

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.05.2026 12:22:01

Уникальный программный ключ:

ca953a01204891083f939673078ef1a989aae18a

**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)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Альтернативные методы органического синтеза» входит в программу магистратуры «Биоэнергетика и продукты переработки биомассы» по направлению 04.04.01 «Химия» и изучается в 1 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра органической химии. Дисциплина состоит из 8 разделов и 32 тем и направлена на изучение альтернативных и инновационных технологий

Целью освоения дисциплины 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<br>(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;<br>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;<br>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 с химией науках  | ПК-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий;<br>ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов;   |

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Альтернативные методы органического синтеза» 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 «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 |   | Научно-исследовательская работа;<br>Преддипломная практика;<br>Актуальные задачи современной химии;<br>Научный семинар;<br>Catalyst (Nanomaterials) Design and Applications;<br>Catalysis: from Basic Principles to Applications. Homogeneous, Heterogeneous, PhotoCatalysis, Biocatalysis, Electrocatalysis;<br>Experimental lab 1: Flow + Alternative Technologies;<br>Experimental lab 2: Biorefineries and Bioproducts;<br>Experimental lab 3: Advanced Organic Synthesis;           |
| ОПК-2 | Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук  |   | Актуальные задачи современной химии;<br>Catalysis: from Basic Principles to Applications. Homogeneous, Heterogeneous, PhotoCatalysis, Biocatalysis, Electrocatalysis;<br>Experimental lab 1: Flow + Alternative Technologies;<br>Experimental lab 2: Biorefineries and Bioproducts;<br>Experimental lab 3: Advanced Organic Synthesis;<br>История и философия науки;<br>Catalyst (Nanomaterials) Design and Applications;<br>Научно-исследовательская работа;<br>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  |   | Научно-исследовательская работа;<br>Преддипломная практика;<br><i>Emerging Contaminants: from Fate to Environmental Remediation**</i> ;<br><i>Методика работы с базами данных**</i> ;<br>Catalyst (Nanomaterials) Design and Applications;<br>Experimental lab 1: Flow +   |

| <b>Шифр</b> | <b>Наименование компетенции</b> | <b>Предшествующие дисциплины/модули, практики*</b> | <b>Последующие дисциплины/модули, практики*</b>   |
|-------------|---------------------------------|--|---|
|             |                                 |  | Alternative Technologies;<br>Experimental lab 2:<br>Biorefineries and Bioproducts;<br>Experimental lab 3: Advanced Organic Synthesis; |

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

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

Общая трудоемкость дисциплины «Альтернативные методы органического синтеза» 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) |
|--|----------------|------------|-------------|
|  |                |            | 1.1         |
| <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> | 63             |            | 63          |
| <i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i> | 18             |            | 18          |
| <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      | Микроволновое облучение и индуктивный нагрев | 1.1               | Введение  | Введение в проблему микроволнового облучения и индуктивный нагрев  | ЛК                  |
|               |  | 1.2               | Теоретические основы  | Теоретическое описание режима активации  | ЛК                  |
|               |  | 1.3               | Описание оборудования                                       | Оборудование, используемое в микроволновом облучении и индуктивном нагреве   | ЛР                  |
|               |  | 1.4               | Примеры применения в органической химии и катализе          | Примеры применения в органической химии и катализе: N-гетероциклы (пиррол, индол, пиридин, пирролидин), реакции кросс-сочетания, клик-химия, синтез наноматериалов и нанокompозитов, олигомеризация глицерина, микроволновый пиролиз, реакция декарбокислирования, синтез илоперидона, синтез оланзапина, синтез НМФ/фурфурола, гидрирование НМФ/фурфурола, синтез солкетала, этерификация глицерина | ЛР                  |
| Раздел 2      | Фотохимия                                    | 2.1               | Введение  | Введение в фотохимию   | ЛК                  |
|               |  | 2.2               | Теоретические основы  | Теоретическое описание режима активации  | ЛК                  |
|               |  | 2.3               | Описание оборудования                                       | Оборудование, используемое в фотохимии   | ЛР                  |
|               |  | 2.4               | Реальные примеры применения в органической химии и катализе | Реальные примеры применения в органической химии и катализе: синтез ибупрофена, синтез НМФ/фурфурола, фотокаталитическое окисление НМФ/фурфурола   | ЛР                  |
| Раздел 3      | Сонохимия                                    | 3.1               | Введение  | Введение в сонохимию   | ЛК                  |
|               |  | 3.2               | Теоретические основы  | Теоретическое описание режима активации в сонохимии  | ЛК                  |
|               |  | 3.3               | Описание оборудования                                       | Оборудование, используемое в сонохимии   | ЛР                  |
|               |  | 3.4               | Реальные примеры применения в органической химии и катализе | Реальные примеры применения в органической химии и катализе: кросс-сочетание пинакола, синтез НМФ/фурфурола, синтез гетерогенного катализатора   | ЛР                  |
| Раздел 4      | Электрохимия                                 | 4.1               | Введение  | Введение в электрохимию  | ЛК                  |
|               |  | 4.2               | Теоретические основы  | Теоретическое описание режима активации в электрохимии   | ЛК                  |
|               |  | 4.3               | Описание оборудования                                       | Оборудование, используемое в электрохимии  | ЛР                  |
|               |  | 4.4               | Реальные примеры применения в органической химии и катализе | Реальные примеры применения в органической химии и катализе: окисление НМФ/фурфурола, восстановление НМФ/фурфурола, синтез дизельного топлива  | ЛР                  |
| Раздел 5      | Механохимия                                  | 5.1               | Введение  | Введение в механохимию   | ЛК                  |
|               |  | 5.2               | Теоретические основы  | Теоретическое описание режима активации в механохимии  | ЛК                  |

