

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 15.05.2026 12:18:04  
Уникальный программный ключ:  
ca953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»  
Факультет физико-математических и естественных наук**  

---

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ (НАНОМАТЕРИАЛОВ)**

(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):**

#### **БИОЭНЕРГЕТИКА И ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Разработка и применение катализаторов (наноматериалов)» входит в программу магистратуры «Биоэнергетика и продукты переработки биомассы» по направлению 04.04.01 «Химия» и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра органической химии. Дисциплина состоит из 4 разделов и 10 тем и направлена на изучение синтеза катализаторов с учетом различных применений в каталитических реакциях.

Целью освоения дисциплины является дать обзор традиционных и новых/альтернативных методологий, существующих в настоящее время или находящихся на стадии разработки для синтеза катализаторов с учетом различных применений в каталитических реакциях.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Разработка и применение катализаторов (наноматериалов)» 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)
ОПК-1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.1 Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук;
ОПК-2	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.2 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук;
ОПК-3	Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Использует современные IT-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля; ОПК-3.2 Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности;
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	ПК-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий;
ПК-2	Способен на основе критического анализа результатов НИР или НИОКР оценивать перспективы их	ПК-2.1 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными;

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химический технологии или смежных с химией наук	

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Разработка и применение катализаторов (наноматериалов)» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Разработка и применение катализаторов (наноматериалов)».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	Актуальные задачи современной химии; Научный семинар; Bioenergy; Alternative (new) Tools for Organic Synthesis; Advanced Organic Synthesis;	Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;
ОПК-2	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	Актуальные задачи современной химии; Bioenergy; Modern Organic Synthesis and Pharmacology; Alternative (new) Tools for Organic Synthesis; Bioproducts and Biorefineries; Advanced Organic Synthesis;	Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;
ОПК-3	Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	Bioenergy; Bioproducts and Biorefineries; Научный семинар;	Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-	Спецлаборатория; Modern Organic Synthesis and Pharmacology; Alternative (new) Tools for Organic	Научно-исследовательская работа; 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	Synthesis; Advanced Organic Synthesis;	
ПК-2	Способен на основе критического анализа результатов НИР или НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Bioproducts and Biorefineries; Спецлаборатория;	Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

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

Общая трудоемкость дисциплины «Разработка и применение катализаторов (наноматериалов)» составляет «3» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			2.3
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	27		27
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	9		9
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	72		72
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	9		9
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Введение	1.1	Введение в синтез и разработка наноматериалов.	Типы наноматериалов. Наночастицы. Нанокластеры. Поддерживаемые системы. Типы поддержки. Примеры. Методики синтеза наноматериалов	ЛК
Раздел 2	Разработка катализаторов/наноматериалов. Традиционное против альтернативного	2.1	Катализаторы, синтезированные в микроволновой печи.	Основные принципы. Методология. Примеры и применение	ЛК, ЛР
		2.2	Катализаторы, синтезированные механохимическим путем	Основные принципы. Методология. Примеры и применение	ЛК, ЛР
		2.3	Катализаторы, синтезированные фотохимическим путем	Основные принципы. Методология. Примеры и применение	ЛК, ЛР
		2.4	Катализаторы, синтезированные сонохимическим путем	Основные принципы. Методология. Примеры и применение	ЛК, ЛР
		2.5	Электрохимически синтезированные катализаторы	Основные принципы. Методология. Примеры и применение	ЛК, ЛР
		2.6	Катализаторы, синтезируемые непрерывным потоком	Основные принципы. Методология. Примеры и применение	ЛК, ЛР
		2.7	Другие каталитические системы (включая комбинации)	Основные принципы и различные комбинации. Методология. Примеры и применение	ЛК, ЛР
Раздел 3	Явления дезактивации катализатора. Виды и меры по борьбе с ними.	3.1	Определение защитных групп и их классификация.	Стратегии введения и удаления защитных групп, примеры и применение. Определение ортогональности с защитными группами.	ЛК, ЛР
Раздел 4	Явления дезактивации катализатора.	4.1	Явления дезактивации катализатора. Виды и меры по борьбе с ними.	Определение характеристик катализатора (SEM, XRD, TEM, XPS, UV-Vis и т.д.). Явления дезактивации. Отравление. Засорение/коксование. Спекание. Фазовые превращения/химические реакции. Выщелачивание. Истирание/дробление. Объяснения и примеры. Как обнаружить дезактивацию (ключевая характеристика)	ЛК

