

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий
Кафедра общей, неорганической химии и информационно-вычислительных
технологий в химии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
и инновациям

М.В. Шарафан

мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 СТРУКТУРНАЯ ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки

Направленность (профиль) 02.00.01 Неорганическая химия

Форма обучения очная/заочная

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 «Структурная химия координационных соединений» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, утвержденным приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 №869 по направлению подготовки: 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и учебного плана основной образовательной программы.

Рабочую программу составил:

д.х.н., профессор Панюшкин В.Т.



Ответственный за направление
подготовки 04.06.01 Химические науки
профиль 02.00.01 Неорганическая химия,
д.х.н., профессор Панюшкин В.Т.



«17» _____ мая _____ 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и ИВТ в химии

«17» _____ мая _____ 2021 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой общей,
неорганической химии и ИВТ в химии
д.х.н., профессор Буков Н.Н.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
«24» _____ мая _____ 2021 г., протокол № 7.

Председатель УМК факультета
к.х.н., доцент Беспалов А.В.



Зав. отделом аспирантуры
канд. пед. наук. Звягинцева Н.Ю.



1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Изучение базовых современных закономерностей, описывающих строение координационных соединений, прямых и косвенных методов определения структуры веществ, а также формирования у аспирантов умения интерпретировать полученные экспериментальные результаты с точки зрения современных химических теорий.

1.2 Задачи дисциплины:

Формирование готовности

- ознакомление с основными принципами, определяющими строение координационных соединений;
- природой химической связи и основными теоретическими методами, описывающими химическую связь и строение комплексных соединений;
- важнейшими типами координационных полиэдров с КЧ до 12;
- методами определения структуры неорганических и комплексных соединений: рентгеноструктурный анализ, спектральные и др. методы.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Структурная химия координационных соединений» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Изучению дисциплины «Структурная химия координационных соединений» должно предшествовать изучение таких дисциплин, как «Современные методы исследования неорганических веществ», «Химия d- и f-элементов».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучения данной учебной дисциплины направлено на формирование компетенции ОПК-2, ПК-1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР, основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций	подбирать оборудование, необходимое для выполнения научно-исследовательских задач из имеющегося на рынке и составлять техническое задание для его приобретения с действующего законодательства, планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение	навыками планирования и обеспечения коллектива необходимыми материально-техническими ресурсами (измерительным оборудованием, реактивами, оргтехникой и т.д.) для выполнения запланированных работ, навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, со-

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
				обязанностей между членами исследовательского коллектива.	гласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде
2.	ПК-1	Готовность использовать на практике основные принципы, теории и концепции современной неорганической химии	базовые современные закономерности, описывающие строение неорганических и координационных соединений	интерпретировать результаты прямых и косвенных методов определения структуры веществ с точки зрения современных химических теорий	навыками использования современных достижений в области неорганической химии, а также смежных дисциплин

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблицах

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	
Аудиторные занятия (всего)	44	44	
В том числе:			
Занятия лекционного типа	8	8	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	18	18	
Лабораторные занятия	18	18	
Самостоятельная работа (всего)	64	64	
В том числе:			
Проработка учебного (теоретического материала)	28	28	
Подготовка к текущему контролю	36	36	
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	
Общая трудоёмкость час	144	144	
зач. ед.	4	4	

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		9	
Аудиторные занятия (всего)	22	22	
В том числе:			
Занятия лекционного типа	8	8	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	4	4	

Лабораторные занятия	10	10	
Самостоятельная работа (всего)	86	86	
В том числе:			
Проработка учебного (теоретического материала)	50	50	
Подготовка к текущему контролю	36	36	
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	
Общая трудоемкость час	144	144	
зач. ед.	4	4	

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкость по разделам дисциплины.

Очная форма обучения

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные принципы, определяющие строение координационных соединений	22	2		-	16
2.	Природа химической связи и основные теоретические методы, описывающие химическую связь и строение комплексных соединений	28	2		4	16
3.	Важнейшие типы координационных полиэдров	26	2		4	16
4.	Методы определения структуры комплексных соединений	32	2		10	16
	Итого:	144	8		12	97

Заочная форма обучения

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные принципы, определяющие строение координационных соединений	27	1		-	20
2.	Природа химической связи и основные теоретические методы, описывающие химическую связь и строение комплексных соединений	21	1		4	18
3.	Важнейшие типы координационных полиэдров	29	1		4	18
4.	Методы определения структуры комплексных соединений	31	1		10	18
	Итого:	144	4		18	97