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины   | Наименование темы |   | Содержание темы   | Вид учебной работы* |
|---------------|---|-------------------|---|---|---------------------|
|               |   | 5.3               | Описание оборудования                                       | Обрудование, используемое в механохимии   | ЛР                  |
|               |   | 5.4               | Реальные примеры применения в органической химии и катализе | 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   | 6.1               | Введение  | Введение в плазмохимию  | ЛК                  |
|               |   | 6.2               | Теоретические основы  | Теоретическое описание режима активации в плазмохимии   | ЛК                  |
|               |   | 6.3               | Описание оборудования                                       | Обрудование, используемое в плазмохимии   | ЛР                  |
|               |   | 6.4               | Реальные примеры применения в органической химии и катализе | Окисление алканов.  | ЛР                  |
| Раздел 7      | Проточная химия   | 7.1               | Введение  | Введение в проточную химию  | ЛК                  |
|               |   | 7.2               | Описание и влияние параметров                               | Описание и влияние параметров: время выдержки, конструкция реактора, источник, температура, давление  | ЛК                  |
|               |   | 7.3               | Описание оборудования                                       | Обрудование, используемое в проточной химии   | ЛР                  |
|               |   | 7.4               | Реальные примеры применения в органической химии и катализе | Реальные примеры применения в органической химии и катализе: Синтез дифенгидрамина гидрохлорида, синтез лидокаина гидрохлорида, синтез диазепамы, синтез флуоксетина гидрохлорида, гидрирование НМФ/фурфурола.  | ЛР                  |
| Раздел 8      | Проточная химия, сочетающая микроволновую, индукционную, фотохимию, сонохимию, электрохимию, механохимию, плазмохимию | 8.1               | Введение  | Введение в проточную химию, сочетающую микроволновую, индукционную, фотохимию, сонохимию, электрохимию, механохимию, плазмохимию  | ЛК                  |
|               |   | 8.2               | Теоретические основы  | Теоретическое описание режима активации   | ЛК                  |
|               |   | 8.3               | Описание оборудования                                       | Обрудование, используемое в проточной химии, сочетающей микроволновую, индукционную, фотохимию, сонохимию, электрохимию, механохимию, плазмохимию   | ЛР                  |
|               |   | 8.4               | Реальные примеры применения в органической химии и катализе | 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 НМФ/фурфурола, восстановление НМФ/фурфурола, окисление глицерина, (механохимический) синтез биодизельного топлива, (плазмохимия) окисление алкана. | ЛР                  |

\* - 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<br>Понедельник - пятница 10.00 – 22.00 Читальный зал главного корпуса РУДН Co-working space<br>понедельник - суббота 9.00 - 23.00 Зал №2<br>понедельник - четверг 10.00 - 17.45<br>пятница 10.00 - 16.45 Зал №6<br>понедельник - четверг 10.00 - 17.45<br>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. 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/>

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

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

1. Курс лекций 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:

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.*