

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.02.02 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ

Комплексообразование в растворах

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

04.03.01.32 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

д.х.н., профессор , Головнев Николай Николаевич

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Рассмотрение представлений и подходов современной неорганической химии и термодинамики в применении к растворам комплексных соединений

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате преподавания дисциплины обучающиеся должны:

- расширить и углубить фундаментальные знания, посвященные состоянию химических элементов в растворах, термодинамике и кинетике процессов комплексообразования в растворах;

- сформировать современные теоретические представления и приобрести навыки решения практических задач в области анализа и описания равновесий комплексообразования в растворах;

- научиться в работе с современными источниками химической информации (справочники, периодические издания, электронные ресурсы и т.д.).

- сформировать навыки применения своих знаний для решения различных практических задач, связанных с химией комплексных соединений.

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

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения по дисциплине   |
|--|---|
| <b>ПК-3: Способен проектировать и осуществлять направленный синтез полифункциональных соединений и под руководством специалиста более высокой квалификации</b> |   |
| ПК-3.1: Проектирует направленный синтез полифункциональных материалов с заданным набором свойств в рамках поставленной задачи                                  | Знать свойства полифункциональных материалов<br>Знать свойства полифункциональных материалов с предполагаемым набором свойств<br>Уметь проектировать условия синтеза в зависимости от предполагаемых свойств новых материалов<br>Уметь проектировать условия синтеза в зависимости от предполагаемых свойств новых полифункциональных материалов<br>Владеть навыками проектирования направленного синтеза материалов с заданными свойствами<br>Владеть навыками проектирования направленного синтеза полифункциональных материалов с заданными свойствами |

|  |   |
|--|---|
| <p>ПК-3.2: Осуществляет направленный синтез соединений по заданию специалиста более высокой квалификации</p>   | <p>Знать условия направленного синтеза соединений<br/> Знать и осуществлять условия направленного синтеза соединений<br/> Уметь осуществлять направленный синтез соединений<br/> Уметь осуществлять направленный синтез полифункциональных соединений</p>   |
|  | <p>Владеть навыками проведения синтеза соединений<br/> Владеть навыками направленного синтеза полифункциональных соединений</p>   |
| <p><b>УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</b></p> |   |
| <p>УК-8.1: Выявляет вероятные риски, определяет и оценивает опасные и вредные факторы влияющие на жизнедеятельность при возникновении чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и социального происхождения</p>   | <p>Знать признаки рисков, вредных факторов, влияющих на жизнедеятельность при возникновении чрезвычайных ситуаций<br/> Знать признаки рисков, вредных факторов, влияющих на жизнедеятельность при возникновении чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и социального происхождения<br/> Уметь выявлять вероятные риски, определять и оценивать вредные факторы при чрезвычайных ситуациях природного происхождения<br/> Уметь выявлять вероятные риски, определять и оценивать вредные факторы при чрезвычайных ситуациях природного, техногенного и социального происхождения<br/> Владеть способностью определять и оценивать опасные и вредные факторы, влияющие на жизнедеятельность при возникновении чрезвычайных ситуаций природного происхождения<br/> Владеть способностью определять и оценивать опасные и вредные факторы, влияющие на жизнедеятельность при возникновении чрезвычайных ситуациях природного, техногенного и социального происхождения</p> |
| <p>УК-8.2: Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности</p>   | <p>Знать опасные факторы в рамках осуществляемой деятельности<br/> Знать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности<br/> Идентифицировать вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности<br/> Идентифицировать вредные и опасные факторы в рамках осуществляемой деятельности<br/> Навыками идентификации вредных факторов<br/> Навыками идентификации вредных и опасных факторов</p>   |

|   |  |
|---|--|
| УК-8.3: Выявляет факторы вредного влияния производственных процессов и осуществляет действия по минимизации и предотвращению техногенного воздействия на природную среду с целью обеспечения устойчивого развития | Знать факторы вредного влияния производственных процессов<br>Знать факторы вредного влияния производственных процессов, знать как минимизировать действие вредного влияния<br>Уметь выявлять факторы вредного влияния производственных процессов<br>Уметь выявлять и минимизировать факторы вредного влияния производственных процессов<br>Владеть способностью определять факторы вредного влияния производственных процессов<br>Владеть способностью определять и минимизировать факторы вредного влияния производственных процессов |
|---|--|

