

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Высшего образования «Российский университет дружбы народов» имени Патриса Лумумбы  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

**Институт экологии**

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Техника и технологии альтернативной энергетики**

(наименование дисциплины/модуля)

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

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Техника и технологии альтернативной энергетики. Рекомендуются для направления подготовки» является заложить фундаментальные знания у студентов об основных источниках традиционной и альтернативной энергии, сформировать способность понимать основные закономерности превращения тепла в работу на основе законов термодинамики, изучить основные источники традиционной и альтернативной энергии.

**Задачи дисциплины** - формирование:

- знаний в области термодинамики и теплопередачи. 1 и 2 законы термодинамики циклы Карно и Ренкина.

- представления о работе теплосиловых, котельных и холодильных установок установок

- знаний процесса горения топлива. Составы газообразного, жидкого и твердого топлив. Способов расчета количеств окислителя и продуктов сгорания топлив.

Навыков в изучении и применения нетрадиционных источников тепла и энергии.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Техника и технологии альтернативной энергетики» 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-2	Способность участвовать в совершенствовании технологических процессов и (или) оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-2.1 Знание теоретических основ химической технологии, механизмов и схем производственных химико-технологических процессов и устройств аппаратов, а также основ процессов и аппаратов защиты окружающей среды
		ОПК-2.3 Способность применять на практике стандартные программные продукты при разработке проектов в области ресурсосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии и в области защиты окружающей среды
ПК-4	Способность осуществлять планирование и управление, контрольно-надзорную деятельность и экологический аудит в области энерго- и ресурсосбережения, восстановления природных ресурсов и управления отходами производства и потребления.	ПК-4.1. Знание основных причин изменения физико-химических свойств вещества, знание методов производственного контроля и экологического мониторинга, основы анализа деятельности в области обращения с отходами производства; основы планирования мероприятий по энерго- и ресурсосбережению

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		ПК-4.2. Умение проводить количественную и качественную оценку данных об объемах (количестве) и структуру образующихся отходов, прогнозировать их динамику; умение проводить контроль отчетности в сфере использования и охраны природных ресурсов
		ПК-4.3. Владение навыками организации инфраструктуры экологически безопасного обезвреживания, обработки и утилизации отходов, использования ресурсного потенциала отходов, недопущения захоронения или уничтожения отходов, которые могут быть использованы в качестве вторичного сырья

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Техника и технологии альтернативной энергетики» относится к базовой компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Техника и технологии альтернативной энергетики».

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-2	Способность участвовать в совершенствовании технологических процессов и (или) оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду, решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных	Математика Физика Информатика Неорганическая химия Органическая химия Основы биохимии Общая химическая технология Аналитическая химия Системы управления химико-технологическими процессами Курсовая работа "Системы управления химико-технологическими процессами" Методы математической статистики	Нет

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Вредные и опасные вещества в промышленности Вредные и опасные производственные факторы Возобновляемая энергетика и окружающая среда	
ПК-4	Способность осуществлять планирование и управление, контрольно-надзорную деятельность и экологический аудит в области энерго- и ресурсосбережения, восстановления природных ресурсов и управления отходами производства и потребления	Возобновляемая энергетика и окружающая среда HSE менеджмент Промышленная безопасность	Нет

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

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

Общая трудоемкость дисциплины «Техника и технологии альтернативной энергетики» составляет 2 зачетные единицы.

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
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	<i>51</i>			<i>51</i>	
Лекции (ЛК)	17			17	
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)	34			34	
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	<i>5</i>			<i>5</i>	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	<i>16</i>			<i>16</i>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>72</b>		<b>72</b>	
	зач.ед.	<b>2</b>		<b>2</b>	

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНО-ЗАОЧНОЙ** формы обучения\*

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	<i>26</i>			<i>26</i>	
Лекции (ЛК)	8			8	
Лабораторные работы (ЛР)					

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18			18	
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	46			46	
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.					
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	2		2	
	зач.ед.	72		72	

Таблица 4.3. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ЗАОЧНОЙ** формы обучения\*

