

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Рег. № 000010331



Кафедра энергетики и электротехнологии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

Уровень образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий

Очная, заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 143 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Лекомцев П. Л., доктор технических наук, профессор

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 28.03.2025 года

## **1. Цель и задачи изучения дисциплины**

Цель изучения дисциплины - Целью дисциплины является подготовка специалистов, способных ставить и решать задачи в области возобновляемых источников энергии с целью энергосбережения в промышленности и на объектах жилищно-коммунального хозяйства и улучшения экологических условий.

Задачи дисциплины:

- знать основные виды возобновляемых источников энергии,;
- основы Государственной политики в области энергосбережения;
- методы и критерии оценки эффективности использования энергии с учётом экономических и экологических требований в конкретных условиях.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе, в 7 семестре.

Изучению дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» предшествует освоение дисциплин (практик):

Техническая термодинамика;

Гидрогазодинамика.

Освоение дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Проектирование систем энергообеспечения;

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

**- ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Типовые методики расчетов, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

Студент должен уметь:

Проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

Студент должен владеть навыками:

Методиками проведения расчетов по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

**- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Студент должен уметь:

анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов

Студент должен владеть навыками:

навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач,

в том числе в междисциплинарных областях

#### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)**

Вид учебной работы	Всего часов	Седьмой семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
Лабораторные занятия	8	8
Лекционные занятия	16	16
Практические занятия	20	20
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>73</b>	<b>73</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
Экзамен	27	27
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

#### **Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)**

Вид учебной работы	Всего часов	Восьмой семестр	Девятый семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	
Лабораторные занятия	4	4	
Лекционные занятия	4	4	
Практические занятия	2	2	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>125</b>	<b>62</b>	<b>63</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>9</b>		<b>9</b>
Экзамен	9		9
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>144</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

#### **5. Содержание дисциплины**

##### **Тематическое планирование (очное обучение)**

<b>Номер темы/раздела</b>	<b>Наименование темы/раздела</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Лабораторные работы</b>	<b>Самостоятельная работа</b>
	<b>Седьмой семестр, Всего</b>	<b>117</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>73</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Актуальность использования возобновляемых видов энергии. Использование энергии солнца</b>	<b>41</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>25</b>
Тема 1	Актуальность использования возобновляемых видов энергии в мире и России	13	2	2		9
Тема 2	Использование солнца как источника тепловой энергии. Использование солнца как источника тепловой энергии.	14	2	2	2	8
Тема 3	Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии. Практическое занятие: Технологические процессы производства тепла, пиролиза, гидрогенизации, би	14	2	2	2	8
<b>Раздел 2</b>	<b>Использование энергии ветра. Использование биомассы</b>	<b>40</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>24</b>
Тема 4	Ветряные энергетические установки (ВЭУ). Практическое занятие: Выдача задания на расчётно-графическую работу (РГР).	14	2	2	2	8
Тема 5	Биотопливо. Практическое занятие: Определение дневной удельной теплопроизводительности гелиоустановки	14	2	2	2	8
Тема 6	Вторичные энергоресурсы (ВЭР). Практическое занятие: Оценка энергетических показателей системы горячего водоснабжения.	12	2	2		8
<b>Раздел 3</b>	<b>Геотермальная энергия. Использование энергии океана</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>12</b>
Тема 7	Использование геотермальной энергии. Практическое занятие: Оценка экономической эффективности использования гелиоустановки и определение оптимальность	9	1	2		6
Тема 8	Использование энергии волн океана и энергии приливов. Практическое занятие: Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электрической	9	1	2		6
<b>Раздел 4</b>	<b>Использование энергии малых рек. Аккумулирование энергии</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>12</b>
Тема 9	Гидротурбины. Практическое занятие: Расчет на-клонно – струйной турбины. Экономика и экология от использования микро ГЭС.	9	1	2		6
Тема 10	Биоаккумуляторы. Хими-ческие аккумуляторы. Топливные элементы. Хранение энергетически ценных веществ. Практическое занятие: Аккумуляторные электроб	9	1	2		6

На промежуточную аттестацию отводится 27 часов.

