

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

Методы синтеза и исследования координационных соединений

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основы современных методов синтеза и исследования комплексных соединений;
- количественные методы расчета состава и констант равновесий комплексных частиц в растворах;
- схемы и принципы действия приборов;
- теоретические основы традиционных курсов химии, специальных химических дисциплин и закономерностей химических процессов с участием веществ различной природы, современные представления о предмете, задачах, областях практического использования и направлениях развития различных областей химии - методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Должен уметь:

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши /проигрыши реализации этих вариантов;
- при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся рационализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений.

Должен владеть:

- экспериментальными методами определения физико-химических свойств на основе неорганических и органических веществ;
- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов.

### 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 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Фундаментальная химия: материалы будущего)" 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 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	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная 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. Теоретическое описание неорганического синтеза	7	2	0	0	0	0	0	0
2.	Тема 2. Препаративные методы в неорганическом синтезе	7	2	0	0	0	0	0	2
3.	Тема 3. Типовые методы получения неорганических веществ.	7	2	0	0	0	0	0	2
4.	Тема 4. Возможности метода рН-метрии для изучения комплексообразования	7	4	0	0	0	0	0	2
5.	Тема 5. Оптические методы исследования неорганических веществ. Интерпретация электронных спектров поглощения металлокомплексов	7	2	0	0	0	0	0	2
6.	Тема 6. Фотолюминесценция	7	2	0	0	0	0	0	2
7.	Тема 7. Спектрофотометрия. Определение состава и устойчивости металлокомплексов по спектрофотометрическим данным	7	4	0	0	0	0	0	2
8.	Тема 8. Качественный рентгенофазовый анализ. Дифракция рентгеновского излучения на нанобъектах. Практические подходы к индцированию дифрактограмм	7	2	0	0	0	0	0	1
9.	Тема 9. Просвечивающая электронная спектроскопия	7	1	0	0	0	0	0	2
10.	Тема 10. Методы определения валентного состояния атомов в молекулах: Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия и практические подходы к индцированию и обработке полученных результатов.	7	2	0	0	0	0	0	1
11.	Тема 11. Сканирующая электронная микроскопия, Методы определения состава в сканирующей электронной микроскопии; Оже-электронная спектроскопия	7	2	0	0	0	0	0	1
12.	Тема 12. Динамическое, статистическое светорассеяние и ультрамикроскопия субмикронных систем.	7	1	0	0	0	0	0	1

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	Лаборато- рные работы, всего	Лаборато- рные в эл. форме	
13.	Тема 13. Спектральные методы исследования: ИК-Фурье спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния	7	2	0	0	0	0	0	2
14.	Тема 14. Ядерный магнитный резонанс и ядерная магнитная релаксация	7	2	0	0	0	0	0	2
15.	Тема 15. Методы измерения времен ядерной магнитной релаксации	7	2	0	0	0	0	0	2
16.	Тема 16. ЯМР спектроскопия	7	2	0	0	0	0	0	2
17.	Тема 17. Электронный парамагнитный резонанс	7	2	0	0	0	0	0	2
18.	Тема 18. Экспериментальные основы метода ЭПР	7	2	0	0	0	0	0	2
19.	Тема 19. Магнетохимия.	7	2	0	0	0	0	0	2
	Итого		40	0	0	0	0	0	32

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Теоретическое описание неорганического синтеза

Химическая термодинамика в неорганическом синтезе. Рассмотрение основных термодинамических функций состояний. Критерием направленности химической при переходе от исходных веществ к продуктам. Термодинамический расчет возможности протекания химической реакции на примере получения металлов. Фазовые переходы. Рассмотрение фазовых диаграмм и применение их для очистки органических и неорганических веществ. Кинетика гомогенных и гетерогенных реакций. Этапы протекания химических реакций.

