

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 14.06.2022 15:25:00  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f93967309ca1687d4e181

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

**Факультет физико-математических и естественных наук**  
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Физические методы исследования в катализе

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

04.04.01 «Химия»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

«Фундаментальная и прикладная химия»

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2022 г.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Физические методы исследования в катализе» является получение студентами теоретических и практических знаний по применению физико-химических методов для изучения каталитических процессов на современном уровне и во взаимосвязи с другими науками. Дисциплина «Физические методы исследования в катализе» направлена на изучение основ теории и практики физико-химического анализа веществ, основных экспериментальных закономерностей, лежащих в основе физико-химических методов исследования, их связи с современными технологиями, а также формирование у студентов компетенций, позволяющих осуществлять экспериментальное определение закономерностей изменения физико-химических свойств и проводить численные расчеты соответствующих физико-химических величин.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Физические методы исследования в катализе» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-6	Способность определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания.
		УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям.
		УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда
М-ПК-1-н	Способность планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	М-ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий
		М-ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
М-ПК-2-н	Способность проводить патентно-информационные	М-ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	М-ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Физические методы исследований в катализе» относится к элективной компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Физические методы исследований в катализе».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-6	Способность определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и ее способы совершенствования на основе самооценки	Актуальные задачи современной химии Кинетика элементарных реакций Статистическая термодинамика Катализ Термодинамика неравновесных процессов Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Экспериментальные методы исследования в химии Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика
М-ПК-1-н	Способность планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-	Кинетика элементарных реакций Статистическая термодинамика Катализ	Преддипломная практика

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Термодинамика неравновесных процессов Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Экспериментальные методы исследования в химии Научно-исследовательская работа	
М-ПК-2-н	Способность проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	Кинетика элементарных реакций Статистическая термодинамика Катализ Термодинамика неравновесных процессов Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Экспериментальные методы исследования в химии Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физические методы исследований в катализе» составляет 5 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.	72			72	
в том числе:					
Лекции (ЛК)	36			36	
Лабораторные работы (ЛР)	36			36	

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Практические/семинарские занятия (СЗ)					
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	90			90	
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	18			18	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180		180	
	зач.ед.	5		5	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Общая характеристика и классификация физических методов исследования.	Тема 1.1. Общая характеристика и классификация физических методов исследования. Прямая и обратная задачи, характеристическое время методов.	ЛК, ЛР
	Тема 1.2. Возможности физических методов и области их применения	
Раздел 2. Рентгеноспектральные методы анализа каталитических систем	Тема 2.1. Определения кристаллической и электронной структуры, состояния поверхности каталитических наносистем до и после катализа.	ЛК, ЛР
	Тема 2.2. Влияние состава поверхности катализаторов на характер протекающих на ней процессов	
Раздел 3. Атомно-адсорбционные методы исследования химического состава катализаторов	Тема 3.1. Рассматриваются теоретические и практические основы атомно-абсорбционного метода анализа, основные узлы атомно-абсорбционных спектрометров, в том числе источники излучения, атомизаторы и др.	ЛК, ЛР
	Тема 3.2. Типы мешающих влияний и способы их устранения, основные методические подходы к аналитическому определению элементов в разнообразных объектах каталитических систем с использованием пламенных и электротермических способов атомизации, метрологические характеристики метода	
Раздел 4. Применение методов ИК, УФ и видимой спектроскопии в изучении адсорбционно-каталитических систем.	Тема 4.1. Классификация и отнесение электронных переходов и соответствующих полос в УФ и видимых спектрах.	ЛК, ЛР
	Тема 4.2. Применение электронных спектров. Применение методов ИК и УФ спектроскопии в анализе, исследовании равновесий и кинетики реакций.	
	Тема 4.3. Применение методов ИК, УФ и видимой спектроскопии в изучении адсорбционно-каталитических систем.	

