

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра органической и  
аналитической химии  
(ОиАХ\_ХМФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра органической и  
аналитической химии  
(ОиАХ\_ХМФ)

наименование кафедры

Б.Н. Кузнецов

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И**  
**ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ**  
**ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ**  
**ИССЛЕДОВАНИЯ**

Дисциплина Б1.О.03.05.02 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И  
ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
Физические методы исследования

Направление подготовки /  
специальность \_\_\_\_\_

Направленность  
(профиль) \_\_\_\_\_

Форма обучения очная

Год набора 2019

Красноярск 2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

04.03.01 Химия профиль подготовки 04.03.01.32 Физическая химия

---

Программу  
составили

---

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Основной задачей высших учебных заведений является подготовка специалиста с высоким уровнем профессиональной компетентности и разностороннего личностного развития, способного к непрерывному самосовершенствованию, постоянному пополнению и расширению своих знаний и умений.

Разработка новых материалов требует сопровождения современными методами анализа вещества. При этом желательно получение полной информации с минимальной затратой времени и усилий. С этой целью может быть предложено, использовать совокупность физических и физико-химических методов исследования вещества. Обоснование выбора того или иного метода должно базироваться на ясном понимании его возможностей, достоинств и недостатков. Кроме того, выбор метода во многом определяется теми целями и задачами, которые стоят перед исследователем.

Целью изучения дисциплины «Физические методы исследования» является: формирование студентами знаний о сути различных физических методов исследования вещества и их использование для изучения строения химических соединений, их реакционной способности, природы химических взаимодействий и превращений.

В сфере познавательной деятельности данная дисциплина имеет своей целью приобретение высокой востребованности выпускника на рынке труда. В области воспитания личности преследуется цель развития научной и профессиональной этики, творческих способностей, коммуникативности, настойчивости в достижении цели.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Основные задачи изучения дисциплины «Физические методы исследования» заключаются в:

- формировании представлений о роли физических методов исследования в химии;
- изучении теоретических основ различных физических методов;
- углубленном изучении применения современных физических методов исследования в научных и практических целях.

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

**УК-1:Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

**ОПК-1:Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений**

**ОПК-5:Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности**

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина является базовой. Освоение знаний курса «Физические методы исследования» базируется на знаниях, полученных в рамках курсов по неорганической химии, аналитической химии, органической химии, физической химии, физике, математики. Для успешного усвоения материала студент должен иметь прочные знания по указанным дисциплинам.

Рассмотренный в курсе материал необходим при выполнении научно исследовательских и выпускных работ.

Электрохимия

Научно-исследовательская работа

Химия редких и рассеянных элементов

Химическая термодинамика

Аналитическая химия

Математика. Дифференциальные уравнения

Математика. Теория вероятностей и математическая статистика

Математика. Высшая алгебра

Математика. Математический анализ

Общая и неорганическая химия

Техническая химия

Основы химического эксперимента

Органическая химия

Преддипломная

Экспериментальные методы химической термодинамики

Химическое материаловедение

Спектроскопические методы анализа

Строение вещества

Молекулярный дизайн

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	1. Методы определения дипольных моментов молекул	8	2	0	0	
2	2. Спектроскопические методы анализа	16	17	0	0	
3	3. Резонансные методы исследования	12	17	0	72	
Всего		36	36	0	72	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в академических часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Общие представления о природе дипольного момента. Методы определения дипольных моментов основаны на нахождении ориентационного эффекта полярных молекул в приложенном электрическом поле. Методы, основанные на микроволновой спектроскопии и молекулярных пучков. Расчетный аппарат метода дипольных моментов.</p>	8	2	0
2	2	<p>Масс - спектроскопия. Ионная масс-спектрометрия. Описание прибора. Чувствительность и разрешение. Калибровка и количественный анализ. Интерпретация масс-спектров. Влияние изотопов. SIMS-изображения.</p>	4	0	0

3	2	<p>Колебательная спектроскопия. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии, их классификация, фундаментальные, обертоновые и составные частоты. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы. Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот. Определение силовых полей молекулы и проблема их неоднозначности. Применение методов колебательной спектроскопии для качественного и количественного анализов и другие применения в химии. Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР, преимущества лазерных источников возбуждения.</p>	6	2	0
---	---	---	---	---	---



4	2	<p>Электронная спектроскопия для химического анализа (ЭСХА). Специфика взаимодействия ионизирующего излучения с веществом. Основы метода ЭСХА. Возможности метода, достоинства и недостатки. Чувствительность и разрешение.</p>	6	0	0
---	---	---	---	---	---

5	3	<p>Ядерный магнитный резонанс. Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условие ядерного магнитного резонанса. Заселенность уровней энергии, насыщение, релаксационные процессы и ширина сигнала. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Константа экранирования ядра. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Спин-спиновое взаимодействие ядер, его природа, число компонент мультиплетов, распределение интенсивности, правило сумм. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Константа экранирования ядра. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Спин-спиновое взаимодействие ядер, его природа, число компонент мультиплетов, распределение интенсивности, правило сумм. Блок-схема спектрометра ЯМР, типы спектрометров. Характер образцов.</p>	6	2	0
---	---	---	---	---	---