### **Содержание дисциплины (очное обучение)**

<b>Номер темы</b>	<b>Содержание темы</b>
Тема 1	Структура мирового энергопотребления. Динамика роста энергопотребления в мире и в России. Факторы, обуславливающие актуальность энергосбережения. Стоимость основных видов энергетических ресурсов в России и за рубежом. Динамика роста цен на энергоносители, тепловую и электрическую энергию. Энергосбережение и экология. Влияние добычи, подготовки, транспортировки и сжигания органического топлива на состояние окружающей среды. Необходимость применения возобновляемых источников энергии как для экономии органического топлива, так и для защиты окружающей среды.
Тема 2	Энергетическая светимость Солнца и спектральные характеристики солнечного излучения. Прямое и рассеянное облучение. Влияние географических координат, ориентировки приемника облучения в пространстве, времени суток и времени года. Нагревание воды. Солнечный коллектор и способы повышения его эффективности. Обогрев помещений и горячее водоснабжение. Солнечные кондиционеры. Промышленное и сельскохозяйственное использование. Тепловые электростанции. Теплицы. Опреснители солёной воды. Солнечные кухни. Экономика и экология.
Тема 3	Физические основы преобразования энергии солнечного излучения в электрическую. Характерные размеры фотоэлементов. Потери и методы борьбы с ними. Коэффициент полезного действия фотоэлемента и перспективы его увеличения. Конструкция фотоэлементов и особенности технологии их изготовления. Использование моно- и поликристаллического кремния и других материалов. Другие методы получения электрической энергии: внешний фотоэффект, термоэлектронная эмиссия, термоэлектричество. Экономика и экология.
Тема 4	Общие характеристики ветряных энергетических установок (ВЭУ). Взаимодействие лопасти ветряка с потоком воздуха. ВЭУ с горизонтальной и вертикальной осью. Связь мощности и сопротивления ветряка с параметрами набегающего потока. Оптимальный режим работы колеса. Статистические характеристики ветра. ВЭУ для производства электроэнергии и механической работы. Оптимальное размещение ВЭУ. Экономика и экология.
Тема 5	Классификация. Биотопливо для энергетики и бытового потребления. Технология обработки биотоплива. Установки для производства тепла, пиролиза, гидрогенизации, биогаза. Экономика и экология.
Тема 6	Источники ВЭР использование теплоты отработавших газов. Использование теплоты продукции и отходов. Использование теплоты низкого потенциала. Тепловые насосы.
Тема 7	Строение земли и изменение температуры в земной коре. Классификация геотермальных районов. Наиболее перспективные районы в мире и России. Запас энергии в земной коре и методы её использования. Естественный водоносный слой. Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электрической энергии. Экономика и экология.

Тема 8	Причины волнообразования. Основные параметры волн. Достоинства и недостатки волновой энергии. Кинематика и динамика волны. Поток энергии, переносимой волнами. Особенности реальных волн. Устройства для извлечения энергии волн от поплавковых до дамбовых. Экономика и эко-логия. Термодинамические основы использования тепловой энергии океана. Тепловая схема с идеальными и реальными теплообменниками. Расчет теплообменников. Биозасорение и методы борьбы с ним. Мощность насосов, прокачивающих воду. Рабочее тело паротурбинной установки. Технические проблемы. Экономика и экология.
Тема 9	Идеальная и реальная мощность гидротурбин. Активные и реактивные турбины. Обратимость гидротурбин. Оптимальные значения скорости движения лопатки, числа сопел и отношения радиусов сопла и колеса турбины. Схема малой гидроэлектро-станции и её основные элементы. Гидравлический таран. Эко-номика и экология.
Тема 10	Специфические проблемы аккумулирования и передачи энергии при использовании различных возобновляемых источников энергии. Биоаккумуляторы. Химические аккумуляторы. Топливные элементы. Хранение энергетически ценных веществ. Аккумуляторные электробатареи. Тепловые аккумуляторы. Гидростатические аккумуляторы. Гидравлический таран. Резервуары со сжатым воздухом. Маховики. Передача энергии потоками биомассы, тепла, химически активных веществ, электроэнергии.

### Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Всего</b>	<b>135</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>125</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Актуальность использования возобновляемых видов энергии. Использование энергии солнца</b>	<b>61</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>55</b>
Тема 1	Актуальность использования возобновляемых видов энергии в мире и России	22	2			20
Тема 2	Использование солнца как источника тепловой энергии. Использование солнца как источника тепловой энергии.	24	2		2	20
Тема 3	Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии. Практическое занятие: Технологические процессы производства тепла, пиролиза, гидрогенизации, би	15				15
<b>Раздел 2</b>	<b>Использование энергии ветра. Использование биомассы</b>	<b>34</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>30</b>

Тема 4	Ветряные энергетические установки (ВЭУ). Практическое занятие: Выдача задания на расчётно-графическую работу (РГР).	14		2	2	10
Тема 5	Биотопливо. Практическое занятие: Определение дневной удельной теплопроизводительности гелиоустановки	10				10
Тема 6	Вторичные энергоресурсы (ВЭР). Практическое занятие: Оценка энергетических показателей системы горячего водоснабжения.	10				10
<b>Раздел 3</b>	<b>Геотермальная энергия. Использование энергии океана</b>	<b>20</b>				<b>20</b>
Тема 7	Использование геотермальной энергии. Практическое занятие: Оценка экономической эффективности использования гелиоустановки и определение оптимальность	10				10
Тема 8	Использование энергии волн океана и энергии приливов. Практическое занятие: Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электрической	10				10
<b>Раздел 4</b>	<b>Использование энергии малых рек. Аккумулирование энергии</b>	<b>20</b>				<b>20</b>
Тема 9	Гидротурбины. Практическое занятие: Расчет на-клонно – струйной турбины. Экономика и экология от использования микро ГЭС.	10				10
Тема 10	Биоаккумуляторы. Химические аккумуляторы. Топливные элементы. Хранение энергетически ценных веществ. Практическое занятие: Аккумуляторные электроб	10				10

На промежуточную аттестацию отводится 9 часов.

