

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Спецпрактикум: Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Неорганическая химия

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Бухаров М.С. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Mikhail.Buharov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Бычкова Т.И. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Tamara.Buchkova@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Зиятдинова А.Б. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Anna.Ziyatdinova@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции  |
|------------------|--|
| ПК-1             | Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач  |
| ПК-2             | Способен использовать приобретенные навыки проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций при решении профессиональных задач |
| ПК-5             | Способен решать стандартные задачи при проведении исследовательской работы в выбранной области химии, в том числе с использованием компьютерных технологий   |
| ПК-6             | Способен анализировать новую научную проблематику в выбранной области химии, применять методы и средства планирования, организации и проведения научных исследований   |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

физическую сущность явлений, лежащих в основе указанных методов и связь с химическими процессами (с числом и составом образующихся частиц в растворе).

Должен уметь:

ориентироваться в возможностях и ограничениях используемых методов для аналитических целей и для исследования реакций комплексообразования.

Должен владеть:

теоретическими знаниями, позволяющими установить взаимосвязь между методами расчета состава и концентраций в растворе и их оптическими, электрохимическими, радиоспектроскопическими характеристиками.

Должен демонстрировать способность и готовность:

работать на спектрофотометрах, потенциометрах, рН-метрах, релаксометрах;  
ставить эксперимент для изучения реакций комплексообразования;  
осуществлять оптимальный выбор метода исследования;  
проводить расчеты состава комплексных частиц и их констант образования по экспериментальным данным.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.11.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Неорганическая химия)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 169 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 168 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 47 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N   | Разделы дисциплины / модуля   | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|-----|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|     |   |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1.  | Тема 1. Знакомство с устройством потенциометра. Компенсационная схема измерения эдс. Определение потенциалов электродов сравнения (каломельного, хлорсеребряного).                                  | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 2.  | Тема 2. Определение состава и устойчивости комплексов методом измерения потенциалов металлических электродов.   | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 3.  | Тема 3. Определение окислительно-восстановительного потенциала электрода; состава и устойчивости комплексов методом измерения окислительно-восстановительных потенциалов.                           | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 4.  | Тема 4. Определение состава и устойчивости разнолигандных комплексных соединений методом потенциометрии.  | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 5.  | Тема 5. Работа на рН-метре. рН-метрический метод исследования равновесий. Приготовление буферных растворов  | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 6.  | Тема 6. Определение концентрационных констант диссоциации слабых кислот и оснований методом потенциометрии.   | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 7.  | Тема 7. Определение состава и устойчивости комплексов методом рН метрического титрования.   | 7       | 0  | 0                    | 10                  | 2                      |
| 8.  | Тема 8. Правила работы с оптическими приборами. Схемы работы приборов. Приготовление рабочих растворов. Выбор оптимальных концентраций ионов металлов, лигандов, рН при УФ-исследовании комплексов. | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 9.  | Тема 9. Снятие спектра поглощения исследуемого комплекса, выбор рабочей длины волны, светофильтра. Проверка подчинения исследуемой системы закону Бугера-Ламберта-Бера.                             | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 10. | Тема 10. Определение состава комплекса методом Жоба по спектрофотометрическим данным.   | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |

| N   | Разделы дисциплины / модуля  | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|-----|--|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|     |  |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 11. | Тема 11. Определение состава комплексного соединения методом сдвига равновесия по спектрофотометрическим данным.                                   | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 12. | Тема 12. Определение константы устойчивости комплексных соединений методом сдвига равновесия по спектрофотометрическим данным.                     | 7       | 0  | 0                    | 10                  | 2                      |
| 13. | Тема 13. СФ-определение констант диссоциации органических реагентов.   | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 14. | Тема 14. Способы измерения времен ядерной магнитной релаксации. Принципы работы ЯМР релаксометра и его настройка.                                  | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 4                      |
| 15. | Тема 15. Исследование зависимости скорости релаксации протонов в растворах исследуемого парамагнитного центра от молярной концентрации последнего. | 7       | 0  | 0                    | 10                  | 4                      |
| 16. | Тема 16. Расчет расстояния от парамагнитного иона до протонов координированных молекул воды по данным релаксационных измерений.                    | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 4                      |
| 17. | Тема 17. Изучение состава и устойчивости моноядерного комплексного соединения методом магнитно-релаксационного титрования.                         | 7       | 0  | 0                    | 10                  | 2                      |
| 18. | Тема 18. Определение g-фактора и константы сверхтонкого взаимодействия по спектрам ЭПР.  | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 19. | Тема 19. Определение магнитной восприимчивости образцов методом Гуи.   | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 2                      |
| 20. | Тема 20. Расчет магнитной восприимчивости парамагнитных солей.   | 7       | 0  | 0                    | 8                   | 3                      |
|     | Итого  |         | 0  | 0                    | 168                 | 47                     |

