

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

Методы исследования координационных соединений в растворах

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## 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) старший преподаватель, к.н. Бухаров М.С. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Mihail.Buharov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Бычкова Т.И. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Tamara.Bychkova@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
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
УК-3	Способен осуществлять социальные взаимодействия и реализовывать свою роль в команде;
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основы используемых методов; количественные методы расчета констант равновесий по экспериментальным данным; схемы и принципы действия приборов.

Должен уметь:

анализировать экспериментальные результаты и делать обобщенные выводы.

Должен владеть:

экспериментальными навыками работы на приборах.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Демонстрировать способность анализировать экспериментальные результаты и делать обобщенные выводы. Демонстрировать знание схем и принципы действия приборов используемых методов; демонстрировать экспериментальными навыками работы на приборах; демонстрировать количественные методы расчета констант равновесий по экспериментальным данным.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.08.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.03.01 "Химия (не предусмотрено)" 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 40 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 32 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен 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. Задачи и возможности оптических методов исследования.	7	1	0	0	1
2.	Тема 2. Теоретические основы электрохимии.	7	1	0	0	1
3.	Тема 3. Ядерный магнитный резонанс.	7	1	0	0	1
4.	Тема 4. Классификация оптических методов исследования: турбидиметрия, нефелометрия, динамическое светорассеяние.	7	1	0	0	1
5.	Тема 5. Классификация электродов. Газовые электроды.	7	1	0	0	1
6.	Тема 6. Ядерная магнитная релаксация.	7	1	0	0	1
7.	Тема 7. Абсорбционные методы исследования	7	1	0	0	1
8.	Тема 8. Переходные процессы и спиновое эхо.	7	1	0	0	1
9.	Тема 9. Потенциометрический метод определения равновесной концентрации иона металла.	7	1	0	0	1
10.	Тема 10. Методы определения состава и устойчивости комплексных соединений по данным потенциометрических измерений.	7	2	0	0	1
11.	Тема 11. Флуоресцентный анализ	7	1	0	0	1
12.	Тема 12. Ядерная магнитная релаксация в чистых жидкостях.	7	1	0	0	1
13.	Тема 13. Методы расчёта состава и констант устойчивости комплексных соединений.	7	2	0	0	1
14.	Тема 14. Релаксация ядер в растворах парамагнитных солей.	7	1	0	0	1
15.	Тема 15. Спектры комплексов переходных металлов.	7	1	0	0	1
16.	Тема 16. Методы расчёта состава и констант устойчивости моноядерных однородных координационных соединений.	7	2	0	0	1
17.	Тема 17. Правила взаимного соответствия уровней расщепления.	7	2	0	0	1
18.	Тема 18. Реакции комплексообразования в парамагнитных жидкостях.	7	1	0	0	1
19.	Тема 19. Кислотность водных и водно-органических растворов.	7	1	0	0	1
20.	Тема 20. Магнетохимия.	7	1	0	0	1
21.	Тема 21. Окрашенные реактивы в спектрофотометрии.	7	1	0	0	1

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
22.	Тема 22. Магнитные свойства полядерных и кластерных соединений.	7	1	0	0	1
23.	Тема 23. Полярографический метод исследования.	7	2	0	0	1
24.	Тема 24. Связь между строением соединений и окраской.	7	2	0	0	1
25.	Тема 25. Диффузионные и кинетические токи.	7	1	0	0	1
26.	Тема 26. Оптические свойства окрашенных соединений в растворах.	7	2	0	0	1
27.	Тема 27. Экспериментальные методы определения магнитной восприимчивости.	7	1	0	0	1
28.	Тема 28. Методы измерения оптической плотности растворов.	7	1	0	0	1
29.	Тема 29. Электронный парамагнитный резонанс в координационной химии.	7	1	0	0	1
30.	Тема 30. Определение состава и устойчивости комплексных соединений по спектрофотометрическим данным.	7	2	0	0	1
31.	Тема 31. Спиновый гамма-резонанс и вид спектров ЭПР.	7	1	0	0	1
32.	Тема 32. Экспериментальные основы метода ЭПР.	7	1	0	0	1
	Итого		40	0	0	32

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Задачи и возможности оптических методов исследования.

