

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.05.2024 15:41:02  
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**

**Биоэнергетика**

(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)

**2024 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса «Биоэнергетика» является ознакомление с основными понятиями биоэнергетики. Знакомство студентов с типами и важностью биотоплива. Определение границ применимости и проблем существующих методов.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Биоэнергетика» 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-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления
		УК-2.2. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения;
		УК-2.3. Планирует необходимые ресурсы, в том числе, с учетом их заменяемости;
		УК-2.4. Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования;
		УК-2.5. Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта
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	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;

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	профессионального назначения	ОПК-1.3. Использует современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач
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-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

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Биоэнергетика» 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 «Биоэнергетика».

*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-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла		Научно-исследовательская работа Преддипломная практика
ОПК -1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов,		Актуальные задачи современной химии Перспективный органический синтез Разработка и применение катализаторов (наноматериалов) Катализ: от базовых принципов к применению.

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	программного обеспечения и баз данных профессионального назначения		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: 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 Биопродукция и ее переработка в топливо 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-3	Способен использовать вычислительные методы и адаптировать		Биопродукция и ее переработка в топливо Разработка и применение катализаторов (наноматериалов)

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности		Экспериментальная лаборатория 3: Перспективный органический синтез Использование искусственного интеллекта и аддитивных технологий 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 «Биоэнергетика» 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	108	108			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой)	9	9			
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>		
	зач.ед.	<b>4</b>	<b>4</b>		

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Биотопливо	Тема 1.1 Введение, текущее состояние, достоинства и недостатки, методы определения характеристик биомассы, сравнения между ископаемым топливом и биотопливом. Потребности в энергии (викторина), факты об энергетике и перспективы на будущее.	ЛК
Раздел 2. Виды биотоплива и их классификация. Жидкое биотопливо (первое	Тема 2.1 Биодизель. Получение и виды (первое и второе поколение). Процессы. Прогнозы и перспективы. Продовольствие или топливо и связанные с этим вопросы.	ЛК, ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
поколение)	Тема 2.2 Биоэтанол. Получение и виды (первое и второе поколение). Проблема продовольствия и топлива и «граница смешивания». Прогнозы и перспективы.	
Раздел 3. Жидкое биотопливо (второе поколение): ограничения, воздействие и преимущества способов переработки лигноцеллюлозы	Тема 3.1 Биодизель против экологически чистого дизельного топлива. Процессы и технологии. Прогнозы и перспективы.	ЛК, ЛР
	Тема 3.2 Биоэтанол: лигноцеллюлозная биомасса, синтез-газовая ферментация с получением биоэтанола. Подготовка и технологические процессы. Прогнозы и перспективы.	
	Тема 3.3 Другие виды биотоплива (синтетические виды топлива). ВТЛ. Пиролизное масло. Синтетическое топливо. Другие синтетические виды топлива. Подготовка и технологические процессы. Прогнозы и перспективы.	
Раздел 4. Газообразное биотопливо.	Тема 4.1 Биогаз: многообещающая технология получения чистой энергии. Подготовка и технологические процессы. Очистка. Примеры. Прогнозы и перспективы.	ЛК, ЛР
	Тема 4.2 Водород: технологии производства возобновляемого водорода, производство водорода электролизом, технико-экономическая оценка водородной энергии с помощью моделирования проточной пленки и экономическая оценка, оценка комбинированных возобновляемых источников и накопителей водорода для бытовых применений	ЛК, ЛР
Раздел 5. Твердое топливо	Тема 5.1 Твердое топливо. Гранулы. Подготовка и технологические процессы. Применение в теплоэнергетике. Прогнозы и перспективы.	ЛК, ЛР
Раздел 6. Оценка жизненного цикла биотоплива	Тема 6.1 Оценка жизненного цикла биотоплива. Системный анализ и возможности. Прогнозы и перспективы.	ЛК, ЛР
Раздел 7. Выводы и прогнозы.	Тема 7.1 Выводы и прогнозы: экономическое, социальное и экологическое воздействие биоэнергетики на местном, национальном и глобальном уровнях. Последствия, текущие проблемы и перспективы на будущее	ЛК

\* - 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 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 РС3001 VARIO-pro, охладитель циркуляционный Rotacool Mini, насос пластинчатороторный вакуумный RZ2.5, насос мембранный вакуумный химический MZ2CNT, термовоздуховка Steinel, УФ лампа Spectrolin EB-280C, контроллер вакуумный электронный с

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
		клапаном SVC3000 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. Bioenergy Engineering: fundamentals, methods, modelling and application, Ed K. Shadangi, P. Sarangi, K. Mohanty, I. Deniz, A. Gollakota, 2023
2. Liquid biofuels: fundamentals, characterization and applications, Ed K.P. Shadangi, 2021
3. Lignocellulosic biomass to liquid biofuels, Ed A. Yousuf, D. Pirozzi, F. Sannino, 2021

### 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](http://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/>

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

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

- [www.scholar.google.ru](http://www.scholar.google.ru)

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Биоэнергетика».

2. Лабораторный практикум по дисциплине «Биоэнергетика»

\* - 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 «Биоэнергетика» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

**РАЗРАБОТЧИКИ:**

**Кафедра органической химии**

**Рафаэль Люке**

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

**Кафедра органической химии**

Должность, БУП

**Кристоф Лен**

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:  
Кафедра органической химии**

Наименование БУП

**Воскресенский Л.Г.**

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:  
Декан ФФМиЕН,  
заведующий кафедрой  
органической химии**

Должность, БУП

**Воскресенский Л.Г.**

Фамилия И.О.

Подпись

Подпись

Подпись