##### Тема 2. Препаративные методы в неорганическом синтезе

Виды стеклянной посуды, применение и маркировка. Правила работы со стеклянной посудой. Маркировка реактивов. Правила работы с химическими веществами. Техника безопасности и правила оказания первой помощи. Правила работы с общелaborаторным оборудованием (весы, сушильные шкафы, дозаторы, центрифуги, диспергаторы и т.д.). Методы препаративной химии. Принципы классификации методов неорганического синтеза. Гидротермальный и сольвотермический синтез Неорганический фотохимический синтез. Синтез координационных полимеров. Синтез под высоким давлением. Синтез координационных соединений. Синтез и очистка при низких температурах. Синтез с неорганических соединений с использованием плазмы. Синтез неорганических соединений с использованием высоких температур.

##### Тема 3. Типовые методы получения неорганических веществ.

Основные способы получения металлов, неметаллов, солей, оксидов металлов.

Основные требования для проведения различных видов реакций синтеза.

Теоретические основы синтеза комплексных соединений.

Наноматериалы: основные способы получения и стабилизации наночастиц, методы идентификации, физические и химические свойства наноразмерных образцов .

##### Тема 4. Возможности метода рН-метрии для изучения комплексообразования

Сущность рН-метрического метода. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Устройство современных рН-метров. Метод рН-метрического титрования. Автотитраторы. Способы обработки и интерпретации количественных данных титрования. Расчет констант диссоциации слабых кислот и оснований, констант устойчивости металлокомплексов.

##### Тема 5. Оптические методы исследования неорганических веществ. Интерпретация электронных спектров поглощения металлокомплексов

Понятие об оптических методах исследования. Место оптических методов среди других физико-химических методов исследования. Классификация оптических методов исследования.

Методы, основанные на явлении светорассеяния: динамическое светорассеяние, нефелометрия и турбидиметрия. Эффект Тиндаля. Основные принципы анализа, приборы для измерений. Закон Рэлея.

Абсорбционные методы анализа: ИК-спектроскопия, фотоколориметрия, спектрофотометрия.

Восприятие цвета: спектральный и дополнительный цвета. Происхождение спектров поглощения в видимой и УФ-областях. Зависимость спектральных характеристик растворов металлокомплексов от природы центрального атома, лигандов, геометрии комплекса. Условия поглощения электромагнитного излучения.

Применимость теорий валентных связей, кристаллического поля и молекулярных орбиталей для объяснения полос поглощения металлокомплексов. Правила отбора. Типы электронных переходов: d-d и f-f-переходы, интралигандные полосы поглощения, полосы с переносом заряда.

Теория термов. Мультиплетность терма. Правила определения основного терма атома. Расщепление термов в кристаллическом поле лигандов. Правила взаимного соответствия уровней расщепления. Диаграммы Орбела и Танабе-Сугано.

#### **Тема 6. Фотолюминесценция**

Люминесцентный анализ: понятие о люминофорах, виды люминесценции. Фотолюминесценция: флуоресценция и фосфоресценция. Принцип работы люминесцентного спектрометра. Эмиссионный спектр, батохромный и гипсохромный сдвиги, гиперхромный и гипсохромный эффекты. Закон Стокса-Ломмеля, стоксов сдвиг, правило Левшина. Квантовый и энергетический выход фотолюминесценции. Тушение люминесценции.

Особенности фотолюминесценции ионов f-элементов и их комплексов, эффект "антенны".

#### **Тема 7. Спектрофотометрия. Определение состава и устойчивости металлокомплексов по спектрофотометрическим данным**

Основные принципы проведения спектрофотометрического анализа, устройство спектрофотометра, частотный диапазон, принципы работы светофильтров и монохроматоров. Способы представления спектров. Основные характеристики спектров поглощения: оптическая плотность, молярный коэффициент светопоглощения (коэффициент экстинкции), интенсивность и полуширина полосы поглощения, длина волны при максимальном светопоглощении, батохромный и гипсохромный сдвиги, чувствительность спектрофотометрических измерений.

Закон Бугера-Ламберта-Бера. Условия соблюдения закона. Физические и химические причины отклонения от закона.

Применение спектрофотометрии для аналитических целей, кинетических исследований, изучения химических равновесий. Способы перевода вещества в окрашенное соединение. Выбор оптимальных условий проведения спектрофотометрических измерений.

