

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Есауленко Игорь Эдуардович

Должность: Ректор

Дата подписания: 06.06.2024 18:59:14

Уникальный программный ключ:

691eebef92031be66ef61648f97525a2e2da8356

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Воронежский государственный  
медицинский университет имени Н.Н. Бурденко»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НИД А.В. Будневский

« 30 » мая 2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

**Уровень высшего образования** – подготовка кадров высшей квалификации  
(аспирантура)

**Направление подготовки:** 1.4 ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Научная специальность:** 1.4.1. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

**Квалификация, присваиваемая по завершении образования:**

Исследователь. Преподаватель-исследователь

**Форма обучения:** заочная

**Индекс дисциплины** Б1.В.03

Воронеж, 2024

Программа дисциплины «Неорганическая химия» разработана в соответствии с ФГОС ВО (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 № 869 «Об утверждении ФГОС ВО по направлению подготовки 1.4 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»).

**Составители программы:**

Рудакова Л.В., заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии, д.х.н.

Пономарева Н.И. профессор кафедры клинической лабораторной диагностики, д.х.н.

**Рецензенты:**

Нифталиев С.И. - зав. кафедрой неорганической химии и химической технологии ФГБОУ ВО ВГУИТ, д.х.н., профессор

Преображенская Н.С. – доцент кафедры клинической фармакологии ФГБОУ ВО ВГМУ, к.м.н., доцент

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии «26» апреля 2024 г., протокол №9.

Заведующий кафедрой                           Л.В. Рудакова

Рабочая программа одобрена ученым советом ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России протокол № 9 от «30» мая 2024 г.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Цель освоения дисциплины «Неорганическая химия»:**

- подготовить квалифицированного специалиста, обладающего системой универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, способного и готового к самостоятельной научно-исследовательской и преподавательской деятельности в соответствии со специальностью «Неорганическая химия».

### **Задачи освоения дисциплины «Неорганическая химия»:**

- расширить и углубить объем базовых, фундаментальных знаний и специальных знаний по дисциплине «Неорганическая химия»;
- расширить объем знаний по смежным дисциплинам;
- сформировать у аспиранта умения в освоении новейших технологий и методик в сфере профессиональных интересов по специальности «Неорганическая химия»;
- сформировать у аспиранта достаточный объем знаний о современных способах организации и методах проведения научных исследований по специальности «Неорганическая химия».

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП АСПИРАНТУРЫ**

Дисциплина «Неорганическая химия» включена в вариативную часть Блока 1 программы в качестве обязательной дисциплины и изучается на 4 году обучения в аспирантуре (7-8 семестры). Дисциплина базируется на знаниях, имеющихся у аспирантов после получения высшего профессионального образования. Для качественного усвоения дисциплины аспирант должен знать основные законы химии, уметь пользоваться научной литературой по дисциплине. Дисциплина «Неорганическая химия» является базовой для блока «Научные исследования», подготовки и сдачи кандидатского экзамена по специальной дисциплине, педагогической практике.

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Неорганическая химия» направлена на формирование у аспирантов следующих компетенций:

### **универсальных компетенций (УК):**

- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

### **общепрофессиональных компетенций (ОПК):**

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);

### **профессиональных компетенций (ПК):**

- способностью и готовностью выполнять самостоятельные научные исследования в профессиональной области в соответствии с направленностью подготовки (профилем) с использованием фундаментальных и прикладных дисциплин (ПК-1);

- способностью и готовностью к инновационной деятельности; постановке и решению перспективных научно-исследовательских и прикладных задач в рамках направления (профиля) подготовки (ПК-2);

**В результате освоения дисциплины Неорганическая химия**  
аспирант должен:

**знатъ:**

- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы совместной научно-исследовательской деятельности.
- возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личностного развития.
- основные методы научно-исследовательской деятельности.
- методологические, методические аспекты организации и функционирования работы научно-исследовательского коллектива в области химии.
- принципы и критерии постановки научных задач
- современные подходы к решению проблем неорганической химии; современные аспекты развития химических наук.

