

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 17.06.2025 14:59:02 Уникальный программный ключ: 04c19ed88fb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	Рабочая программа дисциплины "Химия координационных соединений" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Химия координационных соединений

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Органическая и биоорганическая химия

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.





## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является усвоение студентами химического факультета представлений о координационных соединениях, геометрии и пространственном строении комплексов, природе химических связей в координационных соединениях, применение комплексов в химической технологии и аналитической химии.

Задачами изучения дисциплины являются:

1. Ознакомление студентов химического факультета с теориями строения координационных соединений.
2. Ознакомление студентов с прикладными направлениями химии координационных соединений, а также с химическими свойствами координационных соединений.

Результатом освоения дисциплины является индикатор ОПК-2-1. Знает теоретические основы различных разделов химии и их взаимосвязь со смежными науками. Химия координационных соединений, объектом изучения которой являются комплексные соединения и вещества сложного состава объединяет в себе многие другие отрасли химического знания. Подготовка специалистов высшей квалификации невозможна без знаний теоретических основ координационной химии и других химических отраслей.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.1.05

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Физика

Общая и неорганическая химия

Вычислительные методы в химии

Аналитическая химия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Химическая технология органических веществ

Современные методы химической экспертизы

Семинар по аналитической химии

Органические реагенты

Физическая химия

Химические основы биологических процессов

Химическая технология

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий**

**Знать:**

принципы системного подхода для анализа критических ситуаций

**Уметь:**

осуществлять критический анализ проблемных ситуаций

**Владеть:**

навыками решения проблемных ситуаций

**ПК-1: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук**

**Знать:**

методы решения научно-исследовательских задач химии, химической технологии и др.

**Уметь:**

составлять план научно-исследовательской работы

**Владеть:**

основами планирования научно-исследовательской деятельности



**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	законы и теоретическую базу химии координационных соединений
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	применять основные законы химии координационных соединений для решения научно-исследовательских задач
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	основами теории химии, навыками анализа взаимосвязей химии координационных соединений и других разделов химии

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость		3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	: 108	Виды контроля в семестрах: зачеты 4
в том числе	:	
аудиторные занятия	: 36	
самостоятельная работа	: 64,7	
:	:	
контактная работа:	43,3	
ИКР:	0	

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Предмет координационной химии. Основные понятия в химии координационных соединений</b>			
1.1	Предмет координационной химии. Основные понятия в химии координационных соединений /Лек/	4	1	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	История развития химии координационных соединений. Работы А. Вернера в области химии комплексных соединений /Ср/	4	5	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 2. Номенклатура координационных соединений. Классификация и принципы построения названий координационных соединений</b>			
2.1	Номенклатура координационных соединений. Классификация и принципы построения названий координационных соединений /Лек/	4	6	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Классификация и принципы построения названий координационных соединений /Ср/	4	8	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 3. Пространственное строение и геометрия координационных соединений. Виды координационных полиэдров. Изомерия</b>			
3.1	Пространственное строение и геометрия координационных соединений. Виды координационных полиэдров. Изомерия /Лек/	4	2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Виды изомерии в химии координационных соединений /Ср/	4	7	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 4. Химическая связь в комплексных соединениях, их электронное строение. Теория кристаллического поля. Метод валентных связей. Метод молекулярных орбиталей</b>			
4.1	Химическая связь в комплексных соединениях, их электронное строение. Теория кристаллического поля. Метод валентных связей. Метод молекулярных орбиталей /Лек/	4	6	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Метод молекулярных орбиталей, основы квантово-химических расчетов в химии координационных соединений /Ср/	4	8	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



