

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: **МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 11.04.2026 11:05:29

Уникальный программный ключ:

3097683b365577e8e27027e8e64c5f15ba3ab904



—
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина

А.Г. Арженовский

“ 25 ” 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии

для подготовки магистров
ФГОС ВО

Направление: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Энергообеспечение предприятий

Курс 1

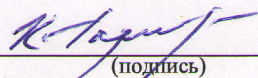
Семестр 2

Форма обучения: Очная

Год начала подготовки: 2025

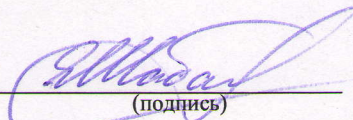
Москва, 2025

Разработчики: Гарькавый К.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«19» 06 2025 г.

Рецензент: Шабаетв Е.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«19» 06 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО,
по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программа обсуждена на заседании кафедры
электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко
протокол № 5 «20» 06 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой

Нормов Д.А., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

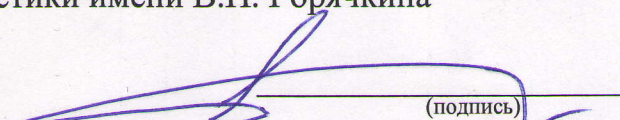

(подпись)

«20» 06 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

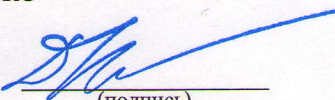

(подпись)

«25» 06 2025 г.

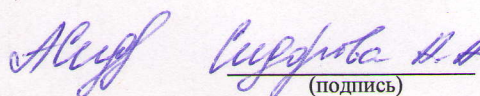
Протокол № 6 «25» 06 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой
электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко

Нормов Д.А., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Заведующий отделом комплектования ЦНБ /


(подпись)

Содержание

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В 2 СЕМЕСТРЕ	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	12
4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ	14
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	15
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	16
6.1.1. Расчетно-графическая работа (РГР).....	16
6.1.2. Текущее тестирование	17
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	22
6.2.1. Критерии оценки выполнения тестов:	22
6.2.2. Критерии оценки выполнения расчетно-графической работы.....	23
6.2.3. Критерии оценивания промежуточного контроля	23
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
7.1 Основная литература	24
7.2 Дополнительная литература	24
7.3 Периодические издания.....	25
7.4 Нормативные правовые акты	25
7.5 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	26
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ.....	26
«ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....	26
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	27
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	28
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	29

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Автономные источники энергии» для подготовки магистров по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность «Энергообеспечение предприятий»

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, позволяющих демонстрировать системный подход для решения поставленных задач и знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы энергетического и тепло-технологического оборудования на основе нетрадиционных возобновляемых источников энергии с применением современных цифровых технологий и инструментов, официальных интернет-сайтов для выполнения научно-исследовательского, технологического и педагогического видов деятельности.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, цикл Б1.В.ДВ.01.02, дисциплина осваивается во 2 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПКос-1 (ПКос-1.1, ПКос-1.2), ПКос-4 (ПКос-4.2).

Краткое содержание дисциплины:

Возобновляемые и невозобновляемые, традиционные и нетрадиционные источники энергии. Основные понятия и определения. Запасы и ресурсы источников энергии. Структура мирового энергопотребления. Динамика роста потребления энергоресурсов и развития энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики. Актуальность использования возобновляемых источников энергии. Физические основы процессов преобразования солнечной энергии. Солнечное излучение как источник тепловой энергии. Солнечные коллекторы, аккумуляторы теплоты. Принципиальные схемы и расчет систем солнечного горячего водоснабжения. Преобразование энергии солнечного излучения в электроэнергию. Фотоэлектрические преобразователи и солнечные батареи, принципы их действия; Структурные схемы и расчет фотоэлектрических систем. Биомасса как источник энергии. Термохимические и биохимические способы переработки биомассы для получения биотоплива. Технология анаэробного сбраживания биомассы с получением биогаза. Основы теплового расчета биогазовой установки. Энергия ветра и ветроэнергетические установки. Использование геотермальной энергии для выработки электроэнергии и в системах теплоснабжения. Гидроэнергетика. Водород как возобновляемый источник энергии. Топливные элементы. Утилизация вторичных энергетических ресурсов для получения электрической и тепловой энергии. Цифровая энергетика.

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:
144 часа (4 зач. ед.)

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Автономные источники энергии» является формирование у обучающихся компетенций, позволяющих демонстрировать системный подход для решения поставленных задач и знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы энергетического и тепло-технологического оборудования на основе нетрадиционных возобновляемых источников энергии с применением современных цифровых технологий и инструментов, официальных интернет-сайтов для выполнения научно-исследовательского, технологического и педагогического видов деятельности.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Автономные источники энергии» включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Дисциплина «Возобновляемые источники энергии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность «Энергообеспечение предприятий».

Дисциплина «Автономные источники энергии» является основой для изучения дисциплин: «Проектирование теплоэнергетических систем», «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий», при подготовке студентами выпускных квалификационных работ, для участия в научных исследованиях.

Рабочая программа дисциплины «Автономные источники энергии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПКос-1	Способен рассчитывать и проектировать теплотехническое оборудование, в котором используются традиционные, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	ПКос-1.1 Демонстрирует знания основных технических средств и методов математического моделирования теплотехнического оборудования	<ul style="list-style-type: none"> - физические основы работы, режимы, методы и средства повышения эффективности работы энергетического оборудования на основе нетрадиционных возобновляемых источников энергии; - возможности Интернет-ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle». 	<ul style="list-style-type: none"> - использовать знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и теплотехнологического оборудования на основе нетрадиционных возобновляемых источников энергии; - применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Zoom, Битрикс24, Skype. 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками применения методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и теплотехнологического оборудования на основе нетрадиционных возобновляемых источников энергии; - навыками поиска информации в сфере эксплуатации энергетического оборудования посредством электронных ресурсов Яндекс, Mail, осуществлять обмен информацией с применением системы Google; - навыками визуализации данных с применением Microsoft Power.

