

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор АФ МГТУ



подпись

" 28 " июля

Чикирев И. В.

филиал

2019 год



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплина Б1.О.03.01.01 Неорганическая химия  
код и наименование дисциплины

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия  
код и наименование направления подготовки / специальности

Направленность / специализация Неорганическая химия и химия координационных соединений  
наименование направленности (профиля) / специализации образовательной программы

Квалификация выпускника Бакалавр  
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик Химии  
название кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск  
2019

**Лист согласования**

1 Разработчик(и)

|         |                               |                         |  |                             |
|---------|-------------------------------|-------------------------|--|-----------------------------|
| Часть 1 | <u>профессор</u><br>должность | <u>Химии</u><br>кафедра | <u></u><br>подпись | <u>Дякина Т.А.</u><br>Ф.И.О |
| Часть 2 | должность                     | кафедра                 | подпись  | Ф.И.О                       |
| Часть 3 | должность                     | кафедра                 | подпись  | Ф.И.О                       |

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

|                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
| <u>Химии</u><br>наименование кафедры | <u>24.06.2019</u><br>дата   |   |
| протокол № <u>12</u>                 | <u></u><br>подпись | <u>Деркач С. Р.</u><br>Ф.И.О. заведующего кафедрой-разработчика |

3. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки / специальности.

|                                 |  |                                |
|---------------------------------|--|--------------------------------|
| Заведующий выпускающей кафедрой | <u>Химии и строительного материаловедения</u><br>наименование кафедры                                |                                |
| <u>28.06.2019</u><br>дата       | <u></u><br>подпись | <u>Николаев А. И.</u><br>Ф.И.О |

## Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине (модулю) Б1.О.03.01.01 Неорганическая химия, входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 04.03.01 Химия, направленности (профилю)/специализации Неорганическая химия и химия координационных соединений, 2019 года начала подготовки.

**Таблица 1. – Изменения и дополнения**

| № п/п | Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части   | Содержание дополнения или изменения | Основание для внесения дополнения или изменения | Дата внесения дополнения или изменения |
|-------|--|-------------------------------------|---|--|
| 1.    | Титульного листа   |                                     |   |  |
| 2.    | Листа утверждений  |                                     |   |  |
| 3.    | Структуры учебной дисциплины (модуля)  |                                     |   |  |
| 4.    | Содержания учебной дисциплины (модуля)   |                                     |   |  |
| 5.    | Методического обеспечения дисциплины (модуля)  |                                     |   |  |
| 6.    | Структуры и содержания ФОС   |                                     |   |  |
| 7.    | Рекомендуемой литературы   |                                     |   |  |
| 8.    | Перечня интернет ресурсов (ЭБС)  |                                     |   |  |
| 9.    | Перечня лицензионного программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем |                                     |   |  |
| 10.   | Перечня МТО  |                                     |   |  |

Дополнения и изменения внесены « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Аннотация рабочей программы дисциплины

| Коды циклов дисциплин, модулей, практик | Наименование циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик | Краткое содержание<br>(Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточной аттестации)   |
|---|--|---|
| 1                                       | 2  | 3   |
| Б1                                      | <b>Дисциплины (модули)</b>                                 |   |
| Б1.О                                    | <b>Базовая часть</b>                                       |   |
| Б1.О.03.01.01                           | Неорганическая химия                                       | <p><b>Цель дисциплины:</b><br/>формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом направления подготовки 04.03.01 Химия направленность «Неорганическая химия и химия координационных соединений», в том числе: получение фундаментальных знаний по теоретическим основам неорганической химии; приобретение практических навыков в проведении химического эксперимента; способность анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений; способность проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> <p><b>Задачи дисциплины:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– освоение теоретических основ неорганической химии (состав, строение и химические свойства простых веществ и химических соединений; связь строения вещества и основных закономерностей протекания химических процессов с использованием понятий химической термодинамики, химической кинетики и электрохимии);</li> <li>– овладение методами и способами синтеза неорганических веществ; формирование навыков проведения химического эксперимента с учетом знаний и соблюдения норм техники безопасности в лабораторных условиях;</li> <li>– получение навыков описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона и Периодической системы элементов;</li> <li>– формирование навыков обобщения и применения результатов химического эксперимента.</li> </ul> <p><b><u>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</u></b></p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные положения теории строения атома, теории химической связи, теории кислот и оснований, теории растворов; общую характеристику элементов периодической системы и периодический характер их изменения; общие закономерности химических процессов</li> <li>– базовые понятия неорганической химии и закономерности химических процессов с участием неорганических веществ</li> <li>– общие принципы систематизации и представления информации, особенности представления данных химического эксперимента</li> <li>– стандартные методы получения, идентификации веществ, правила обработки и оформления результатов работы, нормы техники безопасности</li> <li>– технику безопасности при работе в химической лаборатории</li> <li>– приемы выполнения стандартных операций получения веществ и изучения свойств и закономерностей по предлагаемым методикам</li> </ul> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>– основные нормы техники безопасности при работе в лабораторных условиях; способы защиты людей от возможных последствий химических аварий в лабораторных условиях</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– определять продукты реакций неорганических веществ по известным исходным веществам; выполнять исходные вычисления, итоговые расчеты; самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по неорганической химии</p> <p>– проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам; проводить стандартные измерения, обрабатывать результаты эксперимента; планировать эксперимент на основе анализа литературных данных, анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать выводы</p> <p>– выполнять стандартные операции получения веществ и изучения свойств и закономерностей по предлагаемым методикам</p> <p>– проводить простые операции (анализа и классификации веществ, составления формул, схем процессов, первичного анализа результатов и т.п.), воспроизводить основные понятия неорганической химии и закономерности химических процессов с участием неорганических веществ, решать типовые учебные задачи по неорганической химии</p> <p>– проводить анализ, мониторинг неорганических веществ различных классов</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона</p> <p>– навыками использования законов и закономерностей химических наук для интерпретации результатов анализа полученных результатов</p> <p>– базовыми навыками проведения химического эксперимента и методами оформления его результатов; техникой работы с химической посудой, взвешиванием веществ и сбором установок для выполнения опытов</p> <p>– навыками безопасной работы в химической лаборатории</p> <p>– базовыми (элементарными) навыками получения и изучения химических свойств соединений различной природы и физико-химических закономерностей по стандартным методикам</p> <p>– практическими навыками работы на серийном научном оборудовании химических лабораторий (фотометры, ионометры, рН-метры, весы, термостаты, муфельные печи, сушильные шкафы)</p> <p>– навыками работы с химическими реактивами и физическими установками с соблюдением норм техники безопасности и требований охраны труда в лабораторных условиях; понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности, приемами рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности</p> <p><b>Получить навыки:</b></p> <p>– работы с лабораторным оборудованием, измерительной аппаратурой,</p> <p>– выполнения основных химических анализов,</p> <p>– в постановке химического эксперимента (с учетом знаний и соблюдения норм техники безопасности в лабораторных условиях) и обработки результатов химического эксперимента, в решении типовых задач неорганической химии;</p> <p>– обобщения и применения результатов химического эксперимента</p> <p><b>Содержание разделов дисциплины:</b><br/>         Основы атомно-молекулярного учения. Строение атома. Перио-</p> |
|--|--|--|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>дический закон и Периодическая система Д.И. Менделеева. Химическая связь и строение молекул. Основные закономерности протекания химических реакций: основы химической термодинамики; кинетика и механизм химических реакций. Общие свойства растворов. Свойства растворов электролитов. Электрохимические свойства растворов. Комплексные (координационные) соединения. Свойства химических элементов периодической системы Д.И. Менделеева и их соединений.</p> <p><b>Реализуемые компетенции:</b><br/>ОПК-1; ОПК-2</p> <p><b>Формы промежуточной аттестации:</b><br/>Курс 1<br/>Семестр 1 – экзамен<br/>Семестр 2 – экзамен</p> |
|--|--|--|

### Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 17.07.2017 № 671, учебного плана в составе ОПОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата), направленности «Неорганическая химия и химия координационных соединений», 2019 года начала подготовки.

#### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целями изучения дисциплины «Неорганическая химия» являются формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом направления подготовки 04.03.01 Химия профиль «Неорганическая химия и химия координационных соединений», в том числе: получение фундаментальных знаний по теоретическим основам неорганической химии; приобретение практических навыков в проведении химического эксперимента; способность анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений; способность проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

Задачи дисциплины:

- освоение теоретических основ неорганической химии (состав, строение и химические свойства простых веществ и химических соединений; связь строения вещества и основных закономерностей протекания химических процессов с использованием понятий химической термодинамики, химической кинетики и электрохимии);
- овладение методами и способами синтеза неорганических веществ; формирование навыков проведения химического эксперимента с учетом знаний и соблюдения норм техники безопасности в лабораторных условиях;
- получение навыков описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона и Периодической системы элементов;
- формирование навыков анализа и интерпретации результатов химических экспериментов, наблюдений и измерений.

#### 3. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Неорганическая химия» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия профиль «Неорганическая химия и химия координационных соединений»:

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

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

Таблица 2. – Результаты обучения

| № п/п | Код и содержание компетенции   | Степень реализации компетенции  | Этапы формирования компетенции (Результаты обучения)   |
|-------|--|---|--|
| 1.    | ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений  | Компоненты компетенции частично соотносятся с содержанием дисциплины «неорганическая химия» | <p><b>знать:</b> – основные положения теории строения атома, теории химической связи, теории кислот и оснований, теории растворов; общую характеристику элементов периодической системы и периодический характер их изменения; общие закономерности химических процессов</p> <p>– базовые понятия неорганической химии и закономерности химических процессов с участием неорганических веществ</p> <p>– общие принципы систематизации и представления информации, особенности представления данных химического эксперимента</p> <p><b>уметь:</b> – определять продукты реакций неорганических веществ по известным исходным веществам; выполнять исходные вычисления, итоговые расчеты; самостоятельно работать с учебой и справочной литературой по неорганической химии</p> <p><b>владеть:</b> – навыками описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона</p> <p>– навыками использования законов и закономерностей химических наук для интерпретации результатов анализа полученных результатов</p> |
| 2.    | 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 | Компоненты компетенции частично соотносятся с содержанием дисциплины «неорганическая химия» | <p><b>знать:</b> – стандартные методы получения, идентификации веществ, правила обработки и оформления результатов работы, нормы техники безопасности</p> <p>– технику безопасности при работе в химической лаборатории</p> <p>– приемы выполнения стандартных операций получения веществ и изучения свойств и закономерностей по предлагаемым методикам</p> <p>– основные нормы техники безопасности при работе в лабораторных условиях; способы защиты людей от возможных последствий химических аварий в лабораторных условиях</p> <p><b>уметь:</b> – проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам; проводить стандартные измерения, обрабатывать результаты эксперимента; планировать эксперимент на основе анализа литературных данных, анализировать и обобщать результаты эксперимента, формулировать выводы</p> <p>– выполнять стандартные операции получения веществ и изучения свойств и закономерностей по предлагаемым методикам</p>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить простые операции (анализа и классификации веществ, составления формул, схем процессов, первичного анализа результатов и т.п.), воспроизводить основные понятия неорганической химии и закономерности химических процессов с участием неорганических веществ, решать типовые учебные задачи по неорганической химии</li> <li>– проводить анализ, мониторинг неорганических веществ различных классов</li> </ul> <p><b>владеть:</b> – базовыми навыками проведения химического эксперимента и методами оформления его результатов; техникой работы с химической посудой, взвешиванием веществ и сбором установок для выполнения опытов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками безопасной работы в химической лаборатории</li> <li>– базовыми (элементарными) навыками получения и изучения химических свойств соединений различной природы и физико-химических закономерностей по стандартным методикам</li> <li>– практическими навыками работы на серийном научном оборудовании химических лабораторий (фотометры, ионометры, рН-метры, весы, термостаты, муфельные печи, сушильные шкафы)</li> <li>– навыками работы с химическими реактивами и физическими установками с соблюдением норм техники безопасности и требований охраны труда в лабораторных условиях; понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности, приемами рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности</li> </ul> |
|--|--|---|