Раздел 5. Масс-спектрометрия и резонансные методы в катализе	Тема 5.1. Масс-спектрометры, масс-спектр, принципы работы масс-спектрометров и возможности их применения. Определение структуры молекулы по химическим сдвигам и спин-спиновым расщеплениям в спектрах ЯМР.	ЛК, ЛР
	Тема 5.2. Структура спектров ЭПР. Дифракционные методы, их особенности и возможности для изучения систем адсорбат-адсорбент.	
Раздел 6. Определения поверхности методом адсорбции специфических и не специфических абсорбатов	Тема 6.1. Определения поверхности методом адсорбции специфических и не специфических абсорбатов.	ЛК, ЛР
	Тема 6.2. Определение удельной поверхности, распределения пор по размерам, а также формы и объема пор.	
	Тема 6.3. Использование различных подходов в качественном, структурном и количественных анализах пор каталитических систем.	
	Тема 6.4. Экспериментальные методы определения кислотности поверхности.	

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: компьютер, Хроматограф Кристалл 5000 Хроматограф Кристалл 2000 М Хроматограф Кристалл 5000 Хроматограф Кристалл 2000 М Газометр ГХ-1 Каталитическая установка «синтез Фишера – Тропша» Каталитическая установка

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
		«Углекислотная конверсия метана» Термодесорбционная установка, Центрифуга TLT T23D, Термостат водный, Хроматограф Цвет, Инфракрасный спектрометр ФТ-02, Газовый хроматограф с квадрупольным масс-детектором, пламенно-ионизационным детектором, детектором по теплопроводности, детектором электронного захвата. Каталитическая установка атмосферного давления, Каталитическая установка «Дегидратация спиртов»
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Физико-химические основы материаловедения: Учебное пособие / Г. Готтштайн; Под ред. В.П.Зломанова; Пер. с англ. К.Н.Золотовой, Д.О.Чаркина. - М.: БИНОМ, 2016. - 400 с.: ил. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-94774-769-0: 400.00. <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1> 34.2 - Г 74
2. Физические методы анализа следов элементов: Пер. с англ. Ю.И.Беляева и Ю.В.Яковлева; Под ред. И.П.Алимарина. - М.: Мир, 1967. - 416 с. - 2.75. <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

### Дополнительная литература:

1. Методы исследования гетерогенных равновесий: Учебное пособие для университетов / А.В. Новоселова. - М.: Высшая школа, 1980. - 166 с.: ил. - 0.25. <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

2. Методы исследования материалов и процессов: Учебное пособие для вузов / В.Ю. Конюхов, И.А. Гоголадзе, З.В. Мурга. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Юрайт, 2018. - 226 с. - (Университеты России). - ISBN 978-5-534-05475-0: 459.00. <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

24.4 - К 65

3. Физические методы исследования в химии: Резонансные и электрооптические методы: Учебник для вузов / Л.В. Вилков, Ю.А. Пентин. - М.: Высшая школа, 1989. - 288 с.: ил. - ISBN 5-06-00071-0: 0.95. <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1> 24.4 - В44

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Физические методы исследований в катализе».

2. Лабораторный практикум по дисциплине «Физические методы исследований в катализе»

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Физические методы исследований в катализе» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - Ом и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН (положения/порядка).



**РАЗРАБОТЧИКИ:**

**Доцент кафедры  
физической и коллоидной  
химии**



**Маркова Е.Б.**

---

Должность, БУП

---

Подпись

---

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

**Кафедра физической и  
коллоидной химии**



**Чередниченко А.Г.**

---

Наименование БУП

---

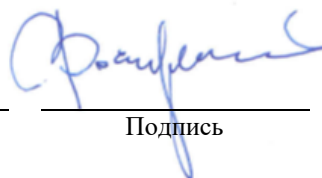
Подпись

---

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

**Декан ФФМиЕН,  
заведующий кафедрой  
органической химии**



**Воскресенский Л.Г.**

---

Должность, БУП

---

Подпись

---

Фамилия И.О.