

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 28.05.2025 11:40:57
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**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

Альтернативные методы органического синтеза

(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)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса «Альтернативные методы органического синтеза» является повышение осведомленности и обучение студентов альтернативным/новым методам синтеза интересующих молекул. Альтернативные и инновационные технологии будут использованы для разбора фундаментальной реакционной способности и механизмов классических и новых методов активации в органическом синтезе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Альтернативные методы органического синтеза» 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-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных 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-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их
		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
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных	ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий
		ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	с химией наук	

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Альтернативные методы органического синтеза» относится к *вариативной* компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Альтернативные методы органического синтеза».

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 Перспективный органический синтез Разработка и применение катализаторов (наноматериалов) Катализ: от базовых принципов к применению. Гомогенный, Гетерогенный, Фотокатализ, Биокатализ, Электрокатализ Экспериментальная лаборатория 1: Проточный синтез и альтернативные технологии Экспериментальная лаборатория 2: Биопродукция и ее переработка в топливо Экспериментальная лаборатория 3: Перспективный органический синтез Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
ОПК -2	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в		Актуальные задачи современной химии Биопродукция и ее переработка в топливо Перспективный органический синтез Разработка и применение

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	избранной области химии или смежных наук		катализаторов (наноматериалов) Катализ: от базовых принципов к применению. Гомогенный, Гетерогенный, Фотокатализ, Биокатализ, Электрокатализ Экспериментальная лаборатория 1: Проточный синтез и альтернативные технологии Экспериментальная лаборатория 2: Биопродукция и ее переработка в топливо Экспериментальная лаборатория 3: Перспективный органический синтез Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
ПК -1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках		Перспективный органический синтез Разработка и применение катализаторов (наноматериалов) Экспериментальная лаборатория 1: Проточный синтез и альтернативные технологии Экспериментальная лаборатория 3: Перспективный органический синтез Рост загрязнений окружающей среды: от истории до путей восстановления Методика работы с базами данных 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 «Альтернативные методы органического синтеза» составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

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

Вид учебной работы		ВСЕГО, ак.ч.	Модули			
			1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.		27	27			
включая:						
Лекции (ЛК)		18	18			
Лабораторные работы (ЛР)		9	9			
Практические/семинарские занятия (СЗ)						
Самостоятельная работа обучающихся		99	99			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой)		18	18			
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144	144			
	зач.ед.	4	4			