Определение числа частиц в растворе в условиях равновесия. Изобестическая точка. Расчет константы диссоциации лиганда (слабой кислоты).

Способы определения состава металлокомплексов: метод Жоба (изомолярных серий), метод отношения наклонов (Гарвея-Меннинга), метод сдвига равновесий (молярных соотношений). Основные типы кривых, качественная оценка прочности комплексов. Возможности и ограничения методов.

Способы определения констант образования металлокомплексов. Метод сдвига равновесий: обработка кривых с насыщением и без насыщения в случае, если лиганд является сильной или слабой кислотой. Использование метода конкурентной реакции в случае образования очень прочных металлокомплексов. Метод Комаря.

Обработка данных в случае ступенчатого комплексообразования. Вторичные концентрационные переменные. Функция образования, метод Бьеррума. Определение констант ступенчатого комплексообразования по методу соответственных растворов. Статистическое соотношение ступенчатых констант равновесий.

#### **Тема 8. Качественный рентгенофазовый анализ. Дифракция рентгеновского излучения на нанобъектах. Практические подходы к индцированию дифрактограмм**

Решетки Браве. Понятие о центрировках. Пространственная группа. Основная информация о структуре кристалла. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Понятие о качественном фазовом анализе. Проведение качественного рентгенофазового анализа. Метод Ритвельда. Форма дифракционных максимумов при дифракции на реальных объектах. Инструментальный вклад в уширение рефлексов. Вклад в уширение рефлексов, связанный с несовершенством образца. Методы определения параметров микроструктуры. Основные ошибки при идентификации спектров. Построение теоретических спектров соединений. Работа с базами данных.

#### **Тема 9. Просвечивающая электронная спектроскопия**

Представление о механизме формирования изображения в просвечивающем электронном микроскопе. Режимы работы, задачи, решаемые с помощью просвечивающей электронной микроскопии. Характеристики электронного пучка. Источники электронов (электронные пушки). Режим дифракции электронного микроскопа. Форма узлов обратной решетки и построение сферы Эвальда для тонких кристаллов. Виды электронограмм. Постоянная прибора. Индцирование кольцевых электронограмм. Индцирование точечных электронограмм.

#### **Тема 10. Методы определения валентного состояния атомов в молекулах: Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия и практические подходы к индцированию и обработке полученных результатов.**

Принцип и возможности метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС). Качественный анализ. Количественный анализ. РФЭС основных уровней поверхности. Состояние химической связи. Основные области применения. Типы анализаторов в РФЭС. Обработка полученных результатов и работа с базами данных.

#### **Тема 11. Сканирующая электронная микроскопия, Методы определения состава в сканирующей электронной микроскопии; Оже-электронная спектроскопия**



Теоретические основы сканирующей электронной микроскопии. Источник электронов. Взаимодействие электронов с веществом. Детекторы. Физические основы Оже-электронная спектроскопия. Спектры Оже-электронов. Глубина выхода электронов. Качественный и количественный анализ методом электронной Оже-спектроскопии

#### **Тема 12. Динамическое, статистическое светорассеяние и ультрамикроскопия субмикронных систем.**

Основы метода динамического светорассеяния. основы метода статистического светорассеяния. корреляционная функция. Теория двойного лучепреломления. Закон Бугера-Ламберта-Бера и парадокс экстинкции. Плазмонный резонанс и окраска дисперсных систем. ультрамикроскопия и анализ траекторий движения наночастиц.

#### **Тема 13. Спектральные методы исследования: ИК-Фурье спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния**

Основные положения метода ИК-спектроскопии, ИК-спектрометрия с Фурье-преобразованием. Метод ИК-отражения для анализа твердых образцов. Ослабленное полное отражение. Зеркальное отражение. нарушенное полное внутреннее отражение. Рамановская спектроскопия. Рамановский эффект и нормальное комбинационное рассеяние. Колебательные энергии.

