

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

Е.А. Турилова

17 февраля 2023 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Спецпрактикум: синтез и физико-химические методы исследования координационных соединений

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## 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), Mihail.Buharov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Зиятдинова А.Б. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Anna.Ziyatdinova@kpfu.ru ; преподаватель, к.н. Солодов А.Н. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), ANSolodov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Ханнанов А.А. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), AANannanov@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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методы решения исследовательских и практических задач в выбранной области химии;
- основные методы синтеза неорганических соединений и металлокомплексов в растворах;
- условия получения крупнокристаллических и мелкокристаллических осадков, коллоидных растворов наночастиц;
- физическую сущность явлений, лежащих в основе методов исследования состава неорганических веществ и металлокомплексов;
- современные методы, используемые для исследования состава и структуры неорганических соединений;
- основные принципы расчета состава и прочности металлокомплексов в водных растворах
- принципы работы приборов: рН-метра, спектрофотометра, ИК-спектрометра, люминесцентного спектрометра, дифференциального сканирующего калориметра и совмещенного ТГ/ДСК анализатора.

Должен уметь:

- планировать, организовывать научные исследования, анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач в выбранной области химии;
- выбирать оптимальные условия для получения и исследования комплекса заданного состава;
- ориентироваться в возможностях и ограничениях используемых методов для аналитических целей и для исследования реакций комплексообразования.

Должен владеть:

- навыками применения методов и средств планирования, организации и проведения научных исследований, навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач;
- навыками синтеза и исследования координационных соединений;
- 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.11.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.03.01 "Химия (Химия)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Самостоятельная работа - 48 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	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Методы препаративной химии. Очистка неорганических веществ	7	0	0	0	0	4	0	2
2.	Тема 2. Синтез наноразмерных неорганических материалов	7	0	0	0	0	6	0	3
3.	Тема 3. Знакомство с устройством и правилами работы на релаксметре Bruker Minispec. Измерение времен ядерной магнитной релаксации	7	0	0	0	0	6	0	3
4.	Тема 4. Исследование зависимости скорости релаксации протонов в растворах исследуемого парамагнитного иона от молярной концентрации последнего	7	0	0	0	0	12	0	3
5.	Тема 5. Изучение состава и устойчивости моноядерного комплексного соединения методом магнитно-релаксационного титрования	7	0	0	0	0	12	0	3
6.	Тема 6. Знакомство с устройством ЭПР спектрометра. Определение g-фактора и константы сверхтонкого взаимодействия по спектрам ЭПР	7	0	0	0	0	8	0	2
7.	Тема 7. Определение магнитной восприимчивости образцов методом Гуи	7	0	0	0	0	6	0	2
8.	Тема 8. Расчет магнитной восприимчивости парамагнитных солей.	7	0	0	0	0	6	0	2
9.	Тема 9. Знакомство с устройством рН-метра. Приготовление буферных растворов, калибровка	7	0	0	0	0	6	0	2
10.	Тема 10. Определение константы диссоциации слабой кислоты, слабого основания	7	0	0	0	0	10	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
11.	Тема 11. Определение констант устойчивости металлокомплексов в растворах	7	0	0	0	0	12	0	3
12.	Тема 12. Работа на спектрофотометре. Снятие спектра поглощения	7	0	0	0	0	4	0	2
13.	Тема 13. Снятие спектра поглощения металлокомплекса, выбор рабочей длины волны. Проверка подчинения исследуемой системы закону Бугера-Ламберта-Бера	7	0	0	0	0	8	0	2
14.	Тема 14. Определение состава комплекса по спектрофотометрическим данным	7	0	0	0	0	10	0	3
15.	Тема 15. Определение констант равновесий по спектрофотометрическим данным	7	0	0	0	0	10	0	3
16.	Тема 16. ИК-Фурье спектроскопия неорганических соединений	7	0	0	0	0	10	0	2
17.	Тема 17. ИК-Фурье спектроскопия комплексных соединений	7	0	0	0	0	10	0	2
18.	Тема 18. Люминесцентная спектроскопия лигандов, комплексообразователей и комплексных соединений в жидкой фазе	7	0	0	0	0	10	0	2
19.	Тема 19. Люминесцентная спектроскопия лигандов, комплексообразователей и комплексных соединений в конденсированном состоянии	7	0	0	0	0	10	0	2
20.	Тема 20. Совмещенные термогравиметрия и дифференциальная сканирующая калориметрия (ТГ/ДСК)	7	0	0	0	0	8	0	3
	Итого		0	0	0	0	168	0	48