#### **Содержание дисциплины (заочное обучение)**

<b>Номер темы</b>	<b>Содержание темы</b>
Тема 1	Структура мирового энергопотребления. Динамика роста энергопотребления в мире и в России. Факторы, обуславливающие актуальность энергосбережения. Стоимость основных видов энергетических ресурсов в России и за рубежом. Динамика роста цен на энергоносители, тепловую и электрическую энергию. Энергосбережение и экология. Влияние добычи, подготовки, транспортировки и сжигания органического топлива на состояние окружающей среды. Необходимость применения возобновляемых источников энергии как для экономии органического топлива, так и для защиты окружающей среды.
Тема 2	Энергетическая светимость Солнца и спектральные характеристики солнечного излучения. Прямое и рассеянное облучение. Влияние географических координат, ориентировки приемника облучения в пространстве, времени суток и времени года. Нагревание воды. Солнечный коллектор и способы повышения его эффективности. Обогрев помещений и горячее водоснабжение. Солнечные кондиционеры. Промышленное и сельскохозяйственное использование. Тепловые электростанции. Теплицы. Опреснители солёной воды. Солнечные кухни. Экономика и экология.

Тема 3	Физические основы преобразования энергии солнечного излучения в электрическую. Характерные размеры фотоэлементов. Потери и методы борьбы с ними. Коэффициент полезного действия фотоэлемента и перспективы его увеличения. Конструкция фотоэлементов и особенности технологии их изготовления. Использование моно- и поликристаллического кремния и других материалов. Другие методы получения электрической энергии: внешний фотоэффект, термоэлектронная эмиссия, термо-электричество. Экономика и экология.
Тема 4	Общие характеристики ветряных энергетических установок (ВЭУ). Взаимодействие лопасти ветряка с потоком воздуха. ВЭУ с горизонтальной и вертикальной осью. Связь мощности и сопротивления ветряка с параметрами набегающего потока. Оптимальный режим работы колеса. Статистические характеристики ветра. ВЭУ для производства электроэнергии и механической работы. Оптимальное размещение ВЭУ. Экономика и экология.
Тема 5	Классификация. Биотопливо для энергетики и бытового потребления. Технология обработки биотоплива. Установки для производства тепла, пиролиза, гидрогенизации, биогаза. Экономика и экология.
Тема 6	Источники ВЭР использование теплоты отработавших газов. Использование теплоты продукции и отходов. Использование теплоты низкого потенциала. Тепловые насосы.
Тема 7	Строение земли и изменение температуры в земной коре. Классификация геотермальных районов. Наиболее перспективные районы в мире и России. Запас энергии в земной коре и методы её использования. Естественный водоносный слой. Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электрической энергии. Экономика и экология.
Тема 8	Причины волнообразования. Основные параметры волн. Достоинства и недостатки волновой энергии. Кинематика и динамика волны. Поток энергии, переносимой волнами. Особенности реальных волн. Устройства для извлечения энергии волн от поплавковых до дамбовых. Экономика и экология. Термодинамические основы использования тепловой энергии океана. Тепловая схема с идеальными и реальными теплообменниками. Расчёт теплообменников. Биозасорение и методы борьбы с ним. Мощность насосов, прокачивающих воду. Рабочее тело паротурбинной установки. Технические проблемы. Экономика и экология.
Тема 9	Идеальная и реальная мощность гидротурбин. Активные и реактивные турбины. Обратимость гидротурбин. Оптимальные значения скорости движения лопатки, числа сопел и отношения радиусов сопла и колеса турбины. Схема малой гидроэлектростанции и её основные элементы. Гидравлический таран. Экономика и экология.
Тема 10	Специфические проблемы аккумулирования и передачи энергии при использовании различных возобновляемых источников энергии. Биоаккумуляторы. Химические аккумуляторы. Топливные элементы. Хранение энергетически ценных веществ. Аккумуляторные электробатареи. Тепловые аккумуляторы. Гидростатические аккумуляторы. Гидравлический таран. Резервуары со сжатым воздухом. Маховики. Передача энергии потоками биомассы, тепла, химически активных веществ, электроэнергии.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Литература для самостоятельной работы студентов

1. Губарев В. Я., Арзамазцев А. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов направления «Теплоэнергетика и теплотехника», - Липецк: Изд-во Липецкого ГТУ, 2014. - 77 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/302212/info>

2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие к выполнению расчетно-графической работы для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника», сост. Цыркина Т. В., Широбокова Т. А., Кочетков Н. П. - Издание 2-е изд., перераб. и доп. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2017. - 24 с. - Режим доступа: <http://portal.udsa.ru/index.php?q=docs&download=1&id=20903>

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)**

#### **Седьмой семестр (73 ч.)**

Вид СРС: Расчетно-графические работы (выполнение) (28 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Вид СРС: Доклад, сообщение (подготовка) (5 ч.)

Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Вид СРС: Работа с онлайн-курсом (40 ч.)

Изучение (повторение) теоретического материала по отдельным разделам дисциплины, ответы на вопросы и прохождение тестов

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)**

#### **Всего часов самостоятельной работы (125 ч.)**

Вид СРС: Расчетно-графические работы (выполнение) (30 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературой (30 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Выполнение индивидуального задания (28 ч.)

Выполнение индивидуального задания предусматривает описание и расчет необходимого комплекса мероприятий по заданию преподавателя.

Вид СРС: Работа с онлайн-курсом (37 ч.)

Изучение (повторение) теоретического материала по отдельным разделам (темам) дисциплины, ответы на вопросы, задания и прохождение тестов.

### **7. Тематика курсовых работ(проектов)**

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## **8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации**

### **8.1. Компетенции и этапы формирования**

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
ПК-2 УК-1	4 курс, Седьмой семестр	Экзамен	Раздел 1: Актуальность использования возобновляемых видов энергии. Использование энергии солнца .

ПК-2 УК-1	4 курс, Седьмой семестр	Экзамен	Раздел 2: Использование энергии ветра. Использование биомассы.
ПК-2 УК-1	4 курс, Седьмой семестр	Экзамен	Раздел 3: Геотермальная энергия. Использование энергии океана.
ПК-2 УК-1	4 курс, Седьмой семестр	Экзамен	Раздел 4: Использование энергии малых рек. Аккумулирование энергии.

## 8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

Базовый уровень:

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

Пороговый уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

Уровень ниже порогового:

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка Хорошо:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: средний.

Оценка Удовлетворительно:

Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.

Оценка Неудовлетворительно:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.

Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Не зачтено:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.

Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Зачтено:

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;
- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

Оценка Отлично:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: высокий.

### **8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля**

Раздел 1: Актуальность использования возобновляемых видов энергии. Использование энергии солнца

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Определение суммарной солнечной радиации, поступающей на горизонтальную и наклонную поверхности;

2. Расчет величины солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность в среднем за день  $i$  – того месяца;

3. Расчет величины солнечной радиации, поступающей на наклонную поверхность в среднем за день  $i$  – того месяца.

4. Определение дневной удельной теплопроизводительности гелиоустановки в  $i$  – том месяце.

5. Расчет потребного количества энергии для нагрева воды в месяц.

6. Расчет необходимой площади гелиоустановки в  $i$  – том месяце.

7. Оценка энергетических показателей системы горячего водоснабжения.

8. Определение коэффициента использования потенциальной энергии для выбора оптимального угла наклона гелиоустановки;

9. Определение коэффициента использования энергии, вырабатываемой гелиоустановкой.

10. Определение коэффициента обеспеченности потребителя солнечной энергией;

11. Определение коэффициента замещения потребной энергии

12. Оценка экономической эффективности использования гелиоустановки и определение оптимальной площади.

13. Определение количества полезно вырабатываемой энергии и сэкономленного топлива при различной площади установки;

14. Оценка эффективности гелиоустановки по энергетическим затратам.

15. Задача 1. Рассчитать площадь остекленной поверхности южного фасада дома площадью 100 м<sup>2</sup>, необходимую для обеспечения 50 % тепловой нагрузки отопления. Дом оснащен пассивной системой прямого улавливания солнечной энергии, находится в Крыму и его южный фасад не затеняется. Для данного местоположения дома при относительной площади остекления, приходящейся на 1 м<sup>2</sup> жилой площади дома, равной 0,18 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, обеспечивается снижение теплопотребления на 18 % (без применения теплоизоляции окон в ночное время) и на 44 % (с применением тепловой изоляции), а при  $f_{OK} = 0,36 \text{ м}^2/\text{м}^2$  – соответственно на 24 и 68 %.

16. Задача 2. Рассчитать количество солнечной энергии, поступающей через южное окно с двойным остеклением площадью 8 м<sup>2</sup> в средний облачный день 21 января в доме, расположенному на широте 48° с.ш.

17. Задача 3. Определить площадь стены Тромба, необходимую для покрытия за счет солнечной энергии 50 % тепловой нагрузки отопления помещения площадью 40 м<sup>2</sup> при средней температуре наружного воздуха в зимние месяцы 0-2 °C. Задача 4. Определить требуемую площадь поверхности остекления пристроенной к южному фасаду здания гелиотеплицы при следующих условиях: средняя температура наружного воздуха в зимние месяцы равна 0 °C, площадь отапливаемых помещений 120 м<sup>2</sup>, доля покрытия тепловой нагрузки за счет солнечной энергии равна 0,6.

