

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет  
Кафедра Химии

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей  
Геннадьевич

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.06 Физические методы исследования  
на 108 часа(ов), 3 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие  
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г. №\_\_\_\_\_

Профиль – Энерго- и ресурсосберегающие химические процессы производств (для набора  
2021)

Форма обучения: Заочная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

овладеть современными методами исследования объектов химии, уметь сочетать разные методы для формирования правильного понимания процессов, протекающих в окружающем мире.

Задачи изучения дисциплины:

рассмотреть теоретические основы физических методов исследования и общую методологию их использования;

получить навыки практической работы и интерпретации результатов с помощью лабораторного практикума.

## 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Курс «Физические методы исследования» относится к дисциплинам по выбору профессионального цикла ООП. Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам «Физика», «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Математика», «Органическая химия». Настоящая дисциплина готовит студентов к изучению курсов «Анализ водных ресурсов Забайкальского края», «Химический элементный и фазовый анализ минерального сырья Забайкальского края», «Технический анализ продукции горно-химических комбинатов Забайкальского края». Дисциплина изучается на \_4\_ курсе в 8 семестре студентами заочной формы обучения.

## 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часов.

Виды занятий	Семестр 8	Всего часов
Общая трудоемкость		108
Аудиторные занятия, в т.ч.	20	20
Лекционные (ЛК)	10	10
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
Лабораторные (ЛР)	10	10
Самостоятельная работа студентов (СРС)	88	88

Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-2	ОПК-2.1 Использует математические методы для решения задач профессиональной деятельности	<p>Знать: основы математической статистики применительно к оценке правильности и воспроизводимости результатов.</p> <p>Уметь: анализировать полученные экспериментальные данные, оформлять экспериментальные результаты.</p> <p>Владеть: навыками математической обработки экспериментальных результатов и представления полученных данных</p>
ОПК-2	ОПК-2.2 Использует физические методы для решения задач профессиональной деятельности	<p>Знать: теорию, позволяющую описывать физические явления, которые послужили основой в возникновении физического метода, возможности и ограничения методов, способ приготовления образцов для анализа.</p> <p>Уметь: интерпретировать и оценивать экспериментальные данные, идентифицировать вещества по их ЯМР спектрам; применять для определения структуры соединений ИКС, УФС, ЭПР, ЯМР.</p>

	Владеть: основами техники выполнения основных аналитических операций при регистрации спектров различными физическими методами анализа исследуемых веществ
--	---

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

#### 3.1 Структура дисциплины для заочной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
					ЛК	ПЗ (СЗ)	ЛР	
1	1.1	Методы определения электрического дипольного момента и колебательной спектроскопии	Методы определения электрических дипольных моментов молекул. Расчетный аппарат метода дипольных моментов. Методы колебательной спектроскопии. Нормально-координатный анализ	26	2	0	2	22
2	2.1	Методы электронной спектроскопии. Спектроскопия в видимой и УФ областях	Электронная спектроскопия сложных молекул. Объяснение спектров сложных молекул. Ультрафиолетовая спектроскопия.	30	2	0	4	24
3	3.1	Резонансные методы и масс-спектрометрия	Метод электронного парамагнитного резонанса. Метод ядерного магнитного резонанса. Анализ спектров ЯМР. Примеры применения методов ЯМР и ЭПР. Масс-спектрометрия.	28	2	0	2	24
4	4.1	Колебательно-	Колебательно-	24	2	0	2	20

		вращательная и рентгеновская спектроскопия	вращательная спектроскопия. Рентгеноструктурный анализ. Спектроскопия в области рентгеновского излучения					
Итого				108	8	0	10	90

### 3.2. Содержание разделов дисциплины

#### 3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Методы определения электрических дипольных моментов молекул. Расчетный аппарат метода дипольных моментов.	Электрический дипольный момент молекулы. Уравнение Дебая, его применение и ограничения. Определение дипольного момента в газах (первый метод Дебая) и растворах (второй метод Дебая). Векторно-аддитивная схема расчета дипольных моментов. Связевые моменты. Групповые моменты. Фрагментарный и квантово-механический подходы к расчету дипольного момента.	1
	1.1	Методы колебательной спектроскопии. Нормально-координатный анализ.	Инфракрасные спектры и спектры комбинационного рассеяния. Концепция характеристических колебаний в методе ИК спектроскопии. Примеры структурного анализа органических и координационных соединений в методе ИК спектроскопии.	1
2	2.1	Ультрафиолетовая спектроскопия	Номенклатура электронных состояний и электронных переходов для линейных молекул	1
	2.1	Электронная спектроскопия сложных молекул. Объяснение спектров сложных	Характеристики электронных спектров и правила отбора. Типы электронных переходов в спектрах органических молекул. Хромофоры и ауксохромы. Обзор спектров различных классов соединений. Теоретический расчет спектра.	1

