



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФГБОУ ВО «ИГУ»**

**Кафедра общей и неорганической химии**



**УТВЕРЖДАЮ**

декан, Вильмс А.И.

15.04.2025 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.ДВ.06.02 Избранные главы координационной химии**

Направление подготовки **04.03.01 «Химия»**

Направленность **Химия**

Квалификация (степень) выпускника – **БАКАЛАВР**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК  
химического факультета

Протокол №4 от 15.04.2025г.

Председатель

( Вильмс А.И.)

Рекомендовано кафедрой  
общей и неорганической химии:

Протокол № 4 от «11» апреля 2025 г.

Зав. кафедрой

Сафронов А.Ю.

**Иркутск 2025 г.**

## Содержание

|                                                                                                                        | стр. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Цели и задачи дисциплины (модуля)                                                                                   | 3    |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.                                                                         | 3    |
| 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)                                                               | 3    |
| 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы                                                                     | 4    |
| 5. Содержание дисциплины (модуля)                                                                                      | 5    |
| 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)                                                                     | 5    |
| 5.2. Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с<br>обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями) | 6    |
| 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий                                                                 | 7    |
| 6. Перечень лекционных занятий                                                                                         | 7    |
| 6.1. План самостоятельной работы студентов                                                                             | 8    |
| 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов                                             | 8    |
| 7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)                                                          | 8    |
| 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):                                               | 8    |
| а) основная литература;                                                                                                | 8    |
| б) дополнительная литература;                                                                                          | 9    |
| в) Интернет-источники                                                                                                  | 9    |
| 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)                                                             | 9    |
| 10. Образовательные технологии                                                                                         | 9    |
| 11. Оценочные средства (ОС)                                                                                            | 9    |

## **I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Курс «Избранные главы координационной химии» имеет своей целью получение фундаментальных знаний в области координационной химии и представлений о её тесной взаимосвязи с органической химией, катализом и биохимией.

Задача курса – показать современные взгляды на координационные соединения, взаимосвязь строения и типов реакционной способности координационных соединений, механизмов их превращений, путей стабилизации электронных состояний металла и определенного лигандного окружения, путей активации лигандов при координации, а также области возможного применения.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:**

Учебная дисциплина «Избранные главы координационной химии» входит в раздел дисциплин по выбору учебного плана программы подготовки по направлению 04.03.01 Химия.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Общая химия. Химия неметаллов;
- Металлическая связь. Химия металлов;
- Аналитическая химия;
- Физико-химические методы анализа.

Необходимыми требованиями к «входным» знаниям, умениям и готовностям студента при освоении данной дисциплины и приобретенными в результате освоения предшествующих дисциплин являются:

### **Знание:**

- основ курсов неорганической и физической химии;
- основные теории строения вещества;
- теоретических основ физико-химических методов анализа;

### **Умение:**

- работать с бумажными и электронными издательствами;
- работать с лабораторной техникой;

### **Владение:**

- навыками расшифровки спектров ЯМР, ЭПР, ИК;
- навыками синтетической работы в инертной атмосфере.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Дисциплина «Избранные главы координационной химии», призвана формировать у студентов конечную стадию знаний и умений, необходимых для дальнейшей научной и практической в области координационной химии, химической технологии, лазерной техники, микроэлектроники и нанотехнологий. Теоретический арсенал химии координационных соединений и сами координационные соединения, широко используются практически во всех отраслях химической науки: аналитической и органической химии, биохимии, катализе, электрохимии, фотохимии, теории растворов и т.д. В связи с этим развитие теоретического и экспериментального базиса химии координационных соединений как междисциплинарной науки имеет общехимическое и, в целом, общенаучное значение.

### III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК-6** Способен применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов

**ИДК<sub>ПК-6.1</sub>** Знает теоретические основы координационной химии и способы их использования при решении конкретных химических задач

**ИДК<sub>ПК-6.2</sub>** Использует компьютерные технологии для систематизации результатов эксперимента

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- современную теорию строения координационных соединений переходных металлов;
- основные методы определения состава и строения координационных соединений;
- термодинамические аспекты комплексообразования;

**Уметь:**

- находить взаимосвязь строения и типов реакционной способности координационных соединений;
- находить взаимосвязь координационной химии с органической химией, катализом и биохимией.