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Методы препаративной химии. Очистка неорганических веществ

Ознакомление с основными способами очистки неорганических веществ: методом перегонки, перекристаллизации, сублимации.

Синтез координационных соединений: трис-ацетилацетоната железа(III), олеата железа(III), трис-ацетилацетоната тербия(III).

Синтез оксидов и галогенидов некоторых металлов.

Изучение свойств полученных веществ.

##### Тема 2. Синтез наноразмерных неорганических материалов

Синтез наноразмерных перовскитных квантовых точек состава CsPbBr<sub>3</sub>.

Синтез наночастиц оксидов железа методом микроэмульсионного соосаждения Fe(II) и Fe(III).

Синтез наночастиц оксидов металлов методом термического разложения металлоорганических соединений и ознакомление с путями стабилизации полученных наночастиц.

##### Тема 3. Знакомство с устройством и правилами работы на релаксметре Bruker Minispec. Измерение времен ядерной магнитной релаксации

Устройство релаксометра. Калибровка прибора. Настройка оптимальных параметров прибора для измерения времен ядерной магнитной релаксации. Импульсные последовательности для измерения времен ядерной магнитной релаксации. Последовательности импульсов инверсия-восстановление и Карра-Парселла-Мейбума-Гилла.

#### **Тема 4. Исследование зависимости скорости релаксации протонов в растворах исследуемого парамагнитного иона 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. Оценка минимальной определяемой концентрации. Расчет расстояния от иона меди(II) до протонов координированных молекул воды по измеренным значениям времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации.

#### **Тема 5. 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 pH. Построение долевого распределения образуемых комплексов и расчет их констант устойчивости на основе полученных экспериментальных данных.

#### **Тема 6. Знакомство с устройством ЭПР спектрометра. Определение g-фактора и константы сверхтонкого взаимодействия по спектрам ЭПР**

Устройство ЭПР спектрометра X-диапазона. Спиновый гамильтониан. Зеемановское взаимодействие. Изотропное сверхтонкое взаимодействие. Изотропное суперсверхтонкое взаимодействие. Определение параметра g-фактора и константы сверхтонкого взаимодействия парамагнитных центров из спектров ЭПР. Влияние эффектов второго порядка на вид спектра.

#### **Тема 7. Определение магнитной восприимчивости образцов методом Гуи**

Методы измерения магнитной восприимчивости. Устройство измерителя магнитной восприимчивости. Калибровка и настройка прибора. Приготовление образцов солей парамагнитных ионов. Измерение магнитной восприимчивости солей парамагнитных ионов d и f элементов методом Гуи. Вычисление удельной и молярной магнитной восприимчивости.

#### **Тема 8. Расчет магнитной восприимчивости парамагнитных солей.**

Основные виды магнетизма. Расчет магнитной восприимчивости парамагнетика на основе уравнения для чисто спинового магнетизма. Сравнение рассчитанных величин с экспериментальными данными. Расщепление в нулевом поле. Уравнение Ван-Флека. Расчет магнитной восприимчивости парамагнитных солей d- и f-элементов.

#### **Тема 9. Знакомство с устройством pH-метра. Приготовление буферных растворов, калибровка**

Уравнение Нернста. Зависимость электродного потенциала от состава раствора, температуры.

Способы измерения pH методом потенциометрии. Стекланный электрод. Устройство pH-метра: индикаторный электрод, электрод сравнения. Комбинированный стекланный электрод. Правила работы на pH-метре. Калибровка pH-метра. Методика приготовления стандартных буферных растворов. Зависимость показания pH от температуры. Ошибки при измерении pH растворов.