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Микроволновое облучение и индуктивный нагрев	Тема 1.1 Введение	ЛК
	Тема 1.2 Теоретическое описание режима активации	ЛК
	Тема 1.3 Описание оборудования	ЛР
	Тема 1.4 Примеры применения в органической химии и катализе: N-гетероциклы (пиррол, индол, пиридин, пирролидин), реакции кросс-сочетания, клик-химия, синтез наноматериалов и нанокомпозитов, олигомеризация глицерина, микроволновый пиролиз, реакция декарбоксилирования, синтез илоперидона, синтез оланзапина, синтез НМФ/фурфурола, гидрирование НМФ/фурфурола, синтез солкетала, этерификация глицерина	ЛР
Раздел 2. Фотохимия	Тема 2.1 Введение	ЛК
	Тема 2.2 Теоретическое описание режима активации	ЛК
	Тема 2.3 Описание оборудования	ЛР
	Тема 2.4 Реальные примеры применения в органической химии и катализе: синтез ибупрофена, синтез НМФ/фурфурола, фотокаталитическое окисление НМФ/фурфурола	ЛР
Раздел 3. Сонохимия	Тема 3.1 Введение	ЛК
	Тема 3.2 Теоретическое описание режима активации	ЛК
	Тема 3.3 Описание оборудования	ЛР
	Тема 3.4 Реальные примеры применения в	ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	органической химии и катализе: кросс-сочетание пинакола, синтез НМФ/фурфурола, синтез гетерогенного катализатора	
Раздел 4. Электрохимия	Тема 4.1 Введение	ЛК
	Тема 4.2 Теоретическое описание режима активации	ЛК
	Тема 4.3 Описание оборудования	ЛР
	Тема 4.4 Реальные примеры применения в органической химии и катализе: окисление НМФ/фурфурола, восстановление НМФ/фурфурола, синтез дизельного топлива	ЛР
Раздел 5. Механохимия	Тема 5.1 Введение	ЛК
	Тема 5.2 Теоретическое описание режима активации	ЛК
	Тема 5.3 Описание оборудования	ЛР
	Тема 5.4 Реальные примеры применения в органической химии и катализе: синтез НМФ/фурфурола, синтез 6-гидрокси-2Н-пиран-3(6Н)-онов из фурфурилового спирта, синтез карбоната глицерина	ЛР
Раздел 6. Плазмохимия	Тема 6.1 Введение	ЛК
	Тема 6.2 Теоретическое описание режима активации	ЛК
	Тема 6.3 Описание оборудования	ЛР
	Тема 6.4 Реальные примеры применения в органической химии и катализе: окисление алканов.	ЛР
Раздел 7. Проточная химия	Тема 7.1 Введение	ЛК
	Тема 7.2 Описание и влияние параметров: время выдержки, конструкция реактора, источник, температура, давление	ЛК
	Тема 7.3 Описание оборудования	ЛР
	Тема 7.4 Реальные примеры применения в органической химии и катализе: Синтез дифенгидрамина гидрохлорида, синтез лидокаина гидрохлорида, синтез диазепама, синтез флуоксетина гидрохлорида, гидрирование НМФ/фурфурола.	ЛР
Раздел 8. Проточная химия, сочетающая микроволновую, индукционную, фотохимию, сонохимию, электрохимию, механохимию, плазмохимию	Тема 8.1 Введение	ЛК
	Тема 8.2 Теоретическое описание режима активации	ЛК
	Тема 8.3 Описание оборудования	ЛР
	Тема 8.4 Реальные примеры применения в органической химии и катализе: (микроволновый) синтез НМФ/фурфурола, (индукционный) синтез илоперидона, синтез оланзапина, (фотохимия) окисление НМФ/фурфурола, (сонохимия) кросс-сочетание пинакола, (электрохимия) окисление	ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	HMF/фурфурола, восстановление HMF/фурфурола, окисление глицерина, (механохимический) синтез биодизельного топлива, (плазмохимия) окисление алкана.	

* - 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.	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 IKA, 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 РС3001

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
		VARIO-pro, охладитель циркуляционный Rotacool Mini, насос пластинчатороторный вакуумный RZ2.5, насос мембранный вакуумный химический MZ2CNT, термовоздуховка Steinel, УФ лампа Spectroline EB-280C, контроллер вакуумный электронный с клапаном CVC3000 detect Vacuumbrand, кабина аварийная из нержавеющей стали ШВВ, химическая посуда, холодильник; имеется wi-fi
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	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.
8. L. D. Field, S. Sternhell y J. R. Kalman, Organic Structures from Spectra, Wiley, 2002.
9. Green Chemistry in the synthesis of pharmaceuticals, S. Kar, H. Sanderson, K. Roy, E. Benfenati, J. Leszczynski, Chem. Rev. 2022, 122, 3637-3710.
10. Green Chemistry and Sustainability metrics in the pharmaceutical manufacturing sector, J. Becker, C. manske, S. Randl, Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry 2022, 33, 100562

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 им. П. Лумумбы и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:
 - Электронно-библиотечная система РУДН им. П. Лумумбы – ЭБС РУДН им. П. Лумумбы <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
 - ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
 - ЭБС "Trinity Bridge"
2. Базы данных и поисковые системы:
 - электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
 - поисковая система Яндекс [https:// www .yandex.ru/](https://www.yandex.ru/)
 - поисковая система Google <https://www.google.ru/>
 - реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>
 - www.scholar.google.ru

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся:*

1. Курс лекций по дисциплине «Альтернативные методы органического синтеза».

2. Лабораторный практикум по дисциплине «Альтернативные методы органического синтеза».

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Кафедра органической химии

Кристоф Лен

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

Кафедра органической химии

Рафаэль Люке

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

Кафедра органической химии

Луиджи Ваккаро

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Кафедра органической химии

Воскресенский Л.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.