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

**Таблица 3. – Распределение учебного времени дисциплины**

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 18 зачетных единицы, 648 часов.**

| Вид учебной нагрузки   | Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения |     |             |     |              |  |             |  |         |  |             |
|--|--|-----|-------------|-----|--------------|--|-------------|--|---------|--|-------------|
|  | Очная  |     |             |     | Очно-заочная |  |             |  | Заочная |  |             |
|  | Семестр  |     | Всего часов |     | Семестр      |  | Всего часов |  | Курс    |  | Всего часов |
|  | 1  | 2   |             |     |              |  |             |  |         |  |             |
| Аудиторные часы  |  |     |             |     |              |  |             |  |         |  |             |
| Лекции   | 72   | 72  |             | 144 |              |  |             |  |         |  |             |
| Практические работы  | –  | –   |             | –   |              |  |             |  |         |  |             |
| Лабораторные работы  | 126  | 126 |             | 252 |              |  |             |  |         |  |             |
| Часы на самостоятельную и контактную работу                    |  |     |             |     |              |  |             |  |         |  |             |
| Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта) | –  | –   |             | –   |              |  |             |  |         |  |             |
| Прочая самостоятельная и контактная работа                     | 90   | 90  |             | 180 |              |  |             |  |         |  |             |
| Подготовка к промежуточной аттестации                          | 36   | 36  |             | 72  |              |  |             |  |         |  |             |
| Всего часов по дисциплине                                      | 324  | 324 |             | 648 |              |  |             |  |         |  |             |

#### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

|                                       |       |       |  |       |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------|-------|-------|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|
| Экзамен                               | 1     | 1     |  | 2     |  |  |  |  |  |  |  |
| Зачет / зачет с оценкой               | – / – | – / – |  | – / – |  |  |  |  |  |  |  |
| Курсовая работа (проект)              | –     | –     |  | –     |  |  |  |  |  |  |  |
| Количество расчетно-графических работ | –     | –     |  | –     |  |  |  |  |  |  |  |
| Количество контрольных работ          | 2     | 2     |  | 4     |  |  |  |  |  |  |  |
| Количество рефератов                  | –     | –     |  | –     |  |  |  |  |  |  |  |
| Количество эссе                       | –     | –     |  | –     |  |  |  |  |  |  |  |

**Таблица 4. – Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы**

| № п/п                              | Содержание разделов (модулей), тем дисциплины  | Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения |    |    |
|------------------------------------|--|--|----|----|
|                                    |  | Л  | ЛР | СР |
| <b>1 семестр</b>                   |  |  |    |    |
| 1.                                 | <b>Введение.</b> Предмет и задачи химии. Химия как система знаний о веществах и их превращениях. Теория и эксперимент в химии. Различные уровни химической теории. Информационные системы. Система приоритетов в развитии химии. Основные проблемы современной неорганической химии. Химия и экология.<br>Техника лабораторных работ. Лабораторное оборудование и приемы работы с ним. Сборка приборов. Методы очистки веществ   | 1  | 24 | 4  |
| <b>РАЗДЕЛ I. ОБЩАЯ ХИМИЯ</b>       |  |  |    |    |
| 2.                                 | <b>Основы атомно-молекулярного учения</b><br>Основные химические понятия: атом, молекула, простое вещество, химическое соединение. Химический элемент. Состав атомов. Протоны, нейтроны, электроны. Изотопы. Атомная масса, естественная усредненная атомная масса, молекулярная масса. Моль, молярная масса. Простые и сложные вещества. Химический эквивалент. Число эквивалентности. Молярная масса эквивалента вещества. Закон эквивалентов.<br>Основные законы атомно-молекулярного учения. Законы: сохранения массы веществ, кратных отношений, постоянства состава, объемных отношений. Закон Авогадро. Соединения постоянного и переменного состава.<br>Газовые системы. Газовые законы. Идеальный газ. Газовая постоянная. Уравнение Менделеева–Клапейрона. Парциальное давление газа в смеси. Относительная плотность газов.<br>Жидкие системы. Растворы. Состояние вещества в растворе.<br>Твердые системы. Кристаллы, аморфные тела и стекла. Понятие о кристаллической решетке. Твердые растворы. Нестехиометрические соединения.                   | 7  | 16 | 5  |
| <b>I. ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА</b> |  |  |    |    |
| 3.                                 | <b>Строение атома</b><br>Развитие представлений о строении атома. Масса и энергия в материальном мире. Планетарная модель атома и постулаты Бора, противоречия модели. Дуализм в поведении микрочастиц. Волновая природа элементарных частиц. Уравнение де Бройля, принцип неопределенности Гейзенберга. Принципы описания квантовых систем. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Понятие о квантовых числах. Радиальная и орбитальная составляющие волновой функции; s-, p-, d-, f-орбитали. Энергетические уровни. Порядок заполнения электронами атомных орбиталей. Принцип наименьшей энергии. Принцип Паули. Правило Хунда. Правило Клечковского. Водородоподобный атом. Энергетические диаграммы многоэлектронных атомов. Заряд ядра атома. Экранирование заряда ядра электронами.  | 8  | 4  | 10 |
| 4.                                 | <b>Периодический закон и Периодическая система Д.И. Менделеева</b><br>Поиски основы классификации химических элементов до открытия периодического закона: триады Деберейнера, закон октав Ньюленда.<br>Открытие Периодического закона Д.И. Менделеевым (1869). Современная формулировка Периодического закона. Периодичность в изменении электронной конфигурации атомов. Полные и неполные электронные аналоги. Химический элемент как совокупность атомов с данным зарядом ядра, включающая изолированные атомы и атомы в простых и сложных веществах. Короткопериодная и длиннопериодная формы Периодической системы. Типические элементы. Главные и побочные подгруппы. Менделеевский принцип монотонности изменения химических свойств от типических элементов к элементам главной подгруппы. Переходные элементы. Лантаноиды и актиноиды, их размещение в Периодической системе. Сверхтяжелые элементы. Границы Периодической системы. Магические числа протонов и нейтронов.<br>Периодически изменяющиеся свойства элементов, их связь со строением элек- | 4  |    | 5  |

|    |   |    |    |    |
|----|---|----|----|----|
|    | <p>тронных оболочек атомов. Радиусы атомов, потенциал ионизации, энергия сродства к электрону, электроотрицательность, закономерности в изменении этих величин. Орбитальные и эффективные радиусы. Ковалентные, ван-дер-ваальсовы, металлические и ионные радиусы. Их изменение в группах и периодах. Эффекты d- и f-сжатия. Периодический закон Д.И. Менделеева как основа развития неорганической химии, его философское значение.</p>  |    |    |    |
| 5. | <p><b>Химическая связь</b></p> <p>Развитие представлений о валентности и химической связи. Формальная характеристика валентности – степень окисления. Причины образования химической связи. Природа химической связи. Характеристики химической связи – энергия, длина, полярность.</p> <p>Связь, осуществляемая электронной парой. Диаграммы Льюиса. Влияние неподеленных электронных пар на геометрию ковалентных молекул. Метод отталкивания валентных электронных пар (ОВЭП). Модель Гиллеспи.</p> <p>Ковалентная связь. Основные положения метода валентных связей (МВС). Перекрывание атомных орбиталей. <math>\sigma</math>-, <math>\pi</math>- и <math>\delta</math>-связи. Относительная устойчивость связей. Понятие о гибридизации орбиталей. Основные типы гибридизации (<math>sp</math>, <math>sp^2</math>, <math>sp^3</math>, <math>sp^3d</math>, <math>sp^3d^2</math>, <math>dsp^2</math>), пространственная конфигурация молекул и ионов. Направленность и насыщаемость ковалентных связей. Одинарные и кратные связи. Координационная и дативная связи как формы ковалентной полярной связи.</p> <p>Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Связывающие, разрыхляющие и несвязывающие орбитали. <math>\sigma</math>- и <math>\pi</math>-связи.</p> <p>Двухцентровые двухэлектронные МО. Корреляционные диаграммы. Энергетические диаграммы МО двухатомных гомоядерных молекул, образованных элементами первого и второго периодов. Прочность связи, энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Энергетические диаграммы простейших гетероядерных молекул (CO, NO). Полярность связи. Понятие о трехцентровых двух- и четырехэлектронных МО. Электронно-дефицитные связи. Сравнение МВС и ММО.</p> <p>Сочетание ковалентного и электростатического взаимодействия атомов в реальных соединениях (полярная связь). Эффективный заряд на атомах в полярных соединениях.</p> <p>Ионная связь. Размеры положительно и отрицательно заряженных ионов. Понятие о поляризации ионов. Зависимость поляризуемости и поляризующего действия катионов и анионов от размеров, величины заряда иона и строения его электронной оболочки. Ненаправленность и ненасыщаемость ионных связей.</p> <p>Различия в физических свойствах веществ с ионной и ковалентной связью (температура кипения, плавления, величина растворимости в полярных и неполярных растворителях).</p> <p>Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь. Донорно-акцепторная связь. Силы Ван-дер-Ваальса: ориентационные, индукционные, дисперсионные.</p> <p>Химическая связь в кристаллах (атомная, молекулярная, ионная кристаллическая структура). Молекулярные кристаллы с ионным и ковалентным типом внутримолекулярной связи.</p> <p>Понятие о зонной теории кристаллического состояния. Зона проводимости, валентная зона, запрещенная зона. Зонная структура диэлектриков (алмаз, хлорид натрия, оксид магния), полупроводников (германий), веществ с металлической проводимостью (металлы, оксид титана (II), натрий-вольфрамовые бронзы).</p> | 14 | 6  | 14 |
|    | <p><b>II. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ</b></p>   |    |    |    |
| 6. | <p><b>Основы химической термодинамики</b></p> <p>Основные понятия химической термодинамики: система, параметры состояния, функция состояния, работа, энергия, теплота.</p> <p>Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Первое начало термодинамики. Энтальпия образования химических соединений. Стандартное состояние. Стандартные энтальпии образования. Тепловые эффекты химических реакций. Термохимические расчеты, основанные на законе Гесса. Термохимические циклы. Теплоемкость. Температурная зависимость теплоемкости и энтальпии. Уравнение Кирхгофа. Энергия химической связи. Понятие об использовании химических и фазовых превращений в неор-</p>   | 10 | 16 | 14 |

|    |   |    |     |    |
|----|---|----|-----|----|
|    | <p>ганических системах для регенерирования, хранения и транспортировки энергии. Водородная энергетика.</p> <p>Второй закон термодинамики. Энтропия. Зависимость энтропии от температуры. Стандартная энтропия. Изменение энтропии при фазовых переходах и химических реакциях. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерий самопроизвольного протекания процессов. Химический потенциал, зависимость химического потенциала от концентрации, давления реагентов. Условие химического равновесия.</p> <p>Константа химического равновесия как мера глубины протекания процессов. Использование значений стандартной энтальпии и энтропии для расчета констант равновесия химических реакций. Факторы, влияющие на величину константы равновесия. Термодинамический вывод закона действующих масс. Сдвиг химического равновесия. Принцип Ле-Шателье.</p>   |    |     |    |
| 7. | <p><b>Кинетика и механизм химических реакций</b></p> <p>Скорость химической реакции, ее зависимость от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок и молекулярность реакции. Константа скорости, ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации (действительная и кажущаяся). Понятие о теории активных соударений, активированном комплексе в теории абсолютных скоростей реакции. Механизм и кинетика реакций в гомогенных и гетерогенных системах. Цепные (Н.Н. Семенов) и колебательные (Б.П. Белоусов, А.М. Жаботинский) реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Аутокатализ. Кинетический вывод закона действующих масс. Формальная кинетика, кинетические уравнения для односторонних реакций I и II порядка.</p>  | 6  | 16  | 10 |
|    | <b>III. РАСТВОРЫ</b>  |    |     |    |
| 8. | <p><b>Общие свойства растворов</b></p> <p>Растворы жидкие (водные и неводные), твердые и газообразные. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалентов, моляльная концентрация, молярная доля. Влияние на растворимость энергии структуры кристаллического вещества и энергии сольватации. Растворы насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные, концентрированные и разбавленные. Зависимость растворимости от температуры. Растворы идеальные и реальные.</p> <p>Раствор как фаза переменного состава. Понятие о фазовых диаграммах, компонентах, фазах, степенях свободы. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем на примере диаграммы состояния воды.</p> <p>Коллигативные свойства растворов неэлектролитов и электролитов. Давление пара бинарных растворов. Законы Рауля. Криоскопия и эбуллиоскопия как методы определения молярных масс. Осмос и осмотическое давление в неорганических и биологических системах. Законы Рауля и Вант-Гоффа для растворов неэлектролитов и электролитов. Изотонический коэффициент.</p>   | 8  | 12  | 14 |
| 9. | <p><b>Свойства растворов электролитов</b></p> <p>Электролитическая диссоциация (С. Аррениус). Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации. Факторы, влияющие на степень электролитической диссоциации. Кажущаяся степень диссоциации сильных электролитов. Диссоциация слабых электролитов. Закон разведения Оствальда.</p> <p>Вода как важнейший растворитель. Константа диссоциации воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Понятие о кислотно-основных индикаторах.</p> <p>Гидролиз и сольволиз солей. Ступенчатый характер гидролиза. Обратимый и необратимый гидролиз. Константа равновесия реакции гидролиза. Факторы, влияющие на равновесие реакций гидролиза. Буферные растворы.</p> <p>Произведение растворимости малорастворимых сильных электролитов. Условия осаждения и растворения осадков.</p> <p>Теории кислот и оснований. Ранние теории кислот и оснований (кислородная, водородная). Теории Аррениуса, Бренстеда-Лоури, Льюиса. Роль растворителя в кислотно-основном взаимодействии. Сила кислородсодержащих кислот и ее зависимость от их состава и строения. Кислотно-основные взаимодействия как реакции переноса протона. Теория "мягких" и "жестких" кислот и оснований Пирсона.</p> | 14 | 32  | 14 |
|    | <b>Итого 1 семестр:</b>   | 72 | 126 | 90 |