#### **Тема 10. Определение константы диссоциации слабой кислоты, слабого основания**

Суть pH-метрического титрования. Индикаторное титрование. Прямое и обратное титрование. Методика определения констант кислотности и основности слабых кислот и оснований. Виды бюреток. Устройство автоматического титратора. Выбор оптимальных условий титрования. Подбор подходящей концентрации титранда. Математическая обработка полученных результатов. Роль ионной среды раствора.

#### **Тема 11. Определение констант устойчивости металлокомплексов в растворах**

Способы проведения pH-метрического титрования. Правила работы на pH-метре. Подбор оптимальных условий титрования систем лиганд-металл. Математическая обработка результатов титрования. Составление матриц для расчета равновесных форм. Расчет равновесных констант, вычисление констант устойчивости с учетом констант диссоциации лиганда.

#### **Тема 12. Работа на спектрофотометре. Снятие спектра поглощения**

Принцип работы спектрофотометра. Виды кювет для снятия образцов. Выбор диапазона длин волн. Приготовление растворов методом разбавления. Снятие спектра поглощения. Обработка полученных данных. Расчет коэффициента экстинкции. Определения длины волны максимального светопоглощения. Сравнение полученных данных с литературными.

#### **Тема 13. Снятие спектра поглощения металлокомплекса, выбор рабочей длины волны. 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 14. Определение состава комплекса по спектрофотометрическим данным**



Способы определения состава металлокомплексов методом спектрофотометрии. Метод изомолярных серий (метод Жоба). Метод сдвига равновесий. Ограничения методов. Регистрация спектров поглощения и представление зависимости оптической плотности при рабочей длине волны от концентрации лиганда. Роль значения pH.

#### **Тема 15. Определение констант равновесий по спектрофотометрическим данным**

Способы определения равновесных констант комплексообразования. Суть метода сдвига равновесий. Приготовление серии окрашенных растворов с постоянным содержанием ионов металла и различным содержанием лиганда при постоянной величине pH. Использование конкурентной реакции для расчета констант образования прочных комплексов. Построение графиков изменения оптической плотности растворов комплексов от молярного соотношения концентрация лиганда/концентрация металла. Расчет константы равновесия.

Спектрофотометрическое определение констант диссоциации органических реагентов. Приготовление растворов окрашенных слабых органических кислот: фенолфталеин, метилоранж. Измерение оптической плотности растворов при различных значениях pH раствора. Построение графика. Математическая обработка полученной кривой, расчет констант диссоциации. Сопоставление полученных констант с литературными данными.

#### **Тема 16. ИК-Фурье спектроскопия неорганических соединений**

Знакомство с устройством инфракрасного спектрометра. Выбор метода анализа и типа приставки исходя из объекта эксперимента. Настройка оптической схемы и калибровка по внутренним стандартам. Регистрация спектров соединений и определения состава с использованием внутренних и внешних баз данных. Пробоподготовка неорганических соединений. Характеристические полосы основных классов неорганических соединений. Ограничения ИК-Фурье спектроскопии в зависимости от способа регистрации сигналов.

#### **Тема 17. ИК-Фурье спектроскопия комплексных соединений**

Сравнительный анализ комплексных соединений в растворе и в конденсированном состоянии. Полосы решетчатых колебаний неорганических и комплексных соединений в конденсированном состоянии. Характеристические области анализа комплексных соединений. Ближний ИК диапазон и обертоны колебаний химических связей в комплексных соединениях. Расшифровка инфракрасных спектров неорганических и комплексных соединений.

#### **Тема 18. Люминесцентная спектроскопия лигандов, комплексообразователей и комплексных соединений в жидкой фазе**

Знакомство с устройством люминесцентного спектрометра. Выбор метода анализа. Настройка оптической схемы, параметров возбуждения и эмиссии исходя из природы объекта. Люминесцентное картирование как основа люминесцентного анализа. Регистрация спектров соединений и определение времени люминесценции и квантового выхода люминесценции. Определение состава комплексного соединения по спектрам люминесценции.