18. Задача 4. Имеется плоский пластинчатый нагреватель с размерами 2 x 0,8 м<sup>2</sup>. Сопротивление теплопотерям составляет  $R_p = 0,13 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ ; температура приемной поверхности коллектора  $T_p$  увеличивается на 20°C; температура окружающего воздуха  $T_{o.c.} = 22^\circ\text{C}$ ; коэффициент пропускания солнечного излучения прозрачным покрытием тпов = 0,9 для одинарного стеклянного покрытия; коэффициент поглощения приемной поверхностью коллектора солнечного излучения  $\alpha = 0,9$  для одинарного стеклянного покрытия, облученность поверхности солнечного коллектора  $I = 750 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ; начальная температура воды  $T_h = 20^\circ\text{C}$ ;  $\rho$  – плотность воды, равная 1000 кг/м<sup>3</sup>;  $c$  – теплоемкость воды, равная 4100 Дж/кг. Определить требуемый объемный расход воды  $L, \text{ м}^3/\text{с}$ , для обеспечения условия повышения температуры воды на выходе из коллектора на 10 °C.

19. Задача 5. Для условий задачи 4

20. 5.1. Как изменится расход воды, если использовать двойное остекление?

21. 5.2. Как изменится расход воды, если использовать селективное покрытие?

22. 5.3.. Как изменится расход воды, если поток лучистой энергии в плоскости коллектора станет  $I = 1000 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ? Как изменится расход воды, если поток лучистой энергии в плоскости коллектора станет  $I = 450 \text{ Вт}/\text{м}^2$

5.5. Как изменится температура воды на выходе, если при том же расходе воды поток лучистой энергии в плоскости коллектора станет  $I = 1000 \text{ Вт}/\text{м}^2$

23. Задача 6. Какая должна быть площадь коллектора, чтобы обеспечить водоснабжение коттеджа, в котором проживают 5 человек из условия 150 литров на человека в сутки?

24. Задача 7. Постройте зависимость расхода воды 1). от площади коллектора по условиям задачи 2.1.  $A = 2; 3; 6; 10; 20; 40; 100; 200 \text{ м}^2$ , 2). от температуры входящей жидкости  $T_h = 12; 15; 18; 20; 24^\circ\text{C}$ , 3). от температуры окружающего воздуха  $T_{o.c.} = 20; 24; 28; 32; 36^\circ\text{C}$ , 4). от температуры выходящей жидкости  $T_k = 30; 35; 40; 45^\circ\text{C}$ , 5). от температуры поверхности коллектора  $T_p = 40; 45; 50; 55; 60^\circ\text{C}$ .

25. Задача 8. Постройте зависимость температуры воды на выходе 1). от площади коллектора по условиям задачи 1.  $A = 2; 3; 6; 10; 20; 40; 100; 200 \text{ м}^2$ , 2). от температуры входящей жидкости  $T_h = 12; 15; 18; 20; 24^\circ\text{C}$ , 3). от температуры окружающего воздуха  $T_{o.c.} = 20; 24; 28; 32; 36^\circ\text{C}$ , 4). от расхода воды  $G = 10; 15; 20; 25; 30; 35 \text{ л/с}$ , 5). от температуры поверхности коллектора  $T_p = 40; 45; 50; 55; 60^\circ\text{C}$ , 6). от интенсивности солнечной радиации  $I = 450; 500; 600; 700; 800; 900 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Структура мирового энергопотребления.

2. Динамика роста энергопотребления в мире и в России. Факторы, обуславливающие актуальность энергосбережения.

3. Что понимается под условным топливом?

4. Стоимость основных видов энергетических ресурсов в России и за рубежом.

5. Динамика роста цен на энергоносители, тепловую и электрическую энергию.

6. Влияние добычи, подготовки, транспортировки и сжигания органического топлива на состояние окружающей среды.

7. Необходимость применения возобновляемых источников энергии как для экономии органического топлива, так и для защиты окружающей среды.

8. Структура мирового энергопотребления.

9. Динамика роста энергопотребления в мире и в России. Факторы, обуславливающие актуальность энергосбережения.

10. Что понимается под условным топливом?

11. Стоимость основных видов энергетических ресурсов в России и за рубежом.

12. Динамика роста цен на энергоносители, тепловую и электрическую энергию.

13. Влияние добычи, подготовки, транспортировки и сжигания органического топлива на состояние окружающей среды.

14. Необходимость применения возобновляемых источников энергии как для экономии органического топлива, так и для защиты окружающей среды.

15. Энергетическая светимость Солнца и спектральные характеристики солнечного излучения.

16. Прямое и рассеянное облучение Солнца.

17. Влияние географических координат, ориентировки приемника облучения в пространстве, времени суток и времени года.

