Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.2.2 Физико-химические методы исследования природных энергоносителей и углеродных материалов»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
04.03.01 Химия
(код и наименование направления подготовки)

Нефтехимия
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.2.2 Физико-химические методы исследования природных энергоносителей и углеродных материалов*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии
наименование кафедры

протокол № 6 от "09" 02 2026.

Заведующий кафедрой
Кафедра химии — подпись — Е.В. Сальникова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент — подпись — Т.В. Левенец
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
04.03.01 Химия — личная подпись — Е.В. Сальникова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись — С.А. Викторинова
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета
ХБФ — личная подпись — А.Н. Сизенцов
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Левенец Т.В., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование профессиональной компетентности выпускника, получение студентами знаний по современным методам химического и физико-химического анализа природных энергоносителей и углеродных материалов, и принципам, положенным в их основу, количественным выражениям связи между составом и измеряемыми свойствами, а также со способами обработки результатов измерения.

Задачи: изучить и овладеть теоретическими основами физико-химического анализа; владеть метрологическими основами анализа; владеть физико-химическими методами анализа органических соединений; знать принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических); иметь представление об особенностях объектов анализа; владеть методологией выбора методов анализа; уметь с пользой применять знания по физико-химическим методам исследования на практике;освоить современные методы анализа природных энергоносителей и уметь их применять для конкретных практических задач.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.17 Аналитическая химия*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК*-1-В-1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР ПК*-1-В-3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	**Знать:** основные закономерности и механизмы процессов лежащих в основе стандартных методик **Уметь:** выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам для решения поставленных задач НИР; корректно аргументировать применение стандартных методик для проведения различных анализов; применять стандартные операции по предлагаемым методикам к конкретным объектам **Владеть:** навыками работы по предлагаемым методикам в решении исследовательских задач

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**216**	**216**
Контактная работа:	**101,25**	**101,25**
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	50	50
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**114,75**	**114,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Природные энергоносители и углеродные материалы	28	6	-	4	18
2	Определение элементарного и группового состава ПЭ и УМ	36	4	-	6	16
3	Хроматографические методы	30	4	2	10	14
4	Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектрометрия	28	2	4	6	16
5	Ультрафиолетовая и инфракрасная спектроскопия	28	8	4	8	18
6	Ядерный магнитный и электронный парамагнитный резонанс	36	4	4	10	18
7	Электрохимические методы анализа ПЭ и УМ	30	6	2	6	16
	Итого:	216	34	16	50	116
	Всего:	216	34	16	50	116

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Природные энергоносители и углеродные материалы. Углерод. Физические свойства углерода. Химические свойства углерода. Углеродные материалы. Применение углерода и углеродных материалов.Твердые природные энергоносители. Исходный растительный материал. Превращение исходного растительного материала в процессе углеобразования. Виды твердых горючих ископаемых. Элементный и групповой состав ТГИ. Гумиты. Сапропелиты. Липтобиолиты. Технические характеристики углей. Элементарный анализ ТГИ. Направления переработки угля. Физико-химические свойства нефти и природного газа. Фракционный, групповой, элементарный состав. Структура нефти. Применение газа, нефти и продуктов их переработки.

Раздел № 2 Определение элементарного и группового состава ПЭ и УМ. Физико-химические характеристики нефтяных углеводородных систем. Элементарный анализ на углерод и водород. Методы определения содержания серы (метод Эшка, ламповый метод, метод сжигания в

кварцевой трубке, метод смыва калориметрической бомбы). Применение метода Дюма и метода Кьельдаля для определения содержания азота. Определение содержания кислорода. Анализ группового состава масляных фракций. Групповой состав бензинов. Структурно-групповой состав керосинов и масляных фракций.

Раздел № 3 Хроматографические методы. Основные принципы метода. Классификация хроматографических методов (по агрегатному состоянию, по механизму взаимодействия сорбента и сорбата, по технике выполнения и по цели). Виды хроматографии. Газовая хроматография (газожидкостная, газотвердофазная). Основные теоретические положения. Жидкостная колончатая хроматография (адсорбционная, распределительная, ионнообменная, эксклюзионная). Плоскостная хроматография (бумажная и тонкослойная). Хромадистилляция. Применение метода (анализ прямогонных бензиновых фракций, групповое разделение углеводородов, получение кривых истинных температур кипения).

Раздел № 4 Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектрометрия. Аналитическая характеристика метода. Способы ионизации и их аналитическое использование. Принцип работы и схема масс-спектрометра с магнитным масс-анализатором. Применение масс-спектрометрии для анализа органических соединений и элементного и изотопного анализа.