Современные методы исследования в различных областях электромагнитного спектра. Классификация методов. Электронная спектроскопия ( в ультрафиолетовой и видимой областях). Спектроскопия комбинационного рассеяния света, инфракрасная и микроволновая спектроскопия. Цвет и спектр поглощения. Использование электронных спектров поглощения для идентификации и количественного анализа вещества в растворе.

##### Тема 2. Теоретические основы электрохимии.

Двойной электрический слой, возникновение потенциала на границе раздела фаз. Электродный потенциал, стандартный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Источники электрического тока (гальванические элементы). Гальванические цепи с переносом и без переноса). Диффузионный потенциал и способы его устранения.

##### Тема 3. Ядерный магнитный резонанс.

Магнитные ядра. Ядерные магнитные моменты. Магнитная восприимчивость. Уровни энергии ядерного момента в магнитном поле. Распределение ядерных спинов в магнитном поле. Магнитное резонансное поглощение. Векторная модель ЯМР. Переходные процессы и спиновое эхо. Электронный парамагнитный и квадрупольный резонанс. Двойной и тройной резонанс. Фурье-спектроскопия.

##### Тема 4. Классификация оптических методов исследования: турбидиметрия, нефелометрия, динамическое светорассеяние.

Турбидиметрия. Метод количественного химического анализа, основанный на измерении интенсивности света, прошедшего через суспензию, образованную частицами определяемого вещества в жидкой фазе. Нефелометрия метод

количественного определения веществ или частиц, находящихся в состоянии тонких взвесей, эмульсий или коллоидных растворов. Основан на рассеивании пучка света взвешенными в жидкой фазе (обычно в воде) частицами.

Дополнительный цвет. Динамическое рассеяние света - метод измерения размеров мельчайших частиц. Диспергированные частицы, взвешенные в растворе, перемещаясь благодаря Броуновскому движению, взаимодействуют с лазерным лучом. Рассеяние лазерного света детектируется фотоэлектронным умножителем (ФЭУ). Батохромный и гипсохромные сдвиги. Типы взаимодействия света с веществом.

### **Тема 5. Классификация электродов. Газовые электроды.**

Способы приготовления электродов. Типы электродов. Устройство электродов. Газовые электроды (кислородный, водородный), металлоксидные, амальгамные, окислительно-восстановительные, хингидронный, каломельные, хлорсеребряный, ионо-селективные. Стеклоэлектрод. Потенциал асимметрии. Определение потенциалов электродов.

### **Тема 6. Ядерная магнитная релаксация.**

Вероятности релаксационных переходов. Релаксация в двухуровневой системе. Механизмы ядерной магнитной релаксации. Релаксация из-за флуктуаций магнитного поля: анизотропия электронного экранирования. Дипольная релаксация в системе двух одинаковых спинов и в системе двух спинов разного сорта. Времена спин-спиновой и спин-решеточной релаксации. Магнитное резонансное поглощение. Скалярная релаксация. Квадрупольная релаксация. Релаксация в чистых жидкостях и их смесях. Релаксация в диамагнитных твёрдых веществах.

### **Тема 7. Абсорбционные методы исследования**

Адсорбционные методы - изучение спектров поглощения электромагнитного излучения атомами и молекулами вещества в различных агрегатных состояниях. Интенсивность светового потока при его прохождении через исследуемую среду уменьшается вследствие превращения энергии излучения в разл. формы внутр. энергии вещества и (или) в энергию вторичного излучения. Для измерения поглощательной способности используют спектрофотометры. Электронные спектры поглощения. Связь кривых потенциальной энергии с электронными спектрами, отнесение переходов. Силы осцилляторов. Типы электронных переходов по интенсивности. Переходы с переносом заряда.

### **Тема 8. Переходные процессы и спиновое эхо.**

Переходные процессы и спиновое эхо. Уравнение Блоха. Уравнения Блоха во вращающейся системе координат. Стационарное решение уравнений Блоха. Релаксация ядерной намагниченности. Фотонное эхо, поляризационное эхо. Методики проведения ЯМР-эксперимента. Импульсные последовательности. Принципиальная схема релаксометра ЯМР.

### **Тема 9. Потенциометрический метод определения равновесной концентрации иона металла.**

Потенциометрический метод определения равновесной концентрации иона металла. Расчеты равновесной концентрации металлов по уравнению Нернста. Металлкомплексные электроды. Что собой представляют металлкомплексные электроды. Устройство элемента Вестона. Какую функцию выполняет элемент Вестона. Компенсационный метод измерения ЭДС.