			<p>ПКос-1.2 Применяет методы и технические средства проектирования теплотехнического оборудования в АПК с использованием цифровых технологий</p>	<ul style="list-style-type: none"> - физические основы работы, режимы, методы и средства повышения эффективности работы энергетического оборудования на основе нетрадиционных возобновляемых источников энергии; - возможности Интернет-ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle». 	<ul style="list-style-type: none"> - использовать знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и теплотехнологического оборудования на основе нетрадиционных возобновляемых источников энергии; - применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Zoom, Битрикс24, Skype. 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками применения методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования на основе нетрадиционных возобновляемых источников энергии; - навыками поиска информации в сфере эксплуатации энергетического оборудования посредством электронных ресурсов Яндекс, Mail, осуществлять обмен информацией с применением системы Google; - навыками визуализации данных с применением Microsoft Power.
--	--	--	--	---	--	---

3	ПКос-4	способен преподавать учебные дисциплины (модули), проводить отдельные виды учебных занятий по программам ВО и (или) ДПП	ПКос-4.2. Владеет преподаваемой областью научного (научно-технического) знания и (или) профессиональной деятельности с применением современных цифровых технологий и инструментов	<ul style="list-style-type: none"> - методы и средства преподавания знаний по повышению эффективности работы энергетического оборудования на основе возобновляемых источников энергии; - возможности Интернет-ресурсов и программных продуктов при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle». 	<ul style="list-style-type: none"> - использовать знания методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования на основе возобновляемых источников энергии; - применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Zoom, Битрикс24, Skype. 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками преподавания знаний по повышению эффективности работы энергетического оборудования на основе возобновляемых источников энергии; - навыками поиска информации в сфере эксплуатации энергетического оборудования посредством электронных ресурсов Яндекс, Mail, осуществлять обмен информацией с применением системы Google; - навыками визуализации данных с применением Microsoft Power.
---	--------	---	---	---	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 2 семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ в 2 семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 2 семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час./*	семестр № 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144/4	144/4
1. Контактная работа:	36,35/4	36,35/4
Аудиторная работа	36,35/4	36,35/4
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	18	18
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	18/4	18/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	107,65	107,65
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	18,65	18,65
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям)</i>	80	80
<i>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1. «Использование солнечной энергии»	32	6	6		30
Тема 1. Актуальность использования возобновляемых источников энергии	4	2			10
Тема 2. Солнечное излучение как источник тепловой энергии	16	2	2		10
Тема. 3. Преобразование энергии солнечного излучения в электроэнергию	12	2	4		10
Раздел 2. «Использование энергии биомассы и ветра»	18/4	4	6/4		28
Тема 4. Биомасса как возобновляемый источник энергии	12/4	2	4/4		14
Тема 5. Энергия ветра и ветроэнергетические установки	6	2	2		14
Раздел 3. «Геотермальная энергия. Водородная энергетика»	12	4	4		20
Тема 6. Источники геотермальной энергии и геотермальные энергетические установки	6	2	2		10

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
		Л	ПЗ	ПКР	
Тема 7. Водород как возобновляемый источник энергии. Топливные элементы	6	2	2		10
Раздел 4. «Гидроэнергетика. Вторичные энергетические ресурсы. Цифровая энергетика»	9,65	4	2		29,65
Тема 8. Гидроэнергетика. Энергия океана.	5,65	2	2		9,65
Тема 9. Вторичные энергоресурсы. Цифровая энергетика.	4	2			20
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35			0,35	
Всего за 5 семестр	144/4	18	18/4	0,35	107,65
Итого по дисциплине	144/4	18	18/4	0,35	107,65

Раздел 1. Использование солнечной энергии

Тема № 1. Актуальность использования возобновляемых источников энергии

Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Основные понятия и определения. Запасы и ресурсы источников энергии. Структура мирового энергопотребления. Динамика роста потребления энергоресурсов и развития энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики. Место нетрадиционных источников в удовлетворении энергетических потребностей человека. Эффективность использования энергетических ресурсов, пути ее повышения.

Тема № 2. Солнечное излучение как источник тепловой энергии

Энергия Солнца, солнечная радиация, составляющие солнечного излучения. Солнечная постоянная. Прямое и рассеянное излучение. Физические основы процессов преобразования солнечной энергии. Понятие о геометрии Земли и Солнца. Влияние земной атмосферы на прохождение солнечного излучения. Оценка потенциала солнечной энергии. Приборы для измерения солнечной радиации. Принципиальные схемы производства тепловой энергии за счет солнечной энергии. Типы солнечных коллекторов, принципы их действия и методы расчетов. Теплоносители гелионагревательных систем. Аккумуляторы тепловой энергии. Солнечные отопительные системы. Стагнация в гелионагревательных системах. Основы расчета системы солнечного горячего водоснабжения. Экономика и экология.

Тема. 3. Преобразование энергии солнечного излучения в электроэнергию

Солнечные системы для получения электроэнергии. Концентраторы солнечной энергии. Фотоэлектрические преобразователи, солнечные элементы. Физические основы преобразования солнечного излучения в электрическую энергию. Характерные размеры солнечных элементов. Коэффициент полезного действия солнечного элемента и перспективы его увеличения. Использование моно- и поликристаллического кремния и других материалов. Устройство сол-

нечного модуля для электроснабжения локальных потребителей. Солнечные батареи. Структурная схема и расчет фотоэлектрической станции.

Раздел 2. Использование энергии биомассы и ветра

Тема № 4. Биомасса как возобновляемый источник энергии

Источники биомассы. Классификация биотоплива. Производство биомассы для энергетических целей. Термохимические и биохимические способы переработки биомассы для получения биотоплива. Непосредственное сжигание биотоплива для получения тепла. Пиролиз (сухая перегонка) биомассы. Получение и использование этанола в качестве топлива. Принципиальные схемы производства тепловой энергии из сельскохозяйственных и городских отходов.

Технология получения биогаза. Получение биогаза путем анаэробного сбраживания. Технологические аспекты метаногенеза. Основы теплового расчета биогазовой установки. Технологические схемы биогазовых установок. Утилизация биогаза и продуктов анаэробной переработки биомассы. Основы теплового расчета биогазового реактора. Расчет и проектирование биоэнергетической установки.