**Владеть:**

- современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов исследований в области координационной химии;
- навыками в интерпретации спектров ЯМР, ЭПР, ИК координационных соединений.

### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.** Из них 34 часов практическая подготовка. Форма промежуточной аттестации: Зачет.

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

| № п/п | Раздел дисциплины/темы                                               | Семестр | Из них практическая подготовка | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |                      |             |                        |  | Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации |
|-------|----------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|------------------------|--|----------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                      |         |                                | Контактная работа преподавателя с обучающимися                                           |                      |             | Самостоятельная работа |  |                                                                      |
|       |                                                                      |         |                                |                                                                                          |                      |             |                        |  |                                                                      |
|       |                                                                      |         |                                | Лекции                                                                                   | практические занятия | Всего часов | Консультации + КО      |  |                                                                      |
| 1.    | Введение в координационную химию                                     |         |                                | 2                                                                                        |                      |             |                        |  |                                                                      |
| 2.    | Комплексообразователи и лиганды; изомерия координационных соединений |         | 12                             | 6                                                                                        | 6                    | 4           | 8                      |  |                                                                      |
| 3.    | Термодинамика комплексообразования.                                  |         | 12                             | 6                                                                                        | 6                    | 4           | 8                      |  |                                                                      |
| 4.    | Прикладные аспекты химии координационных соединений                  |         | 10                             | 4                                                                                        | 6                    | 3           | 8                      |  |                                                                      |
|       | Всего                                                                | 8       | 34                             | 18                                                                                       | 18                   | 11          | 25                     |  | Зачет                                                                |

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| Семестр                                                                                                  | Название раздела, темы                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Самостоятельная работа обучающихся                                                                                                                                          |                  |                     | Оценочное средство | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Вид самостоятельной работы                                                                                                                                                  | Сроки выполнения | Трудоемкость (час.) |                    |                                                        |
| 8                                                                                                        | История развития химии координационных соединений.                                                                                                                                                                                                                                                         | Проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами, дополнение конспекта материалами из рекомендованной литературы. Выполнение домашней контрольной работы. |                  | 3                   | Устный опрос       | См. список лит-ры                                      |
| 8                                                                                                        | Обзорный анализ комплексообразующих свойств элементов Периодической системы: значения координационных чисел, характерные лиганды, устойчивости и геометрия комплексов                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                             |                  | 8                   |                    |                                                        |
| 8                                                                                                        | Термодинамические характеристики реакций комплексообразования, их взаимосвязь. Константы устойчивости координационных соединений. Методы стандартизации термодинамических параметров комплексообразования. Расчеты равновесий комплексообразования. Основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов. |                                                                                                                                                                             |                  | 14                  |                    |                                                        |
| <b>Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                             |                  |                     | <b>25</b>          |                                                        |

### 4.3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение в координационную химию. История развития химии координационных соединений. Общие сведения и понятия о координационных соединениях. Центральный атом – комплексообразователь, лиганды, внутренняя и внешняя координационные сферы. Степень окисления и координационное число центральных ионов. Дентатность лигандов. Диссоциация в растворах комплексных частиц. Классификация и правила номенклатуры координационных соединений. Детальные, полные и сокращенные формулы координационных соединений. Особенности комплексообразования в различных агрегатных состояниях (твердая, жидкая и газовая фазы).

Модельные подходы к объяснению параметров химического связывания в координационных соединениях. Электростатический подход: модель мультипольных взаимодействий и концепция электронейтральности. Теория кристаллического поля. Объяснение спектральных и магнитных свойств комплексов. Проблема стабилизации состояний окисления комплексообразователей. Эффект Яна-Теллера. Метод валентных связей. Низко- и высокоспиновые комплексы. Внутри- и внешнеорбитальные комплексы. Теория поля лигандов как развитие теории кристаллического поля. Анализ возможностей и ограничений применения подходов к описанию химической связи в комплексных частицах.