| 2 семестр   |  |   |    |   |
|---|--|---|----|---|
| 10.   | <p><b>Электрохимические свойства растворов</b></p> <p>Окислительно-восстановительные процессы как реакции переноса электрона. Окислители и восстановители. Влияние среды на направление протекания окислительно-восстановительных реакций (ОВР). Методы расстановки коэффициентов в ОВР.</p> <p>Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Понятие о двойном электрическом слое. Электроды, гальваническая ячейка. Электродный потенциал. Стандартный электродный потенциал. Ряд напряжений. Определение направления окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера. Понятие о диаграммах окислительных состояний (диаграммы “вольт-эквивалент – степень окисления”). Зависимость электродного потенциала от рН среды. Электролиз, электрохимические источники энергии, коррозия как электрохимический процесс.</p>   | 8 | 28 | 6 |
| <b>IV. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ</b>   |  |   |    |   |
| 11.   | <p><b>Комплексные (координационные) соединения</b></p> <p>Координационная теория Вернера как первая удачная попытка теоретического объяснения строения комплексных соединений (КС). Основные положения координационной теории: центральный атом и лиганды, внешняя и внутренняя сфера, координационное число, ядро комплекса, его заряд, главная и побочная валентности. Дентатность лигандов. Успешное предсказание А. Вернером числа изомеров октаэдрических комплексов кобальта (III).</p> <p>Природа химической связи в КС. Сочетание электростатического и ковалентного взаимодействия центрального атома (или иона) с лигандами.</p> <p>Вернеровская и современная номенклатура КС.</p> <p>Строение КС с позиций МВС. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Гибридизация орбиталей центрального атома при образовании октаэдрических, тетраэдрических и квадратных комплексов.</p> <p>Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление d-орбиталей центрального атома в кристаллическом поле октаэдрического, тетраэдрического и квадратного комплекса. Энергия расщепления и энергия спаривания. Изменение энергии стабилизации кристаллическим полем в ряду переходных элементов для октаэдрических и тетраэдрических комплексов, образованных лигандами сильного и слабого поля. Связь величин расщепления с окраской КС. Использование ТКП для объяснения магнитных свойств КС.</p> <p>Спектрохимический ряд лигандов. Понятие об эффекте Яна–Теллера.</p> <p>Представление о теории поля лигандов. Энергетические диаграммы для гексаамминкобальта (III) и гексафторокобальтата (III). <math>\sigma</math>- и <math>\pi</math>-донорно-акцепторные связи. Величина расщепления в теории поля лигандов. Несвязывающие орбитали. Возможность <math>\pi</math>-дативного взаимодействия d-электронов центрального атома со свободными (разрыхляющими) орбиталями лиганда.</p> <p>Сравнение возможностей метода валентных связей, теории кристаллического поля и теории поля лигандов в описании строения КС.</p> <p>Константа устойчивости – важнейшая характеристика КС. Зависимость константы устойчивости от величины заряда и радиуса центрального иона, его электронной конфигурации (на примере гексаамминкобальта (II) и гексаамминкобальта (III), а также гексацианоферрата (II) и гексацианоферрата (III)). Представление о кинетически лабильных и инертных комплексах. Геометрическая и оптическая изомерия инертных комплексов. Эффект трансвлияния Черняева.</p> <p>Роль КС в природе (ферменты, хлорофилл, гемоглобин, комплексные соединения микроэлементов в питании растений, лекарства и яды). Использование КС в технологии, сельском хозяйстве и медицине (разделение и очистка смесей неорганических соединений, борьба с хлорозом растений, противоопухолевое действие комплексов платины и других элементов).</p> | 8 | 12 | 4 |
| 12.   | <p>Реакции ионного обмена. Расчет констант равновесия. Определение направления протекания реакций ионного обмена с участием комплексных, малорастворимых, малодиссоциирующих соединений.</p>   | 2 | 4  | 4 |
| <b>РАЗДЕЛ II. СВОЙСТВА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА</b> |  |   |    |   |
| 13.   | <p><b>Особенности химии элементов-металлов</b></p> <p>Преобладание свойств элементов-металлов у представителей первой – тринадцатой групп Периодической системы Д.И. Менделеева (металлическое со-</p>   | 2 |    | 3 |

|     |  |   |   |   |
|-----|--|---|---|---|
|     | <p>стояние простых веществ, катионная функция в сложных соединениях). Минимальная энергия ионизации атомов элементов-металлов. Классификация простых веществ – металлов по их физическим и химическим свойствам. Металлическая и ковалентная связь в металлах. Основные структурные типы металлов: кубическая (примитивная, объемно- и гранцентрированная), гексагональная структура. Влияние энергии кристаллической структуры на физические (энтальпия атомизации, температура плавления и кипения, электропроводность) и химические (взаимодействие с водой, кислотами, щелочами, неметаллами) свойства металлов.</p> <p>Сплавы металлов. Использование простейших диаграмм состояний для описания свойств сплавов металлов (температура плавления, растворимость). Интерметаллиды.</p> <p>Основные принципы переработки руд и способы выделения элементов в металлическом состоянии. Редкие и рассеянные элементы-металлы. Применение металлов в промышленности.</p>   |   |   |   |
| 14. | <p><b>Первая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (I A группа). Щелочные элементы (ЩЭ)</b></p> <p>Общая характеристика ЩЭ. Нахождение элементов первой группы в природе. Важнейшие минералы: сподумен (литий), каменная соль, альбит, криолит, глауберова соль (натрий), сильвинит, карналлит (калий), лепидолит, карналлит (рубий), поллуцит (цезий). Франций – радиоактивный ЩЭ.</p> <p>Получение ЩЭ в металлическом состоянии из природного сырья. Изменение химической активности ЩЭ в металлическом состоянии по ряду литий – цезий (отношение к воде, кислороду, азоту).</p> <p>Соединения ЩЭ с неметаллами – получение, строение, свойства гидридов, галогенидов, сульфидов, нитридов. Изменение термической устойчивости и состава кислородных соединений в группе ЩЭ. Озониды, их применение.</p> <p>Гидроксиды ЩЭ. Получение, строение, свойства, применение едкого натра, едкого кали.</p> <p>Строение, свойства, получение, применение солей ЩЭ – нитратов, сульфатов, галогенидов. Кристаллогидраты наиболее практически важных солей ЩЭ. Изменение степени гидратации катионов ЩЭ в водных растворах их солей по ряду литий – цезий. Получение соды (аммиачный и сульфатный метод) и поташа. Каустификация соды. Калийные удобрения. Малорастворимые соли лития, натрия и калия.</p> <p>Изменение термической устойчивости карбонатов, нитратов, сульфатов в ряду литий – цезий. Изменение в том же ряду температуры плавления и электропроводности галогенидов ЩЭ. Комплексообразующие свойства катионов ЩЭ. Особые свойства соединений лития.</p> <p>Применение ЩЭ в промышленности. Использование ЩЭ в металлическом состоянии в качестве теплоносителей в ядерной энергетике. Биологическая роль соединений ЩЭ (калий-натриевый “насос”, препараты лития, калия и цезия в медицине).</p> | 2 | 6 | 3 |
| 15. | <p><b>Вторая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (II A группа) – бериллий, магний, щелочноземельные элементы (кальций, стронций, барий), радий</b></p> <p>Общая характеристика элементов второй группы.</p> <p>Бериллий. Влияние особенностей строения атома бериллия на свойства его соединений. Распространенность бериллия, изотопный состав. Переработка берилла (щелочной, фторидный и серноокислотный способы). Токсичность бериллия и его соединений.</p> <p>Получение и свойства металлического бериллия, применение в технике бериллия и его сплавов.</p> <p>Гидроксид бериллия, его амфотерность. Соли бериллия и бериллаты, их гидролиз. Основные и комплексные карбонаты бериллия, их свойства. Летучесть оксоацетата бериллия. Галогениды бериллия (фториды и хлориды), особенности их строения.</p> <p>Магний. Минералы магния (доломит, магнезит, карналлит). Получение магния из минерального сырья. Физические и химические свойства металлического магния. Сплавы магния, их значение для современной техники. Оксид и гидроксид магния. Карбонаты магния. Гидролиз растворимых солей магния. Магнезиальный цемент. Получение безводных галогенидов магния. Применение магния в форме металла и в виде сложных соединений. Диагональное сходство свойств соединений магния и лития.</p>   | 2 | 4 | 3 |

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
|     | <p>Щелочноземельные элементы (ЩЗЭ). Минералы кальция (известняк, мел, мрамор, гипс), стронция (целестин, стронцианит), бария (тяжелый шпат, витерит). Получение металлического кальция, стронция, бария, их физические и химические свойства. Оксиды и гидроксиды, гидриды ЩЗЭ. Гашеная и негашеная известь. Галогениды, нитриды. Растворимые (галогениды, нитраты, ацетаты) и нерастворимые (сульфаты, карбонаты, оксалаты) соли. Изменение термической устойчивости карбонатов, сульфатов, нитратов в ряду кальций – барий. Комплексообразующая способность ионов ЩЗЭ.</p> <p>Жесткость воды (временная, постоянная). Уменьшение жесткости воды с помощью комплексонов. Деминерализованная вода (использование ионообменных материалов для очистки воды).</p> <p>Переработка и использование природных соединений кальция (известь, мрамор, мел). Гипс, его свойства. Производство цемента, процессы “схватывания” и твердения цемента.</p> <p>Геохимическая и биологическая роль ЩЗЭ. Токсичность соединений бария. Опасность радиоактивного заражения стронцием-90.</p> <p>Радий. Закономерное изменение химических свойств простых и сложных соединений в ряду Be – Ra.</p> <p>Открытие радия М.Склодовской-Кюри. Выделение радия из руд. Радий как член радиоактивного семейства урана – радия. Продукты радиоактивного распада радия.</p>  |   |   |   |
| 16. | <p><b>Третья группа Периодической системы Д.И. Менделеева (III Б группа) – редкоземельные элементы (РЗЭ: скандий, иттрий, лантан, лантаниды), актиний и актиниды</b></p> <p>Различный подход к определению элементов подгрупп скандия или галлия как электронных аналогов бора и алюминия. Альтернативные варианты порядка рассмотрения химии бора и алюминия – типических (по Менделееву) элементов в третьей или в тринадцатой группах Периодической системы.</p> <p>РЗЭ, актиний и актиниды как элементы начала 3d-, 4d-, 5d-, 6d-рядов переходных элементов. Правомерность отнесения РЗЭ и актиния к f-элементам.</p> <p>Редкоземельные металлы. Общая характеристика РЗЭ. Открытие РЗЭ. Строение электронных оболочек атомов, характерные валентные состояния, устойчивые степени окисления. Цериевая и иттриевая подгруппы. “Гадолиниевый излом”. Лантанидное сжатие. Распространенность РЗЭ, изотопный состав, нахождение в природе (монацит, лопарит, ксенотим, гадолинит). Синтез прометия.</p> <p>Получение, физические и химические свойства РЗЭ в металлическом состоянии, применение РЗЭ в металлургии в качестве “раскислителей”, а также для легирования.</p> <p>Оксиды, гидроксиды, соли РЗЭ. Двойные соли. Комплексные соединения, изменение их устойчивости в ряду скандий – иттрий – лантан – лютеций. Комплексные соединения с полидентатными лигандами как основа современных методов разделения и очистки РЗЭ – ионообменной хроматографии и экстракции. Разделение смесей РЗЭ дробной кристаллизацией их солей и фракционным осаждением малорастворимых соединений (гидроксидов, оксалатов, двойных сульфатов). Летучие соединения РЗЭ, перспективы их использования для разделения РЗЭ.</p> <p>Применение соединений РЗЭ (материалы лазерной оптики, магнитные материалы: гранаты, катализаторы, люминофоры, составная часть ВТСП материалов).</p> <p>Актиний и актиниды. Общая характеристика актиния и актинидов. Проблематичность химической аналогии актинидов и лантанидов.</p> <p>Минералы тория (монацит), урана (урановая смоляная руда). Валентные состояния тория, урана. Металлические торий, уран. Принципы получения тория и урана из природного сырья.</p> <p>Оксиды и гидроксиды тория. Безводные и гидратированные соли тория.</p> <p>Кислородные соединения урана – оксиды урана, уранаты. Соли уранила и четырехвалентного урана. Галогениды урана. Комплексные соединения урана (VI) и (IV).</p> <p>Получение U-233 из тория. Синтез трансурановых элементов. Принципы разделения смесей урана и плутония. Применение тория, урана и плутония.</p> | 4 | 4 | 4 |
| 17. | <p><b>Четвертая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (IV Б группа) – титан, цирконий, гафний</b></p> <p>Общая характеристика элементов четвертой группы. Минералы титана (ильме-</p>  | 2 | 2 | 3 |