**уметь:**

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.
- выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.
- определять перспективные направления научных исследований в предметной сфере профессиональной деятельности, состав исследовательских работ, определяющие их факторы; разрабатывать программу научного исследования; изучать научную литературу, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; работать с источниками патентной информации; использовать указатели Международной патентной классификации для определения индекса рубрики; проводить информационно-патентный поиск; осуществлять библиографические процессы поиска; формулировать научные гипотезы, актуальность и научную новизну планируемого исследования
- осуществлять организацию и регулировать функционирование работы научно-исследовательского коллектива в области химии.
- использовать современные информационные системы, включая научометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний, в том числе корпоративные при выполнении научных исследований, вести сложные научные исследования в рамках реализуемых проектов;
- организовывать практическое использование результатов научных (научно-технических, экспериментальных) разработок, в том числе публикаций.
- применять современные методы и методики исследования структуры и строения веществ при решении новых инновационных задач.

**владеТЬ:**

- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе

**междисциплинарные**

- навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, способами организации взаимодействия с коллегами и социальными партнерами
- навыками целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования, технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований.
- навыками составления плана научного исследования; навыками информационного поиска; навыками написания аннотации научного исследования
- навыком проведения научных химических исследований.
- навыками научного исследования в соответствии со специальностью 1.4.1 - Неорганическая химия.
- современными методами и методиками исследования, навыками создания и пользования базами данных.

**4. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (ЗЕ), 180 академических часов. Время проведения 7-8 семестр 4 года обучения.

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	26
<i>в том числе:</i>	
Лекции (Л)	12
Практические занятия (П)	14
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	118
<b>Вид промежуточной аттестации (ПА)</b>	Экзамен 8
<b>Общая трудоемкость:</b>	
часов	180
зачетных единиц	5

**5. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ, С УКАЗАНИЕМ ФОРМИРУЕМЫХ  
КОМПЕТЕНЦИЙ, КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВИДОВ УЧЕБНОЙ  
РАБОТЫ И ФОРМ КОНТРОЛЯ**

№ п/п	Наименование раздела	Формир уемые компете нции	Виды занятий и трудоемкость в часах				Формы контроля ✓ текущий ✓ промежуто чный
			Л	П	СР	Всего	
1.	Строение атома. Химическая связь.	УК-2, УК-3, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2	4	2	22	28	✓ текущий
2.	Координационные соединения	УК-2, УК-3, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2	2	2	30	34	✓ текущий
3.	Кинетика и термодинамика химических реакций	УК-2, УК-3, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2	2	2	22	26	✓ текущий
4.	Растворы и электролиты	УК-2, УК-3, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2	2	2	22	26	✓ текущий
5.	Химия элементов	УК-2, УК-3, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2	2	6	22	30	✓ текущий
	<b>Итого:</b>		<b>12</b>	<b>14</b>	<b>118</b>	<b>144</b>	
	<b>Промежуточная аттестация</b>				<b>36 ч.</b>		Экзамен
	<b>Итого часов:</b>				<b>180 ч.</b>		
	<b>Итого ЗЕ</b>				<b>5</b>		

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Содержание разделов дисциплины

<b>№ п/п</b>	<b>Наимено вание раздела</b>	<b>Содержание раздела</b>
1.	Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атома.  Химическая связь	<p>Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовые числа, радиальное и угловое распределение электронной плотности. Атомные орбитали (<math>s</math>-, <math>p</math>-, <math>d</math>- и <math>f</math>-АО), их энергии и граничные поверхности. Распределение электронов по АО. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Атомные термы, правило Хунда. Современная формулировка периодического закона, закон Мозли, структура Периодической системы. Коротко-и длиннопериодный варианты Периодической таблицы. Периоды и группы. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности. Границы Периодической Системы. Перспективы открытия новых элементов. Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений - оксидов, гидроксидов, гидридов, галогенидов, сульфидов, карбидов, нитридов и боридов.</p> <p>Понятие о природе химической связи. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность. Основные типы химической связи. Основные положения метода валентных связей (МВС). Гибридизация орбиталей. Направленность, насыщаемость и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи. Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы МО гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Многоцентровые МО, гипервалентные и электронодефицитные молекулы. Принцип изолобального соответствия. Корреляционные диаграммы. Ионная связь. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий. Ионный радиус. Основные типы кристаллических структур, константа Маделунга, энергия ионной решетки. Межмолекулярное взаимодействие – ориентационное, индукционное и дисперсионное. Водородная связь, ее природа. Введение в зонную теорию. Образование зон – валентной и проводимости из атомных и молекулярных орбиталей, запрещенная зона. Металлы и диэлектрики. Границы применимости зонной теории.</p>
2.	Координационные соединения	Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений. Образование координационных соединений в рамках ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона, уравнение Драго-Вейланда. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие. Константы устойчивости комплексов. Лабильность и