#### **Тема 14. Ядерный магнитный резонанс и ядерная магнитная релаксация**

Магнитные ядра. Ядерные магнитные моменты. Уровни энергии магнитных ядер в магнитном поле. Распределение ядерных спинов в магнитном поле. Магнитное резонансное поглощение. Классическое описание ЯМР. Ядерная магнитная релаксация. Уравнения Блоха. Времена спин-спиновой и спин-решеточной релаксации. Механизмы ядерной магнитной релаксации в жидкостях и твердых телах.

#### **Тема 15. Методы измерения времен ядерной магнитной релаксации**

Способы измерения времен магнитной релаксации. Импульсные методы. Уравнения Блоха во вращающейся системе координат. Сигнал свободной индукции. Импульсные методы измерения времени спин-решеточной релаксации. Последовательность инверсия Сигнал спинового эха. Импульсные методы измерения времени спин-спиновой релаксации. Последовательность Карра-Парселла-Мейбума-Гилла

#### **Тема 16. ЯМР спектроскопия**

Способы регистрации спектров ЯМР. Электронное экранирование ядер, константа экранирования, химический сдвиг. Спин-спиновое взаимодействие в спектрах ЯМР. Влияние химического обмена на вид спектра. Способы сужения линий спектра. Фурье-спектроскопия ЯМР. Двумерные спектры ЯМР, COSY эксперимент. Многомерная ЯМР спектроскопия.

#### **Тема 17. Электронный парамагнитный резонанс**

Магнитный момент электронов. Уровни энергии неспаренных электронов в магнитном поле. Орбитальный магнитный момент. Спин-орбитальное взаимодействие. Зеемановское, сверхтонкое и суперсверхтонкое взаимодействия. Особенности регистрации спектров ЭПР. Изотропные спектры ЭПР для систем с электронным спином  $S=1/2$ . Спиновый гамильтониан. Анизотропия параметров спинового гамильтониана. Влияние анизотропии на спектры ЭПР растворов, кристаллов и поликристаллических образцов. Системы с суммарным электронным спином  $S > 1/2$ . Теорема Крамерса. Двойной электронно-ядерный резонанс. Импульсные методики ЭПР.

#### **Тема 18. 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.

#### **Тема 19. Магнетохимия.**

Магнитная восприимчивость. 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, СКВИД-магнетометр). Строение и магнитные свойства координационных соединений. Типы и механизмы обменных взаимодействий. Взаимосвязь параметров обменного взаимодействия с особенностями строения комплексов.

### **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

## **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)**

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

Методы исследования неорганических веществ и материалов (МГУ) - [http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/thermo/46\\_47.pdf](http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/thermo/46_47.pdf)

Микроскопия - <https://micro.magnet.fsu.edu/primer/virtual/virtual.html>

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

Рентгено-фазовый анализ - <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kovba/welcome.html>

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)

Химические методы синтеза неорганических веществ и материалов (МГУ, 2008 г.) - <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kaul/all.pdf>



Ю.А. Устынюк. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Часть 1. - <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/ustyniuk-nmr-lectures/welcome.html>

### 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.
самостоятельная работа	Методические указания по организации самостоятельной работы Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. 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 и курсовой работе; - работу с Интернет-источниками; - подготовку к сдаче практических работ, выполнению тестовых заданий и сдаче зачетов и экзаменов. 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.
экзамен	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.

### 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 специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Фундаментальная химия: материалы будущего".

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

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

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. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение : сборник научных трудов / под редакцией У. Жу, Ж. Л. Уанга ; перевод с английского С. А. Иванова, К. И. Домкина ; художник Н. А. Новак. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 601 с. - ISBN 978-5-00101-142-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/166756> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
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.

#### 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..NIMPI..Chast.I...New\\_2013.posl...pdf](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1708660505/SPEKTROSKOPIYa.YaMR.V.ORG..NIMPI..Chast.I...New_2013.posl...pdf) (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: открытый.
7. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффельтер К. Определение строения органических соединений / Преч Э., Бюльманн Ф., Аффельтер К. – М.: Мир, 2006. – 439с.
- Сильверстейн Р., Вебетер Ф., Кимл Д. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Сильверстейн Р., Вебетер Ф., Кимл Д. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 520 с
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.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В.ДВ.08.02 Методы синтеза и исследования координационных соединений*

**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: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

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.

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.