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
|     | <p>нит, рутил, перовскит), циркония – гафния (циркон). Титан – рассеянный элемент. Валентные состояния элементов четвертой группы.</p> <p>Металлические титан, цирконий, гафний. Физические и химические свойства, способы получения, очистка методом иодидного рафинирования. Применение металлических титана, циркония, гафния и сплавов на их основе.</p> <p>Соединения элементов четвертой группы со степенью окисления (IV): оксиды и гидроксиды. Материалы на основе оксидов (IV). Титановые белила. Твердые растворы на основе оксида циркония (IV). Изменение кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов в ряду титан – гафний. Состояние четырехвалентных титана, циркония, гафния в водных растворах, влияние pH среды на равновесие гидролиза.</p> <p>Полимеризация соединений титана, циркония, гафния за счет гидроксо-(оловых) и оксо-(оксоловых) мостиков. Строение титанил-иона и соответствующих производных циркония и гафния. Титанаты, цирконаты, гафнаты, полученные “сухим” способом и в водных растворах. Пьезоэлектрики на основе титанатов – цирконатов. Безводные и гидратированные соли четырехвалентных титана, циркония, гафния. Галогениды титана и его аналогов, их получение, строение, свойства, применение. Другие бинарные соединения – карбиды, нитриды, сульфиды и материалы на их основе. Пероксосоединения титана (IV). Комплексные соединения четырехвалентных титана, циркония, гафния. Использование фтороцирконатов и фторогафнатов для разделения смесей циркония и гафния. Применение экстракции и ионообменной хроматографии для получения препаратов чистых циркония и гафния.</p> <p>Сопоставление окислительно-восстановительной устойчивости соединений со степенями окисления (IV), (III), (II) в ряду титан – гафний. Получение и свойства солей титана (III), состояние ионов титана (III) в водных растворах, гидроксид титана (III).</p> <p>Оксид титана (II) как пример кислородных соединений элементов четвертой группы со степенью окисления (II). Нестехиометрия оксида титана (II).</p> <p>Применение соединений титана, циркония, гафния.</p> <p>Целесообразность совместного рассмотрения химии тория и титана, циркония, гафния.</p> |   |   |   |
| 18. | <p><b>Пятая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (V Б группа) – ванадий, ниобий, тантал</b></p> <p>Общая характеристика элементов пятой группы. Нахождение в природе. Ванадий – рассеянный элемент. Минералы ниобия и тантала (лопарит, колумбит, танталит). Валентные состояния элементов пятой группы.</p> <p>Металлические ванадий, ниобий, тантал, их физические и химические свойства, получение, применение. Ванадиевые стали.</p> <p>Соединения элементов пятой группы со степенью окисления (V). Оксиды ванадия, ниобия, тантала (V), получение, свойства. Ванадий (V), ниобий (V) и тантал (V) в водных растворах. Влияние pH среды на состояние ионов элементов пятой группы в водных растворах. Изополи- и гетерополисоединения ванадия. Ванадаты, ниобаты, танталаты – получение, свойства. Безводные галогениды. Пероксидные соединения ванадия (V). Комплексные соединения ванадия, ниобия, тантала. Использование фторониобатов и фторотанталатов для разделения смесей ниобия и тантала методом дробной кристаллизации. Принципы экстракционного и хроматографического разделения смесей ниобия и тантала.</p> <p>Изменение устойчивости соединений с высшими и низшими степенями окисления в ряду ванадий – тантал. Получение соединений ванадия (IV), (III), (II) в водных растворах, состояние ионов; гидролиз соединений ванадия с различными степенями окисления. Сопоставление окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений ванадия со степенями окисления (V), (IV), (III), (II).</p>   | 2 | 2 | 3 |
| 19. | <p><b>Шестая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (VI Б группа) – хром, молибден, вольфрам</b></p> <p>Общая характеристика элементов шестой группы. Минералы хрома (хромистый железняк), молибдена (молибденит), вольфрама (шеелит, вольфрамит). Валентные состояния элементов шестой группы.</p> <p>Металлические хром, молибден, вольфрам. Физические и химические свойства, способы получения. Переработка хромистого железняка в дихромат и феррохром. Особенности получения металлических молибдена и вольфрама (порошковая металлургия).</p>  | 4 | 6 | 4 |

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
|     | <p>Кислородные соединения хрома, молибдена, вольфрама со степенью окисления (VI). Оксид хрома (VI), получение, свойства. Кислотно-основное равновесие в водных растворах хроматов. Ди-, три- и тетрахроматы.</p> <p>Оксиды молибдена и вольфрама (VI), получение, свойства. Молибденовая и вольфрамовая кислоты. Полимеризация молибденовой и вольфрамовой кислот в подкисленных растворах их солей. Изополимолибдаты, изополивольфраматы, их получение “сухим” путем и в водных растворах. Гетерополиосоединения на основе молибденовой и вольфрамовой кислот, получение, строение, свойства и применение (катализаторы в органическом синтезе, ингибиторы коррозии металлов, реагенты в аналитической химии).</p> <p>Соединения, содержащие хром, молибден, вольфрам в низших степенях окисления.</p> <p>Производные хрома (II) – оксид, гидроксид. Получение солей хрома (II) – хлорида, сульфата, ацетата. Восстановительные свойства соединений двухвалентного хрома.</p> <p>Соединения хрома (III) – оксид, гидроксид. Соли трехвалентного хрома и хромиты. Гидратная изомерия солей хрома (III). Комплексные соединения и двойные соли хрома (III).</p> <p>Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений хрома со степенями окисления (II), (III), (VI).</p> <p>Кислородные соединения молибдена и вольфрама в низших степенях окисления – оксиды, молибденовые и вольфрамовые “сини”, вольфрамовые бронзы.</p> <p>Серосодержащие соединения хрома, молибдена, вольфрама: сульфиды, оксо-сульфиды, тиосоли (тиомолибдаты и тиовольфраматы). Материалы на основе оксидов и халькогенидов хрома.</p> <p>Галогениды хрома, молибдена, вольфрама. Изменения состава высшего галогенида в ряду хром – вольфрам. Оксогалогениды (хлористый хромил).</p> <p>Пероксидные соединения хрома – надхромовая кислота, надхроматы.</p> <p>Применение соединений шестой группы.</p> <p>Целесообразность совместного рассмотрения химии урана и хрома, молибдена, вольфрама.</p> |   |   |   |
| 20. | <p><b>Седьмая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (VII Б группа)– марганец, технеций, рений</b></p> <p>Общая характеристика элементов седьмой группы. Минералы марганца (пирролюзит, гаусманит). Открытие рения. Синтез технеция (“эка-марганца”). Валентные состояния марганца, технеция, рения.</p> <p>Получение металлических марганца, технеция, рения. Свойства и применение металлического марганца и его сплавов.</p> <p>Соединения, содержащие элементы седьмой группы в высших степенях окисления. Марганцовая и марганцовистая кислоты, перманганаты и манганаты – получение, свойства, применение. Окислительно-восстановительные реакции соединений марганца (VII) и (VI). Влияние на окислительно-восстановительный процесс концентрации ионов водорода в водных растворах. Пертехнетаты и перренаты, состав и свойства. Соединения марганца (V).</p> <p>Соединения марганца (IV). Оксид марганца (IV), строение, свойства. Соли марганца (IV) и манганиты – получение, свойства. Окислительно-восстановительные реакции с участием марганца (IV).</p> <p>Соединения, содержащие элементы седьмой группы в низших степенях окисления. Марганец (II) и (III). Оксиды, гидроксиды, их получение, свойства. Комплексные соединения марганца (II) и (III). Сопоставление их устойчивости. Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений марганца (и его аналогов) в различных степенях окисления. Применение соединений элементов седьмой группы.</p>   | 4 | 4 | 4 |
| 21. | <p><b>Восьмая, девятая, десятая группы Периодической системы Д.И. Менделеева (VIII Б группы)</b></p> <p>Целесообразность “триадного” рассмотрения свойств элементов восьмой – десятой групп. Триада железа (железо, кобальт, никель). Платиновые элементы (триады рутения и осмия).</p> <p>Триада железа. Общая характеристика железа, кобальта, никеля. Минералы железа (магнетит, гематит, сидерит, пирит), кобальта (кобальтин), никеля (пентландит).</p> <p>Получение железа восстановлением железных руд водородом или природным газом. Доменный процесс получения чугуна. “Передел” чугуна на сталь и ковкое железо. Физические и химические свойства металлического железа. Спе-</p>   | 4 | 6 | 4 |

|     |  |   |   |   |
|-----|--|---|---|---|
|     | <p>циальные и нержавеющей стали.</p> <p>Совместное присутствие кобальта и никеля в рудах. Получение кобальта и никеля из сульфидных руд. Свойства и применение металлических кобальта, никеля.</p> <p>Валентные состояния элементов триады железа. Изменение устойчивости соединений с низшими (II) и высшими (VI, III) степенями окисления в ряду железо – никель.</p> <p>Соединения железа в различных степенях окисления. Проблема получения железа (VIII). Ферраты как производные железа (VI). Получение и свойства ферратов. Соединения железа (III). Оксиды, содержащие ионы <math>Fe^{3+}</math>: оксид железа (III), смешанные оксиды. <math>\alpha</math>- и <math>\gamma</math>-<math>Fe_2O_3</math>. Соли железа (III), их гидролиз. Гидроксид железа (III). Получение и свойства ферритов, их применение. Соединения железа (II). Оксид, получение и свойства. Нестехиометрия низшего оксида железа. Гидроксид железа (II). Соли железа (II). Соль Мора. Карбонаты железа (II) (средний, кислый, основной).</p> <p>Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений железа со степенями окисления (II), (III), (VI).</p> <p>Комплексные соединения железа (II) и (III) с неорганическими и органическими лигандами. Влияние комплексообразования на окислительно-восстановительные процессы в растворах, содержащих железо (II) и железо (III). Комплексные соединения железа с оксидом углерода (II) (карбонилы) и циклопентадиеном (ферроцен). Роль железа в биологических процессах (гемоглобин, питание растений).</p> <p>Соединения кобальта (II) и (III). Оксиды, гидроксиды. Средние и основные соли кобальта (II). Фторид кобальта (III). Сравнение устойчивости комплексных соединений кобальта (II) и (III). Условия стабилизации кобальта (III) – в комплексных соединениях, оксидах, фторидах. Карбонилы кобальта. Применение соединений кобальта.</p> <p>Соединения никеля (II). Оксид, гидроксид. Соли никеля (II). Комплексные соединения никеля (II), их строение, проявление эффекта Яна–Теллера. Карбонил никеля. Соединения никеля (III). Применение соединений никеля.</p> <p>Принципы разделения смесей кобальта и никеля методами фракционного окисления, осаждения, сублимации.</p> <p>Платиновые элементы. Роль отечественных ученых в изучении химии платиновых элементов (К.К. Клаус, Л.А. Чугаев, И.И. Черняев).</p> <p>Общая характеристика платиновых элементов. Самородная платина. Извлечение элементов группы платиновых металлов из руд. Физические и химические свойства металлов, их применение.</p> <p>Закономерности в изменении устойчивости характерных степеней окисления в соединениях платиновых элементов. Соединения рутения и осмия в степени окисления (VIII). Соли родия (III) и иридия (III). Соединения палладия (II), платины (II) и (IV). Гексахлороплатиновая кислота и ее соли. Фториды платины. Значение комплексных соединений в химии платиновых элементов. Строение и свойства комплексов платины (IV) и (II). Инертность комплексов платины, явление изомерии, эффект транс-влияния Черняева. Применение соединений платиновых элементов в химической технологии и медицине.</p> |   |   |   |
| 22. | <p><b>Одиннадцатая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (I Б группа) – медь, серебро, золото</b></p> <p>Общая характеристика элементов одиннадцатой группы. Причины нахождения в природе золота, серебра и меди в самородном состоянии. Медные руды (куприт, халькопирит, малахит), принципы переработки сульфидных медных руд и рафинирования меди. Переработка природных соединений серебра. Извлечение серебра из отходов переработки полиметаллических руд. Принципы металлургии золота. Аффинаж золота. Физические и химические свойства металлических меди, серебра, золота. Понятие о пробе. Применение меди, серебра и золота, а также их сплавов.</p> <p>Соединения меди (II) и (I). Оксиды, гидроксиды. Диспропорционирование меди (I). Соли меди (II) и (I) – получение, свойства, гидролиз. Важнейшие комплексные соединения меди (II) и (I), их состав и строение. Соединения меди (III) – купраты; периодаты и теллулаты меди (III). Применение соединений меди. Медь (II, III) – составная часть материалов со свойствами ВТСП. Медь (II) – важнейший биометалл. Токсичность соединений меди.</p> <p>Соединения серебра (I) – оксид, гидроксид, растворимые и нерастворимые соли. Галогенидные, аммиачные и тиосульфатные комплексные соединения се-</p>  | 2 | 4 | 4 |