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/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.	Проектор, экран моторизованный для проекторов, wi-fi
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: шкаф вытяжной ШВП-4, шкаф вытяжной ШВП-2, испаритель ротационный Hei-value digital G3B, испаритель ротационный ИКА, цифровые приборы для определения точки плавления SMP10; весы электронные лабораторные AND EK-610, колбонагреватели МК-М разного объема, шкаф сушильный ПЭ-4610, мешалка магнитная MRHei-Mix S, мешалка магнитная с нагревом MRHei-Standart, рефрактометр, баня комбинированная лабораторная БКЛ, станция вакуумная химическая PC3001 VARIO-pro, охладитель циркуляционный Rotacool Mini, насос пластинчатороторный вакуумный RZ2.5, насос мембранный вакуумный химический MZ2CNT, термовоздуходувка Steinel, УФ лампа

		Spectroline EB-280C, контроллер вакуумный электронный с клапаном SVC3000 detect Vacuumbrand, кабина аварийная из нержавеющей стали ШВВ, химическая посуда, холодильник; имеется wi-fi
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Читальный зал ФФМЕН Орджоникидзе д.3. Коворкинг зона Понедельник - пятница 10.00 – 22.00 Читальный зал главного корпуса РУДН Co-working space понедельник - суббота 9.00 - 23.00 Зал №2 понедельник - четверг 10.00 - 17.45 пятница 10.00 - 16.45 Зал №6 понедельник - четверг 10.00 - 17.45 пятница 10.00 - 16.45

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Microwaves in Chemistry Applications, Fundamentals, Methods and Future Trends 1st Edition 2021, Authors: Aparna Das, Bimal Banik, ISBN: 9780128228951
2. Handbook of Electrochemistry, Ed. C.G. Zoski, Elsevier, 2007.
3. Advances in Photochemistry, volumes 1 to 27, Series Online ISSN: 1934-4570 Series DOI: 10.1002/SERIES2020
4. Sonochemistry: From Basic Principles to Innovative Applications, Eds. J.C. Colmenares, G. Chatel, Topics in Current Chemistry, Springer, 2017.
5. Mechanochemistry: Fundamentals, Applications and Future: Faraday Discussion 241, February 2023
6. Flow Chemistry – Fundamentals, Eds. Ferenc Darvas, Volker Hessel, György Dorman Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2014.
7. Flow Chemistry: Integrated Approaches for Practical Applications, Ed. Santiago Luis, E. Garcia-Verdugo, <https://doi.org/10.1039/9781788016094>, RSC 2019.

### Дополнительная литература:

1. Веб-сайт Американского химического общества ACS Publications: Химические журналы, книги и ссылки <https://pubs.acs.org/>
2. <http://www.thieme.com/journals-main>
3. <http://onlinelibrary.wiley.com/>
4. <http://www.springer.com/gp/products/journals>
5. Сервер с возможностью поиска методов синтеза соединений <http://www.orgsyn.org/>

*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

<https://mega.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 «Знаниум» <https://znanium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>

- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>

- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>

- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Разработка и применение катализаторов (наноматериалов)».

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

## РАЗРАБОТЧИКИ:

доцент кафедры органической  
химии

*Должность, БУП*

*Подпись*

Листратова Анна  
Владимировна

*Фамилия И.О.*

Руководитель учебно-научной  
лаборатории  
«Ресурсосберегающих  
технологий и микропластика»

*Должность, БУП*

*Подпись*

Луке Альварес Де  
Сотомайор Рафаэль

*Фамилия И.О.*

## РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

*Должность БУП*

*Подпись*

Воскресенский Леонид  
Геннадьевич

*Фамилия И.О.*

## РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой  
органической химии

*Должность, БУП*

*Подпись*

Воскресенский Леонид  
Геннадьевич

*Фамилия И.О.*