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы                         | Всего,<br>зачетных<br>единиц<br>(акад.час) | е |
|--|--|---|
|  |  | 1 |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b> | <b>1,94 (70)</b>                           |   |
| занятия лекционного типа                   | 0,94 (34)                                  |   |
| практические занятия                       | 0,5 (18)                                   |   |
| лабораторные работы                        | 0,5 (18)                                   |   |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> | <b>1,06 (38)</b>                           |   |
| курсовое проектирование (КП)               | Нет  |   |
| курсовая работа (КР)                       | Нет  |   |

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

|  |   | Контактная работа, ак. час.    |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|--|---|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| №<br>п/п                                   | Модули, темы (разделы) дисциплины   | Занятия<br>лекционного<br>типа |                          | Занятия семинарского типа                 |                          |  |                          | Самостоятельная<br>работа, ак. час. |                          |
|  |   |                                |                          | Семинары и/или<br>Практические<br>занятия |                          | Лабораторные<br>работы и/или<br>Практикумы |                          |                                     |                          |
|  |   | Всего                          | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                     | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                      | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                               | В том<br>числе в<br>ЭИОС |
| <b>1. Комплексообразование в растворах</b> |   |                                |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 1. Классификация, номенклатура, изомерия, диссоциация комплексных соединений. деятельности  | 4                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 2. Метод валентных связей и теория кристаллического поля  | 4                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 3. Константа равновесия, эффекты среды  | 4                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 4. Ступенчатые и общие константы устойчивости комплексов. Функция образования. Мольная доля формы   | 4                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 5. Диаграммы распределения химических форм  | 4                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 6. Условные константы устойчивости, их применение   | 4                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|  | 7. Термодинамика ступенчатого комплексообразования. Статистический эффект. Классификация металлов и лигандов (концепция ЖМКО). Хелатный и макроциклический эффекты. | 6                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |

|  |   |  |   |  |  |  |  |  |
|--|---|--|---|--|--|--|--|--|
| 8. Классификация механизмов реакций замещения лигандов в комплексных соединениях   | 4 |  |   |  |  |  |  |  |
| 9. Классификация комплексов. Номенклатура. Диссоциация в растворе  |   |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 10. Теории координационной связи. Метод валентных связей. Теория кристаллического поля, Метод молекулярных орбиталей   |   |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 11. Уравнения материального баланса и электронейтральности. Представленность форм в материальном балансе и свойствах системы   |   |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 12. Физико-химические положения, лежащие в основе описания и изучения равновесий в растворе. Химическая форма и среда. Различные уровни детализации состава растворов и представления химических равновесий. |   |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 13. Константы равновесий в растворах. Расчеты коэффициентов активности с помощью эмпирических уравнений.   |   |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 14. Функция образования. Мольная доля формы.   |   |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 15. Построение диаграмм распределения химических форм.   |   |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 16. Расчет условных констант устойчивости и их применение.   |   |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 17. Окислительно-восстановительные равновесия. Ряды Латимера, диаграммы Фроста, их построение и применение. ворах  |   |  | 2 |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |   |  |   |  |
|--|--|--|--|--|---|--|---|--|
| 18. Изучение электронных спектров тиомочевинных комплексов висмута(III) и определение числа поглощающих химических форм при различных условиях                               |  |  |  |  | 6 |  |   |  |
| 19. Определение константы устойчивости моно тиомочевинного комплекса висмута(III) спектрофотометрическим методом   |  |  |  |  | 6 |  |   |  |
| 20. Синтез и характеристика комплексов металлов с 2-тиобарбитуровой и барбитуровой кислотами   |  |  |  |  | 6 |  |   |  |
| 21. Методы синтеза комплексных соединений. Особенности их кристаллизации из растворов  |  |  |  |  |   |  | 2 |  |
| 22. Химическая форма в растворе.   |  |  |  |  |   |  | 2 |  |
| 23. Типы координации лигандов к ионам металлов в растворах. Полиядерные комплексы. Однородные и смешаннолигандные комплексы.   |  |  |  |  |   |  | 2 |  |
| 24. Координационные полиэдры в комплексах s-, p-, d- и f-металлов.   |  |  |  |  |   |  | 2 |  |
| 25. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки (Гиллеспи). Модель Кеперта.   |  |  |  |  |   |  | 2 |  |
| 26. Электронное строение октаэдрических комплексов в рамках теории молекулярных орбиталей.   |  |  |  |  |   |  | 2 |  |
| 27. Использование стандартного электродного потенциала для установления направления электрохимического процесса. Расчет с его помощью энергии Гиббса и константы равновесия. |  |  |  |  |   |  | 2 |  |
| 28. Ряды Латимера. Принцип их построения. Оценка сравнительной устойчивости комплексов в различной степени окисления центрального иона.                                      |  |  |  |  |   |  | 2 |  |