18. Нагревание воды солнечным излучением.

19. Солнечный коллектор и способы повышения его эффективности.

20. Обогрев помещений и горячее водоснабжение гелиоустановками.

21. Промышленное и сельскохозяйственное использование солнечного излучения.

22. Тепловые электростанции, работающие от энергии Солнца.

23. Теплицы.

24. Солнечные опреснители солёной воды.

25. Солнечный пруд.

26. Солнечная холодильная установка.

27. Солнечные кухни.

28. Экономика и экология при использовании солнца как источника тепловой энергии.

29. Физические основы преобразования энергии солнечного излучения в электрическую.

30. Характерные размеры фотоэлементов.

31. Другие методы получения электрической энергии: внешний фотоэффект, термоэлектронная эмиссия, термоэлектричество.

32. Экономика и экология при преобразовании солнечного излучения в электрическую.

## Раздел 2: Использование энергии ветра. Использование биомассы

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Задача 1. Доля преобразуемой ВЭУ энергии ветра равна коэффициенту мощности  $CP = 4a(1-a)^2$ . Продифференцировав это выражение по  $a$ , покажите, что максимальное значение  $CP = 16/27$  и достигается при  $a = 1/3$ .

2. Задача 2. Используя отношение площадей A0 и A1, покажите, что в оптимальном случае согласно линейной теории доля преобразованной энергии равна 8/9 энергии набегающего потока

3. Задача 3. Покажите, что при рэлеевском законе распределения скорости ветра выполняются соотношения: а) наиболее вероятная скорость равна 0,8 и б) наиболее вероятное значение ветра достигается при скорости ветра, равной 1,6 и

4. задача 4. а) Ветроэнергетическая установка при любой скорости ветра поддерживает постоянным коэффициент быстроходности, равный 8. При какой скорости ветра скорость концов лопастей ветроколеса достигнет скорости звука? б) Крупная ВЭУ имеет ветроколесо диаметром 100 м, вращающееся с постоянной угловой скоростью. При какой угловой скорости вращения скорость концов лопастей достигнет скорости звука?

5. Задача 5. . Основным источником на Фиджи является древесина, используемая для приготовления пищи на открытом огне. Типичное потребление древесного топлива составляет 1 кг на человека в день. а) Оцените энергию, необходимую для того, чтобы вскипятить 2-литровый чайник, наполненный водой. В предположении о том, что такова потребность одного человека в день, сравните эту энергию с тем, что содержит древесина, и таким образом дайте оценку теплового КПД использования открытого огня. б) Какое количество строевого леса срубает деревня из 200 жителей в год? Предполагая систематическое воспроизводство древесины, оцените, какую площадь эта деревня должна отвести на топливные нужды, чтобы избежать обезлесивания.

6. Задача 6. а) Бак объемом 3 м<sup>3</sup> используется в качестве биогазогенератора. Каждый день через него проходит 0,2 м<sup>3</sup> массы, содержащей 4 кг сбраживаемого материала. Предполагая, что основная реакция в биогазогенераторе  $4 \text{C}_2\text{H}_2\text{O} + 11 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{CH}_4 + 2\text{CO}_2$  и что она идет в течение 7 сут, определите количество получаемого биогаза ежесуточно и теплоту его сгорания. Чему равно эквивалентное количество керосина? б) Скорость реакции в биогазогенераторе можно удвоить, повышая температуру с 20 0С (в окружающей среде) до 35 0С. Что это даст? Как много тепла ежесуточно потребуется для того, чтобы это осуществить? Какую часть тепла могла бы дать сама химическая реакция сбраживания?

7. Задача 7.а) Напишите химическое уравнение преобразование сахарозы в этанол и используйте его для оценки теоретического количества этанола, получаемого из 1 т сахарозы. Реален ли такой выход? б) Фиджи – небольшое государство в южной части Тихого океана. Главный продукт его экспорта – сахар. Фиджи производит ежегодно 3000 000 т сахара и ввозит такое же количество жидкого топлива. Если весь этот сахар преобразовать в этанол, то какую часть ввозимого топлива он заменит?

8. задача 8. ПОпределить диаметр ветроколеса, необходимый для ветроустановок мощностью 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 кВт при скорости ветра  $v=12$  м/с; коэффициент использования энергии ветра  $\xi = 0,3$ ; плотность воздуха принять равной  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>. Составьте зависимость температуры воды на выходе 1). от площади коллектора по условиям задачи. 1.  $A = 2; 3; 6; 10; 20; 40; 100; 200$  м<sup>2</sup>, 2). от температуры входящей Задача 8.

9. Задача 9. На какой высоте целесообразно размещать ветродвигатели, если известно, что на высоте  $h = 1,5$  м скорость ветра составила  $v = 5$  м/с. Потребность в энергии составляет 100 кВт. Сколько потребуется установок, если диаметр ветроколеса равен D, м.