№ п/п	Наимено вание раздела	Содержание раздела
		<p>инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А.Чугаева. Природа химической связи в комплексных соединениях. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление <math>d</math>-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спекtroхимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов. Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома, <math>\sigma</math>- и <math>\pi</math>-донорные и акцепторные лиганда.</p> <p>Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений. Диаграммы Танабэ-Сугано для многоэлектронных систем. Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды. Комплексы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы. Изо- и гетерополисоединения. Кластеры на основе переходных и непереходных элементов. Кратные связи металлометалл, понятие о <math>\delta</math>-связи. Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере. <i>Транс</i>-влияние И.И. Черняева, <i>цик</i>-эффект А.А. Гринберга. Внутрисферные реакции лигандов. Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.</p>
3.	Термодинамика и кинетика химических реакций	<p>Основные понятия и задачи химической термодинамики как науки о превращениях энергии при протекании химических реакций. Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энталпия образования. Закон Гесса. Энергии химических связей. Теплоемкость, уравнение Кирхгофа. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от параметров состояния. Энергия Гиббса. Направление химических процессов, критерии самопроизвольного протекания реакций в изолированных и открытых системах. Химический потенциал. Условие химического равновесия, константа равновесия. Изотерма химической реакции. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем. Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок реакции. Константы скорости и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и понятие об активированном комплексе. Обратимые реакции. Закон действующих масс. Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о цепных и колебательных реакциях.</p>
4.	Растворы и электролиты	<p>Современные представления о природе растворов. Особенности жидких растворов. Порядок в жидкостях, структура воды и водных</p>

№ п/п	Наимено вание раздела	Содержание раздела
		<p>растворов. Специфика реакций в водных и неводных растворах. Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель pH, шкала pH. Кислоты и основания. Протолитическая теория Бренстеда -Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Гидролиз. Современные взгляды на природу кислот и оснований. Сильные и слабые электролиты. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации, температуры, природы растворителя, посторонних электролитов. Закон разбавления Оствальда. Основные понятия теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Произведение растворимости. Динамическое равновесие в насыщенных растворах малорастворимых сильных электролитов и факторы, его смещающие. Электрохимические свойства растворов. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал. Окислительно-восстановительные реакции и их направление. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера и Фроста. Электролиз. Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Изотонический коэффициент. Закон Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос.</p>
5.	Химия элементов	<p>Положение <i>s</i>-элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Водород. Вода. Пероксид водорода.</p> <p>Элементы группы IA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы IIA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Положение <i>p</i>-элементов в Периодической системе. Особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Металлы, неметаллы, металлоиды среди <i>p</i>-элементов. Закономерности в изменении свойств во 2 и 3 периодах.</p> <p>Элементы группы IIIA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы IVA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы VA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы VIA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы VIIA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы VIIIA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Положение <i>d</i>-элементов в Периодической системе. Электронное строение и основные степени окисления. Способность <i>d</i>-элементов к комплексообразованию. Закономерности изменения свойств <i>d</i>-металлов в 4, 5 и 6 периодах. Природа <i>d</i>-сжатия и ее следствия.</p> <p>Элементы группы IIIB: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы IVB: общая характеристика группы, основные</p>