|     |  |   |   |   |
|-----|--|---|---|---|
|     | <p>ребра (I), получение, строение, устойчивость, свойства. Принципы процессов фотографирования и серебрения. Условия стабилизации серебра в степени окисления (II). Серебро (III) и (V). Диспропорционирование серебра в четных степенях окисления.</p> <p>Оксиды золота (I) и (III), их гидраты. Ауранты. Соли и комплексные соединения золота, их состав, строение, свойства. Тетрахлорозолотая кислота. Причина нестабильности золота (II). Диметилзолото – пример металлоорганических соединений этого элемента. Изменение характерных степеней окисления в ряду медь – золото.</p> <p>Сравнение химических свойств элементов одиннадцатой и первой групп Периодической системы.</p>   |   |   |   |
| 23. | <p><b>Двенадцатая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (II Б группа) – цинк, кадмий, ртуть</b></p> <p>Общая характеристика элементов двенадцатой группы. Особенности строения электронных оболочек атомов цинка, кадмия, ртути.</p> <p>Минералы цинка (цинковая обманка), сульфидные полиметаллические руды кадмия (гринокит), ртути (киноварь). Физические и химические свойства цинка, кадмия, ртути. Получение и применение металлических цинка, кадмия, ртути и их сплавов. Амальгамы.</p> <p>Изменение типа связи в соединениях двухвалентных цинка, кадмия, ртути. Причины аномального (немонотонного) характера изменения кислотно-основных свойств оксидов, гидроксидов и солей (гидролиз) в ряду цинк (II) – ртуть (II). Амфотерность цинка (II). Комплексные соединения цинка (II), кадмия (II), ртути (II) – получение, состав, устойчивость. Амидные соединения ртути. Соединения ртути (I) – оксид, гидроксид, получение, строение, свойства. Диспропорционирование ртути (I). Соли ртути (I). Каломель. Применение соединений цинка, кадмия, ртути.</p> <p>Цинксодержащие ферменты (на примере карбоангидразы, карбоксипептидазы), их биологическая роль. Токсичность соединений кадмия и ртути. Способы устранения заражения помещений металлической ртутью.</p> <p>Сравнение химических свойств элементов двенадцатой и второй групп Периодической системы.</p>  | 2 | 4 | 4 |
| 24. | <p><b>Тринадцатая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (III А группа) – бор, алюминий и элементы подгруппы галлия – галлий, индий, таллий</b></p> <p>Бор и алюминий как типичные элементы подгрупп галлия и скандия. Выбор альтернативного варианта. Преимущества и недостатки рассмотрения химии бора и алюминия как предшественников элементов подгрупп скандия и галлия.</p> <p>Бор. Общая характеристика бора. Причина преобладания у бора неметаллических свойств. Минералы бора (тинкал, гидроборатит, колеманит). Изотоп <math>^{10}\text{B}</math>. Использование бора в ядерной энергетике.</p> <p>Модификации бора – простого вещества. Получение бора, его физические и химические свойства. Соединения бора с металлами и неметаллами. Карбид бора <math>\text{B}_4\text{C}</math> – конкурент алмаза. Нитрид бора, гексагональный и кубический (боразон). Галогениды бора. Неорганические полимеры на основе соединений бора. Тетрафтороборная кислота, ее соли. Боразол – аналог бензола.</p> <p>Получение, строение, свойства диборана (трехцентровая двухэлектронная связь). Гомологические ряды гидридов бора: <math>\text{B}_n\text{H}_{n+4}</math> и <math>\text{B}_n\text{H}_{n+6}</math>. Гидридобораты и бориды металлов.</p> <p>Кислородные соединения бора. Оксид бора (III). Борные кислоты, их соли. Получение, строение буры, ее гидролиз. Переработка буры в борную кислоту. Сложные эфиры борной кислоты.</p> <p>Применение соединений бора.</p> <p>Алюминий. Общая характеристика алюминия. Минералы алюминия (боксит, нефелин, каолин). Переработка боксита в оксид алюминия. Роль алюмосиликатов в неживой природе (цеолиты, глины).</p> <p>Производство металлического алюминия. Физические и химические свойства алюминия. Сплавы алюминия, их применение.</p> <p>Оксид алюминия (III): <math>\alpha</math>- и <math>\gamma</math>-<math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>. Искусственные рубины. Гидроксид алюминия, “старение” за счет процессов оялции и оксоляции. Строение и свойства алюминатов, полученных методом твердофазного синтеза и в водных растворах. Полиалюминат натрия, <math>\beta</math>-<math>\text{Al}_2\text{O}_3</math> – суперионный проводник. Гидролиз солей алюминия и алюминатов. Комплексные соединения и двойные соли алюминия. Получение и строение безводных галогенидов алюминия. Диагональное сход-</p> | 2 | 4 | 5 |

|     |  |   |   |   |
|-----|--|---|---|---|
|     | <p>ство свойств соединений бериллия и алюминия.</p> <p>Разделение смесей бериллия и алюминия путем осаждения квасцов, получения карбонатных или фторидных комплексов и методом возгонки оксоацетата бериллия.</p> <p>Гидрид алюминия и гидридоалюминаты щелочных элементов. Применение соединений алюминия.</p> <p>Элементы подгруппы галлия – галлий, индий, таллий. Общая характеристика элементов подгруппы галлия. Специфика свойств соединений галлия, индия, таллия как постпереходных элементов-металлов. Галлий, индий, таллий – рассеянные элементы. Извлечение галлия, индия, таллия из отходов производства алюминия и цветных металлов. Физические и химические свойства металлических галлия, индия, таллия, их получение и применение.</p> <p>Валентные состояния элементов подгруппы галлия. Изменение устойчивости соединений, содержащих галлий, индий, таллий в степени окисления (III) и (I). Способы получения одно- и трехвалентных галлия, индия, таллия. Особенности окислительно-восстановительных свойств соединений таллия. Сходство соединений таллия (I) и соединений рубидия (I), с одной стороны, и серебра (I) – с другой.</p> <p>Амфотерность оксидов и гидроксидов трехвалентных галлия, индия, таллия. Соли и комплексные соединения галлия, индия, таллия. Применение соединений галлия, индия, таллия в полупроводниковой технике. Арсенид галлия как основа нового поколения полупроводников. Токсичность таллия.</p> <p>Сравнение химических свойств элементов тринадцатой и третьей групп Периодической системы.</p>  |   |   |   |
| 25. | <p><b>Четырнадцатая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (IV А группа) – углерод, кремний, элементы подгруппы германия – германий, олово, свинец</b></p> <p>Углерод и кремний – типические (по Менделееву) элементы четырнадцатой группы. Закономерный переход в группе от неметаллических (углерод, кремний) к металлическим свойствам (германий, олово, свинец).</p> <p>Углерод. Общая характеристика углерода. Особенности электронного строения атома углерода, обуславливающие уникальную способность этого элемента образовывать связи С–С различной кратности и связи с атомами других элементов-неметаллов. Многообразие органических и неорганических соединений углерода, валентные формы углерода. Распространенность и изотопный состав. Использование изотопа <math>^{14}\text{C}</math> для определения возраста археологических объектов. Формы нахождения углерода в природе.</p> <p>Кристаллическая структура алмаза и графита. Искусственные алмазы и графит. Карбин. Фуллерены. Применение алмазов, графита, сажи. Активированный уголь как поглотитель газов, паров и растворенных веществ (Н.Д. Зелинский).</p> <p>Химические свойства углерода. Соединения углерода с металлами и неметаллами. Важнейшие карбиды, их классификация по типу химической связи. Карбиды серы (сероуглерод), азота (дициан), кремния (карборунд), железа, вольфрама, гафния, тория и др. Применение карбидов в технике и химической промышленности в качестве тугоплавких, жаростойких, высокотвердых материалов, составляющих конструкционных материалов, сталей и сплавов, применение в синтезе (карбид кальция и др.)</p> <p>Синильная кислота, простые и комплексные цианиды. Цианамиды щелочных и щелочноземельных элементов. Роданистоводородная кислота и ее соли.</p> <p>Галогениды углерода – четыреххлористый углерод, хлороформ, фторпроизводные углерода и их практическое применение (фреоны, фторопласты).</p> <p>Углеводороды с одинарной, двойной и тройной связью. Изменение прочности связи углерод–углерод в ряду углеводородов с одинарной, двойной и тройной связью. Катенация (образование гомоядерных цепей), ее ослабление в ряду С – Si – Ge.</p> <p>Примеры металлоорганических соединений – веществ, содержащих связь металл–углерод (метиллитий, тетраэтилсвинец, диметилртуть).</p> <p>Кислородные соединения углерода. Оксид углерода (II) (угарный газ). Строение молекулы (методы МО и ВС). Получение и свойства оксида углерода (II). Координационные соединения оксида углерода (II) – карбонилы переходных элементов. Фосген как хлорангидрид угольной кислоты. Применение оксида углерода (II) в химической промышленности и в качестве топлива.</p> <p>Оксид углерода (IV) (углекислый газ), получение, строение молекулы, физические и химические свойства. Применение углекислого газа. Угольная кислота,</p> | 4 | 8 | 5 |