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### **Тема 1. Знакомство с устройством потенциометра. Компенсационная схема измерения эдс Определение потенциалов электродов сравнения (каломельного, хлорсеребряного).**

Потенциометрический метод исследования равновесий в растворах.

Гальванические цепи. Стандартные значения электродных потенциалов. Реальные значения электродных потенциалов. Уравнение Нернста.

Определение потенциалов электродов (хлорсеребряного, каломельного, хингидронного) с помощью стандартного водородного электрода.

##### **Тема 2. Определение состава и устойчивости комплексов методом измерения потенциалов металлических электродов.**

Индикаторные электроды. Зависимость потенциала индикаторного электрода от температуры, фонового электролита. Компенсационная схема

измерения эдс. Этилендиамминовые, бромидные, иодидные, роданидные, сульфитные и тиомочевинные комплексы серебра(I). Изучение комплексных соединений меди(I) с тиомочевинной, сульфит-, иодид-ионами.

**Тема 3. Определение окислительно-восстановительного потенциала электрода; состава и устойчивости комплексов методом измерения окислительно-восстановительных потенциалов.**

Изучение комплексных соединений в окислительно-восстановительных системах. Расчет по уравнению Нернста окислительно-восстановительного потенциала системы  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$ . Изучение комплексных соединений  $Fe^{3+}$  с фторид-ионами. Определение констант устойчивости и состава фторидных комплексов железа(III) по результатам потенциометрических измерений.

**Тема 4. Определение состава и устойчивости разнолигандных комплексных соединений методом потенциометрии.**

Изучение разнолигандных комплексных соединений  $Cu^{2+}$ ,  $Ag^{+}$ . Определение состава и устойчивости тиосульфатно-иодидных, тиомочевинно-роданидных комплексов серебра(I). Определение состава и устойчивости сульфитно-хлоридного, тиосульфатно-бромидного комплексов меди(I) по результатам потенциометрических измерений.

**Тема 5. Работа на pH-метре. pH-метрический метод исследования равновесий. Приготовление буферных растворов**

Приготовление буферных растворов: ацетатного буфера, аммиачного буфера, фосфатного буфера, буферной смеси из бифталата калия и соляной кислоты, буферной смеси из янтарной кислоты и буры, буферной смеси из бифталата калия и гидроксида натрия, буферной смеси из борной кислоты и буры, буферной смеси из карбоната натрия и соляной кислоты. Измерение pH буферных растворов с помощью стеклянного электрода.

**Тема 6. Определение концентрационных констант диссоциации слабых кислот и оснований методом потенциометрии.**

pH-Метрическое титрование слабых кислот (муравьиной, уксусной, молочной, щавелевой, масляной, бензойной и валериановой) и расчёт констант их диссоциации по методу Бьеррума. pH-Метрическое титрование слабых оснований (аммиака, этилендиамина, пиридина) и расчёт констант их диссоциации по методу Бьеррума.

**Тема 7. Определение состава и устойчивости комплексов методом pH метрического титрования.**

Определение pH-метрическим методом состава, ступенчатых и общих констант устойчивости комплексных ионов тетраамминмеди(II), тетраамминкобальта(II), тетраамминцинка(II), тетраамминникеля(II), диэтилендиаминмеди(II), диэтилендиаминцинка(II), диэтилендиаминникеля(II) и диэтилендиаминкадмия(II) при постоянной ионной силе растворов.

**Тема 8. Правила работы с оптическими приборами Схемы работы приборов. Приготовление рабочих растворов. Выбор оптимальных концентраций ионов металлов, лигандов, pH при СФ-исследовании комплексов.**

Расчет оптимальных концентраций растворов в спектрофотометрии. Приготовление рабочих растворов. Выбор светофильтра при работе на фотоэлектроколориметрах или рабочей длины волны при работе на спектрофотометре для исследования комплексообразования  $Fe(III)$  с салициловой, сульфосалициловой кислотой или тироном.