		молекул.	Отнесение электронных переходов. Понятие теории групп в ФМИ.	
3	3.1	Метод электронного парамагнитного резонанса. Приложение метода ЭПР в химии.	ЭПР. Условие ЭПР. g-фактор и его значение. Основное уравнение ЭПР, правила отбора. Проявление сверхтонкого взаимодействия в спектре ЭПР. Изучение механизмов химических реакций. Химическая поляризация электронов. Определение свободных радикалов и других парамагнитных центров.	1
	3.1	Метод ядерного магнитного резонанса. Анализ спектров ЯМР	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. Спин-спиновое взаимодействие ядер, число компонент мультиплетов, правило сумм. Анализ спектров ЯМР, применение в органической химии.	1
4	4.1	Колебательно-вращательная спектроскопия	Параллельные и перпендикулярные колебания многоатомных молекул. Колебательно-вращательные уровни, их энергетическая диаграмма. Правила отбора. Структура P, Q, R-ветвей в спектрах молекул различной симметрии.	1
	4.1	Рентгеноструктурный анализ. Спектроскопия в области рентгеновского излучения	Дифракционные методы изучения структуры кристаллов. Определение координат атомов в элементарной ячейке кристалла. Определение параметров решетки и симметрии кристалла. РФЛА и оже-спектроскопия. Правила отбора. Возможности УФЭС, РФЭС и РФЛА. Достоинства и недостатки метода.	1

### 3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

### 3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Методы определения электрических дипольных моментов молекул	Решение задач на методы определения электрических дипольных моментов молекул	1
	1.1	Методы колебательной спектроскопии	Задачи на отнесение полос в ИК-спектрах	1
2	2.1	Электронная спектроскопия сложных молекул	Расчет электронных спектров различных соединений	1
	2.1	Объяснение спектров сложных молекул	Решение задач на соответствие УФ спектров определенному строению химического соединения	1
	2.1	Ультрафиолетовая спектроскопия	Расчет спектров соединений в видимой области. Применение ИК и УФ спектроскопии при решении конкретных задач исследования строения соединений	2
3	3.1	Анализ спектров ЯМР	Теоретический расчет спектров ПМР органических соединений. Компьютерные расчеты в интерпретации ЯМР спектров	1
	3.1	Метод электронного парамагнитного резонанса	Теоретический расчет параметров спектров ЭПР	1
4	4.1	Колебательно-вращательная спектроскопия	Построение энергетических диаграмм вращательных уровней в методах вращательной и колебательно-вращательной спектроскопии	1
	4.1	Рентгеноструктурный анализ	Теоретический расчет размеров кристаллов по формуле Шеррера с применением дифрактограмм	1

### 3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Измерение электрического дипольного момента полярных молекул	Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах	10
	1.1	Техника и методики ИК спектроскопии. Получение ИК- спектра органического соединения и отнесение полос	Работа с электронными образовательными ресурсами. Собеседование	12
2	2.1	Применение электронных спектров поглощения в качественном структурном и количественном анализах. Батохромный и гипсохромный сдвиг полос поглощения	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета.	12
	2.1	Применение электронных спектров поглощения в качественном структурном и количественном анализах. Батохромный и гипсохромный сдвиг полос поглощения	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	12
3	3.1	Приложение метода ЭПР в химии. Изучение механизмов химических реакций. Определение свободных радикалов и других парамагнитных центров	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	12
	3.1	Типы ионов в масс-спектрах. Идентификация веществ и расшифровка спектров	Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах, обработка и анализ	12



			полученных данных	
4	4.1	Дифракционные методы изучения структуры кристаллов. Определение координат атомов в элементарной ячейке кристалла	Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах обработка и анализ полученных данных	10
	4.1	Спектроскопия в области рентгеновского излучения. РФЛА и оже-спектроскопия	Работа с электронными образовательными ресурсами	10

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1. Основная литература**

###### **5.1.1. Печатные издания**

1. 1. Лебухов, В.И. Физико-химические методы исследования : учебник / под ред. А.И. Окара. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1320-1 : 1011-12.