Тема № 5. Энергия ветра и ветроэнергетические установки

Характеристики ветра, запасы энергии ветра и возможности ее использования. Ветровой кадастр России. Классификация ветроэнергетических установок. Основы теории ветроэнергетических установок (ВЭУ). Производство электроэнергии и механической работы с помощью ВЭУ. Перспективы использования ВЭУ. Основы расчета ВЭУ по производству электроэнергии и механической работы.

Раздел 3 Геотермальная энергия. Водородная энергетика

Тема № 6. Источники геотермальной энергии и геотермальные энергетические установки.

Строение Земли и тепловой режим земной коры. Классификация геотермальных районов. Источники геотермального тепла. Методы и способы использования геотермальной энергии для выработки электроэнергии и в системах теплоснабжения. Использование геотермальных вод. Принципиальные схемы и расчет геотермальных энергетических установок.

Тема № 7. Водород как возобновляемый источник энергии. Топливные элементы

Характеристики водорода как источника энергии. Способы получения и особенности использования водорода как источника энергии. Топливные элементы, принцип работы и устройство. Водородные двигатели. Современные способы использования топливных элементов.

Раздел 4 Гидроэнергетика. Вторичные энергетические ресурсы. Цифровая энергетика

Тема № 8. Гидроэнергетика. Энергия океана

Принцип работы, конструкция и классификация гидроэлектростанций (ГЭС). Влияние гидроэнергетических установок на окружающую среду. Малые

ГЭС, мини-ГЭС, микро-ГЭС. Специфические особенности малой гидроэнергетики. Приплотинные ГЭС. Деривационные ГЭС. Гидропотенциал России. Проблемы и перспективы создания малых и микро ГЭС. Энергия океана. Энергия волн. Волновое движение, мощность волны. Устройства для преобразования энергии волн. Энергия приливов. Причины возникновения приливов. Перспективы использования приливных электростанций. Преобразование тепловой энергии океана.

Тема № 9. Вторичные энергоресурсы. Цифровая энергетика

Экономия топливно-энергетических ресурсов. Понятие вторичных энергоресурсов. Особенности и структура вторичных энергоресурсов. Использование вторичных энергоресурсов для получения электрической и тепловой энергии.

Условия для разработки цифровых технологий в энергетике. Виртуальные модели тепловой электростанции, солнечной и ветровой электростанций, биоэнергетической установки. Основа цифровой трансформации тепловой энергетики.

4.3 Лекции/лабораторные занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольно-го мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1 «Использование солнечной энергии»				22
	Тема 1. Актуальность использования возобновляемых источников энергии.	Лекция № 1. Актуальность использования возобновляемых источников энергии.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Webinar, Zoom, Moodle	2
	Тема 2. Солнечное излучение как источник тепловой энергии	Лекция № 2. Солнечное излучение как источник энергии. Виртуальная модель солнечной электростанции.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие №1. Принципиальная схема и расчет системы солнечного горячего водоснабжения. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Защита работы Power Point	2

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольно-го мероприятия	Кол-во часов
	Тема 3. Преобразование энергии солнечного излучения в электроэнергию.	Лекция № 3. Физические основы преобразования излучения в электроэнергию в солнечных элементах. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие №2. Принципиальные схемы солнечных электростанций. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Защита работы Power Point	2
		Практическое занятие №3. Структурная схема и расчет автономной фотоэлектрической системы. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Защита работы Power Point, тестирование №1	2
2	Раздел 2 «Использование энергии биомассы и ветра»				14
	Тема 4. Биомасса как возобновляемый источник энергии	Лекция № 4. Источники биомассы для энергетических целей. Классификация биотоплива.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие №4. Основы теплового расчета биогазового реактора. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Защита лабораторной работы Power Point	2
		Практическое занятие №5. Расчет и проектирование биоэнергетической установки. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Защита работы Power Point	2
	Тема 5. Энергия ветра и ветроэнергетические установки	Лекция № 5. Характеристики ветра как источника энергии и ветроэнергетические установки.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие №5. Основы расчета ВЭУ по производству электроэнергии. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Защита работы Power Point	2
3	Раздел 3 Геотермальная энергия. Водородная энергетика				8
	Тема 6. Источники геотермальной энергии и геотермальные энергетические установки.	Лекция № 6. Источники геотермальной энергии.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие №7. Принципиальные схемы и расчет геотермальных энергетических установок. Представление результатов	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Защита работы Power Point	2

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекции/лабораторных работ/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольно-го мероприятия	Кол-во часов
		в виде презентации.			
	Тема 7. Водород как возобновляемый источник энергии. Топливные элементы.	Лекция № 7. Водород как возобновляемый источник энергии. Практическое занятие №8. Устройство и работа топливных элементов. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Webinar, Zoom, Moodle	2
			ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Защита работы Power Point	2
4	Раздел 4 Гидроэнергетика. Вторичные энергетические ресурсы. Цифровая энергетика.				6
	Тема 8. Малая гидроэнергетика.	Лекция № 8. Принцип работы, конструкция и классификация гидроэлектростанций. Использование энергии океана.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Webinar, Zoom, Moodle	2
		Практическое занятие №9. Изучение устройства микроГЭС. Представление результатов в виде презентации.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Защита работы Power Point, тест № 2	2
	Тема 9. Энергия океана. Вторичные энергоресурсы.	Лекция № 9. Использование вторичных энергетических ресурсов. Цифровая энергетика.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2	Webinar, Zoom, Moodle	2