	<b>Раздел 5. Термодинамика реакций комплексообразования. Константы устойчивости комплексных соединений. Химические формы металлов в водных растворах</b>			
5.1	Термодинамика реакций комплексообразования. Константы устойчивости комплексных соединений. Химические формы металлов в водных растворах /Лек/	4	5	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	Термодинамика реакций комплексообразования. Константы устойчивости комплексных соединений. Химические формы металлов в водных растворах /Ср/	4	8	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 6. Кинетика реакций комплексообразования. Обмен лигандами. Образование комплексов в растворах. ОВР реакции при образовании комплексных соединений</b>			
6.1	Кинетика реакций комплексообразования. Обмен лигандами /Лек/	4	2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Принцип изолобальной аналогии Хоффмана /Ср/	4	7	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 7. Особенности реакций образования комплексных соединений. Влияние среды. Комплексообразование в гомогенных и гетерогенных системах</b>			
7.1	Особенности реакций образования комплексных соединений. Влияние среды. Комплексообразование в гомогенных и гетерогенных системах /Лек/	4	2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.2	Вопросы комплексообразования в гетерогенных системах. Перенос заряда в гетерогенных системах /Ср/	4	6,9	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 8. Хелатный эффект при образовании комплексных соединений. Природа катиона и размер образуемого хелатного цикла</b>			
8.1	Хелатный эффект при образовании комплексных соединений. Природа катиона и размер образуемого хелатного цикла /Лек/	4	6	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.2	Хелатные комплексы кальция и магния /Ср/	4	7	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 9. Применение координационных соединений. Химический анализ. Металлургия редких и рассеянных металлов. Координационные соединения в живых системах</b>			
9.1	Применение координационных соединений. Химический анализ. Химия редких и рассеянных металлов. Координационные соединения в живых системах /Лек/	4	6	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
9.2	Электрохимия комплексных соединений /Ср/	4	7,8	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 10. Иная контактная работа</b>			
10.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	4	7,3	

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Вопросы по темам дисциплины

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Список вопросов для письменного опроса:

1. История развития химии координационных соединений. Работы А. Вернера в области комплексных соединений
2. Классификация и принципы построения названий координационных соединений
3. Виды изомерии в химии координационных соединений
4. Метод молекулярных орбиталей, основы квантово-химических расчетов в химии координационных соединений
5. Термодинамический и кинетический факторы устойчивости координационных соединений. Диаграммы распределения комплексных форм
6. Принцип изолобальной аналогии Хоффмана
7. Вопросы комплексообразования в гетерогенных системах. Перенос заряда в гетерогенных системах



8. Хелатные комплексы кальция и магния  
9. Электрохимия комплексных соединений

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Список вопросов для устного опроса (зачета):

1. Определите понятия координационного числа, донорного атома, дентатности лиганда, гаптической лиганда, внутренней координационной сферы, внешней координационной сферы, комплекса, координационного соединения, координационного полиэдра, -лиганда.
2. Приведите примеры следующих типов комплексов: ацидокомплексы, аминоккомплексы, гидроксокомплексы, хелаты, внутрикомплексные соединения, комплексы с макроциклическими лигандами, криптаты, комплексы с краун-эфирами, подандами, порфиринами, фталоцианинами, полиядерные комплексы.
3. Приведите примеры дитопных и тритопных лигандов.
4. Назовите характерные координационные полиэдры для комплексов с координационными числами 4, 5, 6, 7, 8, 12.
5. Охарактеризуйте структурную (связевую) изомерию. Приведите примеры амбидентных лигандов.
6. Что такое изомерия координационного положения?
7. Конформационная (аллогональная, политопиская изомерия). Какие факторы ее определяют? Приведите примеры.
8. Дайте характеристику оптической изомерии. Что такое энантиомер, хиральность, конфигурация, конформация, хиральность?
9. Чем отличается кинетический и термодинамический аспекты трансвлияния (транс-эффекта)? Что такое цисвлияние?
10. Каковы основные положения модели Киперта и метода молекулярной динамики?
11. Что такое координационный полиэдр? Геометрическая конфигурация для комплексов с разными координационными числами.
12. Объясните немонотонное изменение энергии образования аквакомплексов ионов 3d-переходных металлов
13. Приведите примеры стабилизации необычных степеней окисления в комплексах. Какие электронные конфигурации ионов d- и f-элементов являются наиболее устойчивыми?
14. Сформулируйте принцип изоэлектронной и изолабальной аналогии.
15. Каковы особенности строения -комплексов? Опишите модель π-дативного взаимодействия.
16. Что такое окислительное присоединение и восстановительное элиминирование?
17. Какие заместители стабилизируют -связь металл – углерод?
18. Как зависит устойчивость комплексов от свойств центрального атома и донорного атома?
19. Константы устойчивости. Виды, использование в практических расчетах.
20. Что такое хелатный эффект? Макроциклический эффект? Криптантный эффект?
21. Приведите примеры параметров, используемых для характеристики донорно-акцепторных свойств растворителей. Как определяют донорное число растворителей?
22. Как влияет растворитель на состав и устойчивость комплексов?
23. Дайте определение лабильности.
24. Охарактеризуйте возможные механизмы замещения лигандов в растворах комплексов: ассоциативный, диссоциативный, синхронно-ассоциативный, синхронно-диссоциативный. Как их различить?
25. Приведите примеры влияния электронной конфигурации и заряда центрального атома на механизм реакций замещения. Почему обмен в координационной сфере  $Cu^{2+}$ ,  $Ti^{3+}$  происходит гораздо быстрее, чем у  $Rh^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ?
26. Приведите примеры влияния реакций растворителя на механизм реакций замещения. Как влияет размер лигандов на механизм реакций замещения?
27. Какие реакции называют комплементарными и некомплементарными, одноэлектронными и двухэлектронными?