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.	8			8	
Лекции (ЛК)	2			2	
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)	6			6	
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	60			60	
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	4			4	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	2		2	
	зач.ед.	72		72	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ: ПРЕДМЕТ ТЕРМОДИНАМИКА. ПРОЦЕССЫ ПРЕВРАЩЕНИЯ ТЕПЛОТЫ И РАБОТЫ.	Тема 1.1. Ознакомление с основами термодинамики. Параметрами состояния газа – температура, удельный объем и давление. Законы Бойля – Мариотта, Гей – Люссака, Шарля, Авогадро.	ЛК, СЗ
	Тема 1.2. Ознакомление с уравнением состояния газов. Универсальной газовой постоянной.	ЛК, СЗ
	Тема 1.3. Ознакомление с первым законом термодинамики. Энтальпией идеального газа. Процессами изменения состояния идеальных газов изохорный, изобарный, адиабатный, изоэнтальпийный.	ЛК, СЗ
Раздел 2. ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ . ЦИКЛ КАРНО. ИНТЕГРАЛ КЛАУЗИУСА. ВОДЯНОЙ ПАР	Тема 2.1. Ознакомление с вторым законом термодинамики. Цикл Карно. Интегралом Клаузиуса. Водяной пар (сухой и влажный насыщенный пар, перегретый пар). Процессы кипения, парообразования и конденсации. Степень сухости и влажности. Процесс парообразования в $p$ - $v$ диаграмме.	ЛК, СЗ
	Тема 2.2. Определение параметров состояния водяного пара. Теплота парообразования. Парообразование в $Ts$ - и $is$ – диаграммах.	СЗ
Раздел 3. ВЛАЖНЫЙ ВОЗДУХ. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	Тема 3.1. Влажный воздух. Основные характеристики. Способы выражения влажности воздуха. Плотность, влагосодержание, молекулярная масса влажного воздуха. Газовая постоянная $R$ . Компрессоры. Рабочий процесс в $p$ - $v$ координатах для идеального одноступенчатого	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
. РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ В $PV$ -КООРДИНАТАХ ДЛЯ ИДЕАЛЬНОГО ОДНОСТУПЕНЧАТОГО КОМПРЕССОРА.	компрессора. Изотермический и адиабатический процессы сжатия.	
	Тема 3.2. Циклы холодильных установок. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Удельная холодопроизводительность, холодильный коэффициент $\epsilon$ . Принцип работы абсорбционных и парожетторных холодильных установок. Принцип работы теплового насоса.	ЛК, СЗ
Раздел 4. ЦИКЛЫ И РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.	Тема 4. Двигатели внешнего и внутреннего сгорания. Газотурбинные установки. Циклы паросиловых установок. Теоретический цикл паросиловой установки (цикл Ренкина)	СЗ
Раздел 5. ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ. КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ (КУ). ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТОПЛИВЕ. ГОРЕНИЕ ТОПЛИВА.	Тема 5.1. Энерготехнологические установки. Котельные установки (КУ). Общие сведения о топливе. Технические характеристики топлива. Рабочая, сухая, горючая и органическая части топлива. Влажность, зола топлива. Теплота сгорания топлива высшая $Q_v$ и низшая $Q_n$ .	ЛК, СЗ
	Тема 5.2. Физические представления о горении топлива (твердого, жидкого и газообразного). Определение расхода воздуха на горение и количества продуктов сгорания топлива. Теоретический и действительный расход воздуха.	ЛК, СЗ
Раздел 6. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ (ВИЭ). ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ. СХЕМЫ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.	Тема 6.1. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Преимущества и недостатки. Геотермальная энергия. Термические свойства горных пород. Геотермический градиент. Геотермическая ступень. Ресурсы геотермальной энергии. Виды ресурсов и запасов геотермальной энергии. Методика оценки гидрогеотермальных ресурсов. Характеристика подземной гидросферы. Происхождение подземных вод (типы вод). Теплоэнергетические воды. Химический состав подземных вод. Технология добычи и использования геотермальной энергии. Принципиальные схемы геотермального теплоснабжения. Комплексные геотермальные системы теплоснабжения. Коррозия и солеотложение в геотермальных системах.	ЛК, СЗ