4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Раздел 1 «Использование солнечной энергии»	
	Тема 2. Солнечное излучение как источник тепловой энергии	Теплоносители гелионагревательных систем. Стагнация в гелионагревательных системах. ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2
	Тема 3. Преобразование энергии солнечного излучения в электроэнергию	Коэффициент полезного действия солнечного элемента и перспективы его увеличения. Использование в солнечных элементах моно- и поликристаллического кремния и других материалов. ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2
2.	Раздел 2 «Использование энергии биомассы и ветра»	
	Тема 4. Биомасса как возобновляемый источник энергии	Непосредственное сжигание биотоплива для получения тепла. Пиролиз (сухая перегонка) биомассы. Получение и использование этанола в качестве топлива ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2
	Тема 5. Энергия ветра и ветроэнергетические установки	Производство электроэнергии и механической работы с помощью ВЭУ. Перспективы использования ВЭУ ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
3.	Раздел 3 «Геотермальная энергия. Водородная энергетика»	
	Тема 6. Источники геотермальной энергии и геотермальные энергетические установки.	Методы и способы использования геотермальной энергии для выработки электроэнергии и в системах теплоснабжения. Использование геотермальных вод ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2
	Тема 7. Водород как возобновляемый источник энергии. Топливные элементы	Водородные двигатели. Современные способы использования топливных элементов ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2
4.	Раздел 4 «Гидроэнергетика. Вторичные энергетические ресурсы. Цифровая энергетика»	
	Тема 9. Использование вторичных энергетических ресурсов. Цифровая энергетика.	Использование вторичных энергоресурсов для получения электрической и тепловой энергии. Условия для разработки цифровых технологий в энергетике. Виртуальные модели тепловой электростанции, солнечной и ветровой электростанций, биоэнергетической установки. Основа цифровой трансформации тепловой энергетике ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Автономные источники энергии» в основном используется традиционная объяснительно-иллюстративная технология обучения, в случае вынужденного перехода на онлайн обучение используется технология дистанционного обучения.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1. Актуальность использования возобновляемых источников энергии.	Л Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция. Технология активного обучения
2.	Тема 2. Солнечное излучение как источник тепловой энергии	Л Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция. Технология активного обучения
		ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических заданий. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
3.	Тема 3. Преобразование энергии солнечного излучения в электроэнергию.	Л Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция. Технология активного обучения
		ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических заданий. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
4.	Тема 4. Биомасса как возобновляемый источник энергии	Л Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция. Технология активного обучения
		ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических заданий. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
5.	Тема 5. Энергия ветра и ветроэнергетические ус-	Л Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция. Технология активного обучения

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	тановки	ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических заданий. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
6.	Тема 6. Источники геотермальной энергии и геотермальные энергетические установки.	Л Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция. Технология активного обучения
		ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических заданий. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
7.	Тема 7. Водород как возобновляемый источник энергии. Топливные элементы.	Л Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция. Технология активного обучения
		ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических заданий. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
8.	Тема 8. Гидроэнергетика.	Л Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция. Технология активного обучения
		ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практических заданий. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
9.	Тема 9. Использование вторичных энергетических ресурсов. Цифровая энергетика.	Л Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция. Технология активного обучения

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

6.1.1. Расчетно-графическая работа (РГР).

При изучении дисциплины «Автономные источники энергии учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний, развитие практических навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач по энергообеспечению предприятий с применением возобновляемых источников энергии. Формируемые при выполнении РГР индикаторы достижения компетенций: ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2.

Расчетно-графическая работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием информационных и программных материалов.

Тема расчетно-графической работы: «Расчет биоэнергетической установки для фермы КРС». Расчетно-графическая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части, которые должны быть оформлены в соответствии с требованиями ЕСКД.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

1. Общие сведения о применяемом источнике возобновляемой энергии;
2. Описание технологической схемы энергетической установки;
3. Тепловой расчет энергетической установки;

4. Расчет параметров основных узлов энергетической установки;
5. Оценка эффективности энергетической установки;

В графической части РГР следует изобразить на листе формата А3 технологическую схему рассчитываемой энергетической установки со спецификацией оборудования и общий вид одного основного оборудования с указанием габаритных размеров на листе формата А3.

Исходные данные для расчета выбираются в соответствии с индивидуальным заданием на выполнение расчетно-графической работы.

Контроль за выполнением расчетно-графической работы осуществляется ее проверкой с индивидуальным опросом при защите.

При оценке расчетно-графической работы во время защиты учитывается:

- степень самостоятельности выполнения работы;
- актуальность и глубина разработки темы;
- знание современных подходов на исследуемую проблему;
- качество оформления;
- четкость изложения доклада на защите;
- правильность ответов на вопросы.

6.1.2. Текущее тестирование.

Текущее тестирование необходимо для оценки текущей успеваемости и усвояемости изучаемого студентами материала разделов дисциплины. Формируемые компетенции: ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2.

Примеры тестовых заданий для текущего контроля знаний:

Тест № 1. Вариант 1

Вопросы	Ответы
1. Какие из указанных электростанций работают на основе возобновляемых источников энергии?	1 – ТЭС (тепловая электростанция) 2 – ТЭЦ (теплоэлектроцентраль) 3 – ГЭС (гидроэлектростанция) 4 – АЭС (атомная электростанция) 5 – СТЭС (солнечная теплоэлектростанция)
2. Спектральный состав солнечного излучения представляет:	А – 5% невидимое инфракрасное излучение, 95% видимые световые лучи; В – 80% ультрафиолетовое излучение, 20% инфракрасное излучение; С – 7% ультрафиолетовое излучение, 47,3% видимый свет, 45,7% инфракрасное и тепловое излучение; D – 72,6% видимые световые лучи, 22% инфракрасное излучение, 5,4% ультрафиолетовые лучи; Е – 50% ультрафиолетовое излучение, 50% инфракрасное излучение.

Тест № 2. Вариант 2

Вопросы	Ответы
1. Какой температурный диапазон мезофильного режима в метантенке биогазовой установки?	А – 8...10°C В – 40...50°C С – 18...20°C D – 30...38°C
2. Что называется средней скоростью ветра?	А – Движение воздуха относительно земной поверхности, вызванное неравномерным распределением атмосферного

	<p>давления и характеризующееся скоростью и направлением;</p> <p>В – Значение горизонтальной составляющей скорости ветра за выбранный промежуток времени, определяемый отношением суммы измеренных значений мгновенной скорости ветра к числу измерений;</p> <p>С – Величина средней скорости ветра за год в конкретной местности, определяемая для заданной высоты над уровнем земной поверхности;</p> <p>Д – Систематизированный свод сведений, характеризующий ветровые условия местности, составляемый периодически или путем непрерывных наблюдений и дающий возможность количественной оценки энергии ветра и расчета ожидаемой выработки ветроэнергетическими установками</p>
--	--

Примеры контрольных вопросов при защите практической работы:

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы № 1. «Изучение устройства и работы приборов для измерения солнечной радиации».