**Тема 9. Снятие спектра поглощения исследуемого комплекса, выбор рабочей длины волны, светофильтра. Проверка подчинения исследуемой системы закону Бугера-Ламберта-Бера.**

Вывод оптимальных условий изучения равновесий реакций комплексообразования. Снятие спектра поглощения системы металл-лиганд при заданных значениях кислотности растворов. Представление графика зависимости оптической плотности от длины волны. Определение максимума поглощения и коэффициента экстинкции.

**Тема 10. Определение состава комплекса методом Жоба по спектрофотометрическим данным.**

Приготовление изомолярных серий исследуемой системы при постоянном значении pH. Снятие спектров поглощения и представление зависимости оптической плотности при рабочей длине волны от концентрации лиганда. Расчет состава окрашенного металлокомплекса по экстремуму кривой на графике. Ограничения метода Жоба.

**Тема 11. Определение состава комплексного соединения методом сдвига равновесия по спектрофотометрическим данным.**

Приготовление серии растворов с постоянным содержанием ионов железа(III) и различным содержанием лиганда (салициловая, сульфосалициловая кислота, тирон) при  $pH = const$  (контроль на pH-метре). Измерение оптической плотности растворов, построение графика зависимости оптической плотности от концентрации лиганда. Определение состава по излому на кривой. Определение предельного значения оптической плотности.

**Тема 12. Определение константы устойчивости комплексных соединений методом сдвига равновесия по спектрофотометрическим данным.**

Приготовление серии окрашенных растворов с постоянным содержанием ионов металла и различным содержанием лиганда при  $pH = const$  (контроль на pH-метре). Использование конкурентной реакции для расчета констант образования прочных комплексов. Построение графика и расчет константы равновесия. Построение графиков изменения оптической плотности растворов комплексов от молярного соотношения концентрация лиганда/концентрация металла.

**Тема 13. СФ-определение констант диссоциации органических реагентов.**

Приготовление растворов окрашенных слабых органических кислот: фенолфталеин, метил-оранж, тимоловой синий. Измерение оптической плотности растворов на рН и построение графика. Математическая обработка полученной кривой, расчет констант диссоциации. Сопоставление полученных констант с литературными данными.

#### **Тема 14. Способы измерения времен ядерной магнитной релаксации. Принципы работы ЯМР релаксометра и его настройка.**

Теория ядерного магнитного резонанса. Спиновая релаксация. Методы измерения времен спин-решеточной и спин-спиновой релаксации. Знакомство с ЯМР релаксометром Minispec фирмы Bruker. Настройка оптимальных параметров прибора для измерения времен ядерной магнитной релаксации. Измерение и интерпретация важнейших параметров спектров ЯМР.

#### **Тема 15. Исследование зависимости скорости релаксации протонов в растворах исследуемого парамагнитного центра от молярной концентрации последнего.**

Приготовление водных растворов солей меди(II) различной концентрации. Исследование зависимости скоростей релаксации протонов в приготовленных водных растворах от молярной концентрации парамагнитного иона. Построение градуировочного графика для определения концентрации меди(II) в водном растворе методом ЯМР релаксации.

#### **Тема 16. Расчет расстояния от парамагнитного иона до протонов координированных молекул воды по данным релаксационных измерений.**

Механизмы ядерной магнитной релаксации в чистых жидкостях и растворах парамагнетиков. Связь коэффициентов релаксационной эффективности с равновесными параметрами комплексной частицы в растворе. Уравнения Бломбергера-Соломона. Расчет расстояния от иона меди(II) до протонов координированных молекул воды по измеренным значениям времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации.

#### **Тема 17. Изучение состава и устойчивости моноядерного комплексного соединения методом магнитно-релаксационного титрования.**

Теоретические основы исследований реакций комплексообразования методом ЯМР релаксации. Коэффициент релаксационной эффективности. Приготовление водных растворов систем Fe(III)-сульфосалициловая кислота или Cu(II)-молочная кислота с заданными концентрациями парамагнитного иона и лиганда. Измерение времен ядерной магнитной релаксации протонов в приготовленном растворе в зависимости от рН. Построение долевого распределения образуемых комплексов и расчет их констант устойчивости на основе полученных экспериментальных данных.