Комплексообразователи и лиганды; изомерия координационных соединений.

Обзорный анализ комплексообразующих свойств элементов 1 – 18 групп Периодической системы: значения координационных чисел, характерные лиганды, устойчивости и геометрия комплексов, наиболее адекватные модели строения комплексов. Щелочные и щелочно-земельные металлы как комплексообразователи. Типы образуемых комплексов и их устойчивость. Координационные соединения p-элементов. Особенности комплексообразования редкоземельных элементов (РЗЭ). Закономерности изменения устойчивости и строения координационных соединений в ряду РЗЭ, роль "лантаноидного" сжатия.

Общая классификация лигандов. Лиганды молекулярных комплексов: атомы, ионы, дигомо-, полигомо- и гетероядерные неорганические молекулы, органические соединения. Амбидентатность лигандов. Хелатные лиганды, понятие о хелатном и полихелатном эффектах. Макроциклические лиганды, их классификация по Яцимирскому. Макроциклический эффект. Лиганды комплексов с многоцентровыми координационными связями. Лиганды ди- и полиядерных комплексов. Молекулы растворителей как лиганды сольваток комплексов. Донорная сила растворителей.

Типы изомерии координационных соединений: гидратная, ионизационная, координационная (в т.ч. координационная полимерия), структурная, изомерия связи, геометрическая, оптическая и конформационная. Влияние типа изомерии координационного соединения на его физико-химические свойства.

Термодинамика комплексообразования.

Стабильность комплексов переходных металлов в низких степенях окисления. Физико-химические методы в координационной химии

Термодинамические характеристики реакций комплексообразования, их взаимосвязь. Константы устойчивости координационных соединений. Методы стандартизации термодинамических параметров комплексообразования. Расчеты равновесий комплексообразования. Основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Ряд Ирвинга-Уильямса для изохорно-изозарядных ионов. Температурные зависимости констант устойчивости как отражение ковалентного и электростатического вкладов в координационную связь. Закономерности изменения последовательных констант устойчивости (статистическая и "химическая" компоненты, влияние природы лиганда, спинового состояния, гибридизации). Термодинамика хелатного, полихелатного и макроциклического эффектов. Влияние растворителя как среды и химического реагента на комплексообразование. «Стабильность» комплексов переходных металлов в низких степенях окисления.

Общая стратегия применения физико-химических методов в координационной химии. Дифракционные методы (рентгенография, электронография, нейтронография). Спектроскопические методы (ЯМР, ЭПР, ЯКР, КР,  $\gamma$ -резонансная, абсорбционная в широком диапазоне длин волн (от УФ до радиочастотной и др.)). Электрохимические методы (потенциометрия, полярография). Экстракционные методы. Калориметрические методы, в т.ч. методы термического анализа. Исследования растворимости. Ионообменные методы. Компьютерное моделирование.

Прикладные аспекты химии координационных соединений .

Координационные соединения в живых организмах. Биометаллы, их краткая характеристика. Понятие о биокоординационной химии. Бيوкомплексы и биокластеры. Бيوкомплексы с анионами неорганических кислот. Бيوкомплексы с аминокислотами и белками. Бيوкомплексы с порфиринами. Токсичность металлов: роль комплексообразования.

Основные аспекты применения координационных соединений. Комплексные соединения платины как противоопухолевые препараты. Проблемы разработки лекарственных форм на их основе. Применение летучих координационных соединений в технологии получения материалов из газовой фазы (MOCVD). Основные разновидности материалов, получаемых по технологии CVD. Перспективы применения гетероядерных соединений при синтезе многокомпонентных материалов. Особенности различных способов перевода комплексных соединений в пар, выбор оптимального способа в соответствии с природой комплекса. Комплексы в гальванотехнике, аналитической химии и др. областях.