	Тема 6.2. Геотермальная скважина. Способы извлечения теплоносителя. Горизонтальная скважина. Геотермальная циркуляционная система. Геотермальные циркуляционные системы с теплообменными аппаратами в скважинах. Извлечение петрогеотермальной энергии.	СЗ
	Тема 6.3. Геотермальные циркуляционные системы с наклонно-направленными скважинами. Использование геотермальной энергии для выработки электроэнергии. Технологические схемы геотермальных электростанций. Теплонасосные системы теплоснабжения. Системы	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	теплонасосного теплоснабжения с грунтовыми теплообменниками в вертикальных скважинах.	
<p>Раздел 7. СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГЕЛИОСИСТЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ . ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.</p>	<p>Тема 7.1. Солнечная энергия. Классификация и основные элементы гелиосистем. концентрирующие и плоские гелиоприемники. Эффективное использование солнечной энергии. Солнечные электростанции. Солнечные электростанции с центральным приемником. Солнечные фотоэлектрические преобразователи.</p> <p>Тема 7.2. Солнечно-водородная энергетика. Пути производства водорода помощью солнечной энергии (прямым нагревом, термохимическим путем, электролизом и фотолизом). Хранение и использование водорода. Топливные элементы. Автономные водородные энергоустановки. Повышение эффективности и безопасности водородных систем. Состояние и проблемы развития водородной энергетики.</p>	СЗ
<p>Раздел 8. ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГИЯ. МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА. А. МИКРОГЭС. ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ</p>	<p>Тема 8.1. Ветровая энергия. Разновидности ВЭУ. Ветроэнергетический кадастр. Достоинства и недостатки малой гидроэнергетики. Гидроэнергетический потенциал России и его использование. Создание напора и основное оборудование ГЭС. МикроГЭС. Энергия и мощность ГЭС. Гидроаккумулирующие электростанции.</p>	ЛК, СЗ
<p>Раздел 9. ЭНЕРГИЯ БИОМАССЫ. СОВРЕМЕННЫЕ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ОКЕАНИЧЕСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ. ПРИЛИВНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ . ЭНЕРГИЯ ТЕЧЕНИЙ И ВОЛН. ЭНЕРГИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ОКЕАНЕ.</p>	<p>Тема 9.1. Энергия биомассы. Современные биоэнергетические технологии. Биохимическая переработка органических отходов. Автономные теплоэлектростанции на пиролизном топливе.</p> <p>Тема 9.2. Использование энергии океана. Океанические тепловые электрические станции. Приливные электростанции. Энергия течений и волн. Энергии поверхностных волн в океане.</p>	ЛК, СЗ  СЗ
<p>Раздел 10. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА</p>	<p>Тема 10.1. Биотехнологическая переработка органических отходов. Отходы пригодные к биологической переработке. Микробиологическая переработка органических отходов. Технология микробиологической</p>	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ. ТЕХНОЛОГИЯ КОНВЕРСИИ ОТХОДОВ В КОРМОВОЙ БЕЛОК. ПРОЦЕССЫ КОМПОСТИРОВАНИЯ.	конверсии отходов в кормовой белок. Модульная фермерская установка производства белково-витаминных добавок (БВД).	
	Тема 10.2. Компостирование. Микробиологические аспекты компостирования. Технологические параметры процесса компостирования. Процессы компостирования, применяемые на практике. Выход компоста, преимущества компостирования.	ЛК, СЗ
Раздел 11. АНАЭРОБНОЕ СБРАЖИВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ. СИЛОСОВАНИЕ.	Тема 11.1. Анаэробное сбраживание и метаногенерация. Биоценозы и биохимические процессы при анаэробной очистке. Стадии анаэробного брожения. Промышленные метантенки, конструкции и процессы, происходящие в них. Силосование. Стадии трансформации.	ЛК, СЗ