1. Какие актинометрические приборы используются для измерения солнечной радиации?
2. Что такое относительные и абсолютные приборы? Какие из актинометрических приборов относятся к абсолютным, а какие – к относительным?
3. В каких случаях целесообразно использовать компенсационный пиргелиометр, а в каких – актинометр?
4. Изобразите схему термоэлектрического актинометра и объясните его действие.
5. Изобразите схему пиранометра и объясните его действие. Какие актинометрические величины можно измерить с его помощью?
6. Почему суммарная радиация обычно не измеряется пиранометром, а вычисляется суммированием прямой и рассеянной радиации, измеренной актинометром и пиранометром соответственно?
7. Каким образом можно измерить альбедо подстилающей поверхности с помощью пиранометра?
8. Что такое гелиостат и каково его назначение в актинометрии?
9. Какая единица измерения величины солнечной радиации в актинометрических приборах?

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы № 8. «Изучение устройства и работы солнечного модуля».

1. Дайте определение внутреннего фотоэффекта.
2. Что такое солнечный элемент? Объясните его устройство и работу.
3. Что такое солнечный модуль? Объясните его устройство и работу.
4. Что такое солнечная батарея? Объясните её устройство и работу.
5. Расскажите устройство экспериментальной установки и поясните, как она работает?
6. Какие параметры измеряются в данной работе?
7. Какие параметры рассчитываются в данной работе?
8. Как в данной работе определяется сила тока, напряжение, освещенность?

9. Для чего нужно знать вольт-амперную характеристику солнечного модуля?
10. Как определяются характерные точки вольт-амперной характеристики солнечного модуля?

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине

Раздел 1. Использование солнечной энергии

1. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Основные понятия и определения.
2. Какие вы знаете невозобновляемые и возобновляемые источники энергии?
3. Какие возобновляемые источники энергии относят к числу традиционных источников энергии?
4. Запасы и ресурсы источников энергии. Структура мирового энергопотребления.
5. Динамика роста потребления энергоресурсов и развития энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики.
6. Солнечное излучение и его характеристики.
7. Спектральный состав солнечного излучения.
8. Влияние земной атмосферы на прохождение солнечного излучения. Атмосферная масса.
9. Прямые лучи и рассеянное излучение. Парниковый эффект.
10. Типы солнечных коллекторов, принципы их действия. Изобразите плоский коллектор солнечной энергии и объясните принцип его действия.
11. Как выражается КПД коллектора солнечной энергии, от чего он зависит?
12. Что такое фокусирующий солнечный коллектор? Что дает его использование?
13. Солнечные отопительные системы, их схемы и основные компоненты.
14. Что такое аккумулятор тепловой энергии, как он устроен?
15. Зачем нужны аккумуляторы тепловой энергии в составе гелиоустановок?
16. Солнечная постоянная, определение и значение.
17. Основные показатели для оценки потенциала солнечной энергии.
18. Какие приборы используются для измерения солнечной радиации? Принципы их работы.
19. Солнечные системы для получения электроэнергии.
20. Концентраторы солнечной энергии.
21. Фотоэлектрические преобразователи. Физические основы прямого преобразования солнечного излучения в электрическую энергию.
22. Приведите схему фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии (солнечного элемента) и объясните принцип ее действия. Характерные размеры солнечных элементов.
23. Коэффициент полезного действия солнечного элемента и перспективы его увеличения. Использование моно- и поли-кристаллического кремния и других материалов. Экономика и экология.

24. Проводники и полупроводники. Вольтамперные характеристики и теоретический КПД кремниевой солнечной батареи.

25. Структурная схема и последовательность расчета автономной фотоэлектрической станции.

26. Техничко-экономические проблемы создания СЭС различных типов. Их сравнение с ТЭС. Экологические последствия создания СЭС.

Раздел 2. Использование энергии биомассы и ветра

27. Что понимают под биомассой? Какие виды биомассы вы знаете?

28. Фотосинтез и его эффективность. Система планетарного кругооборота биомассы.

29. Какие существуют способы нетрадиционного использования биомассы?

30. Классификация биотоплива и его энергетические характеристики. Влагосодержание, плотность, теплота сгорания.

31. Термохимические технологии переработки биомассы в биотопливо.

32. Биохимические технологии переработки биомассы в биотопливо.

33. Производство биомассы для энергетических целей. Энергетические фермы. Кругооборот энергии и вещества.

34. Техничко-экономические и экологические показатели процессов переработки биомассы.

35. Непосредственное сжигание биотоплива для получения теплоты.

36. Пиролиз (сухая перегонка) биомассы.

37. Газификация биомассы. Расскажите, как устроен и работает газогенератор.

38. Что такое жидкое биотопливо, какие разновидности его вы знаете?

39. Получение и использование этанола в качестве топлива. Спиртовая ферментация.

40. Технология получения биогаза путем анаэробного сбраживания.

41. Схемы биогазовых установок.

42. Охарактеризуйте технологические аспекты метаногенеза.

43. Основы теплового расчета биогазовой установки.

44. Способы утилизации биогаза и продуктов анаэробной переработки биомассы.

45. Характеристики ветра, запасы энергии ветра и возможности ее использования. Ветровой кадастр России.

46. Сила ветра. Как определяют величину средней скорости ветра?

47. Как рассчитать удельную кинетическую энергию ветрового потока, его удельную мощность и полную мощность стационарного ветрового потока?

48. Приведите формулу для расчета мощности, развиваемой ветроэнергетической установкой, и объясните ее.

49. Классификация ветроустановок. Основные компоненты ветроэнергетических установок (ВЭУ).

50. Какой тип ветродвигателей наиболее широко применяются в АПК, опишите их.

51. Преимущества и недостатки ветродвигателей с вертикальной и горизонтальной осью вращения.

52. Назовите преимущества и недостатки ветроэнергетических установок.

53. Производство электроэнергии и механической работы с помощью ВЭУ. Перспективы использования ВЭУ.

54. Техничко-экономическое обоснование параметров ВЭС. Экологические проблемы ветроэнергетики.