10. Задача 10. На острове Фейр в Северном море проживают 70 человек. Там трудности с углем, нефтью, бензином – все нужно завозить. Однако, на острове постоянно дуют ветра со средней скоростью 8 м/с. Определите число и мощность ветроустановок, которые могут обеспечить энергией данный населенный пункт. Структура энергопотребления следующая: освещение, бытовые приборы – 3 кВт; отопительные установки, электроплиты – 35 кВт; теплицы – 7 кВт; зарядка электромобилей – 5 кВт. Диаметр ветроколеса D, м.

11. Задача 11. В нижнесаксонской деревне Бимольтен, на высоте 98 метров, установлены 14 ветротурбин. Определить их установленную мощность, если их диаметр составляет 10 м. Известно, что на высоте  $h = 2$  м скорость ветра  $v = 6,8$  м/с. 1.6. В нижнесаксонском Лере к северо-западу от острова Боркум, строятся 12 ветротурбин, мощностью 4-5 МВт каждая. Определить их теоретический диаметр при скорости ветра  $v = 12$  м/с.

12. Задача 12. Для условий предыдущей задачи. В 2007г. планировалось общую мощность увеличить до 1000 МВт. Сколько потребуется установить еще таких турбин?

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Общие характеристики ветряных энергетических установок (ВЭУ).
2. Взаимодействие лопасти ветряка с потоком воздуха.
3. ВЭУ с горизонтальной и вертикальной осью.
4. Связь мощности и сопротивления ветряка с параметрами набегающего потока.
5. Оптимальный режим работы колеса.
6. Статистические характеристики ветра.
7. ВЭУ для производства электроэнергии и механической работы.
8. Оптимальное размещение ВЭУ.
9. Экономика и экология при применении ВЭУ.
10. Классификация биоэнергетических установок.
11. Биотопливо для энергетики и бытового потребления.
12. Технология обработки биотоплива.
13. Установки для производства тепла, пиролиза, гидрогенизации, биогаза.
14. Задача

15. Связь мощности и сопротивления ветряка с параметрами набегающего потока.

Расчет оптимального размещения ВЭУ на единице площади.

16. 2. Теплосодержание отработавших газов. Применение тепловых насосов для отопления помещений. Определение экономии топлива от использования ВЭР.

17. 3. Технологические процессы производства тепла, пиролиза, гидрогенизации, биогаза. Экономика и экология

Раздел 3: Геотермальная энергия. Использование энергии океана

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Задача 13. Турбина Е 112 имеет установленную мощность 4,5 МВт. Ее диаметр составляет 110 м. Определить высоту, на которой должна работать турбина в номинальном режиме, если известно, что в данной местности на высоте  $h$ , м, скорость ветра составила  $v$ , м/с. 1.9. Постройте зависимость снимаемой мощности с турбины 1). от диаметра турбины  $D = 2; 4; 8; 15; 30; 50; 100$  м. Принять скорость ветра  $v = 12$  м/с; коэффициент использования  $\xi = 0,3$ ; плотность  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>. 2). От скорости ветра  $v = 6; 8; 10; 12; 14$  м/с. Принять диаметр ветроколеса  $D = 15$  м; коэффициент использования  $\xi = 0,3$ ; плотность  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>. 3). От высоты установки ветроколеса турбины  $h = 20; 30; 40; 60; 80; 100; 120$  м. Принять диаметр ветроколеса  $D = 15$  м; коэффициент использования  $\xi = 0,3$ ; плотность  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>, если известно, что в данной местности на высоте  $h$ , м, скорость ветра составила  $v$ , м/с

2. Задача 1. 1) Определите начальную температуру и теплосодержание на 1 км 2 до температур выше 40 0С водоносного пласта толщиной 0,5 км при глубине залегания 3 км, пористости 5%, плотности породы 2700 кг/м<sup>3</sup>, удельной теплоемкости 840 Дж/(кг·К), температурном градиенте 30 0С/км. Расчет выполните при средней температуре поверхности 10 0С. 2) Какова постоянная времени извлечения тепла при закачивании воды и расходе 100 м<sup>3</sup> / (с·км<sup>2</sup>)? 3) Какова тепловая мощность, извлекаемая первоначально и через 10 лет? 69

3. Задача 2. 1) Рассчитайте полезное теплосодержание на 1 км<sup>2</sup> сухой скальной породы (гранит) до глубины 7 км. Примите: температурный градиент равным 40 0С/км, минимальную допустимую температуру превышающей поверхностную на 140 К,  $\rho\Gamma = 2700 \text{ кг/м}^3$ ,  $c\Gamma = 820 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ . 3) Чему равна постоянная времени извлечения тепла при использовании в качестве теплоносителя воды, если  $V = 1 \text{ м}^3 /(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ ? 4) Каковы скорости извлечения тепла – первоначальная и через 10 лет?