## 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.	Да
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Да
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.	Да

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

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ



### *Основная литература:*

1. Алхасов А.Б. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Б. Алхасов. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016. (материалы размещены в системе ТУИС РУДН)
2. Луканин А.В. Инженерная экология: защита литосферы от твердых промышленных и бытовых отходов. Учебное пособие. М., ИНФРА-М. 2018, -556 с. (материалы размещены в системе ТУИС РУДН)
3. Луканин А.В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработки осадков: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 605 с. +Доп. материалы. (материалы размещены в системе ТУИС РУДН)
4. Луканин А.В. Монография. Очистка газовоздушных выбросов, - Москва: ИНФРА-М, 2021. 200 с. (материалы размещены в системе ТУИС РУДН)

### *Дополнительная литература:*

1. Ключенкова М.И., Луканин А.В. Защита окружающей среды от промышленных газовых выбросов. Учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2016, - 142 с. (материалы размещены в системе ТУИС РУДН)
2. Луканин А.В., Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод. Учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2016, -242 с. (материалы размещены в системе ТУИС РУДН)
3. Луканин А.В., Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2016, - 451 с. (материалы размещены в системе ТУИС РУДН)
4. Луканин А.В., Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод. Учебное пособие. М.: Университет машиностроения, 2014. -224 с. (материалы размещены в системе ТУИС РУДН)
5. Ключенкова М.И., Луканин А.В. Защита окружающей среды от промышленных газовых выбросов. Учебное пособие. М., Моск. гос. университет инженерной экологии (МГУИЭ), 2012 г., -145 с. (материалы размещены в системе ТУИС РУДН)

### *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 «Техника и технологии альтернативной энергетики».
2. Методические указания по выполнению и оформлению курсовой работы/проекта по дисциплине «Техника и технологии альтернативной энергетики» (при наличии КР/КП).

## **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 «Техника и технологии альтернативной энергетики» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

### **РАЗРАБОТЧИК:**

**Профессор департамента  
экологической безопасности и  
менеджмента качества  
продукции института  
экологии РУДН**

Должность, БУП



Подпись

**Луканин А.В.**

Фамилия И.О.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

**Департамент экологической  
безопасности и менеджмента  
качества продукции  
института экологии РУДН**

Наименование БУП



Подпись

**Савенкова Е.В.**

Фамилия И.О.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

**Доцент департамента  
экологической безопасности и  
менеджмента качества  
продукции института  
экологии РУДН**

Должность, БУП



Подпись

**Харламова М.Д.**

Фамилия И.О.

# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**По учебной дисциплине**

**«Техника и технологии альтернативной энергетики»**

**Направление 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в  
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

**Квалификация выпускника: бакалавр**

### 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства					Баллы раздела	Экзамен
			Работа на	Самостоятельно	Промежуточная	Лекция	Итоговое		
ОПК-2, ПК-4	Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ: ПРЕДМЕТ ТЕРМОДИНАМИКА. ПРОЦЕССЫ ПРЕВРАЩЕНИЯ ТЕПЛОТЫ И РАБОТЫ.	Тема 1.1. Ознакомление с основами термодинамики. Параметрами состояния газа – температура, удельный объем и давление. Законы Бойля – Мариотта, Гей – Люссака, Шарля, Авогадро.	1	1	1	1	1	1	1
		Тема 1.2. Ознакомление с уравнением состояния газов. Универсальной газовой постоянной.	1	1	1	1	1	1	1
		Тема 1.3. Ознакомление с первым законом термодинамики. Энтропией идеального газа. Процессами изменения состояния идеальных газов изохорный, изобарный, адиабатный, изоэнтропный.	1	1	1	1	1	1	1
	Раздел 2. ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ. ЦИКЛ КАРНО. ИНТЕГРАЛ КЛАУЗИУСА. ВОДЯНОЙ ПАР	Тема 2.1. Ознакомление с вторым законом термодинамики. Цикл Карно. Интегралом Клаузиуса. Водяной пар (сухой и влажный насыщенный пар, перегретый пар). Процессы кипения, парообразования и конденсации. Степень сухости и влажности. Процесс парообразования в $p$ - $v$ -диаграмме.	1	1	1	1	1	1	1
		Тема 2.2. Определение параметров состояния водяного пара. Теплота парообразования. Парообразование в $T$ - $s$ и $p$ - $v$ -диаграммах.	1	1	1	1	1	1	1

			1	2	2	2	2		
			1	2	3	2	3	10	
	Раздел 3. ВЛАЖНЫЙ ВОЗДУХ. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ В PV - КООРДИНАТАХ ДЛЯ ИДЕАЛЬНОГО ОДНОСТУПЕНЧАТОГО КОМПРЕССОРА.	Тема 3.1. Влажный воздух. Основные характеристики. Способы выражения влажности воздуха. Плотность, влагосодержание, молекулярная масса влажного воздуха. Газовая постоянная R. Компрессоры. Рабочий процесс в pv - координатах для идеального одноступенчатого компрессора. Изотермический и адиабатический процессы сжатия.	1	2	2	2	2	10	
		Тема 3.2. Циклы холодильных установок. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Удельная холодопроизводительность, холодильный коэффициент $\epsilon$ . Принцип работы абсорбционных и парожеторных холодильных установок. Принцип работы теплового насоса.							
	Раздел 4. ЦИКЛЫ И РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.	Тема 4. Двигатели внешнего и внутреннего сгорания. Газотурбинные установки. Циклы паросиловых установок. Теоретический цикл паросиловой установки (цикл Ренкина)	1	2	2	2	3	10	1
			1	3	3	3	3		
	Раздел 5. ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ. КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ (КУ). ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТОПЛИВЕ. ГОРЕНИЕ ТОПЛИВА.	Тема 5.1. Энерготехнологические установки. Котельные установки (КУ). Общие сведения о топливе. Технические характеристики топлива. Рабочая, сухая, горючая и органическая части топлива. Влажность, зола топлива. Теплота сгорания топлива высшая $Q_v$ и низшая $Q_n$ .	1	2	2	2	3	10	1
		Тема 5.2. Физические представления о горении топлива (твердого, жидкого и газообразного). Определение расхода воздуха на горение и количества продуктов сгорания топлива. Теоретический и действительный расход воздуха.	1	2	3	2	3	10	1