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
|     | <p>ее строение и свойства. Карбонаты, гидрокарбонаты, их термическая устойчивость. Получение и применение карбамида (мочевины).</p> <p>Кремний. Общая характеристика кремния. Роль соединений кремния в построении земной коры. Основные кремнийсодержащие минералы – кварц, силикаты, алюмосиликаты (полевой шпат, слюда, асбест, каолин).</p> <p>Кристаллическая структура кремния. Получение кремния. Физические и химические свойства кремния – простого вещества. Кремний – полупроводник. Соединения кремния с металлами и неметаллами. Силициды, их классификация по типу химической связи, применение. Соединения кремния с галогенами. Гексафторокремниевая кислота, ее соли. Карбид кремния и материалы на его основе.</p> <p>Соединения кремния с водородом. Строение силанов. Получение, свойства, применение. Различия в термической устойчивости углеводородов и силанов.</p> <p>Кислородные соединения кремния. Оксид кремния (IV) – полиморфные модификации. Природные разновидности оксида кремния (IV). Кремниевые кислоты. Силикагель, получение, применение. Золь и гель кремниевой кислоты. Силикаты, их гидролиз. Современные представления о строении силикатов. Основные типы структур силикатов: островные, цепные, слоистые, трехмерные. Искусственные силикаты: стекла, ситаллы, цементы, принципы промышленного получения стекла и цемента. Оксид кремния (II), получение и свойства.</p> <p>Важнейшие кремнийорганические соединения: силоксан, силиконы, их применение в технике.</p> <p>Сравнение свойств кислородных соединений и галогенидов углерода и кремния.</p> <p>Диагональное сходство свойств соединений бора и кремния.</p> <p>Элементы подгруппы германия – германий, олово, свинец. Общая характеристика элементов подгруппы германия. Распространенность германия, олова, свинца. Аномальный изотопный состав свинца. Германий – рассеянный элемент. Минералы олова (касситерит), свинца (свинцовый блеск).</p> <p>Получение германия, его физические и химические свойства. Германий как важнейший материал с полупроводниковыми свойствами.</p> <p>Получение металлического олова из касситерита, рафинирование олова; физические и химические свойства олова. Применение олова и его сплавов. Получение металлического свинца, его рафинирование. Физические и химические свойства, применение свинца и его сплавов.</p> <p>Изменение окислительно-восстановительной устойчивости соединений, содержащих элементы в степени окисления (IV) и (II), по ряду германий – свинец.</p> <p>Важнейшие соединения германия (IV): оксид германия, германаты, тетрагидрид германия, гидриды и металлоорганические соединения германия (IV). Соединения германия (II).</p> <p>Важнейшие соединения олова (IV) и (II): их получение, состав, строение, свойства. Оксид олова (IV), оловянные кислоты, станнаты. Оксид и гидроксид олова (II), станниты. Хлориды олова (IV) и (II). Сульфиды олова (IV) и (II), тиостаннаты. Окислительно-восстановительные свойства соединений олова (IV) и (II). Применение соединений олова. Сенсорные материалы.</p> <p>Важнейшие соединения свинца (II) и (IV): оксиды свинца (II) и (IV), сурик, плюмбиты, плюмбаты. Растворимые и нерастворимые соли свинца (II) и (IV). Свинцовые белила. Галогениды и сульфиды свинца. Комплексные соединения свинца (II) и (IV). Сравнение окислительно-восстановительных, кислотно-основных и комплексообразующих свойств свинца (II) и (IV). Применение соединений свинца. Свинцовые аккумуляторы. Токсичность свинца и его соединений.</p> <p>Сравнение химических свойств элементов четырнадцатой и четвертой групп Периодической системы.</p> |   |   |   |
| 26. | <p><b>Пятнадцатая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (V A группа) – азот, фосфор, элементы подгруппы мышьяка – мышьяк, сурьма, висмут</b></p> <p>Азот и фосфор – типичские (по Менделееву) элементы пятнадцатой группы. Закономерное усиление металлических свойств от азота и фосфора к элементам подгруппы мышьяка.</p> <p>Азот. Общая характеристика азота. Распространенность и нахождение азота в природе (воздух, органические азотсодержащие соединения, селитры, нитриты). Строение молекулы азота (методы МО и ВС). Уникальные физические и</p>  | 4 | 8 | 5 |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <p>химические свойства молекулярного азота. Энергия тройной, двойной и одинарной связи азот – азот. Сопоставление энергетических характеристик связей азот – азот, углерод – азот, углерод – углерод. Получение азота в лаборатории и промышленности. Применение молекулярного азота.</p> <p>Современные методы связывания атмосферного азота (синтез аммиака, оксида азота (II), цианамида кальция, нитрогенильных комплексов).</p> <p>Аммиак. Строение, физические и химические свойства. Получение аммиака в лаборатории. Сжижение аммиака. Физико-химические условия промышленного синтеза аммиака. Катализаторы синтеза аммиака. Равновесие взаимодействия аммиака с водой. Гидраты аммиака. Проблема существования гидроксида аммония. Соли аммония, их получение и свойства. Строение иона аммония. Термическая устойчивость солей аммония – производных важнейших минеральных кислот. Гидролиз солей аммония. Применение аммиака и солей аммония. Аммиакаты как пример комплексных азотсодержащих соединений.</p> <p>Нитриды с ионной, ковалентной связью, металлоподобные нитриды. Гидразин и гидроксилламин, состав и свойства. Сравнение основных и окислительно-восстановительных свойств аммиака, гидразина и гидроксилламина. Азотистоводородная кислота и ее соли (азиды). Галогениды азота, их свойства.</p> <p>Кислородные соединения азота. Природа связи азот – кислород.</p> <p>Состав, строение и закономерности в изменении свойств оксидов азота: <math>N_2O</math>, <math>NO</math>, <math>N_2O_3</math>, <math>NO_2</math>, <math>N_2O_4</math>, <math>N_2O_5</math> (дипольный момент, межмолекулярное взаимодействие, взаимодействие с водой, термическая устойчивость, кислотные свойства). Получение оксидов азота. Схема МО для <math>NO</math>, сопоставление свойств <math>NO</math> и <math>NO^+</math>. Радикальные реакции <math>NO</math> (взаимодействие с <math>O_2</math>, <math>Cl_2</math>), <math>NO_2</math> (реакции нитрования органических веществ). Анионные (<math>NO_2^-</math>, <math>NO_3^-</math>) и катионные (<math>NO^+</math>, <math>NO_2^+</math>) формы оксидов азота (III), (V). Диспропорционирование оксидов азота (III), (IV) в кислой и щелочной средах, полярных и неполярных растворителях. Синтез безводных нитратов элементов-металлов. Термическое разложение нитратов натрия, серебра, свинца.</p> <p>Получение, сопоставление строения и свойств азотистой <math>HNO_2</math> и азотной <math>HNO_3</math> кислот: устойчивость, кислотные и окислительно-восстановительные свойства водных растворов. Зависимость состава продуктов взаимодействия азотной кислоты с металлами от концентрации кислоты и природы металла.</p> <p>Нитриты и нитраты, получение, свойства, их роль в технике. Гипоазотистая кислота (<math>HNO_2</math>).</p> <p>Фосфор. Общая характеристика фосфора. Распространенность фосфора и формы его нахождения в природе (фосфаты элементов-металлов – фосфориты, апатиты, монацит; фосфорсодержащие органические соединения – нуклеиновые кислоты и др.). Валентные состояния фосфора.</p> <p>Аллотропные модификации фосфора. Условия стабильности белого и красного фосфора. Строение белого и красного фосфора, физические и химические свойства. Свечение фосфора. Взаимодействие фосфора с металлами и неметаллами. Получение и применение красного и белого фосфора в промышленности.</p> <p>Водородные соединения фосфора. Способы получения фосфина. Соли фосфония, их термическая и гидролитическая устойчивость.</p> <p>Фосфиды металлов, получение, свойства. Типы химической связи в фосфидах металлов и неметаллов. Инсектоfungициды и полупроводниковые материалы на основе фосфидов. Галогениды фосфора, оксогалогениды. Особенности строения <math>PCl_5</math> и <math>PCl_3</math>, <math>PBr_5</math> и <math>PBr_3</math>. Неорганические полимеры на основе галогенидов фосфора (фосфонитрилхлорид).</p> <p>Кислородные соединения фосфора – оксиды, кислородсодержащие кислоты. Оксид фосфора (III), получение, строение молекулы, свойства. Фосфористая кислота, получение, строение, свойства. Фосфиты. Фосфорноватистая кислота, получение, строение, свойства. Гипофосфиты. Фосфорноватая кислота, ее соли.</p> <p>Оксид фосфора (V), получение, строение молекулы, свойства. Получение и взаимные переходы орто-, ди(пиро)- и метафосфорной кислот. Строение и свойства фосфорных кислот и их солей. Аналитические методы их идентификации. Гидролиз фосфатов. Полиметафосфаты. Сравнение кислотных, окислительно-восстановительных свойств и термической устойчивости кислородсодержащих кислот фосфора (I), (III), (V). Фосфорные удобрения и моющие средства на основе фосфатов. Роль производных фосфорной кислоты в биологических процессах. Протонные проводники на основе кислых фосфатов.</p> <p>Элементы подгруппы мышьяка – мышьяк, сурьма, висмут. Общая характери-</p> |  |  |  |
|---|--|--|--|

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
|     | <p>стика элементов подгруппы мышьяка. Особенности химических свойств мышьяка, сурьмы, висмута как постпереходных элементов. Склонность элементов подгруппы мышьяка к образованию химической связи с серой. Минералы мышьяка (реальгар, аурипигмент), сурьмы (сурьмяный блеск), висмута (висмутовый блеск). Получение мышьяка, сурьмы, висмута из природного сырья. Физические и химические свойства, применение мышьяка, сурьмы, висмута. Сплавы сурьмы и висмута, сплав Вуда.</p> <p>Валентные состояния мышьяка, сурьмы и висмута. Изменение устойчивости соединений, содержащих элементы подгруппы мышьяка в степени окисления (III) и (V).</p> <p>Важнейшие соединения мышьяка (V) и (III): оксиды (V) и (III), мышьяковая и мышьяковистая кислоты, арсенаты и арсениты. Сульфиды и тиосоли мышьяка (V) и (III). Проявление амфотерных свойств соединениями мышьяка. Сравнение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств однотипных соединений мышьяка (V) и (III).</p> <p>Кислородные соединения сурьмы: оксиды (V) и (III), сурьмяная и сурьмянистая кислоты, антимонаты и антимониты. Сопоставление окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений сурьмы (V) и (III). Состояние сурьмы (V) и (III) в водных растворах. Галогениды сурьмы (V) и (III), их гидролиз. Сульфиды и тиосоли сурьмы (V) и (III).</p> <p>Важнейшие соединения висмута (III) – оксид и гидроксид, соли и оксосоли, сульфид висмута (III). Состояние висмута (III) в водных растворах. Соединения висмута (V) – висмутаты, их получение и свойства сильнейших окислителей.</p> <p>Водородные соединения мышьяка, сурьмы и висмута, получение, строение, свойства. Арсениды, антимониды, висмутиды. Получение, свойства.</p> <p>Применение соединений элементов подгруппы мышьяка в промышленности. Токсичность соединений мышьяка, сурьмы, висмута.</p> <p>Сопоставление состава, строения, характера химической связи, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, термодинамических характеристик однотипных соединений элементов пятнадцатой группы (простых веществ, гидридов, галогенидов, оксидов, кислородсодержащих кислот).</p> <p>Сравнение химических свойств элементов пятнадцатой и пятой групп Периодической системы.</p> |   |   |   |
| 27. | <p><b>Шестнадцатая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (VI А группа) – кислород и элементы подгруппы серы</b></p> <p>Общая характеристика кислорода. Роль кислорода как самого распространенного элемента в биологических и минеральных процессах на Земле.</p> <p>Строение молекулы кислорода с позиций методов ВС и МО. Парамагнетизм молекулярного кислорода, физические и химические свойства молекулярного кислорода. Строение иона <math>O_2^+</math> (метод МО).</p> <p>Получение кислорода в лаборатории и промышленности. Жидкий кислород. Применение молекулярного кислорода.</p> <p>Важнейшие кислородные соединения – оксиды элементов-металлов и элементов-неметаллов, гидроксиды металлов, кислородсодержащие кислоты и их соли. Типы химической связи в оксидах, гидроксидах, кислородсодержащих кислотах различных элементов. Оксиды элементов-металлов с переменной степенью окисления. Нестехиометрические оксиды. Химические и физические свойства оксидов. Оксидные бронзы.</p> <p>Пероксиды и надпероксиды, их получение, свойства и применение. Строение ионов <math>O_2^-</math> и <math>O_2^{2-}</math> с точки зрения метода МО.</p> <p>Озон, его свойства, строение, получение. Применение для озонирования воды и воздуха, в качестве окислителя в синтезе. Озоныды, их получение, свойства и применение.</p> <p>Элементы подгруппы серы – сера, селен, теллур, полоний. Общая характеристика элементов подгруппы серы. Распространенность, формы нахождения в природе элементов подгруппы серы (самородная сера, сульфаты, халькогениды металлов, органические соединения, содержащие серу). Биологическая роль селена. Полоний – радиоактивный элемент-металл. Изменение характерных валентных состояний в ряду кислород – теллур.</p> <p>Аллотропные и полиморфные модификации серы, диаграмма состояний серы. Соединения серы с металлами и неметаллами. Применение серы.</p> <p>Водородные соединения серы, селена, теллура, химические и физические свойства, получение и применение. Изменение строения, термической и окисли-</p>   | 4 | 7 | 5 |

|     |   |   |    |   |
|-----|---|---|----|---|
|     | <p>тельно-восстановительной устойчивости, термодинамических характеристик в ряду вода – сероводород – селеноводород – теллуриодород (длина связи, валентный угол, дипольный момент, условия фазовых переходов). Изменение кислотно-основных свойств водных растворов водородных соединений в том же ряду. Многосернистый водород, получение и свойства (полисульфаны). Токсичность водородных соединений серы, селена, теллура. Правила техники безопасности при работе с ними.</p> <p>Халькогениды металлов (сульфиды, селениды, теллуриды), получение и свойства. Гидросульфиды и полисульфиды металлов. Сульфиды металлов как важнейшее минеральное сырье. Использование халькогенидов металлов в качестве полупроводников.</p> <p>Кислородные соединения серы, селена, теллура со степенью окисления (IV). Способы получения, строение и свойства оксидов (IV) элементов подгруппы серы. Изменение термической устойчивости и окислительно-восстановительных свойств в ряду оксид серы (IV) (сернистый газ) – оксид селена (IV) – оксид теллура (IV). Сернистая кислота, строение, получение, свойства. Сульфиты и гидросульфиты, термическая устойчивость, окислительно-восстановительные свойства, гидролиз в водных растворах. Таутомерия гидросульфит-иона. Сравнение свойств сернистой, селенистой и теллуристой кислот и их солей.</p> <p>Хлористый тионил – галогенангидрид сернистой кислоты, получение, строение, свойства.</p> <p>Тиосернистая, тиосерная, гидросернистая, политионовые кислоты – состав, свойства. Получение, строение и свойства тиосульфата натрия. Гомоядерные цепи в политионатах.</p> <p>Кислородные соединения серы, селена, теллура со степенью окисления (VI). Изменение термической устойчивости и термодинамических характеристик оксидов (VI) элементов в ряду сера – теллур. Оксид серы (VI) (серный ангидрид), его строение, физические и химические свойства. Физико-химические параметры процесса получения серного ангидрида окислением сернистого газа кислородом.</p> <p>Серная кислота – важнейшая из минеральных кислот, ее применение. Строение и свойства серной кислоты. Основные принципы промышленных методов получения серной кислоты – контактного и нитрозного. Нитрозил-серная кислота. Олеум. Сульфаты и гидросульфаты. Влияние природы катиона элемента-металла на термическую устойчивость сульфатов.</p> <p>Сравнение свойств серной, селеновой и теллуровой кислот и их солей. Особенности состава и строения теллуровой кислоты. Проявление вторичной периодичности в свойствах кислородных соединений элементов подгруппы серы. Сравнение кислотных, окислительно-восстановительных свойств и термической устойчивости серной и сернистой кислот.</p> <p>Замещение в <math>H_2SO_4</math>: концевой атома кислорода на серу (тиосульфаты), пероксогруппу (моно- и динатрсерная кислоты), гидроксильной группы на мостиковый кислород (пиросульфат и полисульфаты), на галоген (<math>SO_2Cl_2</math>, <math>HSO_3F</math>).</p> <p>Сравнение химических свойств элементов шестнадцатой и шестой групп Периодической системы.</p> |   |    |   |
| 28. | <p><b>Семнадцатая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (VII А группа) – галогены – фтор, хлор, бром, иод, астат</b></p> <p>Общая характеристика галогенов. Основные формы химической связи. Преобладание неметаллических свойств. Важнейшие минералы фтора (фторапатит, флюорит, криолит) и хлора (каменная соль, сильвинит). Добыча поваренной соли из морской воды. Получение соединений брома из буровых вод, солей иода из морских водорослей. Астат – радиоактивный член группы галогенов.</p> <p>Строение двухатомных молекул галогенов. Изменение энергии связи галоген – галоген и химической активности в ряду двухатомных молекул галогенов. Влияние изменения межмолекулярного взаимодействия по ряду фтор – иод на агрегатное состояние галогенов.</p> <p>Химические свойства галогенов в молекулярном состоянии, взаимодействие с металлами и неметаллами. Солеобразные галогениды, галогенангидриды. Межгалогенные соединения. Аналогия в химических свойствах галогенов и межгалогенных соединений. Полигалогениды. Порядок вытеснения галогенов из растворов их галогенидов, иллюстрация этих процессов величинами окислительно-восстановительных потенциалов.</p> <p>Получение галогенов в лаборатории и промышленности. Химические и элект-</p>   | 4 | 10 | 5 |