#### 4.3.1. Перечень практических занятий

| №<br>п/п | Наименование практических занятий                                                                                                                                                                                                                                                                       | Трудоемкость (час) |                                      | Оценочные<br>средства | Формируемые<br>компетенции /<br>индикаторы* |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Всего              | Из них<br>практическая<br>подготовка |                       |                                             |
|          | История развития химии координационных соединений.                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                  | 3                                    | Устный<br>опрос       | <b>ИДК</b> пк-6.1<br><b>ИДК</b> пк-6.2      |
|          | Обзорный анализ комплексобразующих свойств элементов Периодической системы: значения координационных чисел, характерные лиганды, устойчивости и геометрия комплексов                                                                                                                                    | 8                  | 8                                    |                       |                                             |
|          | Термодинамические характеристики реакций комплексобразования, их взаимосвязь. Константы устойчивости координационных соединений. Методы стандартизации термодинамических параметров комплексобразования. Расчеты равновесий комплексобразования. Основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов. | 14                 | 14                                   |                       |                                             |
|          | Всего                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 25                 | 25                                   |                       |                                             |

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

| Тема | Вид самостоятельной работы                                                                                                      | Задание                                                                                                                                                                     | Рекомендуемая литература | Кол-во часов |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|
| 1    | Репродуктивная самостоятельная работа. Познавательного-поисковая самостоятельная работа.                                        | Проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами, дополнение конспекта материалами из рекомендованной литературы. Выполнение домашней контрольной работы. | смотри п. 8              | 3            |
| 2    |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                             | смотри п. 8              | 6            |
| 3    |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                             | смотри п. 8              | 8            |
| 4    | Самостоятельное прочтение, просмотр и конспектирование учебной литературы. Прослушивание лекций, повторение учебного материала. |                                                                                                                                                                             | смотри п. 8              | 8            |

#### 4.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В связи с тем, что к современным специалистам потенциальный работодатель предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых одним из важнейших является наличие у выпускника способностей и умений самостоятельно получать знаний из различных источников путем поиска информации, ее систематизации и обобщения, развитие данных навыков является важным фактором в процессе обучения. Сформировать подобные умения помогают в период его обучения такие виды работ, как практические занятия, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ, однако немаловажным также является самостоятельная работа студентов, которая может реализовываться в виде:

- при оформлении конспектов в ходе аудиторных занятий;
- при контакте с преподавателем вне рамок занятий во время: консультаций по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре в ходе выполнения квалификационной работы, решении задач, подготовке к зачету.

#### 4.5. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовые работы не предусмотрены

#### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины.

При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

**а) основная литература:**

1. Вильмс, Алексей Иванович. Введение в координационную химию [Текст] : учеб. пособие / А. И. Вильмс ; рец.: А. В. Иванов, Д. А. Матвеев ; Иркутский гос. ун-т, Хитм. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 116 с. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1266-5;
2. Избранные главы координационной химии [Текст] : учеб. пособие / Иркут. гос. ун-т, Хим. фак. ; сост.: А. И. Вильмс, И. А. Бабенко. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2017. - 139 с. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1542-0;
3. Тоуб, Мартин. Механизмы неорганических реакций [Электронный ресурс] / М. Тоуб, авт. Дж. Берджесс = Inorganic reaction mechanisms. - Москва : Лаборатория знаний (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2014. - 678 с. : ил. ; 24. - (Химия). - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=66360](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66360). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Библиогр. в конце разделов и в подстроч. примеч. - Пер. изд.: Inorganic reaction mechanisms / Tobe, Burgess. - ISBN 978-5-9963-2520-7
4. Киселёв, Юрий Михайлович. Химия координационных соединений [Текст] : учеб. и задачник для бакалавриата и магистратуры : учеб. для студ. вузов, обуч. по естеств.-науч. напр. и спец. / Ю. М. Киселёв ; МГУ им. М. В. Ломоносова, Моск. гос. ун-т тонких хим. технологий им. М. В. Ломоносова. - М. : Юрайт, 2014. - 657 с. : ил. ; 22 см. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - Библиогр.: с. 547-548. - ISBN 978-5-9916-4164-7 :2экз