### **Тема 10. Методы определения состава и устойчивости комплексных соединений по данным потенциометрических измерений.**

Методы определения состава и устойчивости комплексных соединений по данным потенциометрических измерений. Основы метода Яцимирского. Какое основное положение заложено в методе Яцимирского. Основы метода Ледена. Среднее координационное число. Определение среднего координационного числа. Расчет констант устойчивости по методу Ледена.

### **Тема 11. Флуоресцентный анализ**

Спектры комплексов переходных металлов. Термы многоэлектронных атомов. Природа электронных переходов в комплексных соединениях, образованных ионами конфигурации  $d1$ ,  $d2$ ,  $d7$ ,  $d8$  в октаэдрических, тетраэдрических, тетрагональных полях лигандов. Правила отбора и интенсивности  $d-d$  переходов. На чём основан флуоресцентный анализ?

### **Тема 12. Ядерная магнитная релаксация в чистых жидкостях.**

Релаксация ядер в чистых жидкостях. Движение системы, подверженной возмущению, которое является случайной функцией времени. Релаксация, обусловленная диполь-дипольным взаимодействием и другие механизмы релаксации в жидкостях. Электрическая квадрупольная релаксация в чистых жидкостях. Мультиплетная структура резонансных линий в чистых жидкостях.

### **Тема 13. Методы расчёта состава и констант устойчивости комплексных соединений.**

Методы определения состава и устойчивости комплексных соединений по данным потенциометрических измерений (Бьеррума, соответственных растворов). Основные положения метода Бьеррума. Функция Бьеррума. Функция Фронеуса. Какими параметрами характеризуются соответственные растворы. Определяя функцию Бьеррума, как рассчитывают константы устойчивости комплексов.

### **Тема 14. Релаксация ядер в растворах парамагнитных солей.**

Релаксация ядер в растворах парамагнитных солей. Причины ускорение ядерной магнитной релаксации при добавлении парамагнетика в раствор. Диполь-дипольный, контактный механизмы релаксации. Уравнения Бломбергера-Соломона. Внешнесферный вклад в релаксацию. Различия систем с электронным спином  $S=1/2$  и систем  $S>1/2$ . Применение метода ЯМР в количественном анализе.

### **Тема 15. Спектры комплексов переходных металлов.**

Правила взаимного соответствия уровней расщепления. Два типа рядов лигандов- спектروхимический и нефелоксетический. Диаграммы энергетических уровней Оргела. Термы конфигураций слабого, сильного полей. Диаграммы Танабе-Сугано. Переходы с участием электронно-вырожденных термов. Расщепление Яна- Теллера. Данные о структуре, полученные из электронных спектров. Комплексы с переносом зарядов.

#### **Тема 16. Методы расчёта состава и констант устойчивости моноядерных однородных координационных соединений.**

Определение состава и устойчивости моноядерных однородных комплексов методом измерения окислительно-восстановительных потенциалов. Метод наименьших квадратов. Исследование комплексообразования в системах с разнородными лигандами. Применение метода Ледена для расчёта констант устойчивости с разнородными лигандами.

#### **Тема 17. Правила взаимного соответствия уровней расщепления.**

Правила взаимного соответствия уровней расщепления. Два типа рядов лигандов- спектروхимический и нефелоксетический. Диаграммы энергетических уровней Оргела. Термы конфигураций слабого, сильного полей. Диаграммы Танабе-Сугано. Переходы с участием электронно-вырожденных термов. Расщепление Яна- Теллера. Данные о структуре, полученные из электронных спектров. Комплексы с переносом зарядов.

#### **Тема 18. Реакции комплексообразования в парамагнитных жидкостях.**

Реакции комплексообразования в парамагнитных жидкостях. Влияние комплексообразования на скорость релаксации. Связь коэффициента релаксационной эффективности с равновесными параметрами комплексной частицы в растворе. Расчет состава и констант равновесия по релаксационным данным. Исследование кинетики обмена лигандов методом ядерной магнитной релаксации.

#### **Тема 19. Кислотность водных и водно-органических растворов.**

Кислотность водных растворов. pH-растворов. Буферные растворы. Кислотность водно-органических растворов. Способы определения кислотности водно-органических растворов. Спектрофотометрическое определение кислотности растворов с использованием катионных кислот индикатора. Функция Гаммета. Функция Гаммета и pH раствора. Как они соотносятся?

