Минобрнауки России

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

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.7 Физические методы исследования»

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.7 Физические методы исследования*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии
наименование кафедры

протокол № 6 от "09" февраля 2026 г.

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

Исполнители:
Профессор _____ О.Н. Каныгина
должность *подпись* *расшифровка подписи*

ст. преподаватель _____ Юдин А.А.
должность *подпись* *расшифровка подписи*

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

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А. Бижигитова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
химико-биологического _____ А.Н. Сизенцов
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 187520

© Каныгина О.Н., 2026
Юдин А.А.., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Цель освоения дисциплины: ознакомить обучающихся с физическими основами важнейших для химиков методов исследования, с их аппаратурным решениями и условиями проведения эксперимента. Обучающийся должен понимать принципиальные основы возможностей и ограничений применения важнейших для химиков физических методов исследования.

Задачи: обучить студентов:

- грамотно интерпретировать и оценивать экспериментальные данные, полученные в рамках решения химических задач физическими методами, в том числе публикуемые в научной литературе;
- использовать в профессиональной деятельности базовые знания в области информатики и современных информационных технологий;
- использовать программные средства и работу в компьютерных сетях, умению создавать баз специальных данных и использовать ресурсы сети Интернет.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13 Физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика, ФДТ.1 Современные методы исследования в химии и биологии*

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
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1-В-1 Применяет философские основы познания и логического мышления, методы научного познания, в том числе методы системного анализа, для решения поставленных задач УК-1-В-2 Осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников УК-1-В-5 Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата	**Знать:** - философские основы познания и логического мышления, методы научного познания, в том числе методы системного анализа. **Уметь:** - осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников. **Владеть:** - способностью применения философских основ познания и

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		логического мышления, методов научного познания для решения поставленных задач
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 ПК*-1-В-4 Готовит объекты исследования	**Знать:** - технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности. **Уметь:** - планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР -готовить объекты исследования. **Владеть:** - техническими средствами и методами испытаний (из набора имеющихся) для решения задач, поставленных специалистом более высокой квалификации.
ПК*-4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	ПК*-4-В-1 Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании при реализации химического анализа сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства инструментальными методами ПК*-4-В-2 Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме	**Знать:** - стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании при реализации химического анализа сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства инструментальными методами. **Уметь:** - составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме. **Владеть:** - способностью осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**180**
Контактная работа:	**134,25**	**134,25**
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	50	50
Лабораторные работы (ЛР)	50	50
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю.*	**45,75**	**45,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Физические основы методов анализа строения веществ. Иерархия структурных уровней.	48	8	12	16	12
2	Проблемы получения и регистрации спектров	44	8	12	12	12
3	Рентгеновские методы исследования строения веществ	48	10	14	12	12
4	Резонансные методы исследования строения вещества	40	8	12	10	10
	Итого:	180	34	50	50	46
	Всего:	180	34	50	50	46

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1. Введение. Физические основы методов анализа веществ

Содержание раздела: Методы определения физических свойств и изучения строения веществ. Прямая и обратная задачи. Чувствительность и разрешающая способность; характеристическое время метода. Взаимодействия электромагнитного излучения с веществом. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов и молекул.

№ 2. Проблемы получения и регистрации спектров

Содержание раздела: Принципиальная схема спектроскопических измерений. Основные узлы спектральной установки. Источники электромагнитного излучения. Монохроматизация излучения, блок-схемы спектрометров, их классификация. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой

(УФ) областях: эмиссионная УФ спектроскопия как метод исследования двухатомных молекул. Рентгеновские спектры.

№ 3. Рентгеновские методы исследования строения веществ

Содержание раздела: Закон Мозли. Анализы по первичному (рентгеноэмиссионный) и вторичному (рентгенофлуоресцентный) рентгеновским излучениям. Закон Мозли. Рентгеновские дифракционные методы исследования. Формула Брэгга-Вульфа. Принципы рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии для химического анализа (ЭСХА) и оже-электронной спектроскопии. Электронография и нейтронография.

