

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 2020-09-24  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f93967b078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

**Факультет физико-математических и естественных наук**  
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Химия координационных соединений**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МСЧН для направления подготовки/специальности:**

**04.04.01 «Химия»**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**«Фундаментальная и прикладная химия»**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2022 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Химия координационных соединений» является усвоение фундаментальных знаний в области современной координационной химии, систематизация представлений об образовании химической связи, методах синтеза, исследования состава, структуры и физико-химических свойств координационных соединений.

В ходе освоения дисциплины обучающиеся получают современные представления о координационных соединениях, о взаимосвязи строения и реакционной способности, а также области их возможного применения; осваивают методики, необходимые для проведения научного исследования; готовятся к научно-исследовательской работе в области координационной химии; приобретают профессиональные умения и навыки самостоятельной научно-исследовательской и поисковой работы; учатся критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Химия координационных соединений» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-6	Способность определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания.
		УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям.
		УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.
М-ПК-1-н	Способность планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-	М-ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.

	исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	М-ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.
М-ПК-2-н	Способность проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	М-ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных.
		М-ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии).

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Химия координационных соединений» относится к элективной компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Химия координационных соединений».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки		Актуальные задачи современной химии Экспериментальные методы исследования в химии Рентгendifракционные методы в неорганической химии Физические методы исследования веществ и материалов Физико-химический анализ Методика преподавания химии в вузе Применение ПО в неорганическом эксперименте Термоаналитические методы в химии Бионеорганическая химия

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
			Химия твердого тела Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках		Экспериментальные методы исследования в химии Рентгендифракционные методы в неорганической химии Физические методы исследования веществ и материалов Физико-химический анализ Методика преподавания химии в вузе Применение ПО в неорганическом эксперименте Термоаналитические методы в химии Бионеорганическая химия Химия твердого тела Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук		Экспериментальные методы исследования в химии Рентгендифракционные методы в неорганической химии Физические методы исследования веществ и материалов Физико-химический анализ Методика преподавания химии в вузе Применение ПО в неорганическом эксперименте Термоаналитические методы в химии Бионеорганическая химия Химия твердого тела Научно-исследовательская работа Преддипломная практика

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

Общая трудоемкость дисциплины «Химия координационных соединений» составляет 3 зачетных единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.	36	36			
в том числе:					
Лекции (ЛК)	36	36			
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)					
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	54	54			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	18	18			
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	<b>108</b>	<b>108</b>		
	зач.ед.	<b>3</b>	<b>3</b>		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Основы координационной теории.	Тема 1.1. Координационные и комплексные соединения. Основные понятия и определения. Терминология химии координационных соединений Номенклатура комплексов и координационных соединений. Лиганды.	ЛК
	Тема 1.2. Стереохимия координационных соединений. Пространственная интерпретация координационных чисел. Факторы, влияющие на строение координационных полиэдров. Факторы, способствующие искажению правильных координационных многогранников.	ЛК
	Тема 1.3. Изомерия координационных соединений. Типы изомерии. Геометрическое строение внутренней сферы комплексов. Геометрическая. Оптическая изомерия и конформационная изомерия. Координационная изомерия и полимерия. Изомерия связи. Сольватная изомерия. Аллогональная изомерия. Ионизационная изомерия.	ЛК
Раздел 2. Электронное строение координационных соединений. Модели химической связи в	Тема 2.1 Электронная структура атомов переходных металлов. Ионно-ковалентные и электростатические представления. Концепция эффективного атомного номера. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки соединений.	ЛК

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
координационных соединений.	Тема 2.2 Метод валентных связей. Гибридизация атомных орбиталей. Внешнеорбитальные и внутриорбитальные комплексы. Магнитные свойства координационных соединений свете теории валентных связей. Достоинства и недостатки метода валентных связей.	ЛК
	Тема 2.3. Теория кристаллического поля (ТКП). Основные положения. Способы расщепления d-уровней комплексообразователя в полях различной симметрии. Параметр расщепления. Высоко- и низкоспиновые конфигурации. Энергия стабилизации полем лигандов. Объяснение спектральных и магнитных свойств координационных соединений. Ряд Ирвинга – Вильямса. Электронные спектры координационных соединений. Параметры Рака. Диаграммы Танабе-Сугано. Структурные и термодинамические эффекты при расщеплении уровней. Эффекты Яна-Теллера. Недостатки теории кристаллического поля.	ЛК
	Тема 2.4. Теория поля лигандов. Диаграммы энергетических уровней молекулярных орбиталей для октаэдрического комплекса с центральным атомом d-элемента и лигандами, не имеющими π-орбиалей. Влияние π-связывания на параметры Δ <sub>o</sub> . Нефелоксетический эффект. Спектрохимический ряд лигандов. Тема 2.5. Магнитные и оптические свойства. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Сопоставление теории кристаллического поля и теории поля лигандов.	ЛК
Раздел 3. Взаимное влияние лигандов во внутренней сфере координационных соединений.	Тема 3.1. Взаимное влияние лигандов. Понятие о трансвлиянии. Закономерность трансвлияния И.И.Черняева. Механизмы трансвлияния. Качественная и количественная характеристики трансвлияния. Цис-влияние лигандов Эффекты взаимного влияния и рентгеноэлектронная спектроскопия.	ЛК
Раздел 4. Реакционная способность координационных соединений.	Тема 4.1. Понятие и критерии устойчивости координационных соединений. Природа комплексообразователя. Природа лигандов. Хелатный эффект. Макроциклический и криптатный эффекты.	ЛК