**б) дополнительная литература:**

5. Михайлов, Олег Васильевич. Систематика и номенклатура химических веществ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. В. Михайлов. - ЭВК. - М. : Университет, 2008. - 309 с. - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - ISBN 978-5-98227-161-7.
6. Федотов, М. А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии [Электронный ресурс] / М. А. Федотов. - Электрон. текстовые дан. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 384 с. : ил. - ЭБС "Айбукс". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9221-1202-4
7. Шаулина, Людмила Павловна. Органические реагенты и комплексные соединения в аналитической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. П. Шаулина. - ЭВК. - Иркутск : ИГУ, 2012. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.
8. Михайлов, Олег Васильевич. Систематика и номенклатура химических веществ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. В. Михайлов. - ЭВК. - М. : Университет, 2008. - 309 с. - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - ISBN 978-5-98227-161-7.
9. Черняк, Абрам Самуилович. Избранные главы неорганической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. С. Черняк, Т. Н. Ясько ; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - Электрон. текстовые дан. - Иркутск : Изд-во НБ ИГУ, 2005. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. - (Труды ученых ИГУ). - Систем. требования: процессор Pentium I и выше ; ОЗУ 64 Мб ; операц. система Windows 95/98/2000/XP ; CD-ROM привод ; программа Adobe Acrobat Reader 3.0 и выше ; мышь. - Режим доступа: . - Загл. с этикетки диска. - (в кор.)

10. Координационная химия [Текст] : Учеб. пособие / В. В. Скопенко [и др.]. - М. : Академкнига, 2007. - 487 с. : ил. ; 25 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-94628-287-1 (2экз.);

11. Киселёв, Юрий Михайлович. Химия координационных соединений [Текст] : учеб. и задачник для бакалавриата и магистратуры : учеб. для студ. вузов, обуч. по естеств.-науч. напр. и спец. / Ю. М. Киселёв ; МГУ им. М. В. Ломоносова,

**в) Интернет-источники:**

1. <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2123.html>
2. [http://www.chem-astu.ru/chair/study/genchem/r5\\_1.htm](http://www.chem-astu.ru/chair/study/genchem/r5_1.htm)
3. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/97534/Комплексные>

**VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

**Оборудование**

| №<br>п/п | Наименование            | Количество |
|----------|-------------------------|------------|
| 1        | Персональный компьютер  | 1          |
| 2        | Мультимедийный проектор | 1          |
| 3        | Доска меловая           | 1          |

**VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:**

В процессе изучения дисциплины используются как традиционные, так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы и формы обучения. При прохождении дисциплины «Основы неорганического синтеза» предусмотрены

1) лекции с применением объяснительно-иллюстративных технологий и разбором конкретных ситуаций.

2) самостоятельная работа студентов, включающая подготовку к практическим занятиям в форме изучения теоретического материала лекций, выполнения домашних контрольных работ; подготовку к текущему контролю успеваемости;

3) консультирование студентов по изучаемым теоретическим и практическим вопросам.

**VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА:**

Формы текущего контроля: наличие конспектов, устный опрос.

Вид промежуточной аттестации: зачет.

**ТЕМАТИКА ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

➤ Центральный атом – комплексообразователь, лиганды, внутренняя и внешняя координационные сферы. Степень окисления и координационное число центральных ионов. Дентатность лигандов. Диссоциация в растворах комплексных частиц. Классификация и правила номенклатуры координационных соединений. Детальные, полные и сокращенные формулы координационных соединений.

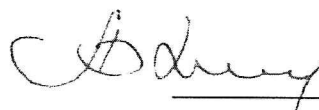
- Теория кристаллического поля. Объяснение спектральных и магнитных свойств комплексов. Проблема стабилизации состояний окисления комплексообразователей. Эффект Яна-Теллера.
- Метод валентных связей. Низко- и высокоспиновые комплексы. Внутри- и внешнеорбитальные комплексы.
- Теория поля лигандов как развитие теории кристаллического поля. Анализ возможностей и ограничений применения подходов к описанию химической связи в комплексных частицах.
- Комплексообразователи и лиганды; изомерия координационных соединений
- Общая классификация лигандов. Лиганды молекулярных комплексов: атомы, ионы, дигомо-, полигомо- и гетероядерные неорганические молекулы, органические соединения. Амбидентатность лигандов.
- Металлоорганические соединения элементов главных подгрупп.
- Основные аспекты применения координационных соединений. Комплексные соединения платины как противоопухолевые препараты. Проблемы разработки лекарственных форм на их основе.
- Комплексы в гальванотехнике, аналитической химии и др. областях.
- Окислительно-восстановительные реакции. Внутрисферный и внешнесферный процессы переноса электрона. Влияние электронной конфигурации металла и координационной сферы на скорость процесса. Уравнение Маркуса.