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
|     | <p>трохимические методы. Токсичность галогенов. Правила техники безопасности при работе с галогенами. Применение галогенов в промышленности и технике: в металлургии (электролиз безводных галогенидов, иодидное рафинирование), в неорганическом и органическом синтезе.</p> <p>Галогеноводороды, их физические и химические свойства. Изменение в ряду фтороводород–иодоводород прочности и типа связи водород – галоген, термической устойчивости и восстановительных свойств галогеноводородов. Термодинамические характеристики галогеноводородов. Способы получения галогеноводородов. Цепная реакция синтеза хлороводорода. Получение галогеноводородов из солеобразных галогенидов и из галогенангидридов.</p> <p>Растворы галогеноводородов в воде, изменение силы галогеноводородных кислот в ряду HF – HI.</p> <p>Соляная кислота как одна из важнейших минеральных кислот, ее свойства, получение в промышленности и применение. Плавиковая кислота, особенности ее строения, применение. Гидрофториды. Травление стекла плавиковой кислотой и газообразным фтороводородом. Техника безопасности при работе с фтороводородом и его растворами.</p> <p>Кислородные соединения галогенов – оксиды и кислородсодержащие кислоты. Изменение их устойчивости в ряду фтор – иод. Вторичная периодичность в изменении устойчивости кислородных соединений галогенов с точки зрения теории поляризации и с учетом образования кратных связей галоген – кислород.</p> <p>Взаимодействие галогенов с водой: сольватация и клатратообразование, гетеролитическое разложение. Изменение состава продуктов этого взаимодействия в ряду фтор – иод. Термодинамические и кинетические характеристики процессов взаимодействия галогенов с водой. Влияние концентрации водородных ионов на равновесие реакции галогенов с водой.</p> <p>Процесс “беления” сухим и влажным хлором. Хлорноватистая кислота, ее соли – гипохлориты. Жавелевая вода. Хлорная известь. Хлористая, хлорноватая, хлорная кислоты и их соли: хлориты, хлораты, перхлораты. Способы получения. Строение и свойства, применение важнейших кислородсодержащих кислот хлора и их солей. Сопоставление термической устойчивости, силы кислот и окислительно-восстановительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот хлора.</p> <p>Оксиды хлора – Cl<sub>2</sub>O, ClO<sub>2</sub>, ClO<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, их термическая неустойчивость. Оксиды брома и иода.</p> <p>Кислородсодержащие кислоты брома, иода и их соли, состав, свойства. Неустойчивость кислородных кислот и оксидов брома. Получение бромной кислоты с помощью фторидов ксенона и путем облучения нейтронами селенатов щелочных металлов. Амфотерность иодноватистой кислоты. Иодные кислоты, их гидратные формы. Получение иодных кислот и их солей.</p> <p>Порядок взаимного вытеснения галогенов из кислородсодержащих соединений, иллюстрация наблюдаемой закономерности величинами окислительно-восстановительных потенциалов.</p> <p>Применение соединений элементов семнадцатой группы.</p> <p>Сравнение химических свойств элементов семнадцатой и седьмой групп Периодической системы.</p> |   |   |   |
| 29. | <p><b>Водород – первый элемент Периодической системы Д.И. Менделеева</b></p> <p>Проблема размещения водорода в Периодической системе.</p> <p>Свойства водорода, характерные как для элементов–неметаллов (легкий аналог галогенов), так и для элементов–металлов (легкий аналог щелочных элементов). Целесообразность рассмотрения свойств водорода на завершающем этапе изучения Периодической системы.</p> <p>Особенности строения атома водорода. Изотопы водорода – протий, дейтерий и тритий. Значение изотопов водорода для ядерной техники. Распространенность водорода, формы его нахождения в природе. Валентные состояния водорода. Размеры атома и ионов.</p> <p>Молекулярный водород, физические и химические свойства. Атомарный водород. Проблема металлоподобного водорода. Лабораторные и промышленные способы получения водорода. Хранение водорода. Техника безопасности при работе с водородом. Применение водорода.</p> <p>Гидриды – соединения водорода с металлами и неметаллами. Гидриды с ковалентным, ионным и промежуточными типами связей. Водородная связь, ее влияние на строение и свойства водородсодержащих соединений. Гидриды с</p>   | 2 | 3 | 4 |

|     |   |            |            |            |
|-----|---|------------|------------|------------|
|     | <p>трехцентровой связью. Растворимость водорода в металлах. Химические аккумуляторы водорода (сплав “лантан–никель–5”). Физические и химические свойства гидридов. Получение и применение гидридов.</p> <p>Вода как важнейшее соединение водорода. Роль воды в биосфере и геосфере. Строение молекулы воды. Ассоциация молекул воды за счет водородных связей. Цепная реакция синтеза воды. Разложение воды под действием радиации (радиолиз) с образованием радикалов гидроксила, пероксида водорода, молекулярного кислорода, гидратированного электрона. Физические и химические свойства обычной и тяжелой воды. Термическая диссоциация воды.</p> <p>Проблемы очистки воды. Получение химически чистой воды.</p> <p>Пероксид водорода. Строение, термическая устойчивость и кислотная диссоциация. Окислительно-восстановительные свойства пероксида водорода. Способы получения и применение пероксида водорода в технике, технологии, медицине.</p> <p>Надкислоты, соли надкислот. Их строение, свойства и применение на примере надсерных кислот. Пероксиды металлов как производные пероксида водорода.</p>  |            |            |            |
| 30. | <p><b>Восемнадцатая группа Периодической системы Д.И. Менделеева (VIII А группа) – инертные (благородные) газы</b></p> <p>Особенности электронного строения атомов инертных газов. Неустойчивость двухатомных молекул инертных газов (на примере гелия, метод МО). Физические свойства инертных газов. Нахождение инертных газов в природе, способы разделения их смесей. Основные вехи истории открытия соединений инертных газов (Б.А. Никитин, Н. Барглетт). Дифторид, тетрафторид, гексафторид ксенона. Триоксид ксенона. Перксенат-ион. Трехцентровая четырехэлектронная связь в соединениях инертных газов. Окислительные свойства фторидных и кислородных соединений ксенона. Положение фторидов ксенона в ряду известных фторокислителей. Фторидные соединения радона и криптона. Применение инертных газов и их соединений как фторокислителей и в радиохимии для улавливания летучих соединений осколочных элементов.</p>   | 2          |            | 4          |
| 31. | <p><b>Особенности химии элементов-неметаллов</b></p> <p>Признаки простых и сложных веществ, характерные для элементов-неметаллов (тринадцатая – восемнадцатая группы Периодической системы). Особенности строения электронных оболочек атомов, придающие элементам неметаллические свойства. Изменение прочности и кратности связи элемент – элемент в ряду элементов-неметаллов бор – углерод – азот – кислород – фтор – неон, а также сверху вниз в тринадцатой – восемнадцатой группах. Влияние электронного строения и изменения размеров атомов в группах на прочность и тип химической связи в важнейших классах сложных соединений (гидриды, оксиды, галогениды). Изменение в группах и рядах кислотно-основных свойств гидратов окислов (кислотный, амфотерный или основной характер диссоциации).</p> <p>Влияние специфических свойств элементов-неметаллов на формы их нахождения в природе. Важнейшие биологически активные элементы-неметаллы. Основные биолганды – белки, углеводы, нуклеиновые кислоты. Ферменты – их роль в процессах метаболизма (гидролиз, окисление). Принципы фотосинтеза. Получение неметаллов. Применение простых веществ и сложных соединений, образованных неметаллами, в промышленности и сельском хозяйстве.</p> | 2          |            | 4          |
| 32. | Выполнение курсовой работы  |            | 8          |            |
|     | <b>Итого 2 семестр:</b>   | 72         | 126        | 90         |
|     | <b>Итого за год:</b>  | <b>144</b> | <b>252</b> | <b>180</b> |

**Таблица 5. – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм контроля**

| Перечень компетенций | Виды занятий |    |     |    | Формы контроля  |
|----------------------|--------------|----|-----|----|---|
|                      | Л            | ЛР | к/р | СР |   |
| ОПК-1                | +            | +  | +   | +  | отчеты по лабораторным работам, защита лабораторных работ в форме собеседования, выполнение контрольных работ |
| ОПК-2                | +            | +  | +   | +  | отчеты по лабораторным работам, защита лабораторных работ в форме собеседования, выполнение контрольных работ |

Таблица 6. – Перечень лабораторных работ

| №<br>п/п   | Темы лабораторных работ  | Кол-во<br>часов |
|--|--|-----------------|
|  |  | Очная           |
| <b>1 семестр</b>   |  |                 |
| Тема: <i>Лабораторное оборудование и приемы работы с ним. Сборка приборов.</i> |  |                 |
| 1.   | Техника безопасности. Правила работы в лаборатории неорганической химии. Лабораторная посуда. Сборка приборов. Погрешность измерения                             | 4               |
| 2.   | Проверка показаний термометра. Определение температуры плавления твердых веществ.  | 4               |
| Тема: <i>Методы очистки веществ</i>  |  |                 |
| 3.   | Очистка твердых веществ. Очистка растворимых веществ методом перекристаллизации. Очистка дихромата калия.  | 4               |
| 4.   | Разделение и очистка неорганических соединений методом ионообменной хроматографии.   | 8               |
| 5.   | Очистка жидких веществ. Очистка воды от растворенных в ней веществ методом перегонки.  | 4               |
| Тема: <i>Определение молекулярных масс и химических эквивалентов</i>           |  |                 |
| 6.   | Установление химической формулы кристаллогидрата.  | 4               |
| 7.   | Определение молекулярной массы диоксида углерода.  | 4               |
| 8.   | Определение химического эквивалента металла  | 4               |
| 9.   | Определение эквивалента карбоната кальция  | 4               |
| Тема: <i>Энергетика химических процессов</i>                                   |  |                 |
| 10.  | Определение теплового эффекта реакции нейтрализации сильной кислоты сильным основанием калориметрическим методом.  | 6               |
| 11.  | Определение энтальпии растворения соли   | 6               |
| Тема: <i>Химическая кинетика. Химическое равновесие</i>                        |  |                 |
| 12.  | Химическая кинетика. Влияние различных факторов на скорость химических реакций.  | 4               |
| 13.  | Определение энергии активации химического растворения металлов   | 4               |
| 14.  | Определение частных порядков и константы скорости реакции окисления иодида калия пероксодисульфатом калия.   | 8               |
| 15.  | Химическое равновесие.   | 4               |
| Тема: <i>Растворы</i>  |  |                 |
| 16.  | Приготовление раствора серной кислоты и определение концентрации приготовленного раствора.   | 4               |
| 17.  | Приготовление раствора гидроксида натрия заданной концентрации путем разбавления. Определение точной концентрации раствора гидроксида натрия методом титрования. | 8               |
| 18.  | Сильные и слабые электролиты   | 8               |
| 19.  | Свойства растворов малорастворимых электролитов  | 4               |
| 20.  | Определение произведения растворимости труднорастворимой соли.   | 4               |