№ п/п	Наимено вание раздела	Содержание раздела
		<p>классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы VB: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы VIIБ: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы VIIIБ: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы IБ: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Элементы группы IIБ: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.</p> <p>Общая характеристика <i>f</i>-элементов. Особенности строения электронных оболочек атомов. Лантанидное и актинидное сжатие. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов. Внутренняя периодичность в семействах лантаноидов и актиноидов. Семейство лантаноидов. Методы получения, разделения и физико -химические свойства металлов. Степени окисления элементов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений - получение и свойства. Комплексные соединения лантанидов. Особенности химии церия и европия. Сопоставление <i>d</i>- и <i>f</i>- элементов 3 группы. Применение лантаноидов. Семейство актиноидов. Обоснование актиноидной теории. Методы получения и физико-химические свойства актиноидов. Особенности разделения актиноидов. Степени окисления актиноидов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений актиноидов – получение и свойства. Комплексные соединения актиноидов. Особенности химии тория и урана. Сопоставление актиноидов с <i>d</i>-элементами 6-го периода. Применение актиноидов и их соединений. Перспективы синтеза трансактиноидов.</p>

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ЗАНЯТИЙ И ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

### Перечень занятий, трудоемкость и формы контроля

№ п/п	Наименова ние раздела	Вид занят ия	Часы	Тема занятия (самостоятельной работы)	Форма текущего и промеж. контроля
1.	Строение атома. Химическая связь	L	4	Спектры атомов как источник информации об их строении. Квантово-механическая модель строения атомов. Электронные формулы и электронно-структурные схемы атомов.	DЗ
		P	2	Периодический характер изменения свойств атомов элементов: радиус, энергия ионизации, энергия сродства к электрону, относительная электроотрицательность (ОЭО).	КЛ
		СР	2	Определяющая роль внешних электронных оболочек для химических свойств элементов.	УО, Т

			Периодический характер изменения свойств простых веществ, оксидов и водородных соединений элементов.	
	СР	2	Периодический закон (ПЗ) Д.И. Менделеева и его трактовка на основе квантово- механической теории строения атомов. Структура Периодической системы элементов (ПСЭ): периоды, группы, семейства, s-, p-, d-, f- классификация элементов (блоки). Длиннопериодный и короткопериодный варианты ПСЭ.	УО, Т
	СР	2	Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовые числа, радиальное и угловое распределение электронной плотности. Атомные орбитали ( $s$ - , $p$ - , $d$ - и $f$ -АО), их энергии и граничные поверхности. Распределение электронов по АО.	ГД
	СР	1	Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Атомные термы, правило Хунда.	Т,С3
	СР	1	Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений - оксидов, гидроксидов, гидридов, галогенидов, сульфидов, карбидов, нитридов и боридов.	Р
	СР	2	Основные положения метода валентных связей (МВС). Гибридизация орбиталей. Направленность, насыщаемость и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи.	ГД
	СР	2	Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы МО гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул.	П
	СР	2	Понятие о природе химической связи. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность.	УО, Т
	СР	1	Классификация химической связи.	П
	СР	1	Основные типы кристаллических структур, константа Маделунга, энергия ионной решетки.	ГД
	СР	1	Межмолекулярное взаимодействие – ориентационное, индукционное и дисперсионное.	УО, Т
	СР	1	Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Многоцентровые МО, гипервалентные и электронодефицитные молекулы.	Р
	СР	1	Принцип изолобального соответствия. Корреляционные диаграммы.	Т,С3
	СР		Ионная модель строения кристаллов,	Р, Д

			1	образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий. Ионный радиус.	
		СР	2	Введение в зонную теорию. Образование зон – валентной и проводимости из атомных и молекулярных орбиталей, запрещенная зона. Металлы и диэлектрики. Границы применимости зонной теории.	ГД
2. Координационные соединения	Л	2	Образование координационных соединений в рамках ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона, уравнение Драго-Вейланда.	ДЗ	
	П	2	Константы устойчивости комплексов. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А.Чугаева.	КЛ	
	СР	4	Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений. Диаграммы Танабэ-Сугано для многоэлектронных систем. Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды.	Т, СЗ	
	СР	4	Комплексы с макроциклическими лигандаами. Полиядерные комплексы. Изо- и гетерополисоединения. Кластеры на основе переходных и непереходных элементов. Кратные связи металл-металл, понятие о $\delta$ -связи.	Р	
	СР	4	Расщепление $d$ -орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем.	ДР	
	СР	4	Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.	Р	
	СР	4	Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов.	УО, Т	
	СР	2	Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений.	УО	
	СР	4	Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома, $\sigma$ - и $\pi$ -донорные и акцепторные лиганды.	Д, Р	
	СР	4	Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере.	Т, СЗ	

