. При поддержке РФФИ. Лицензионное соглашение №916 от 12.01.2004 г. на период с 12.01.2004 – бессрочно. <http://elibrary.ru>
- 3) **Архив научных журналов 2011 Cambridge Journals Digital**. Издательство Cambridge University Press, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 30.03.12 - бессрочно. <http://journals.cambridge.org/action/stream?pageId=3216&level=2>
- 4) **Архивы 169 журналов издательства Oxford University Press**. Издательство Oxford University Press, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 14.03.12 - бессрочно. <http://www.oxfordjournals.org/>
- 5) **Цифровой архив электронных журналов издательства Taylor&Francis**. Издательство Taylor&Francis Group, НП «НЭИКОН». Договор №316-РН-211 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.2013 – бессрочно. <http://arch.neicon.ru/xmlui/>
- 6) **УИС Россия (Университетская информационная система РОССИЯ)**. Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (Научно-исследовательский вычислительный центр, Экономический факультет), Автономная некоммерческая организация Центр информационных исследований (АНО ЦИИ). Письмо-заявка № 21/300 от 01.03.2010 г. на период с 01.03.2010 – бессрочно. <http://uisrussia.msu.ru/is4/main.jsp>
- 7) **БД «Марс» - сводная база данных аналитической росписи статей из периодических издания (архив 2001-2006)**. Ассоциация региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН). Договор № С/161-1/3 от 12.10.2009 г. на период с 12.10.2009 – бессрочно. [http://arbicon.ru/services/mars\\_analitic.html](http://arbicon.ru/services/mars_analitic.html)
- 8) **Архив журнала Nature**. Научное издательство Nature Publishing Group, НП «НЭИКОН». Лицензионный договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 27.09.12 - бессрочно. Сумма договора: оплата оказанных услуг производится из средств Минобрнауки. <http://www.nature.com/nature/index.html>
- 9) **Архив 16 научных журналов издательства Wiley**. Издательство Wiley, издательство Taylor&Francis Group, НП «НЭИКОН». Лицензионный договор № 317.55.11.4002 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.13 – бессрочно. <http://onlinelibrary.wiley.com/>
- 10) **Архив научных журналов SAGE Journals Online**. Издательство SAGE Publications, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 05.02.2012 – бессрочно. <http://online.sagepub.com/>
- 11) **Архив научных журналов издательства IOP Publishing**. Издательство IOP Publishing Института физики Великобритании, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 13.04.2012 – бессрочно. <http://iopscience.iop.org/>
- 12) **Архив электронных журналов Electronic Back Volume Sciences Collection издательства Annual Reviews**. Издательство Annual Reviews, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.2013 – бессрочно. <http://www.annualreviews.org/>
- 13) **Электронная библиотека ТГПУ**. <http://libserv.tspu.edu.ru/>

Программа утверждена на заседании кафедры химии и методики обучения химии

протокол № 1 от «29» 08 2014 года.

Заведующий кафедрой химии и методики обучения химии  О.Х. Полещук