#### **Тема 20. Магнетохимия.**

Магнетохимия. Основные классы магнитных веществ (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики) Взаимодействие вещества с магнитным полем. Закон Кюри-Вейсса. Уравнения Ван-Флека. Экспериментальное определение магнитной восприимчивости (метод Гуи, метод Фарадея, метод Квинке, метод вискозиметра).

#### **Тема 21. Окрашенные реактивы в спектрофотометрии.**

Окрашенные реактивы в спектрофотометрии. Молярный коэффициент экстинкции. Связь между строением соединений и окраской. Изменение оптических характеристик реагента при комплексообразовании. О чём свидетельствуют сдвиг максимума поглощения и изменение величины молярного коэффициента светопоглощения в растворах?

#### **Тема 22. Магнитные свойства полиядерных и кластерных соединений.**

Строение и магнитные свойства координационных соединений. Магнитные свойства полиядерных и кластерных соединений. Типы и механизмы обменных взаимодействий. Взаимосвязь параметров обменного взаимодействия с особенностями строения комплексов. Области применения обменных кластеров в компьютерных технологиях, квантовой оптике и электронике.

#### **Тема 23. Полярографический метод исследования.**

Полярографический метод. Принцип метода. Вид вольт-амперной кривой. Общая характеристика полярографической волны. Фарадеевой и предельный токи. Причина возникновения их. Анодные и катодные волны в полярографии. Потенциал полуволны. Факторы искажающие форму полярографической волны. Максимумы первого и второго рода. Устранение максимумов.

#### **Тема 24. Связь между строением соединений и окраской.**

Связь между строением соединений и окраской. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Какие величины входят в это выражение? Изменение оптических характеристик реагента при комплексообразовании. О чем свидетельствует сдвиг максимума полосы поглощения и изменение величины молярного коэффициента экстинкции при спектрофотометрировании растворов.

#### **Тема 25. Диффузионные и кинетические токи.**

Диффузионные и кинетические токи. Причина их возникновения? Адсорбционные волны. Как изменяется потенциал полуволны при появлении адсорбционных волн. По каким параметрам можно установить является ли ток диффузионным или адсорбционным. Разновидности полярографического метода. Уравнение обратимой полярографической волны.

#### **Тема 26. Оптические свойства окрашенных соединений в растворах.**

Оптические свойства окрашенных соединений в растворах. Спектры поглощения. Молярный коэффициент светопоглощения. Основной закон светопоглощения. Причины отклонения от закона ЛББ в растворах. Физико-химические условия образования окрашенных соединений. Чувствительность и точность фотометрического метода.

#### **Тема 27. Экспериментальные методы определения магнитной восприимчивости.**

Экспериментальные методы определения магнитной восприимчивости. Преимущества и недостатки различных методов. Метод Гуи. Магнетометр Фарадея. Измерение магнитной восприимчивости с помощью ЯМР-спектрометра. СКВИД - сверхпроводящий квантовый интерферометр. Изучение магнитных свойств парамагнитных солей в растворах.

#### **Тема 28. Методы измерения оптической плотности растворов.**

Методы измерения оптической плотности растворов. Визуальные методы измерения окраски растворов. Колориметрические методы измерения окраски растворов. Приборы и их характеристики. Фотоэлементы. Спектрофотометрия и ее преимущества перед колориметрией. Дифференциальная спектрофотометрия.

#### **Тема 29. Электронный парамагнитный резонанс в координационной химии.**

Явление электронного парамагнитного резонанса. Квантовое описание ЭПР. Особенности регистрации спектров ЭПР. Зеемановское, сверхтонкое и суперсверхтонкое взаимодействия. Спин-орбитальное взаимодействие. Изотропные спектры ЭПР для систем с электронным спином  $S=1/2$ . Теория кристаллического поля. Системы с  $S > 1/2$ .

#### **Тема 30. Определение состава и устойчивости комплексных соединений по спектрофотометрическим данным.**

Определение состава и устойчивости комплексных соединений по спектрофотометрическим данным.

Метод изолярических серий. Метод сдвига равновесий. Метод Бьерумма. Метод соответственных растворов. Метод прямой линии. Изобестические точки. Определение констант кислотно-основной диссоциации органических реактивов.