<p style="text-align: center;">Раздел 6. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ (ВИЭ). ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ. СХЕМЫ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.</p>	<p>Тема 6.1. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Преимущества и недостатки. Геотермальная энергия. Термические свойства горных пород. Геотермический градиент. Геотермическая ступень. Ресурсы геотермальной энергии. Виды ресурсов и запасов геотермальной энергии. Методика оценки гидрогеотермальных ресурсов. Характеристика подземной гидросферы.</p> <p>Происхождение подземных вод (типы вод). Теплоэнергетические воды. Химический состав подземных вод. Технология добычи и использования геотермальной энергии. Принципиальные схемы геотермального теплоснабжения. Комплексные геотермальные системы теплоснабжения. Коррозия и солеотложение в геотермальных системах.</p>	1						
	<p>Тема 6.2. Геотермальная скважина. Способы извлечения теплоносителя. Горизонтальная скважина. Геотермальная циркуляционная система. Геотермальные циркуляционные системы с теплообменными аппаратами в скважинах. Извлечение петрогеотермальной энергии.</p>	1	2	3	4	4	5	1
	<p>Тема 6.3. Геотермальные циркуляционные системы с наклонно-направленными скважинами. Использование геотермальной энергии для выработки электроэнергии. Технологические схемы геотермальных электростанций. Теплонасосные системы теплоснабжения. Системы теплонасосного теплоснабжения с грунтовыми теплообменниками в вертикальных скважинах.</p>	1	3	3	2	2	5	1

<p>Раздел 7. СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГЕЛИОСИСТЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ. ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.</p>	<p>Тема 7.1. Солнечная энергия. Классификация и основные элементы гелиосистем. концентрирующие и плоские гелиоприемники. Эффективное использование солнечной энергии. Солнечные электростанции. Солнечные электростанции с центральным приемником. Солнечные фотоэлектрические преобразователи.</p>							
	<p>Тема 7.2. Солнечно-водородная энергетика. Пути производства водорода помощью солнечной энергии (прямым нагревом, термохимическим путем, электролизом и фотолизом). Хранение и использование водорода. Топливные элементы. Автономные водородные энергоустановки. Повышение эффективности и безопасности водородных систем. Состояние и проблемы развития водородной энергетики.</p>	1						1
<p>Раздел 8. ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГИЯ. МАЛАЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА. МИКРОГЭС. ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.</p>	<p>Тема 8.1. Ветровая энергия. Разновидности ВЭУ. Ветроэнергетический кадастр. Достоинства и недостатки малой гидроэнергетики. Гидроэнергетический потенциал России и его использование. Создание напора и основное оборудование ГЭС. МикроГЭС. Энергия и мощность ГЭС. Гидроаккумулирующие электростанции.</p>	1	2	3	2	3		1
<p>Раздел 9. ЭНЕРГИЯ БИОМАССЫ. СОВРЕМЕННЫЕ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ОКЕАНИЧЕСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ.</p>	<p>Тема 9.1. Энергия биомассы. Современные биоэнергетические технологии. Биохимическая переработка органических отходов. Автономные теплоэлектростанции на пиролизном топливе.</p>	1	2	3	2	2		1

	ПРИЛИВНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ. ЭНЕРГИЯ ТЕЧЕНИЙ И ВОЛН. ЭНЕРГИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ОКЕАНЕ.	Тема 9.2. Использование энергии океана. Океанические тепловые электрические станции. Приливные электростанции. Энергия течений и волн. Энергии поверхностных волн в океане.							
	Раздел 10. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ. ТЕХНОЛОГИЯ КОНВЕРСИИ ОТХОДОВ В КОРМОВОЙ БЕЛОК. ПРОЦЕССЫ КОМПСТИРОВАНИЯ	Тема 10.2. Компостирование. Микробиологические аспекты компостирования. Технологические параметры процесса компостирования. Процессы компостирования, применяемые на практике. Выход компоста, преимущества компостирования.	1					10	1
	Раздел 11 АНАЭРОБНОЕ СБРАЖИВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ. СИЛОСОВАНИЕ.	Тема 11.1. Анаэробное сбраживание и метаногенерация. Биоценозы и биохимические процессы при анаэробной очистке. Стадии анаэробного брожения. Промышленные метантенки, конструкции и процессы, происходящие в них. Силосование. Стадии трансформации.	1					11	
	<b>ИТОГО</b>	<b>11 разделов, 20 тем</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>86</b>	<b>14</b>



## БРС оценки знаний студентов

### по дисциплине «Техника и технологии альтернативной энергетики»

Вид задания	Число заданий	Кол-во баллов	Сумма баллов
1. Работа на занятии	16	1	16
2. Домашние задания	16	3	48
3. Контрольная работа	2	11	22
4. Экзамен/зачёт	1	14	14
ИТОГО			100

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C
61 - 68	3	D
51 - 60		E
31 - 50	2	FX
0 - 30		F

## ОБРАЗЦЫ ТЕСТОВ

**К объектам НВОС 3 категории относятся:**

- объекты по эксплуатации исследовательских ядерных установок нулевой мощности;
- производство целлюлозы и древесной массы;
- производство кожи и изделий из кожи с использованием оборудования для дубления, крашения, выделки шкур и кож;
- производство неметаллической минеральной продукции.

**Компетенции: ОПК-2, ПК-4**

**Критерии оценки ответов на вопросы теста:**

Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 1 баллов:

Критерии оценки ответа	Баллы		
	Ответ не соответствует критерию	Ответ частично соответствует критерию	Ответ полностью соответствует критерию
Ответ является верным	0	0,5	1

## ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

- Предмет термодинамики. Термодинамическая система
- Параметры состояния газов. Уравнения состояния газов.
- Теплоемкость идеальных газов. Первый закон термодинамики. Энтропия идеального газа
- Процессы изменения состояния идеальных газов
- Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Интеграл Клаузиуса. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.

6. Водяной пар. Процессы парообразования. Процесс парообразования в  $p-v$ -диаграмме
7. Определение параметров состояния водяного пара. Сухой насыщенный пар. Влажный насыщенный пар. Перегретый пар.
8. Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха.
9. Компрессоры. Процессы в  $P-V$  и  $T-S$  координатах.
10. Циклы холодильных установок. Циклы паровых компрессорных холодильных установок.
11. Принцип работы абсорбционных и парожеторных холодильных установок
12. Циклы и рабочий процесс тепловых двигателей. Газотурбинные установки
13. Циклы паросиловых установок.
14. Энерготехнологические установки. Топливо. Общие сведения о топливе.
15. Физические представления о горении топлива
16. Определение расхода воздуха на горение и количества продуктов сгорания топлива.
17. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Геотермальная энергия. Ресурсы геотермальной энергии.
18. Характеристика подземной гидросферы. Происхождение подземных вод. Теплоэнергетические воды.
19. Химический состав подземных вод. Технология добычи и использования геотермальной энергии.
20. Принципиальные схемы геотермального теплоснабжения.

**Компетенции:** ОПК-2, ПК-4

**Критерии оценки:**

Каждое домашнее задание оценивается от 0 до 3 баллов.

<b>Критерии оценки</b>		
	<b>Ответ не соответствует критерию</b>	<b>Ответ полностью соответствует критерию</b>
Домашнее задание выполнено в срок	0	0,5
Домашнее задание включает все требуемые элементы/информацию	0	2,5

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»**

1. Предмет термодинамики. Термодинамическая система
2. Параметры состояния газов. Уравнения состояния газов.
3. Первый закон термодинамики.
4. Процессы изменения состояния идеальных газов
5. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
6. Водяной пар. Процесс парообразования в  $p-v$ -диаграмме
7. Сухой насыщенный пар. Влажный насыщенный пар. Перегретый пар.
8. Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха.
9. Компрессоры. Процессы в  $P-V$  и  $T-S$  координатах.