Раздел 3. Геотермальная энергия. Водородная энергетика

55. Что понимают под геотермальными, гидрогеотермальными и петрогеотермальными энергоресурсами, какие из них получили практическое применение?

56. Геотермальная энергия и ее свойства. Строение Земли.

57. Какие вы знаете способы практического использования гидрогеотермальной энергии? Охарактеризуйте их.

58. Какие специфические свойства присущи геотермальным водам при их энергетическом использовании?

59. Для чего используются геотермальные воды в сельскохозяйственном производстве?

60. По каким параметрам производят классификацию геотермальных районов?

61. Приведите и охарактеризуйте принципиальные схемы ГеоТЭС.

62. Перечислите виды коррозии поверхностей нагрева со стороны используемой в геоТЭС воды и пара, и способы борьбы с данной коррозией.

63. Системы генерации электроэнергии на ГеоТЭС. Комбинированная выработка электроэнергии, тепла, пресной воды и минеральных веществ.

64. Перечислите и поясните основные способы использования теплоты грунта.

65. Поясните назначение тепловых насосов при использовании теплоты грунта.

66. Приведите принципиальную схему бинарной геоТЭС, на основе какого термодинамического цикла они работают?

67. Чем обусловлен интерес к водородной энергетике?

68. Основные характеристики водорода как возобновляемого источника энергии.

69. Способы получения и особенности использования водорода как источника энергии.

70. Какие существуют методы получения водорода из воды? Опишите их.

71. Изобразите принципиальное устройство топливного элемента, работающего на водороде, и поясните принцип его действия.

72. Изобразите принципиальное устройство топливного элемента, работающего на метаноле, и поясните принцип его действия.

Раздел 4. Малая гидроэнергетика. Энергия океана. Вторичные энергетические ресурсы

73. Основные принципы использования энергии воды. По какой формуле рассчитывается мощность водяного потока?
74. Приведите и поясните принципиальное устройство ГЭС.
75. Что называется малой гидроэнергетикой, какие присущи ей специфические особенности?
76. Назовите отличительный признак МГЭС от традиционных ГЭС.
77. Перечислите и охарактеризуйте основные виды малых ГЭС.
78. Чем принципиально отличается деривационная ГЭС от приплотинной? Приведите их принципиальные схемы.
79. Влияние гидроэнергетических установок на окружающую среду.
80. По какому параметру отличаются малые ГЭС, мини-ГЭС, микро-ГЭС?
81. За счет изменения каких параметров можно регулировать мощность ГЭС?
82. Какие вы знаете способы использования энергии морей и океанов?
83. Преобразование тепловой энергии океана. Приведите схему паросиловой установки, работающей на принципе использования разности температур поверхностной и глубинной морской воды и объясните принцип её действия.
84. Приведите схемы установок использующих энергию волн. Характеристики волнового движения. Амплитуда. Мощность волнового движения. Скорость перемещения волны.
85. Приведите схему приливной гидроэлектростанции и объясните принцип её действия.
86. Энергия приливов. Периоды колебаний уровня воды. Причины возникновения приливов. Лунные и солнечные приливы.
87. Техничко-экономические и экологические проблемы приливных электростанций.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для допуска к зачету с оценкой по дисциплине «Автономные источники энергии» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, лабораторных работ, выполнение и защиту лабораторных работ и расчетно-графической работы.

Оценка текущей работы и промежуточный контроль студентов осуществляется на основе традиционной системы контроля и оценки успеваемости. Традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов представлена критериями выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

6.2.1. Критерии оценки выполнения тестов:

При текущем тестировании каждый тест состоит из 15 вопросов и содержит 25 вариантов. Критерии оценивания:

- правильные ответы на 7 и менее заданий – «неудовлетворительно»,
- правильные ответы на 8 – 10 заданий – «удовлетворительно»,
- правильные ответы на 11 – 13 заданий – «хорошо»,

➤ правильные ответы на 14 – 16 заданий – «отлично».

Основаниями для снижения оценки на 1 балл являются: отсутствие обоснования выбранного ответа, неполный ответ; небрежное выполнение, ошибки в обозначениях и т.п.

6.2.2. Критерии оценки выполнения расчетно-графической работы

Студенты самостоятельно выполняют РГР и представляют ее в печатном виде на листах формата А4. Расчетно-графическая работа не может быть принята и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимого графического материала или отсутствие в графическом материале необходимых обозначений, используемых в расчете; некорректной обработки результатов расчетов. Выполнение РГР является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче зачета по дисциплине. При получении неудовлетворительной оценки по расчетно-графической работе она подлежит исправлению и повторной защите.

Таблица 7

Критерии оценивания расчетно-графической работы

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5»	«отлично» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи.
Средний уровень «4»	«хорошо» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи, но в решении имеются незначительные ошибки и неточности.
Пороговый уровень «3»	«удовлетворительно» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР; однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения, небрежное оформление работы.
Минимальный уровень «2»	«неудовлетворительно» – студент не выполнил РГР.

6.2.3. Критерии оценивания промежуточного контроля

К зачету с оценкой допускается студент, полностью выполнивший все виды учебной и самостоятельной работы и сдавший отчетные материалы.

Зачет с оценкой проводится в устной форме в виде доклада студента по каждому вопросу с представлением на листе ответа: уравнений, формул, расчетных схем, графиков и т.п. и ответов (если потребуется) на дополнительные вопросы преподавателя.

Качество освоения дисциплины, уровень сформированности заявленных общекультурных и профессиональных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной системой контроля и оценки успеваемости:

Критерии оценивания результатов промежуточного контроля

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; знает, правильно формулирует и применяет основные формулы и расчетные зависимости; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	«хорошо» – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания дисциплины без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности и затрудняется в теоретических выводах, однако умеет применять знания и умения в практических работах, владеет навыками работы со справочной и учебной литературой, умеет пользоваться нормативными документами. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; практические навыки не сформированы; не умеет выделить главное и сделать выводы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Осмонов О.М. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – М., Издательство РГАУ-МСХА, 2015 – 98 с.
2. Рудобашта С.П. Теплотехника. Издание 2-е, дополненное. Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия». М.: Петро. 2015. – 672 с.
3. Алхасов А.Б. Возобновляемые источники энергии / Алхасов А.Б. - [Б. м.] : Издательский дом МЭИ, 2011. - 272 с.
4. Финиченко, А. Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / А. Ю. Финиченко, А. П. Стариков. — Омск : ОмГУПС, 2017. — 83 с. — ISBN 978-5-949-41163-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129461>

7.2 Дополнительная литература

1. Региональные проблемы теплоэнергетики : учебное пособие / В. М. Лебедев, С. В. Приходько, В. К. Гаак [и др.] ; под общей редакцией В. М. Лебе-

дева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-3694-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122149>

2. Удалов, С.Н. Возобновляемые источники энергии : Учебное пособие / С.Н. Удалов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Издательство НГТУ, 2014. - 460 с.