|     |  |            |
|-----|--|------------|
|     | Расчет термодинамических характеристик процесса растворения соли.  |            |
| 21. | Гидролиз. Факторы, влияющие на процесс гидролиза.  | 8          |
| 22. | Определение термодинамических характеристик процесса гидролиза.  | 4          |
| 23. | Буферные растворы.   | 4          |
|     | Тема: <i>Строение вещества</i>   |            |
| 24. | Строение атома.  | 4          |
| 25. | Химическая связь. Методы валентных связей и молекулярных орбиталей.  | 4          |
| 26. | Строение молекул. Теория ОВЭП.   | 2          |
|     | <b>Итого 1 семестр:</b>  | <b>126</b> |
|     | <b>2 семестр</b>   |            |
|     | Тема: <i>Комплексные соединения</i>  |            |
| 27. | Техника безопасности при работе в химической лаборатории<br>Комплексные соединения.  | 4          |
| 28. | Комплексные соединения.  | 4          |
| 29. | Изучение оптических характеристик растворов комплексных соединений   | 4          |
| 30. | Определение направления протекания ионных реакций  | 4          |
|     | Тема: <i>Электрохимические процессы</i>  |            |
| 31. | Окислительно-восстановительные реакции.  | 4          |
| 32. | Формы представления электродных потенциалов (диаграммы Латимера, Фроста, Пурбэ и расчеты электродных потенциалов по уравнению Нернста)   | 4          |
| 33. | Определение электрохимического потенциала обратимых электродных систем. (Металлические электроды: медь, цинк, свинец; ОВпотенциал редокси-электрода железо(III)/железо(II); изучение зависимости электродного потенциала пероксида водорода от pH) | 8          |
| 34. | Измерение ЭДС гальванического элемента.  | 4          |
| 35. | Электролиз растворов электролитов.   | 4          |
| 36. | Коррозия металлов. Защита металлов от коррозии   | 4          |
|     | Тема: <i>Химия элементов</i>   |            |
| 37. | Кислород. Водород. Пероксид водорода   | 4          |
| 38. | Галогены (Работа 25)   | 6          |
| 39. | Изучение равновесия в системе галоген-вода   | 4          |
| 40. | Сера (Р 27)  | 6          |
| 41. | Азот (Р 29); Фосфор (Р 31)   | 4          |
| 42. | Сурьма. Висмут (Р 32)  | 4          |
| 43. | Углерод (Р 33); Кремний (Р 34)   | 4          |
| 44. | Германий. Олово (Р 35); Свинец (Р 36)  | 4          |
| 45. | Бор (Р 38); Алюминий. Галлий. Индий (Р 39)   | 4          |
| 46. | Цинк. Кадмий (Р 41)  | 4          |

|     |   |            |
|-----|---|------------|
| 47. | Медь (Р 44). Серебро (Р 46)                             | 4          |
| 48. | Железо (Р 47) Кобальт. Никель (Р 49)                    | 6          |
| 49. | Марганец. Технеций. Рений (Р 51)                        | 4          |
| 50. | Хром (Р 53) Молибден (Р 55). Вольфрам (Р 56)            | 6          |
| 51. | Ванадий. Ниобий (Р 57) Титан. Цирконий (Р 58)           | 4          |
| 52. | Лантан. Церий (Р 59)                                    | 4          |
| 53. | Бериллий. Магний (Р 60) Щелочноземельные металлы (Р 61) | 4          |
| 54. | Щелочные металлы (Р 63)                                 | 6          |
|     | <b>Итого 2 семестр:</b>                                 | <b>126</b> |
|     | <b>Итого:</b>   | <b>252</b> |

**Перечень практических работ – не предусмотрен**

**5. Перечень примерных тем курсовой работы / проекта – не предусмотрен**

**6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

1. Дякина Т.А. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Неорганическая химия» для направления подготовки 04.03.01 Химия, направленность Неорганическая химия и химия координационных соединений (разработка кафедры химии МГТУ).

2. Дякина Т.А. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Неорганическая химия» для направления подготовки 04.03.01 Химия, направленность Неорганическая химия и химия координационных соединений (разработка кафедры химии МГТУ).

3. Дякина Т.А. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Неорганическая химия» для направления подготовки 04.03.01 Химия, направленность Неорганическая химия и химия координационных соединений (разработка кафедры химии МГТУ).

**7. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

**Основная литература**

| № п/п | Библиографическое описание (название литературного источника)  | Наличие                               |                                    |  |
|-------|--|---------------------------------------|------------------------------------|--|
|       |  | Электронно-библиотечная система (ЭБС) | Библиотека МГТУ (печатное издание) | Количество экземпляров печатного издания |
| 1.    | Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Н. С. Ахметов. - Изд. 7-е, стер. - Москва : Высш. шк., 2008. - 742 | –                                     | +                                  | 18                                       |
| 2.    | Карапетьянц, М. Х. Общая и неорганическая химия : учеб. для вузов / М. Х. Карапетьянц, С. И. Дракин. - 3-е изд., стер. -             | –                                     | +                                  | 17                                       |

|    |   |   |   |     |
|----|---|---|---|-----|
|    | Москва : Химия, 1994.   |   |   |     |
| 3. | Угай, Я. А. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Я. А. Угай. - 4-е изд., стер. ; 2-е изд., испр. - Москва : Высш. шк., 2004, 2000. - 527 с.   | - | + | 126 |
| 4. | Семенов, И. Н. Химия : учебник для вузов / И. Н. Семенов, И. Л. Перфилова. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2000. - 656 с.   | - | + | 46  |
| 5. | Ахметов, Н. С. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии : учеб. пособие для вузов / Н. С. Ахметов, М. К. Азизова, Л. И. Бадыгина. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1999.                               | - | + | 41  |
| 6. | Васильева, З. Г. Лабораторные работы по общей и неорганической химии : учеб. пособие для вузов / З. Г. Васильева, А. А. Грановская, А. А. Таперова. - 2-е изд., испр. - Ленинград : Химия, 1986.  | - | + | 168 |
| 7. | Шибанов, В. Н. Практикум по неорганической химии : учеб. пособие для вузов / В. Н. Шибанов; Департамент по рыболовству, МГТУ. - Мурманск, 1999, 1998. - 211 с.  | - | + | 184 |
| 8. | Практикум по химии : учеб. пособие / С. Р. Деркач, Т. А. Дякина, К. В. Зотова, Л. А. Гусева, Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск : МГТУ, 2005, 2000. - 156 с.   | - | + | 771 |
| 9. | Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие для вузов / Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной. - Изд. стер. ; Изд. испр. - Москва : Интеграл-Пресс, 2011, 2008, 2003, 2006, 2005, 2004, 2002, 2001. - 240 с. | - | + | 575 |

#### *Дополнительная литература*

| № п\п | Библиографическое описание (название литературного источника)  | Наличие                               |                                    |  |
|-------|--|---------------------------------------|------------------------------------|--|
|       |  | Электронно-библиотечная система (ЭБС) | Библиотека МГТУ (печатное издание) | Количество экземпляров печатного издания |
| 10.   | Неорганическая химия. Химия элементов : учебник для вузов. Кн. 2 / Ю. Д. Третьяков, Л. И. Мартыненко, А. Н. Григорьев, А. Ю. Цивадзе. - Москва : Химия, 2001. - 583 с. | -                                     | +                                  | 3  |
| 11.   | Неорганическая химия. Химия элементов : учебник для вузов. Кн. 1 / Ю. Д. Третьяков, Л. И. Мартыненко, А. Н. Григорьев, А. Ю. Цивадзе. - Москва : Химия, 2001. - 472 с. | -                                     | +                                  | 3  |

|     |   |   |   |    |
|-----|---|---|---|----|
| 12. | Лидин, Р. А. Химические свойства неорганических веществ : учеб. пособие для вузов / Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева; под ред. Р. А. Лидина. - Москва : Химия, 1996.  | - | + | 8  |
| 13. | Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии : учеб. пособие для студентов [вузов] / З. Е. Гольбрайх, Е. И. Маслов. - 6-е изд. - Москва : АСТ : Астрель, [2007]. - 382, [1] с. Москва : Высш. шк., 1976. - 280 с. | - | + | 10 |
| 14. | Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Химия, 1989.   | - | + | 15 |
| 15. | Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. - 8-е изд., перераб. - Ленинград : Химия, 1983.   | - | + | 18 |
| 16. | Общая химия в формулах, определениях, схемах / под ред. В. Ф. Тикавого. - Минск : Университетское, 1987. - 501 с.   | - | + | 12 |

## 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Материалы, находящиеся в свободном доступе на следующих сайтах:

- <http://chemexpress.fatal.ru>
- <http://www.xumuk.ru>
- <http://www.chemport.ru>
- <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
- <http://www.alhimikov.net>
- <http://www.alhimik.ru>
- <http://www.chemistry.narod.ru/>
- <http://www.chem.tut.ru/>
- <http://gen.lib.rus.ec/>

## 10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)

## 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 7. – Материально-техническое обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  |
|-------|---|--|
| 1.    | Корпус Л ауд. 500<br>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуаль- | Аудитория оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, необходимыми для освоения программ дисциплин (модулей); в том числе имеется: Мультимедиа-проектор Toshiba TLP-X2500a; Ноутбук Asus X553MA |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    | ных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации   | 15.6",N3530,4G,500G,DVDRW;<br>Настенный проекционный экран Digis Optimal-B, формат 3:4, 120x160 см DSOB-4301.<br>Посадочных мест – 32  |
| 2. | Корпус Л ауд. 505<br>Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Аудитория оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, необходимыми для освоения программ дисциплин (модулей); в том числе имеется: Ионномер универсальный ЭВ-74; Выпрямитель В-24; Весы лабораторные CAS XE 300; Мешалка магнитная.<br>Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся соответствуют требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами<br>Посадочных мест – 12 |
| 3. | Корпус Л ауд. 406<br>Помещение для самостоятельной работы   | Укомплектовано специализированной мебелью и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета   |
| 4. | Корпус Л ауд. без номера.<br>Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования   | Помещение оснащено мебелью для хранения оборудования   |

Таблица 8 - Технологическая карта дисциплины

**Дисциплина: «Неорганическая химия»**

| №   | Контрольные точки  | Зачетное количество баллов |            | График прохождения (неделя сдачи)   |
|---|--|----------------------------|------------|-------------------------------------|
|   |  | min                        | max        |                                     |
| <b>Текущий контроль</b>   |  |                            |            |                                     |
| 1   | <b>Посещение лекций (36 лекций)</b>  | 14                         | 18         | последняя неделя семестра           |
|   | Нет посещений – 0 баллов, 1 лекция – 0,5 баллов  |                            |            |                                     |
| 2   | <b>Выполнение лабораторных работ (26 работ)</b>  | 10                         | 13         | По расписанию                       |
|   | Выполнение одной ЛР в срок (по расписанию занятий) – 0,5 балла, не в срок (но в течение двух недель после даты по расписанию) – 0,25 баллов. |                            |            |                                     |
| 3   | <b>Защита лабораторных работ</b>   | 30                         | 39         | По расписанию                       |
|   | Защита одной ЛР в срок (в течение двух недель после даты выполнения ЛР по расписанию) – 1,5 балла, не в срок – 1,15 баллов.                  |                            |            |                                     |
| 4   | <b>Контрольная работа (2 к/р)</b>  | 6                          | 10         | По расписанию                       |
|   | Одна к/р – от 2 до 5 баллов. Отлично – 5 баллов, хорошо – 4 балла, удовлетворительно – 3 балла   |                            |            |                                     |
|   | <b>ИТОГО</b> за работу в семестре  | <b>60</b>                  | <b>80</b>  | последняя неделя семестра           |
| Если обучающийся не набрал минимальное зачетное количество баллов, то он не допускается к промежуточной аттестации (экзамену). В этом случае ему предоставляется возможность повысить рейтинг до минимального зачетного путем ликвидации задолженностей по отдельным точкам текущего контроля.  |  |                            |            |                                     |
| <b>Промежуточная аттестация</b>   |  |                            |            |                                     |
|   | <b>Экзамен</b>   | 10                         | 20         | Расписание промежуточной аттестации |
| Оценка «5» - 20 баллов,<br>Оценка «4» - 15 баллов,<br>Оценка «3» - 10 баллов  |  |                            |            |                                     |
|   | <b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>  | <b>70</b>                  | <b>100</b> |                                     |
| <p><b>Итоговая оценка</b> определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен)</p> <p><b>Шкала баллов для определения итоговой оценки:</b><br/>           91 - 100 баллов - оценка «5»,<br/>           81 - 90 баллов - оценка «4»,<br/>           70 - 80 баллов - оценка «3»,<br/>           69 и менее баллов - оценка «2»</p> <p><b>Итоговая оценка</b> проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося.</p> |  |                            |            |                                     |