2. 2. Физические методы исследования неорганических веществ : учеб. пособие / под ред. А.Б. Никольского. - Москва : Академия, 2006. - 448 с. : ил. - ISBN 5-7695-2261-5 : 395-48.

3. 3. Жарский, И.М. Физические методы исследования в неорганической химии : учеб. пособие. - Москва : Высшая школа, 1988. - 271 с. : ил. - ISBN 5-06-001212-3 : 0-90.

###### **5.1.2. Издания из ЭБС**

1. 4. Конюхов, Валерий Юрьевич. Методы исследования материалов и процессов : Учебное пособие / Конюхов В.Ю., Гоголадзе И.А., Мурга З.В. - 2-е изд. - Computer data. - М. : Издательство Юрайт, 2018. - 226. - (Университеты России). - ISBN 978-5-534-05475-0 : 1000.00. Тип ЭР: ссылка - [https://www.biblio-online.ru/book/CBDE671E-A186-478F-ACCF-FA675182DF8A\(0+e\)](https://www.biblio-online.ru/book/CBDE671E-A186-478F-ACCF-FA675182DF8A(0+e))

##### **5.2. Дополнительная литература**

###### **5.2.1. Печатные издания**

1. 1. Вилков, Лев Васильевич. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия : учебник для вузов. - Москва : Высш. шк., 1987. - 367с. : ил. - 1-20.

2. 2. Вилков, Лев Васильевич. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы : учебник для вузов. - Москва : Высш. шк., 1989. - 288 с. : ил. – ISBN 5-06-00071-0 : 0-95.

3. 3. Брандт, Николай Борисович. Экспериментальные методы исследования энергетических спектров электронов и фононов в металлах (физические основы). - Москва : МГУ, 1983. - 408 с. - 4-10.

4. 4. Справочное руководство по аналитической химии и физико-математическим методам анализа : учеб. пособие. - Москва : Высш. шк., 2009. - 413 с. : ил. - ISBN 978-5-06-005747-8 : 665-00.

5. 5. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник. В 2 т. Т. 2 / под ред. А.А. Ищенко. - Москва : Академия, 2010. - 416 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-5818-4. - ISBN 978-5-7695-5817-7 : 660-00.

### 5.2.2. Издания из ЭБС

1.

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Государственная публичная научно-техническая библиотека России	<a href="http://www.gpntb.ru/">http://www.gpntb.ru/</a>
Библиотека по естественным наукам	<a href="http://www.benran.ru/">http://www.benran.ru/</a>
Электронная библиотека учебников	<a href="http://studentam.net/">http://studentam.net/</a>
Электронная библиотека по химии	<a href="http://www.chem.msu.su/rus/elibrary">http://www.chem.msu.su/rus/elibrary</a>
Материалы для студентов по теме «Физические методы исследования»	<a href="https://mipt.ru/dmcp/student/files/fizmetody/">https://mipt.ru/dmcp/student/files/fizmetody/</a>
Практический курс спектроскопии ЯМР	<a href="http://www.chem.msu.su/rus/teaching/nifantev/2006_NMR.pdf">http://www.chem.msu.su/rus/teaching/nifantev/2006_NMR.pdf</a> .
Электронная библиотека по химии и технике	<a href="http://www.rushim.ru/books/books.htm">http://www.rushim.ru/books/books.htm</a>

## 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) 1С-Битрикс: Корпоративный портал - Компания 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях 7-Zip ABBYY FineReader Adobe Audition Adobe Flash Adobe In Design Adobe Lightroom Adobe Photoshop

2) Google Chrome

3) Kaspersky Endpoint Security

4) Mathematica Standart Version Education

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закреплённой расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закреплённой расписанием по кафедре
Учебные аудитории для текущей аттестации	

### 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Практические занятия по дисциплине «Физические методы исследования» и отработка навыков исследователя проводятся в учебной аудитории с интерактивным комплексом. Подготовка к практическим занятиям предполагает самостоятельное прочтение лекционного материала, работу с электронными ресурсами, а также повторение отдельных тем ранее изученных дисциплин «Физика» и «Физическая химия».

Разработчик/группа разработчиков:

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.