#### **Тема 19. Люминесцентная спектроскопия лигандов, комплексообразователей и комплексных соединений в конденсированном состоянии**

Перестройка оптической схемы люминесцентного спектрометра для работы с твердыми образцами. Пробоподготовка образцов в конденсированном состоянии. Измерение спектра люминесценции образца в конденсированном состоянии. Сравнение спектров люминесценции комплексного соединения в твердом и жидком состоянии. Оценка влияния растворителя на квантовый выход люминесценции и время жизни в возбужденном состоянии.

#### **Тема 20. Совмещенные термогравиметрия и дифференциальная сканирующая калориметрия (ТГ/ДСК)**

Основы термогравиметрии, дифференциальной сканирующей калориметрии. Устройство дифференциального сканирующего калориметра и совмещенного ТГ/ДСК анализатора. Особенности весов для термогравиметрии, ДСК сенсора. Стандартные образцы для калибровки прибора. Условия типичных ТГ/ДСК экспериментов. Программное обеспечение для управления режимами измерений и обработки экспериментальных данных. Получение информации об объекте по данным ДСК и совмещенного ТГ/ДСК.

### **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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/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

Синтезы неорганических соединений: общие принципы, техника безопасности, методические указания. Учеб.-метод. пособие - [https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F342434915/Neorganicheskie\\_sintezy\\_\\_Devyatov\\_i\\_dr\\_2021.pdf](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F342434915/Neorganicheskie_sintezy__Devyatov_i_dr_2021.pdf)

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)

Синтезы неорганических соединений: общие принципы, техника безопасности, методические указания. Учеб.-метод. пособие - [https://repository.kpfu.ru/?p\\_id=253265](https://repository.kpfu.ru/?p_id=253265)

Амиров Р.Р. Пособие для проведения спецпрактикума: Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах (спектрофотометрия): Учебно-методическое пособие - [https://kpfu.ru/publication?p\\_id=242434](https://kpfu.ru/publication?p_id=242434)

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



Методические указания к лабораторным работам по магнетохимии для студентов химического факультета РГУ - [http://physchem.chimfak.sfedu.ru/Source/special/magnetochem\\_3.html](http://physchem.chimfak.sfedu.ru/Source/special/magnetochem_3.html)

Описание задач практикума Химические методы синтеза неорганических веществ и материалов - <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/kaul/all.pdf>

Практикум по неорганической химии - [http://internat.msu.ru/?page\\_id=2889](http://internat.msu.ru/?page_id=2889)

Практикум по синтезам наноматериалов - <https://education.mrsec.wisc.edu/video-lab-manual/>

Ф.Х. Каратаева, В.В. Клочков. Спектроскопия ЯМР в органической химии. Часть 1. Общая теория ЯМР. Химические сдвиги  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ . 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 приходить 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: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам; - работу с Интернет-источниками; - 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 направлению 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки "Химия".

Приложение 2

к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.11.02 Спецпрактикум: синтез и физико-химические  
методы исследования координационных соединений

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

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

**Основная литература:**

1. Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования : учебник / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-1320-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168467> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Рогов, В. А. Экспериментальные методы физической химии. Лабораторный практикум : учебное пособие / колл. авт ; под ред. В. Н. Пармона, В. А. Рогова. - 2-е изд. - Долгопрудный : Интеллект, 2018. - 408 с. - ISBN 978-5-91559-255-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1022499> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: по подписке. (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Фомичев, В. В. Электронная спектроскопия и ее применение в химических исследованиях : учебное пособие / В. В. Фомичев. - Москва : РТУ МИРЭА, 2020. - 54 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/163909> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Спецпрактикум: Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах (спектрофотометрия): Учебно-методическое пособие / Р.Р. Амиров, А.Б. Зиятдинова, Ю.И. Журавлева и др. - Казань: Издательство Казанского университета, 2020. - 24 с.
5. Белюстин, А. А. Потенциометрия: физико-химические основы и применения : учебное пособие / А. А. Белюстин. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 336 с. - ISBN 978-5-8114-1838-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168778> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Инфракрасная спектроскопия твердотельных систем пониженной размерности : учебное пособие / А. И. Ефимова, Л. А. Головань, П. К. Кашкаров [и др.]. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 248 с. - ISBN 978-5-8114-2378-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/169252> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Алехина, Е. А. Неорганический синтез: практикум : учебное пособие / Е. А. Алехина, И. В. Скворцова. - Омск : ОмГПУ, 2019. - 118 с. - ISBN 978-5-8268-2197-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/129683> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Электронный парамагнитный резонанс. Элементы теории, руководство и задания к лабораторным работам : учебно-методическое пособие для студентов Института физики / Р.Г. Батулин, Д.Г. Зверев, И.В. Романова [и др.]. Казань: К(П)ФУ, 2020. - 28 с.
9. Синтезы неорганических соединений: общие принципы, техника безопасности, методические указания. Учеб.-метод. пособие / Ф.В. Девятов, Р.Р. Амиров, Ю.И. Журавлева, А.Б. Зиятдинова - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2021. - 64 с.