#### **Тема 18. Определение g-фактора и константы сверхтонкого взаимодействия по спектрам ЭПР.**

Теория электронного парамагнитного резонанса. Спиновый гамильтониан. Зеемановское взаимодействие. Изотропное сверхтонкое взаимодействие. Изотропное суперсверхтонкое взаимодействие. Определение параметра, задающего энергию взаимодействия внешнего магнитного поля с электронным спином (g-фактора), и константы сверхтонкого взаимодействия парамагнитных центров из спектров ЭПР.

#### **Тема 19. Определение магнитной восприимчивости образцов методом Гуи.**

методы измерения магнитной восприимчивости: методы, основанные на измерении силы, действующей на образец в магнитном поле, и индукционные методы. Диамагнетизм и парамагнетизм. Закон Кюри. Закон Кюри-Вейсса. Измерение магнитной восприимчивости солей парамагнитных ионов методом Гуи. Измерение магнитной восприимчивости методом Фарадея.

#### **Тема 20. Расчет магнитной восприимчивости парамагнитных солей.**

Природа парамагнетизма металлов. Магнитные свойства комплексов d-переходных металлов. Расщепление в нулевом поле. Уравнение Ван-Флека. Расчет магнитной восприимчивости парамагнитных солей. Влияние дискретности электронных состояний на магнитную восприимчивость металлов с учётом чётного или нечётного числа электронов в них.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Лебухов В. И., Окара А. И., Павлюченкова Л. П. Физико-химические методы исследования - [https://e.lanbook.com/book/4543#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/4543#book_name)

Магнитные методы в химии (МГУ) - <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin.pdf>

Федотов М.А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2151](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2151)

Физико-химические и физические методы анализа - <https://studfiles.net/preview/5246066/page/2/>

Физико-химические методы исследования (МГУ) - <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/goodilin/meth.pdf>

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Алексеев В. М. и др. Сборник задач по оптимизации: Теория, примеры, задачи - <http://www.krelib.com/matematika/1466>

Блументаль Г. Аноганикум: В 2-х т. Т. 2 - [http://krelib.com/obshaja\\_i\\_neorganicheskaja\\_himija/3319](http://krelib.com/obshaja_i_neorganicheskaja_himija/3319)

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru/>

Каталог ссылок на химические ресурсы России и зарубежья - <http://www.chemport.ru>

Ф.Х. Каратаева, В.В. Клочков. Спектроскопия ЯМР в органической химии. Часть 1. Общая теория ЯМР.

Химические сдвиги 1H и 13C. Казань: Издательство Казанского университета, 2013. ? 132 с. - [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=44583](http://kpfu.ru/publication?p_id=44583)



## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ              | Методические рекомендации  |
|------------------------|--|
| лабораторные работы    | Лаб. занятия предназначены для углубленного изучения теоретических вопросов дисциплины и овладения современными экспериментальными методами науки, умением решать практические задачи путем постановки опыта. Эксперимент предполагает усвоение нового знания через этап материального действия. Лаб. занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях, они проводятся в подгруппах, преподавателем, ведущим семинарские и лабораторные занятия. Проведение химического эксперимента связано с повышенной опасностью, поэтому работать в лаборатории можно только после основательной предварительной подготовки. При подготовке к лабораторным работам студент использует рекомендованные преподавателем учебники и учебные пособия, руководства по выполнению лаб. работ, изучает при необходимости инструкции по использованию приборов. На лаб. занятия студент обязан приходиться теоретически подготовленным. Студент должен знать правила техники безопасности, усвоенный теоретический материал, относящийся к данной лаб. работе; изучить содержание и порядок выполнения лаб. работы; знать принципы действия и правила работы с измерительными приборами; подготовить ответы на приведённые в методическом руководстве контрольные вопросы; выполнить необходимый объём предварительных расчётов и приготовить таблицы для внесения экспериментальных значений; чётко знать и представлять, какая химическая посуда и какие реактивы необходимы для выполнения каждого опыта; уметь записывать уравнения всех встречающихся в лаб. работе химических реакций. |
| самостоятельная работа | Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:<br>- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;<br>- подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам;<br>- работу с Интернет-источниками;<br>- подготовку к сдаче практических работ, выполнению тестовых заданий и сдаче экзамена. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.  |
| зачет                  | Успешная подготовка к зачёту возможна лишь в случае систематической самостоятельной работы в ходе всего семестра. Непосредственно перед зачётом необходимо прочитать все конспекты лекций, освежить в памяти лабораторные опыты и решения типовых задач. При решении заданий в билете на зачёте для рационального использования отведённого времени лучше вначале ответить на вопросы, которые вызывают меньше всего затруднений, решить расчётные задачи, а после вернуться к заданиям повышенной сложности.  |