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа:

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основные принципы, определяющие строение координационных соединений	Типы химических связей координационных соединений, донорно-акцепторный характер химической связи.	устный опрос
2	Природа химической связи и основные теоретические методы, описывающие химическую связь и строение комплексных соединений	Сtereoхимия координационных соединений по данным РСА, симметрия координационных соединений (расчет и эксперимент).	устный опрос
3	Важнейшие типы координационных полиэдров	Типы координационных полиэдров комплексов d-элементов, координационных полиэдры комплексных соединений f-элементов. Координационные числа и «координационное насыщение».	устный опрос
4	Методы определения структуры комплексных соединений	Спектроскопические методы определения структуры координационных соединений: электронные спектры (расчет и эксперимент), ИК- и КР-спектроскопия, радиоспектроскопические методы (ЭПР и ЯМР).	устный опрос

Заочная форма обучения

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основные принципы, определяющие строение координационных соединений	Типы химических связей координационных соединений, донорно-акцепторный характер химической связи.	устный опрос
2	Природа химической связи и основные теоретические методы, описывающие химическую связь и строение комплексных соединений	Сtereoхимия координационных соединений по данным РСА, симметрия координационных соединений (расчет и эксперимент).	устный опрос

	скую связь и строение комплексных соединений		
3	Важнейшие типы координационных полиэдров	Типы координационных полиэдров комплексов d-элементов, координационных полиэдров комплексов f-элементов. Координационные числа и «координационное насыщение».	устный опрос
4	Методы определения структуры комплексных соединений	Спектроскопические методы определения структуры координационных соединений: электронные спектры (расчет и эксперимент), ИК- и КР-спектроскопия, радиоспектроскопические методы (ЭПР и ЯМР).	устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

Очная форма обучения

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	Основные принципы, определяющие строение координационных соединений	Ионная, ковалентная и донорно-акцепторная типы химических связей по данным теоретических методов расчетов; гибридизация атомных орбиталей центрального иона в комплексных соединениях	устный опрос
2	Природа химической связи и основные теоретические методы, описывающие химическую связь и строение комплексных соединений	Меняющиеся типы химической связи в координационных соединениях в зависимости от природы лиганда и центрального атома – комплексообразователя. Особенности химических связей растворов координационных соединений (полиасоциаты).	устный опрос
3	Важнейшие типы координационных полиэдров	Химическая связь в молекулах твердых координационных соединений: метод РСА как основа изучения природы химической связи, косвенные (спектроскопические) методы определения природы химической связи.	устный опрос
4	Методы определения структуры комплексных соединений	Определение устойчивости комплексных соединений в растворе спектроскопическими методами; сравнение данных с физико-химическими исследованиями твердых комплексных соединений.	устный опрос

Заочная форма обучения

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	Основные принципы, определяющие строение координационных	Ионная, ковалентная и донорно-акцепторная типы химических связей по данным теоретических методов расчетов;	устный опрос

	соединений	гибридизация атомных орбиталей центрального иона в комплексных соединениях	
2	Природа химической связи и основные теоретические методы, описывающие химическую связь и строение комплексных соединений	Меняющиеся типы химической связи в координационных соединениях в зависимости от природы лиганда и центрального атома – комплексообразователя. Особенности химических связей растворов координационных соединений (полиасоциаты).	устный опрос
3	Важнейшие типы координационных полиэдров	Химическая связь в молекулах твердых координационных соединений: метод РСА как основа изучения природы химической связи, косвенные (спектроскопические) методы определения природы химической связи.	устный опрос
4	Методы определения структуры комплексных соединений	Определение устойчивости комплексных соединений в растворе спектроскопическими методами; сравнение данных с физико-химическими исследованиями твердых комплексных соединений.	устный опрос

2.3.3 Лабораторные работы

Очная форма обучения

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Измерение спектров поглощения комплексных соединений меди(II) и кобальта(II) и определение констант устойчивости комплексных соединений в растворе.	защита работы
2	Измерение спектров отражения твердых комплексных соединений меди(II) и никеля(II), измерение спектров ЭПР этих соединений и определение типа химической связи.	защита работы
3	Определение структуры комплексных соединений гадолиния(III) по данным ЭПР-спектров, расчет гамильтониана системы.	защита работы
4	Измерение спектром ЯМР ^1H и ^{13}C парамагнитных комплексов лантаноидов и определение их структуры в растворе и твердом состоянии.	защита работы