10. Циклы холодильных установок.
11. Принцип работы абсорбционных и пароэжекторных холодильных установок
12. Циклы и рабочий процесс тепловых двигателей. Газотурбинные установки
13. Циклы паросиловых установок.
14. Энерготехнологические установки. Общие сведения о топливе. Представление о горении топлива
15. Расход воздуха на горение и количества продуктов сгорания топлива.
17. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Геотермальная энергия. Ресурсы геотермальной энергии.
18. Характеристика подземной гидросферы. Происхождение подземных вод. Теплоэнергетические воды.
19. Химический состав подземных вод. Технология добычи и использования геотермальной энергии.
20. Принципиальные схемы геотермального теплоснабжения. Коррозия и солеотложение в геотермальных системах
21. Геотермальная скважина. Извлечение петрогеотермальной энергии.
22. Использование геотермальной энергии для выработки электроэнергии. Теплонасосные системы теплоснабжения.
23. Солнечная энергия. Классификация и основные элементы гелиосистем.
24. Концентрирующие гелиоприемники. Солнечные электростанции.
25. Солнечные фотоэлектрические преобразователи
26. Солнечно-водородная энергетика. Хранение и использование водорода
27. Топливные элементы
28. Автономные водородные энергоустановки. Повышение эффективности и безопасности водородных систем.
29. Состояние и проблемы развития водородной энергетики.
30. Ветровая энергия. Разновидности ВЭУ. Достоинства и недостатки.
31. Достоинства и недостатки малой гидроэнергетики.
32. Гидроэнергетический потенциал России и его использование. Создание напора и основное оборудование ГЭС
33. Энергия и мощность ГЭС. Гидроаккумулирующие электростанции.
34. Энергия биомассы. Современные биоэнергетические технологии. Биохимическая переработка органических отходов
35. Использование энергии океана. Океанические тепловые электрические станции.
36. Приливные электростанции. Энергия течений и волн

**ПРИМЕРЫ экзаменационных билетов по дисциплине**  
**«Техника и технологии альтернативной энергетики»**

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Предмет термодинамики. Термодинамическая система
2. 6. Водяной пар. Процесс парообразования в  $p$ - $v$ -диаграмме
3. 17. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Геотермальная энергия. Ресурсы геотермальной энергии.
- 4.

Составитель \_\_\_\_\_ ( профессор Луканин А.В.)

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Теплоемкость идеальных газов. Первый закон термодинамики. Энтропия идеального газа
2. 14. Энерготехнологические установки. Общие сведения о топливе. Представление о горении топлива
3. Солнечно-водородная энергетика. Хранение и использование водорода
4. 27. Топливные элементы
- 5.

Составитель \_\_\_\_\_ ( профессор Луканин А.В.)

***Критерии оценки ответов на вопросы***

Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 5 баллов: экзамен оценивается в 14 баллов

Критерии оценки ответа	Баллы		
	Ответ не соответствует критерию	Ответ частично соответствует критерию	Ответ полностью соответствует критерию
Ответ является верным	0	1	2
Обучающийся практически не пользуется подготовленным черновиком	0	0,5	1

Ответ показывает уверенное владение обучающего терминологическим и методологическим аппаратом дисциплины	0	0,5	1
Ответ показывает понимание обучающимся связей между предметом вопроса и другими разделами дисциплины и/или другими дисциплинами	0	0,5	1

**Компетенции:** ОПК-2, ПК-4

#### Шкала оценок

Количество кредитов	Оценка	Неудовлетворительно		Удовлетворительно		Хорошо	Отлично	
		F(2)	FX(2+)	E(3)	D(3+)		C(4)	B(5)
4	Оценка ECTS							
	Максимум 100 баллов	Менее 31	31-50	51-60	61-68	60-85	86-94	95-100

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН/ФГОС.

#### РАЗРАБОТЧИК:

**Профессор департамента экологической безопасности и менеджмента качества продукции института экологии РУДН**

Должность, БУП

Подпись

**Луканин А.В.**

Фамилия И.О.

#### РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

**Департамент экологической безопасности и менеджмента качества продукции института экологии РУДН**

Наименование БУП

Подпись

**Савенкова Е.В.**

Фамилия И.О.

#### РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

**Доцент департамента экологической безопасности и менеджмента качества продукции института экологии РУДН**

Должность, БУП

Подпись

**Харламова М.Д.**

Фамилия И.О.