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	Тема 4.2. Кислотно-основные свойства комплексных соединений. Концепция кислот и оснований Льюиса. Теория жестких и мягких кислот и оснований.	ЛК
	Тема 4.3. Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений. Типы окислительно-восстановительных превращений координационных соединений. Внутрисферный и внешнесферный механизмы. Реакции окислительного присоединения и восстановительного элиминирования. Стабилизация необычных степеней при координации.	ЛК
Раздел 5. Кинетика реакций комплексообразования.	Тема 5.1. Механизмы реакций замещения для комплексов. Механизмы нуклеофильного замещения лигандов $S_{N1}$ и $S_{N2}$ . Интермедиаты и переходные состояния. Лабильные и инертные координационные соединения. Стехиометрический механизм. Классификация механизмов реакций замещения в координационных соединениях.	ЛК
Раздел 6. Исследование комплексообразования в растворах.	Тема 6.1. Функции, характеризующие комплексообразование в растворах. Функция образования и кривая образования. Экспериментальные методы исследования равновесий в растворах комплексных соединений.	ЛК
Раздел 7. Синтез и применение координационных соединений.	Тема 7.1. Стратегия синтеза координационных соединений. Прямые и косвенные пути синтеза. Примеры синтеза координационных соединений.	ЛК
	Тема 7.2. Прикладные аспекты применения.	ЛК

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Основная литература:*

1. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Изд-во Юрайт, 2019. — 439 с.— ISBN 978-5-534-02960-4.

<https://biblio-online.ru/book/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-1-434590>

2. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 2. : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Изд-во Юрайт, 2019. — 229 с. — ISBN 978-5-534-02962-8.

<https://biblio-online.ru/book/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-2-434591>

3. Кукушкин, Ю.Н. Химия координационных соединений: Учебное пособие / М. : Высшая школа, 1985. - 455 с.: ил. - 1.50.

### *Дополнительная литература:*

1. Молодкин, А.К. Химия переходных элементов: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / М. : Изд-во РУДН, 2007. - 365 с. : ил. - ISBN 978-5-209-02710-2 : 200.00.

<http://lib.rudn.ru/MegaPro2/Web/SearchResult/ToPage/1>

2. Неудачина, Л. К. Химия координационных соединений : учеб. пособие для академического бакалавриата / Москва : Изд-во Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 123 с. — ISBN 978-5-534-10882-8 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1297-9 (Изд-во Урал. ун-та).

<https://biblio-online.ru/book/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-432198>

### *Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:
  - Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
  - ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
  - ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
  - ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
  - ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
2. Базы данных и поисковые системы (*открытый доступ*):
  - поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
  - поисковая система Google <https://www.google.ru/>
  - реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>
  - Большая Научная Библиотека (<http://sci-lib.com/> )
  - Каталог химических ресурсов на CHEMPORT.RU ([http://www.chemport.ru/catalog\\_tree.php](http://www.chemport.ru/catalog_tree.php) )
  - Сайт о химии (<http://www.xumuk.ru/> )
  - Электронная библиотека РФФИ (<http://www.elibrary.ru>)

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Презентационные материалы по курсу «Химия координационных соединений».

2. Тесты.

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы (ОМ) и балльно-рейтинговая система (БРС)\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Химия координационных соединений» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН (положения/порядка).

### **РАЗРАБОТЧИКИ:**

Доцент кафедры  
неорганической химии



Критченков А.С.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:  
Кафедра неорганической  
химии**

Наименование БУП



Подпись

**Хрусталеv В.Н.**

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:  
Декан ФФМиЕН,  
заведующий кафедрой  
органической химии**

Должность, БУП



Подпись

**Воскресенский Л.Г.**

Фамилия И.О.