Заочная форма обучения

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Измерение спектров поглощения комплексных соединений меди(II) и кобальта(II) и определение констант устойчивости комплексных соединений в растворе.	защита работы
2	Измерение спектров отражения твердых комплексных соединений меди(II) и никеля(II), измерение спектров ЭПР этих соединений и определение типа химической связи.	защита работы
3	Определение структуры комплексных соединений гадолиния(III) по данным ЭПР-спектров, расчет гамильтониана системы.	защита работы

4	Измерение спектром ЯМР ^1H и ^{13}C парамагнитных комплексов лантаноидов и определение их структуры в растворе и твердом состоянии.	защита работы
---	---	---------------

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Методы расчета электронных спектров координационных соединений	Буков Н.Н., Панюшкин В.Т., Физические методы исследования координационных соединений лантаноидов, КубГУ, Краснодар, 2001 г. Р. Фримэн, Магнитный резонанс в химии и медицине, перевод с английского, М.: Красанд, 2009 г.
2	Экспериментальное изучение структуры координационных соединений методом ЯМР	Панюшкин В.Т., Черныш Ю.Е., Волюнкин В.А., Ядерный магнитный резонанс в структурных исследованиях, М.:Красанд, 2016 г.
3	Изучение строения координационных соединений с включением наночастиц d- и f-элементов	Белая книга по нанотехнологиям, Изд-во ЛКИ, Москва, 2008 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Используются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы: активные и интерактивные формы проведения занятий - деловые и ролевые игры, разбор практических задач и кейсов, компьютерные симуляции, психологические и иные тренинги.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Дать определение координационного (комплексного) соединения.
2. Что такое координационное число (КЧ)? КЧ для d- и f-элементов.
3. Молекулярная таутомерия координационных соединений (на примере кс меди(II) и никеля(II)).
4. Влияние природа лиганда на формирование комплексного соединения и его физико-химические свойства.
5. Донорно-акцепторный характер ковалентной связи металл – лиганд.
6. Прочность химической связи в комплексном соединении. Вычисление интеграла перекрывания методами квантовой химии.
7. Природа химической связи комплексных соединений по данным ИК-спектров (вычисление силовых постоянных).
8. Определение d-d-переходов в комплексных соединениях d-элементов (расчет и эксперимент).
9. f-f-переходы в комплексных соединениях лантаноидов. Теория Рассела-Саундерса (j-j-переходы).
10. Определение термов ц.а. в координационных соединениях, L-S-связь.
11. Типы симметрии координационных соединений d- и f-элементов.
12. Определение структуры координационных соединений d- и f-элементов в растворе и твердом состоянии.
13. Формирование наноструктурированных комплексных соединений в растворе: метод центрифужного полива, метод Ленгмюра-Блоджетт.
14. Физические свойства координационных соединений: магнитные, электрические, люминесцентные и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буков Н.Н., Панюшкин В.Т., Физические методы исследования координационных соединений лантаноидов, КубГУ, Краснодар, 2001 г.
2. Р. Фримэн, Магнитный резонанс в химии и медицине, перевод с английского, М.: Красанд, 2009 г.
3. Панюшкин В.Т., Черныш Ю.Е., Волынкин В.А., Ядерный магнитный резонанс в структурных исследованиях, М.:Красанд, 2016 г.
4. Белая книга по нанотехнологиям, Изд-во ЛКИ, Москва, 2008 г.
5. Бек М., Надьпал И. Исследование комплексообразования новейшими методами. М.: Мир, 1989, 413 с.
6. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Мир, 2004, 328 с.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Неорганическая химия: в 3 т.: учебник для студентов вузов / под ред. Ю.Д. Третьякова. - М. : Академия, 2004.
2. Хаханина Т.И. Неорганическая химия. М., Юрайт, 2010, 288с.
3. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. - М.: Высшая школа, 2004. - 527 с.
4. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. - М.: Высшая школа, 2003. - 743 с.
5. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. М.: "Академия", 2007. - 352 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 2001.
2. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. Химия элементов: В 2 кн. - М.: Химия, 2001.
3. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. М., 2003.
4. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк., 2001.
5. Уэллс А. Структурная неорганическая химия. Т. 1–3. М.: Мир, 1987.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. [URL: http://www.edu.ru](http://www.edu.ru)

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.