6	3	<p>Электронный парамагнитный резонанс. Принципы спектроскопии электронного парамагнитного (спинового) резонанса. Условия ЭПР. g-Фактор и его значение. Сверхтонкое расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами. Число компонент мультиплета, распределение интенсивности. Константа СТС. Тонкое расщепление. Ширина линий. Приложение метода ЭПР в химии. Изучение механизмов химических реакций. Химическая поляризация электронов. Определение свободных радикалов и других парамагнитных центров. Использование спиновых меток. Блок-схема спектрометра ЭПР, особенности</p>	2	0	0
7	3	<p>Метод ядерного квадрупольного резонанса. Принцип действия ядерного квадрупольного резонанса. Основы метода. Возможности метода, достоинства и недостатки. Чувствительность и разрешение.</p>	2	0	0

8	3	Метод ядерного гамма-резонанса. Основы метода ЯГР. Возможности метода, достоинства и недостатки. Чувствительность и разрешение. Изомерные сдвиги.	2	0	0
Всего			26	6	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Расчеты дипольных моментов по данным для первого и второго методов Дебая и с использованием векторной схемы в рамках концепции групповых моментов	2	0	0
2	2	Интерпретация результатов масс-спектрометрии	5	0	0
3	2	Классическое рассмотрение колебаний простых многоатомных молекул. Введение естественных координат, учет симметрии. Использование концепции групповых частот в структурном анализе	7	0	0
4	2	Идентификация электронного состояния определяемого элемента	5	0	0
5	3	Определение структуры молекулы по химическим сдвигам и спин-спиновым расщеплениям в спектрах ЯМР. Динамический ЯМР, изучение обменных и других быстропротекающих процессов	7	0	0

6	3	Структура спектров ЭПР; изучение кинетики и механизмов реакций	4	0	0
7	3	Метод ядерного квадрупольного резонанса	3	0	0
8	3	Метод ядерного гамма- резонанса	3	0	0
Всего			26	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисципли ны	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
Э2	Nature Publishing Group	<a href="http://www.nature.com">http://www.nature.com</a>
Э3	EBSCO Journals (компания EBSCO Publishing)	<a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a>
Э4	Cambridge University Press	<a href="http://www.journals.cambridge.org">http://www.journals.cambridge.org</a>
Э5	Royal Society of Chemistry	<a href="http://www.rsc.org">http://www.rsc.org</a>
Э6	Elsevier	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
Э7	Электронная химическая энциклопедия	<a href="http://www.xumuk.ru/encyklopedia/">http://www.xumuk.ru/encyklopedia/</a>
Э8	Сайт по применению методов математической статистики и теории вероятностей в аналитической химии для обработки результатов аналитических измерений	<a href="http://chemstat.com.ru/">http://chemstat.com.ru/</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Изучение дисциплины «Физические методы исследования» предполагает самостоятельную работу студентов в виде самостоятельного изучения теоретического материала (ТО).

Для самостоятельного изучения теоретического материала (ТО) студентам рекомендуется список литературы, включающий современные учебные пособия, электронные образовательные ресурсы образовательных порталов СФУ и внешней сети, другая доступная информация.

Уровень усвоения материала контролируется решением задач, выдаваемых преподавателем на практических занятиях.

1. Физические методы исследования: Сб. задач / А.И. Рубайло, К.М. Нейман, Е.А. Шор; Сиб. фед. ун-т. – Красноярск, 2011. - 86 с.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Microsoft Office Professional Plus 2007.
9.1.2	Приложения ChemOffice Ultra 11 - пакет утилит для химиков, таких как: ChemDraw, Chem3D, ChemFinder, ChemACX

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

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

9.2.4	4. Cambridge University Press - доступ к текущим выпускам журналов издательств Cambridge University Press (с 1996-2015 гг) . – Режим доступа: <a href="http://www.journals.cambridge.org">http://www.journals.cambridge.org</a>
9.2.5	5. Royal Society of Chemistry. – Режим доступа: <a href="http://www.rsc.org">http://www.rsc.org</a>
9.2.6	6. Elsevier - доступ к Freedom Collection издательства Elsevier. В комплект подписки Freedom Collection издательства Elsevier входят электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины, размещенные на платформе ScienceDirect, (23 предметные коллекции), охват более 1900 названий журналов. Архив 2010-2014 гг. . – Режим доступа: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
9.2.7	7. Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. . – Режим доступа: <a href="http://www.xumuk.ru/encyklopedia/">http://www.xumuk.ru/encyklopedia/</a> .
9.2.8	8. Сайт по применению методов математической статистики и теории вероятностей в аналитической химии для обработки результатов аналитических измерений. – Режим доступа: <a href="http://chemstat.com.ru/">http://chemstat.com.ru/</a>
9.2.9	
9.2.1 0	9. Справочник по химии: основные понятия, термины, законы, схемы, формулы, справочный материал, графики / Л. Н. Блинов, И. Л. Перфилова; Санкт-Петербургский политехнический университет. - Москва: Проспект, 2010. - 155 с.
9.2.1 1	10. Электронно-библиотечная система Znanium.com предоставляет зарегистрированным пользователям круглосуточный доступ к электронным изданиям из любой точки мира посредством сети Интернет.-Режима доступа: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>

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

Для чтения лекций используется аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в учебной аудитории с использованием доски.