3.	Термодинамика и кинетика химических реакций	П	2	Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях.	УО, Т
		СР	2	Энталпия. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энталпия образования. Закон Гесса.	ГД, Т
		Л	2	Энергии химических связей. Теплоемкость, уравнение Кирхгофа. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от параметров состояния. Энергия Гиббса.	КЛ
		СР	4	Направление химических процессов, критерии самопроизвольного протекания реакций в изолированных и открытых системах. Химический потенциал. Условие химического равновесия, константа равновесия.	Д
		СР	4	Изотерма химической реакции. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем.	Т, Р
		СР	4	Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о цепных и колебательных реакциях.	ГД, Т
		СР	4	Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок реакции.	Т, Р
		СР	4	Константы скорости и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и понятие об активированном комплексе. Обратимые реакции.	Д
4.	Растворы и электролиты	Л	1	Современные представления о природе растворов. Особенности жидких растворов. Порядок в жидкостях, структура воды и водных растворов.	Р
		Л	1	Специфика реакций в водных и неводных растворах.	КЛ
		П	1	Окислительно-восстановительные реакции и их направление.	УО
		П	1	Электролиз.	ГД
		СР	2	Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель pH, шкала pH.	Д
		СР	2	Кислоты и основания. Протолитическая теория Бренстеда -Лоури. Сопряженные кислоты и основания.	УО, Т
		СР	2	Гидролиз.	ГД

		СР	2	Электрохимические свойства растворов. Сопряженные окислительно-восстановительные пары.	УО, Т
		СР	2	Закон Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос.	ГД
		СР	2	Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера и Фроста.	УО
		СР	2	Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов.	Р
		СР	4	Сильные и слабые электролиты. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации, температуры, природы растворителя, посторонних электролитов.	Д
		СР	4	Определение направления протекания ОВ реакций по разности ОВ потенциалов. Влияние среды и внешних условий на направление окислительно-восстановительных реакций и характер образующихся продуктов.	Р
5.	Химия элементов	П	6	Положение <i>s</i> -элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления.	Р
		Л	2	Положение <i>p</i> -элементов в Периодической системе. Особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Металлы, неметаллы, металлоиды среди <i>p</i> -элементов. Закономерности в изменении свойств во 2 и 3 периодах.	КЛ
		СР	6	Положение <i>d</i> -элементов в Периодической системе. Электронное строение и основные степени окисления. Способность <i>d</i> -элементов к комплексообразованию. Закономерности изменения свойств <i>d</i> -металлов в 4, 5 и 6 периодах. Природа <i>d</i> -сжатия и ее следствия.	Р
		СР	4	Общая характеристика <i>f</i> -элементов. Особенности строения электронных оболочек атомов. Лантанидное и актинидное сжатие. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов.	П
		СР	4	Элементы группы IA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.	Д
		СР	4	Элементы группы IIA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.	УО
		СР	4	Элементы группы IIIA-VIA: общая характеристика группы, основные классы соединений, получение и свойства, особенности, применение.	УО, Т
		СР	4	Элементы группы VIA-VIIIA: общая характеристика группы, основные классы	ГД

			соединений, получение и свойства, особенности, применение.	
СР	4		<i>d</i> -элементы. Получение и химические свойства	P

Виды занятий: Л – лекции, С – семинары, П – практические занятия, ЛЗ - лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа.

Формы текущего контроля: УО - устный опрос (собеседование), Т- тестирование, Р - реферат, П - проект, Д - доклад, КЛ - конспект лекции, ГД - групповая дискуссия.

Формы промежуточного контроля: собеседование, СЗ – ситуационные задачи.