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Неорганическая химия".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.11.01 Спецпрактикум: Физико-химические методы  
исследования координационных соединений в растворах

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Неорганическая химия

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник / Н. С. Ахметов. - 11-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 744 с. - ISBN 978-5-8114-4698-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/130476> (дата обращения: 12.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Федотов, М. А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости : монография / М. А. Федотов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 384 с. - ISBN 978-5-9221-1202-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2151> (дата обращения: 12.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Патрушева, Т. Н. Сенсорика. Современные технологии микро- и нанoeлектроники : учебное пособие / Т.Н. Патрушева. - Москва: ИНФРА-М; Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. -260 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - [www.dx.doi.org/10.12737/641](http://www.dx.doi.org/10.12737/641). - ISBN 978-5-16-100352-7. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1012426> (дата обращения: 12.03.2020). - Режим доступа: по подписке..
4. Каратаева Ф.Х., Клочков В.В. Спектроскопия ЯМР в органической химии: для студентов и аспирантов химического и биологического факультетов. - Часть I. - Казань: Казанский университет, 2013. - 130 с. Текст : электронный. - URL: [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=68614](http://kpfu.ru/publication?p_id=68614) (дата обращения: 12.03.2020).
5. Каратаева, Ф.Х. Спектроскопия ЯМР в органической химии: [учебное пособие] / Ф. Х. Каратаева, В. В. Клочков. - Казань: Казанский университет, 2013.; 21.Ч. 1: Общая теория ЯМР. Химические сдвиги <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C. - 2013. - 130 с. - Текст : электронный. - URL: [https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1708660505/SPEKTROSKOPIYa.YaMR.V.ORG..HIMII..Chast.I...New\\_2013.postl...pdf](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1708660505/SPEKTROSKOPIYa.YaMR.V.ORG..HIMII..Chast.I...New_2013.postl...pdf) (дата обращения: 12.03.2020).
6. Белюстин, А. А. Потенциометрия: физико-химические основы и применения : учебное пособие / А. А. Белюстин. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 336 с. - ISBN 978-5-8114-1838-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/60646> (дата обращения: 12.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия : учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 672 с. - ISBN 978-5-8114-1878-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/58166> (дата обращения: 12.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. - Москва: Академия, 2007. - 344 с.
2. Неорганическая химия: в 3 т.: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 'Химия' и специальности 011000 'Хими' / [А. А. Дроздов, Ю. Д. Третьяков]; под. ред. Ю. Д. Третьякова. - Москва: Академия, 2004- Т.1: Физико-химические основы неорганической химии. 2004. - 233 с.
3. Комплексы металлов : учебное пособие для лекционного курса 'Химия комплексных соединений'. Казань : [Казанский университет], 2014. - 97 с.
4. Спектрофотометрический метод исследования процессов комплексообразования в водных растворах и организованных средах: учебное пособие. - Казань, 2009. - 49 с.
5. Каратаева, Ф.Х. Спектроскопия ЯМР <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C в органической химии / Ф. Х. Каратаева, В. В. Клочков ; Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им А.М. Бутлерова, Науч.-образоват. центр Казан. гос. ун-та 'Материалы и технологии XXI века'. - Казань: Казанский государственный университет, 2007. - 154 с.
6. Будников, Г. К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине / Г. К. Будников, Г. А. Евтюгин, В. Н. Майстренко. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 419 с. - ISBN 978-5-00101-723-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135505> (дата обращения: 12.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.11.01 Спецпрактикум: Физико-химические методы  
исследования координационных соединений в растворах

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Неорганическая химия

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.