Раздел № 5 Ультрафиолетовая и инфракрасная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия. Основные законы поглощения. Закон Бугера-Ламберта. Закон Бера. Объединенный закон. Следствия из основного закона. Причины отклонений от основного закона светопоглощения. Схемы приборов. Идентификация компонентов по УФ-спектрам. Уравнения для расчета массового содержания фракций. Применение ИК-спектроскопии для структурно-группового анализа.

Раздел № 6 Ядерный магнитный и электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Протонный магнитный резонанс (ПМР). Регистрация спектра. Объекты исследования. Использование метода ПМР для идентификации органических соединений и качественного анализа сложных смесей. Использование метода ПМР в количественном анализе. Типичный спектр ^{1}Н ЯМР нефтяной фракции. Типичный спектр ^{13}С ЯМР нефтяной фракции.

Раздел № 7 Электрохимические методы анализа ПЭ и УМ. Потенциометрическое титрование. Методы определения конечной точки титрования. Приборы. Применение метода. Теоретические основы потенциометрии. Индикаторные электроды и электроды сравнения.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Техника безопасности. Определение влаги ускоренным методом	4
2	2	Определение общей серы в угле по методу Эшка	4
3	2	Определение содержания золы в нефти.	2
4	3	Определение воды в нефтепродуктах методом газовой хромато-графии	10
5	4	Установление состава природного газа с помощью масс-спектрометрии.	6
6	5	Определение ароматических углеводородов в нефти методом УФ-спектроскопии.	4
7	5	Анализ нафтеновых кислот методом ИК-спектроскопии.	4
8	6	Идентификация углеводородов различного строения методом ЯМР ^{1}Н спектроскопии	10
9	7	Потенциометрическое определение меркаптановой серы в нефти.	6
		Итого:	50

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	3	Хроматографические методы	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
2	4	Масс-спектрометрия и хромато-масс-спектрометрия	4
3	5	Ультрафиолетовая и инфракрасная спектроскопия	4
4	6	Ядерный магнитный и электронный парамагнитный резонанс	4
5	7	Электрохимические методы анализа ПЭ и УМ	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Кунавина, Е. А. Анализ нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и направлению подготовки 04.03.01 Химия / Е. А. Кунавина, Т. Р. Кочулева; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2018. - 173 с- http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/83979_20181005.pdf .

2. Кириллова Е.А. Методы спектрального анализа: учебное пособие [Текст] / Е. А. Кириллова, В. С. Маряхина; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 105 с. ISBN 978-5-4417-0324-6

3. Маряхина, В. С. Теоретические основы методов спектрального анализа [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 04.03.01 Химия, 06.03.01 Биология / В. С. Маряхина, Е. А. Кунавина, Е. А. Строганова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2017. - 135 с. : ил.; 8,37 печ. л. - Библиогр.: с. 77-134. - ISBN 978-5-7410-1718-0.

5.2 Дополнительная литература

1. Основы вычислительных методов в химии [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 фундаментальная и прикладная химия и по направлению подготовки 04.03.01 Химия / [О. Н. Каныгина и др.]; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон.текстовые дан. (1 файл: 21703 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2019. - 140 с. - Загл. с тит. экрана. -AdobeAcrobatReader 6.0 - ISBN 978-5-7410-2273-3. http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/94296_20190517.pdf

2. Васильев, В. П. Аналитическая химия [Текст]: учеб.для вузов / В. П. Васильев . - 6-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2007. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-358-03520-1

Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - , 2007. - 372 с. - Библиогр.: с. 365. - Прил.: с. 366-370. - Предм. указ: с. 371-375. - ISBN 978-5-358-03522-5.

5.3 Периодические издания

1. Журнал неорганической химии: журнал. – М.: АРСМИ.
2. Химия и жизнь – XXI век: журнал. – М.: Агенство «Роспечать».
3. Журнал аналитической химии. - М.: Агенство «Роспечать».

5.4 Интернет-ресурсы

1. Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - http://www.iqlib.ru/ .
2. Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами

СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/.

3. http://www.msu.ru Сайт Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

4. http://www.edu.ru/ Федеральный портал «Российское образование»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий используются учебные аудитории. Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, оснащенная оборудованием (муфельная печь, спектрофотометр, сушильный шкаф, кристаллизаторы, эксикаторы, штативы, ареометры) и приборами (нагревательные приборы, термометры, водяные бани, пикнометр). Лаборатория оснащена химической посудой (пробирки, химические стаканы, колбы, мерная посуда, воронки, фарфоровые чашки) и необходимыми химическими реактивами. В лаборатории предусмотрены аптечка и средства пожаротушения, а также индивидуальные средства защиты.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.