#### **Тема 31. Спиновый гамильтониан и вид спектров ЭПР.**

Спиновый гамильтониан при наличии Зеемановского и сверхтонкого взаимодействий. Расчет уровней энергии, вековое уравнение. Теория возмущений, не зависящих от времени. Анизотропия параметров спинового гамильтониана. Влияние анизотропии на спектры ЭПР растворов, кристаллов и поликристаллических образцов. Релаксационные процессы в спектроскопии ЭПР.

#### **Тема 32. Экспериментальные основы метода ЭПР.**

Особенности спектрометров ЭПР различных диапазонов частот. Устройство спектрометра ЭПР X-диапазона. Строение волновода и резонатора. Распределение магнитного и электрического полей в резонаторе. Особенности резонатора для образцов с большой диэлектрической проницаемостью. Модуляция внешнего магнитного поля. Синхронный детектор. Особенности реализации импульсных методик ЭПР.

### **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

### **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)

Chemnet Россия ? химические наука и образование в России: портал фундамен-тального хим.образования - <http://www.chem.msu.ru/rus>

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

Белеванцев В.И.Сложные равновесия в растворах - <http://icchair.niic.nsc.ru/lectures/2.shtml>

Образовательные ресурсы Интернета. ХИМИЯ - <http://www.alleng.ru/edu/chem.htm>

Простов В. Н. Основы физической химии - [http://krelib.com/fizicheskaja\\_himija\\_himicheskaja\\_fizika/14364](http://krelib.com/fizicheskaja_himija_himicheskaja_fizika/14364)

Ф.Х. Каратаева, В.В. Клочков. Спектроскопия ЯМР в органической химии. Часть 1. Общая теория ЯМР. Химические сдвиги <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C. - [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
лекции	Необходимо просматривать конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Методические указания по организации самостоятельной работы</p> <p>Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;</li> <li>- подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам и курсовой работе;</li> <li>- работу с Интернет-источниками;</li> <li>- подготовку к сдаче практических работ, выполнению тестовых заданий и сдаче зачетов и экзаменов.</li> </ul> <p>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.</p>
экзамен	<p>Успешная подготовка к экзамену возможна лишь в случае систематической самостоятельной работы в ходе всего семестра. Непосредственно перед экзаменом необходимо прочитать все конспекты лекций, освежить в памяти лабораторные опыты и решения типовых задач. При решении заданий в экзаменационном билете 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.</p>

#### **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.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

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 направлению 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки "не предусмотрено".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.08.02 Методы исследования координационных  
соединений в растворах

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

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] : учебник. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2014. ? 744 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50684](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50684)
2. Федотов М.А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости [Электронный ресурс]. - М.: Физматлит, 2010. - 384 с.  
Режим доступа: [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)
3. Патрушева Т.Н. Сенсорика. Современные технологии микро- и нанозлектроники: Учебное пособие [Электронный ресурс]. / Т.Н. Патрушева; Министерство образования и науки РФ. Сибирский федеральный университет. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014. - 260 с.  
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=374604>
4. Каратаева Ф.Х., Клочков В.В. Спектроскопия ЯМР в органической химии. Часть I. 2013. (Для студентов и аспирантов химического и биологического факультетов) Подробности: [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=68614](http://kpfu.ru/publication?p_id=68614)
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  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ . ? 2013. ? 130 с.
6. Белюстин, А.А. Потенциометрия: физико-химические основы и применения [Электронный ресурс] : учебное пособие. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2015. ? 334 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=60646](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60646)
7. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2015. ? 671 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58166](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58166)

**Дополнительная литература:**

1. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. - М.: Академия, 2007. - 352 с.
2. Комплексы металлов : учебное пособие для лекционного курса 'Химия комплексных соединений'. Казань : [Казанский университет], 2014. 97 с.
3. Спектрофотометрический метод исследования процессов комплексообразования в водных растворах и организованных средах: учебное пособие. Казань, 2009. - 49 с.:
4. Каратаева, Ф.Х. Спектроскопия ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  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.
5. Будников, Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине [Электронный ресурс] : / Г.К. Будников, Г.А. Евтюгин, В.Н. Майстренко. ? Электрон. дан. ? М. : 'Лаборатория знаний' (ранее 'БИНОМ. Лаборатория знаний'), 2013. ? 417 с. ? Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/90273#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/90273#book_name)

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.08.02 Методы исследования координационных  
соединений в растворах

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

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.