3. Осмонов О.М. Расчет биоэнергетической установки: Методические указания. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/umo88.pdf/info>]. – М.: Изд-во ФГБНУ «Росинформротех», 2017. – 68 с.

4. Осмонов О.М., Канатников Ю.А. Тепловые схемы энергетических установок и методы их расчета: Методические указания. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/143.pdf/info>]. М.: РГАУ-МСХА, 2016. – 33 с.

5. Осмонов О.М. Изучение солнечной фотоэлектрической батареи: Методические указания. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/140.pdf/info>]. – М.: РГАУ-МСХА, 2016. – 44 с.

6. Осмонов О.М. Расчет системы солнечного горячего водоснабжения: Методические указания. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/umo89.pdf/info>]. М.: Изд-во ФГБНУ «Росинформротех», 2017. – 61 с.

7. Осмонов О.М. Общая энергетика: учебное пособие. М: Издательство РГАУ-МСХА, 2015 – 102 с.

8. Осмонов О.М. Расчет гелиоводонагревательной и биоэнергетической установок для фермерского хозяйства: методическое пособие. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/lokal/umo179.pdf/info>]. – М.: РГАУ-МСХА, 2018. - 48 с.

9. Ковалев А.А., Ковалев Д.А., Осмонов М. Способы повышения выхода товарного биогаза при анаэробной конверсии органических отходов в биоэнергетических установках. [Электронный ресурс. <http://elib.timacad.ru/dl/full/vmgau-20-2012-02.pdf/info>] – М.: Вестник ФГОУ ВПО МГАУ, 2012. – Вып. 2.

10. Лукина, Г. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Г. В. Лукина. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2009 — Часть 2 — 2009. — 142 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133345>

7.3 Периодические издания

1. Журнал «Новости теплоснабжения», URL – адрес: <http://www.nts.ru>.

2. Журнал «Энергохозяйство за рубежом», URL – адрес: <http://ehz.energy-journals.ru/index.php/ehz>.

7.4 Нормативные правовые акты

1. Постановление Правительства РФ от 28.05.2013 №449 (ред. от 27.09.2018) «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» (вместе с «Правилами определения цены на мощность генерирующих объектов, функционирующих на основе возобновляемых источников энергии»). http://www.consultant.ru/law/podborki/vozobnovlyaemye_istochniki_jenergii/.

2. Постановление Правительства РФ от 17.02.2014 №117 (ред. от 23.01.2015) «О некоторых вопросах, связанных с сертификацией объемов электрической энергии, производимой на функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии квалифицированных генерирующих объектах» (вместе с «Правилами ведения реестра выдачи и погашения сертификатов, подтверждающих объем производства электрической энергии на функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии квалифицированных генерирующих объектах»).

7.5 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Осмонов О.М. Расчет системы солнечного горячего водоснабжения: Методические указания. М.: Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 61 с.

2. Осмонов О.М. Расчет биоэнергетической установки: Методические указания. – М.: Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 68 с.

3. Осмонов О.М. Изучение солнечной фотоэлектрической батареи: Методические указания. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 44 с.

4. Осмонов О.М., Канатников Ю.А. Тепловые схемы энергетических установок и методы их расчета: Методические указания. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 33 с.

5. Осмонов О.М. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Рабочая тетрадь для лабораторно-практических занятий. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 38 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1) <http://www.viecosolar.com> Солнечные батареи, солнечная энергетика, солнечные электростанции (открытый доступ).

2) <http://www.rosteplo.ru/katalog> Каталог оборудования. Автономное теплоснабжение. (открытый доступ).

3) <http://www.energybook.ru> Интернет-магазин издательского дома «Энергия» (открытый доступ).

4) <http://www.rosteplo.ru/katalog> Каталог оборудования. Когенерационные установки (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. <http://library.timacad.ru> Электронно-библиотечная система ЦНБ имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

2. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс РУКОНТ» (открытый доступ).

3. <http://www2.viniti.ru> Базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).

4. <http://znanium.ru> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. «Использование солнечной энергии» Раздел 2. «Использование энергии биомассы и ветра» Раздел 3 «Геотермальная энергия. Водородная энергетика» Раздел 4 «Малая гидроэнергетика. Энергия океана. Вторичные энергетические ресурсы»	1. Microsoft Office Word 2. MS Power Point 3. MS Excel 4. AutoCAD	1. Оформительская 2. Презентация 3. Расчетная 4. Графическая	1. Microsoft 2. Microsoft 3. Microsoft 4. Autodesk	2013 2013 2013 2010

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус № 24, аудитории 201, 214, 314	1. Комплект из интерактивной доски Penbord 77 (стойка. проектор и доска) (Инв.№ 210134000001798). 2. Экран Projecta SlimScreen 200*200 cv Matte White S настенный (Инв.№ 568938). 3. Доска настенная 3-элементная (Инв.№ 210136000003573). 4. Компьютер "Абакус" (Инв.№ 410134000001484)
Учебный корпус № 24, аудитории 201, 214, 314	1. Тепловая завеса КЕН-37В (Инв.№ 210134000002255) 2. Теплообменник (Инв.№ 410134000001780) 3. Измеритель температуры ИТ-4503 (Инв.№ 410134000002535) 4. Электроводонагреватель (Инв.№ 410134600002726) 5. Водонагреватель проточ.-накоп. Etalon МК 15 комби (Инв.№ 210136000006685) 6. Теплогенератор ТГ-1,5 (Инв.№ 410134000001866) 7. Котел Д-900-14 (Инв.№ 410134000001421) 8. Компрессор BRAVO 402 М (Инв.№ 210134000002505) 9. Калорифер (Инв.№ 210136000003596) 10. Доска школьная (Инв.№ 210136000004869) 11. Вентилятор ВЦ 14-46-3,15 ПрО (1,5*1500) (Инв.№ 210134000002586) 12. Бак расширительный отопления (Инв.№ 210136000004732)
Учебный корпус № 24, аудитории	1 Доска школьная (Инв.№ 210136000004868)