## 8.

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникативные технологии – доступ к электронным библиотекам, к основным отечественным и международным базам данных, использование аудио-, видео-средств, компьютерных презентаций;
- технология проектного обучения – предполагает ориентацию на творческую самостоятельную личность в процессе решения проблемы с презентацией какого-либо материала. Обучающийся имеет возможность проявления креативности, способности подготовки и редактирования текстов с иллюстративной демонстрацией содержания;
- технология контекстного обучения;
- технология проблемного обучения – создание проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности по их разрешению;
- технология обучения в сотрудничестве – межличностное взаимодействие в образовательной среде, основанное на принципах сотрудничества во временных игровых, проблемно-поисковых командах или малых группах, с целью получения качественного образовательного продукта;
- технология тестовой проверки знаний.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

### 9.1. Характеристика особенностей технологий обучения в Университете

Освоение образовательных программ проводится с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Для этого создана и функционирует электронная информационно образовательная среда (ЭИОС), включающая в себя электронные информационные ресурсы. ЭИОС обеспечивает освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся.

### 9.2. Особенности работы обучающегося по освоению дисциплины «Неорганическая химия»

Обучающиеся при изучении учебной дисциплины используют образовательный контент, а также методические указания по проведению определенных видов занятий, разработанные профессорско-преподавательским составом (ППС) кафедр.

Успешное усвоение учебной дисциплины «Неорганическая химия» предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной работы.

Обучающийся должен активно участвовать в выполнении видов аудиторных практических работ и внеаудиторных практических работ, определенных для данной

дисциплины. Проводимые на практических занятиях деловых игр, различных заданий дают возможность непосредственно понять алгоритм применения теоретических знаний, излагаемых в учебниках.

Следует иметь в виду, что все разделы и темы дисциплины «Неорганическая химия» представлены в дидактически проработанной последовательности, что предусматривает логическую стройность курса и продуманную систему усвоения обучающимися учебного материала, поэтому нельзя приступать к изучению последующих тем (разделов), не усвоив предыдущих.

### **9.3. Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы в процессе освоения дисциплины «Неорганическая химия»**

<b>№</b>	<b>вид работы</b>	<b>контроль выполнения работы</b>
1.	✓ подготовка к аудиторным занятиям (проработка учебного материала по учебной литературе);	✓ собеседование ✓ тестирование ✓ решение ситуационных задач
2.	✓ работа с учебной и научной литературой	✓ собеседование
3.	✓ ознакомление с материалами электронных ресурсов; ✓ решение заданий, размещенных на электронной платформе Moodle	✓ собеседование ✓ проверка решений заданий, размещенных на электронной платформе Moodle
4.	✓ самостоятельная проработка отдельных тем учебной дисциплины в соответствии с тематическим планом внеаудиторной самостоятельной работы	✓ собеседование ✓ тестирование
5.	✓ подготовка докладов на заданные темы	✓ доклад
6.	✓ выполнение индивидуальных домашних заданий(рефераты)	✓ собеседование ✓ проверка заданий
8.	✓ участие в научно-практических конференциях, семинарах	✓ предоставление сертификатов участников
9.	✓ работа с тестами, вопросами и задачами для самопроверки	✓ тестирование ✓ собеседование
10.	✓ подготовка ко всем видам контрольных испытаний	✓ тестирование ✓ собеседование

### **9.4. Методические указания для обучающихся по подготовке к занятиям по дисциплине «Неорганическая химия»**

Занятия практического типа предназначены для расширения и углубления знаний обучающихся по учебной дисциплине, формирования умений и компетенций, предусмотренных стандартом. В их ходе обучающимися реализуется верификационная функция степени усвоения учебного материала, они приобретают умения вести научную дискуссию. Кроме того, целью занятий является: проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных в учебной литературе, степени и качества усвоения обучающимися программного материала; формирование и развитие умений, навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач, анализа профессионально-прикладных ситуаций; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказания помощи в его освоении.

Обучающийся должен изучить основную литературу по теме занятия, и, желательно, источники из списка дополнительной литературы, используемые для расширения объема знаний по теме (разделу), интернет-ресурсы.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Карта обеспечения учебно-методической литературой