**Дополнительная литература:**

1. 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: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. - Москва: Академия, 2007. - 344 с.
3. Неорганическая химия: в 3 т.: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 'Химия' и специальности 011000 'Химия' / [А. А. Дроздов, Ю. Д. Третьяков]; под ред. Ю. Д. Третьякова. - Москва: Академия, 2004- Т.1: Физико-химические основы неорганической химии. 2004. - 233 с.
4. Комплексы металлов : учебное пособие для лекционного курса 'Химия комплексных соединений'. Казань : [Казанский университет], 2014. - 97 с.

5. 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: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. 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. - Текст : электронный. - URL: [https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1708660505/SPEKTROSKOPIYa.YaMR.V.ORG..HIMI..Chast.I...New\\_2013.posl...pdf](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1708660505/SPEKTROSKOPIYa.YaMR.V.ORG..HIMI..Chast.I...New_2013.posl...pdf) (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: открытый.
7. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений / Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. - М.: Мир, 2006. - 439с.
8. Казицина А.А., Куплетская Н.Б. Применение ИК-, УФ- и ЯМР спектроскопии в органической химии/ Казицина А.А., Куплетская Н.Б. - М.: Высшая школа, 1971. - 263с.
9. Анализ поверхности методом Оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Под редакцией Д. Бриггса и М.П. Сиха. - М.: Мир, 1987. - 600 с.
10. Пул Ч., Оуэнс Ф., Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2005, - 334 с.
11. Миначев Х.М., Антошин Г.В., Шпиро Е.С. Фотоэлектронная спектроскопия и ее применение в катализе. -М.: Наука, 1981. - 216 с.
12. Фельдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок: пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 344 с.
13. Немошкаленко В. В., Алешин В. Г. Электронная спектроскопия кристаллов.- К., 1983.
14. Вовна В.И. Электронная структура органических соединений по данным фотоэлектронной спектроскопии. - М.: Наука, 1991. - 247 с
15. Нефедов, В.И. Рентгеноэлектронная спектроскопия химических соединений/ В.И Нефедов. - М.: Химия, 1984.-256 с.
16. Зигбан, К. Электронная спектроскопия / К. Зигбан и др.. пер. И.Б. Боровского// М.: Мир.-1971. -495 с.
17. Карлсон, Т.А. Фотоэлектронная и оже-спектроскопия / Т.А. Карлсон. пер. И.А. Брытова и др.// Л.: Машиностроение. - 1981. -432 с.
18. Алешин В. А. и др. Практикум по неорганической химии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений; под. ред. ЮД Третьякова //Под. ред. ЮД Третьякова-М.: Издательский центр 'Академия. - 2004.
19. Сутягин В.М., Ляпков А.А. Физико-химические методы исследования полимеров: Учебное пособие. - 3-е изд., испр. - СПб.: Издательство 'Лань', 2018. - 140 с (Учебники для вузов. Специальная литература). Текст: электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/book/99212> (дата обращения: 31.05.2021). - Режим доступа : по подписке.
20. Сильверстейн Р., Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебетер, Д. Кимл. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 520 с.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.11.02 Спецпрактикум: синтез и физико-химические  
методы исследования координационных соединений*

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

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

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.