201, 214, 314	2 Экран настенный Projecta SlimScreen (Инв.№ 210134000002855) 3 Лабораторная установка для исследования теплоемкости (Инв.№ 210134000002081) 4 Лабораторная установка для определения отношения теплоемкостей (Инв.№ 210134000002082) 5 Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001548) 6 Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001549) 7. Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001550) 8. Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001551) Лабораторная установка (Инв.№ 410134000001552)
---------------	--

Для самостоятельной работы студентов также предусмотрены Читальный зал Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и комнаты самоподготовки студентов в общежитиях.

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины «Автономные источники энергии» студентам необходимо:

- внимательно ознакомиться с содержанием календарно-тематического плана учебной дисциплины, вывешиваемого на кафедре, приводимом в нём списке рекомендуемой литературы, приобрести в библиотеке университета требующиеся учебники и учебные пособия;
- получить консультацию у преподавателей кафедры, ведущих дисциплину «Автономные источники энергии», по всем возникающим учебно-методическим вопросам;
- посещать все лекционные, лабораторные занятия по утвержденному расписанию занятий;
- прорабатывать каждую тему сразу после её прочтения на лекции;
- текущие контрольные задания и расчетно-графическую работу выполнять после изложения соответствующих тем;
- пройти тестирование, защитить выполненные работы;
- при подготовке к зачету с оценкой ознакомиться с вопросами, выносимыми к зачету с оценкой, с которыми преподаватель знакомит студентов во время зачетной недели, и посетить проводимую им консультацию перед проведением зачета с оценкой.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (расчетно-графическая работа).

Расчетно-графическую работу рекомендуется выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему (раздел), предоставить преподавателю конспект пропущенной лекции и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы преподавателя по теме лекции.

Студент, пропустивший лабораторную работу, обязан ее отработать в конце семестра в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок. Перед отработкой лабораторной работы студент самостоятельно изучает материал по теме работы, порядок ее проведения. Оформленный должным образом отчет о выполнении лабораторной работы предоставляется ведущему преподавателю для защиты.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Наилучшей формой организации учебного процесса по дисциплине «Автономные источники энергии» представляется такая, при которой все виды учебных занятий (лекции, лабораторные занятия, консультации, самостоятельная работа студентов) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс.

Главным звеном учебного процесса являются лекции, на которых излагается основное содержание курса и дается научно-методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала на групповых занятиях и в процессе выполнения домашних заданий студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций предпочтительным является демонстрация слайдов или презентаций. Применение слайдов и презентаций требует тщательной работы по методическому обеспечению таких занятий: отбор необходимых фрагментов фильмов и слайдов, подбор иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, затрачиваемого времени и т.д.

Практические занятия являются важнейшим элементом закрепления пройденного материала, а также приобретения практических навыков студентами.

Лабораторные работы целесообразнее проводить с подгруппой. Необходимо заранее известить студентов о теме будущего лабораторного занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления с: целью лабораторной работы; теоретическим материалом, необходимым для выполнения данной работы; порядком выполнения работы и методикой обработки полученных результатов; подумать о выводах, которые необходимо сделать в конце работы.

При достаточной технической оснащенности учебной лаборатории кафедры студенты выполняют лабораторную работу, предварительно разбившись по «бригадам», включающим в себя по 4-5 студентов. Если же нет такой технической возможности, то лабораторная работа выполняется сразу всей подгруппой или $\frac{1}{2}$ подгруппы. При этом преподаватель распределяет между студентами обязанности по выполнению лабораторной работы, стараясь задействовать в работе как можно больше студентов.

Перед проведением лабораторной работы преподаватель или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности.

После выполнения лабораторной и практической работы целесообразно проводить ее «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения изученного студентами материала.

Текущее тестирование целесообразно проводить 2 раза в течение семестра. С его помощью проверяется усвоение студентами материала, пройденного в течение семестра. Эта проверка должна быть достаточно глубокой с тем, чтобы одновременно служить подготовкой к предстоящему зачету с оценкой.

Должно быть разработано несколько вариантов тестовых заданий с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты заданий.

Неудовлетворительно написанные тестовые работы переписываются студентами повторно по другому варианту. Важным методическим требованием при проведении тестирования является своевременное ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

Составитель:

Гарькавый К.А., к.т.н., доцент


_____ (подпись)

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины
Б1.В.ДВ.01.01 Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии
ОПОП ВО по направлению
13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника,
направленность – Энергообеспечение предприятий
(квалификация выпускника – магистр)

Шабаевым Евгением Адимовичем, кандидатом технических наук, доцентом, и.о. заведующего кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии» ОПОП ВО по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника – Энергообеспечение предприятий для подготовки магистров разработанной в ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, на кафедре электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко (разработчик – Гарькавый Константин Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника направленность – Энергообеспечение предприятий. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части дисциплин учебного цикла – Б1.В.ДВ.01.01.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника направленность – Энергообеспечение предприятий.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии» закреплены следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-4.2. Дисциплина «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии» составляет 4 зачётных единицы (144 час.).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника направленность – Энергообеспечение предприятий и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника направленность – Энергообеспечение предприятий и возможность дублирования в содержании отсутствует.

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачет с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.В.ДВ.01.01 ФГОС ВО направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника направленность – Энергообеспечение предприятий.

13. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 10 наименования, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника направленность – Энергообеспечение предприятий.

15. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

16. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения дают представление о специфике обучения по дисциплине «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии» ОПОП ВО по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника направленность – Энергообеспечение предприятий (квалификация выпускника – магистр), разработанная Гарькавым К.А., кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Шабает Е.А., кандидат технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева


(подпись)

« 19 » 06 2025 г.