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Кол-во экземпляров	Число аспирантов, одновремен. изучающих дисциплину
Основная литература			
1.	Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. Химия элементов: учебник для вузов: в 2-х книгах. М.: Академкнига. 2013.	2	1
2.	Глинка Н.Л. Общая химия. М.: Интеграл-Пресс, 2006, 728 с.	2	1
3.	Руководство к практическим работам по общей и неорганической химии: в 2 частях. Под ред. А.Г.Захарова, В.Н.Пророкова. Учебное пособие. Иваново: изд-во ИГХТУ, 2010, 248 с.	1	1
4.	Общая, неорганическая и органическая химия [Электронный ресурс]: учебник / А. В. Бабков, Т. И. Барабанова, В. А. Попков. – Москва : ГЭОТАР–Медиа, 2020. – 384 с. – ISBN 978–5–9704–5391–9. – URL: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970453919.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970453919.html</a>		
Дополнительная литература			
1.	Коровин Н. В. Общая химия. М.: Высшая школа, 2007. 557 с.	2	1
2.	Общая и неорганическая химия. В 2 томах. По ред Воробьева А.Г. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006.	1	1
3.	Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химические свойства неорганических веществ. М.: Колос. 2008. 480 с.	1	1
4.	Общая и неорганическая химия [ Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / ГБОУ ВПО ВГМА им. Н. Н. Бурденко, кафедра химии ; составители : Н. И. Пономарева, В. М. Клокова, Е. Е. Зотова [и др.]. – Воронеж : ВГМА, 2013. – 144 с. – гриф. – ISBN 978-5-88242-956-9. – <a href="http://lib1.vrngmu.ru:8090/MegaPro/Download/MObject/683">http://lib1.vrngmu.ru:8090/MegaPro/Download/MObject/683</a>		

### Перечень электронных ресурсов

- Учебный портал ВГМУ;
- Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Кафедра фармацевтической химии и фармацевтической технологии, осуществляющая подготовку аспирантов по неорганическая химия, располагает учебными комнатами, компьютерными классами, лекционными аудиториями, оборудованными проекционной

аппаратурой для демонстрации презентаций, наборами наглядных пособий, компьютерными программами для контроля знаний.

<b>Наименование специальных помещений помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
Компьютерный класс (комната 245): кафедра фармацевтической химии и фармацевтической технологии; Воронежская область, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10 (вид учебной деятельности: лекции и текущий контроль)	15 рабочих мест с компьютерами, подключенными к сети Интернет. Стол для преподавателей, столы учебные, доска учебная, стулья, информационные стенды. Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающий тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин – мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, экран); усилитель для микрофона, микрофон.
Учебные лаборатории (комната 231, 233, 234, 237): кафедра фармацевтической химии и фармацевтической технологии; Воронежская область, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10 (вид учебной деятельности: практические занятия)	1. Спектрофотометр «ShimadzuUV-1800» - 2 шт. 2. Спектрофотометр СФ-46 - 1 шт. 3. Поляриметр - 1 шт. 4. Рефрактометр ИРФ-454 Б2М - 3 шт. 5. Весы аналитические ВЛР-200 - 2 шт. 6. Набор для ТСХ - 2 шт. 7. Печь муфельная - 1 шт. 8. Термостат ТС-80 - 1 шт. 9. Рн-метр 410 - 3 шт. 10. Фотоэлектроколориметр КФК-2 - 1 шт. 11. Тестер растворимости -1 шт. 12. Пресс ручной гидравлический PIKE CrushIR для производства таблеток-1 шт. 13. Автоматический измеритель точки плавления SMP30 - 1 шт. 14. Лабораторный вихревой гранулятор – смеситель ОВП- 020К01- 1 шт. 15. Весы Vibra HT 224RCE -1 шт. 16. Комплекс для проведения твердофазной экстракции -1 шт. 17. Лабораторные аналитические весы ATL-80d4 АККУЛАБ - 2 шт. 18. Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ-

	1шт. 19. Спектрофотометр ПЭ-5300УФ-1 шт. 20. Электросушильный шкаф-1 шт 21. Лабораторная баня-1 шт
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ (МОДУЛЯ)**

- **Текущий контроль** практических занятий проводится по итогам освоения каждой темы из раздела учебно-тематического плана в виде устного собеседования, решения тестовых заданий, проекта, решения ситуационных задач. Фонд оценочных средств разрабатывается в форме самостоятельного документа в составе УМКД.
- **Промежуточный контроль** проводится в виде кандидатского экзамена по специальности в устной форме в виде собеседования. Оценочные средства для проведения кандидатского экзамена представлены в ФОС
-