|  |    |  |    |  |    |  |    |  |
|--|----|--|----|--|----|--|----|--|
| 29. Последовательность построения диаграмм Фроста. Использование диаграмм Фроста для характеристики состояния химических элементов в водных растворах.   |    |  |    |  |    |  | 2  |  |
| 30. Активность. Коэффициент активности и методы его определения. Проблема определения коэффициента активности отдельного иона.   |    |  |    |  |    |  | 6  |  |
| 31. Механизмы реакций замещения лигандов в октаэдрических и квадратных комплексах.   |    |  |    |  |    |  | 4  |  |
| 32. Транс-влияние. Его использование в синтезе комплексных соединений.   |    |  |    |  |    |  | 2  |  |
| 33. Теоретические положения обосновывающие закономерность транс-влияния  |    |  |    |  |    |  | 4  |  |
| 34. Закономерности изменения значений констант устойчивости. Влияние природы лиганда, центрального иона, ионной среды, растворителя и температуры  |    |  |    |  |    |  | 4  |  |
| 35. оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если в ответе верно изложено не менее 50 % материала и не допущено существенных неточностей; оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части (более 50 %) программного материала и допускает существенные ошибки. |    |  |    |  |    |  |    |  |
| Всего  | 34 |  | 18 |  | 18 |  | 38 |  |

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Киселев Ю. М., Добрынина Н. А. Химия координационных соединений: учебное пособие для вузов по специальности 020101.65 (011000) "Химия"(Москва).
2. Скопенко В. В., Цивадзе А. Ю., Савранский Л. И., Гарновский А. Д. Координационная химия: учеб. пособие для студентов по специальности 020101.65 - "Химия"(Москва: Академкнига).
3. Головнев Н. Н., Петров А. И. Равновесие в растворах: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. 02100.10062 «Химия»](Красноярск: СФУ).
4. Тамм М.Е., Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. Физико-химические основы неорганической химии: учебник(Москва: Издательский центр «Академия»).
5. Хартли Ф. Р., Бергес К., Оллок Р., Петрухин О. М. Равновесия в растворах: перевод с английского(Москва: Мир).
6. Головнев Н. Н., Молокеев М. С. 2-тиобарбитуровая кислота и ее комплексы с металлами: синтез, структура и свойства: монография (Красноярск: СФУ).
7. Головнев Н. Н. Влияние рН на равновесия комплексообразования: учебное пособие(Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ]).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. MS Power point
2. MS Internet explorer
3. Adobe Reader

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. 1 Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. Полнотекстовая коллекция «Российские академические журналы on-line» (издательство «Наука») включает 139 журналов. Заключено лицензионное соглашение (до ноября 2021 г.) об использовании ресурсов со свободным доступом с компьютеров университетской сети. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
2. 2 Nature Publishing Group – годовая подписка на научные электронные журналы издательства Nature Publishing Group: Nature Materials, Nature Nanotechnology. – Режим доступа: <http://www.nature.com> .
3. 3 EBSCO Journals (компания EBSCO Publishing) – электронные журналы. Всего более 7000 названий журналов, 3,5 тысячи рецензируемых журналов. – Режим доступа: <http://search.ebscohost.com>

4. 4 Cambridge University Press - доступ к текущим выпускам журналов издательств Cambridge University Press (с 1996-2015 гг) . – Режим доступа: <http://www.journals.cambridge.org>
5. 5 Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. . – Режим доступа: <http://www.ximuk.ru/encyklopedia/>.

### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ). Спектрофотометры с наборами различных кювет, рН-метры, химическая посуда.