### **ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

1. Комплексообразователь, лиганды, внутренняя и внешняя координационные сферы.
2. Степень окисления и координационное число центральных ионов. Дентатность лигандов. Диссоциация в растворах комплексных частиц.
3. Классификация и правила номенклатуры координационных соединений. Детальные, полные и сокращенные формулы координационных соединений.
4. Особенности комплексообразования в различных агрегатных состояниях (твердая, жидкая и газовая фазы).
5. Теория кристаллического поля. Объяснение спектральных и магнитных свойств комплексов. Проблема стабилизации состояний окисления комплексообразователей. Теория поля лигандов как развитие теории кристаллического поля.
6. Значения координационных чисел, характерные лиганды, устойчивости и геометрия комплексов, наиболее адекватные модели строения комплексов.
7. Щелочные и щелочно-земельные металлы как комплексообразователи. Типы образуемых комплексов и их устойчивость.
8. Координационные соединения p-элементов.

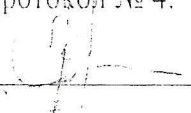
9. Особенности комплексообразования редкоземельных элементов (РЗЭ). Закономерности изменения устойчивости и строения координационных соединений в ряду РЗЭ, роль "лантаноидного" сжатия.
10. Общая классификация лигандов. Лиганды молекулярных комплексов: атомы, ионы, дигомо-, полигомо- и гетероядерные неорганические молекулы, органические соединения.
11. Амбидентатность лигандов. Хелатные лиганды, понятие о хелатном и полихелатном эффектах. Макроциклические лиганды, их классификация по Яцимирскому.
12. Макроциклический эффект. Лиганды комплексов с многоцентровыми координационными связями. Лиганды ди- и полиядерных комплексов.
13. Молекулы растворителей как лиганды сольваток комплексов. Донорная сила растворителей.
14. Типы изомерии координационных соединений: гидратная, ионизационная, координационная (в т.ч. координационная полимерия), структурная, изомерия связи, геометрическая, оптическая и конформационная.
15. Влияние типа изомерии координационного соединения на его физико-химические свойства.
16. Термодинамические характеристики реакций комплексообразования, их взаимосвязь. Константы устойчивости координационных соединений.
17. Основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Ряд Ирвинга-Уильямса для изохорно-изозарядных ионов.
18. Температурные зависимости констант устойчивости как отражение ковалентного и электростатического вкладов в координационную связь.
19. Закономерности изменения последовательных констант устойчивости (статистическая и "химическая" компоненты, влияние природы лиганда, спинового состояния, гибридизации).
20. Общая стратегия применения физико-химических методов в координационной химии.
21. Координационные соединения в живых организмах.
22. Биометаллы, их краткая характеристика. Понятие о биокоординационной химии. Биок комплексы и биокластеры. Биок комплексы с анионами неорганических кислот.
23. Биок комплексы с аминокислотами и белками. Биок комплексы с порфиринами. Токсичность металлов: роль комплексообразования.
24. Основные аспекты применения координационных соединений. Комплексные соединения платины как противоопухолевые препараты. Проблемы разработки лекарственных форм на их основе.
25. Применение летучих координационных соединений в технологии получения материалов из газовой фазы (MOCVD).
26. Комплексные соединения в гальванотехнике, аналитической химии и др. областях.

**Разработчик:**  
**К.Х.Н., доцент**



**Вильмс А.И.**

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и неорганической химии  
«11» апреля 2025 г., протокол № 4.

Зав. кафедрой  /А. Ю. Сафронов/

*Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*