№ 4. Резонансные методы исследования строения вещества

Содержание раздела: Метод ЯМР: физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Анализ спектров ЯМР. Техника и методика эксперимента. Метод ЭПР: принципы спектроскопии электронного парамагнитного резонанса.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Основные принципы работы физических приборов в химии	4
2	1	Знакомство с оптической микроскопией. Исследование морфологии поверхности изучаемого объекта с помощью метода оптической микроскопии	6
3	1	Количественная оптическая микроскопия. Определение увеличения микроскопа	4
4	1	Количественная оптическая микроскопия. Определение размеров дисперсных частиц	4
5	1	Колориметрический анализ оптических изображений	4
6	1	Исследование свойств поверхности реальных объектов с использованием концепции фракталов	4
7	1	Создание объемной модели поверхности объекта по микрофотографии	4
8	1	Подготовка и сдача итогового отчета	4
9	3	Знакомство с рентгенофлуоресцентным анализом. Расшифровка рентгенофлуоресцентных спектров	8
10	3	Рентгенофазовый анализ. Решение комплексной задачи	8
		Итого:	50

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Методы определения физических свойств и изучения строения веществ	6
2	2	Спектроскопические измерения. Узлы спектральных установок. Знакомство со схемами приборов для спектральных измерений	8
3	2	Количественный анализ. Оценка погрешности результатов анализа, полученных методом градуировочного графика. Статистический анализ. Линейная регрессия.	6
4	2	Чувствительность и точность фотометрического анализа. Многокомпонентный анализ	6
5	2	Флуорометрия. Явления флуоресценции и фосфоресценции	4
6	2	ИК-спектроскопия. Правила отбора	6
7	3	Понятие рентгеновской флуоресценции. Характеристические спектральные линии	4

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
8	3	Основы планиметрии и стереометрии. Их применение в кристаллохимии.	6
9	3, 4	Методы анализа поверхности. Рентгеновский микроанализ. Микроскопия с растровыми зондами	4
		Итого:	50

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Каныгина, О. Н. Физические методы исследования веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия и направлению подготовки 011200.62 Физика / О. Н. Каныгина, А. Г. Четверикова, В. Л. Бердинский; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. Гос. бюджет. Образоват. Учреждение высш. Проф. Образования «Оренбург. Гос. ун-т», Каф. Общ. Физики. – Электрон. Текстовые дан. (1 файл: Kb). – Оренбург: ОГУ, 2014. - Adobe Acrobat Reader 6.0. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/6596_20141204.pdf

2. Каныгина, О. Н. Компьютерные лабораторные работы по физическим методам исследования структуры веществ [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки, входящим в состав укрупненных групп направлений подготовки 03.00.00 Физика и астрономия, 04.00.00 Химия / О. Н. Каныгина, А. А. Юдин; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2021. - 118 с- Загл. с тит. экрана. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/150650_20210630.pdf

3. Физико-химические методы исследования структур функциональных материалов [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: 1.77 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2024. - 99 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/210102_20240627.pdf - ISBN 978-5-7410-3276-3.

5.2 Дополнительная литература

1. Пентин, Ю. А. Физические методы исследования в химии [Текст] : учебник для вузов / Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков. - М. : Мир : АСТ, 2003. - 658 с. - (Методы в химии). - Библиогр.: с. 658-673. - ISBN 5-03-003470-6. - ISBN 5-17-018760-2.

2. Бердинский, В. Л. Кристаллофизика [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 03.04.02 Физика и 04.04.01 Химия / В. Л. Бердинский, О. Н. Каныгина, А. Г. Четверикова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 8.51 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2016. - 104 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/32849_20170113.pdf - ISBN 978-5-7410-1619-0.

3. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : учебное пособие / В. И. Игнатенков.- 2-е изд.- Юрайт, 2021. -195 с

5.3 Периодические издания

1. Журнал аналитической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН.
2. Журнал неорганической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН.
3. Журнал физической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН.
4. Химическая промышленность сегодня : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".
5. Химическая технология : журнал Орган научного совета РАН по химической технологии.

5.4 Интернет-ресурсы

– http://www.biblioclub.ru - сайт ЭБС «Университетская библиотека online»;
– http://mipt.ru/ - Сайт Московского физико-технического института;
– http://www.msu.ru - Сайт Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова;
– http://www.edu.ru/ - Федеральный портал «Российское образование»;
– https://openedu.ru/ - «Открытое образование»;
– https://www.lektorium.tv/ - «Лекториум».
https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;
https://www.coursera.org/learn/python - «Coursera», МООК: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
https://universarium.org/catalog - «Универсариум», Курсы, МООК: «Общие вопросы философии науки».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных и практических занятий используется межкафедральная лаборатория физико-химических методов анализа, лаборатория аналитической химии, компьютерный класс, оборудованный компьютерами, проектором.

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

Лабораторные стенды, макеты, имитационные модели, муляжи, учебно-наглядные пособия, плакаты и т.п.)