### 6.4. Критерии оценивания

Текущая аттестация проводится в виде письменного опроса. Студент в течение 60 минут должен подготовить правильный развернутый письменный ответ на два теоретических вопроса. Критерии оценивания письменного опроса при текущей аттестации аналогичны критериям оценивания промежуточной аттестации. Максимальное количество баллов -10.

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными при прохождении промежуточной аттестации: Для получения зачета необходимо набрать не менее 12 баллов из 20 возможных (за текущую и промежуточную аттестацию).

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.2. Дополнительная литература

Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
---------	----------	---------------	--------



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Чугаев Л. А., Жаворонков Н. М., Соловьев Ю. И.	Химия комплексных соединений: исследования в области комплексных соединений. Статьи 1907-1926: сборник научных трудов ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427203">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427203</a> )	Ленинград : Наука, Ленинградское отделение, 1979	ЭБС

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> .
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> .
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> .
Э4	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a> .
Э5	Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс] : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a> .

## 7.3 Перечень информационных технологий

### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. –  
Челябинск, 1992. –

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типов, для проведения групповых  
консультаций, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 321.

Основное оборудование: учебная мебель, рабочие места на 50 человек, доска ученическая обычная, настенная.

Мультимедийное оборудование: EPSON EB X41, экран с электроприводом Lumen, активная акустическая система  
Microlab solo-6c, персональный компьютер.

Учебно-наглядные пособия: мультимедийная презентация, периодическая система Д.И.Менделеева

Программное обеспечение:

MS Windows XP Professional SP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008г.

MS Office 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г.

ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017г.

Имеются помещения для самостоятельной работы с компьютерной техникой и с возможностью подключения к сети  
«Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основными видами самостоятельной работы студентов являются: работа с бумажными источниками информации  
(конспектом, книгой, методическими указаниями), работа с источниками сети Интернет.

Изучать курс рекомендуется по темам в соответствии с программой (расположение материала в программе курса не  
всегда совпадает с расположением его в том или ином учебнике, но соответствует тематике лекционных занятий)  
постепенно, в течение семестра. Не следует переходить к изучению последующей темы, пока материал предыдущей  
темы не усвоен.

При изучении материала по конспектам следует обращать внимание на приводимые на занятиях ссылки сети  
Интернет. Студенту следует больше «экспериментировать» с ними, изучать справочную систему, различные  
возможности и сервисы соответствующих сайтов. Особое внимание необходимо уделять англоязычным ресурсам,  
поскольку подавляющее большинство научной информации публикуется на английском языке. При знакомстве с  
подобными ресурсами не следует «бояться» английского языка, при наличии затруднений желательнее пользоваться  
онлайн переводчиками и/или словарями.



Перед осуществлением любого поиска информации следует тщательно продумывать стратегию: внимательно подходить к выбору ключевых слов, заранее продумывать их логические комбинации, знакомиться со справочной системой того или иного инструмента поиска и т.д. В процессе поиска необходимо обращать внимание на релевантность выдаваемых в процессе поиска документов. При поиске информации в реферативных базах данных желательно запоминать/записывать фамилии авторов работающих по интересующей студента тематике и осуществлять поиск других работ данных авторов. После каждого поиска необходимо детально фиксировать информацию о найденных документах (указывать когда искали, где искали, какие ключевые слова использовали и т.д.).

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме отложенного времени с использованием системы дистанционного обучения Moodle и электронной почты. Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам посредством электронной почты, социальных сетей (Вконтакте). Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобного для него месте, времени и темпе.

#### **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.