4. Задача 3. а) Определите тепловую мощность, создаваемую радиоактивным распадом  $^{238}\text{U}$  в 5 м<sup>3</sup> гранита ( $^{238}\text{U}$  составляет 99% урана в граните при средней концентрации  $4\cdot 10^{-3}\%$ ; тепло, создаваемое чистым  $^{238}\text{U}$ , составляет 3000 Дж/(кг·год)). б) Радиоактивность  $^{238}\text{U}$  создает около 40% тепловой мощности от общей создаваемой радиоактивными источниками в граните. Является ли тепло, создаваемое за счет радиоактивного распада, существенным источником для получения геотермальной энергии

5. Задача 4. Куб из горячих горных пород со стороной  $h$  верхней гранью находится на глубине  $d$  от поверхности Земли. Плотность скального грунта  $\rho\Gamma$  и теплоемкость  $c\Gamma$ . Породы над кубом имеют теплопроводность  $\lambda$ . Если скальный грунт является изотермической массой с температурой  $T$ , превышающей температуру поверхности, а другие отсутствуют, покажите, что постоянная времени охлаждения куба определяется выражением  $\tau = \rho h c d / \lambda$ .

6. Задача 5. Определить скорость распространения приливной волны, если известно, что глубина моря составляет 100м.

7. Задача 6. Постройте зависимость скорости распространения приливной волны  $c$ , м/с, от глубины моря  $h = 100; 200; 300; 400; 500; 800; 1000$  м.

8. Задача 7. Установите, следует ли ожидать резонанса в заливе, если его протяженность составляет  $L = 1,5$  км, длина приливной волны  $\lambda = 2000$ м, глубина  $h = 200$  м

9. Задача 8. По условиям задачи3. при протяженности залива  $L = 3000$  км, глубине моря  $h = 20$  м.

10. Задача 9. Определить среднюю мощность, которую можно снять с потока, если скорость движения воды составляет 40 м/с.

11. Задача 10. Построить зависимость резонанса от глубины залива  $h = 10; 20; 30; 40; 60; 100; 200$  м при его длине  $L = 200$  км. средней скоростью 8 м/с. Определите число и мощность ветроустановок, которые могут обеспечить

12. Задача 11.Построить зависимость резонанса от длины залива  $L = 20; 50; 100; 200; 500$  км.при его глубине  $h = 200$  м. Известно, что на высоте  $h = 2$  м скорость ветра  $v = 6,8$  м/с.

1.6. В нижнесаксонском Лере

13. Задача 12. Определить максимально возможную мощность, снимаемую за один цикл ПЭС, если площадь бассейна  $S$  составляет 2000 м<sup>2</sup>, перепад уровней воды  $R$  составляет 6 м.

14. Задача 13. По условиям задачи8. Для Мезенского залива.

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Строение земли и изменение температуры в земной коре.
2. Классификация геотермальных районов.
3. Наиболее перспективные геотермальные районы в мире и России.
4. Запас тепловой энергии в земной коре и методы её использования.
5. Естественный водоносный слой.
6. Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электрической энергии.
7. Тепловые насосы.
8. Экономия энергоносителей при использовании геотермальной энергии в народном хозяйстве и изменение экологии при этом.
9. Электростанции, использующие приливный подъём воды и приливные течения.

Раздел 4: Использование энергии малых рек. Аккумулирование энергии

**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Задача 1. Падающий на турбину Пельтона поток имеет параметры  $H= 20$  м,  $Q_{min}=0,05$  м<sup>3</sup> /с. а) Пренебрегая трением, определите: скорость потока; максимальную мощность турбины; радиус сопл, если их два. б) Предполагая далее, что коэффициент быстроходности колеса равен ( )  $1,0 \ 2/1 \ 4/5 \ 2/1 \ 1 \ Z = = gH \rho \omega$ , где  $P_1$  – мощность одной струи, определите: число лопастей; диаметр колеса; угловую скорость вращения колеса. в) Если напорный водовод имеет длину 100 м, то как изменится ответ на пп. а) и б) при наличии трения, если: - водовод поливинилхлоридный диаметром 15 см; - водовод – обычный пластиковый шланг диаметром 5 см? В обоих случаях определите число Рейнольдса. 70

2. Задача 2. Проверьте, что коэффициент быстроходности – безразмерный параметр. В чем преимущества представления характеристик параметров турбин в безразмерном виде?

3. Задача 3. Покажите, что при рэлеевском законе распределения скорости ветра выполняются соотношения: а) наиболее вероятная скорость равна 0,8 и б) наиболее вероятное Пропеллерная турбина с коэффициентом быстроходности  $Z=4$  имеет мощность на валу 400 кВт при рабочем напоре воды 6 м. Ее КПД при этом – около 70%. Рассчитайте: скорость потока; угловую скорость вращения турбины; передаточное число редуктора, если турбина вращает четырехполюсный генератор переменного тока частотой 50 Гц. значение ветра достигается при скорости ветра, равной 1,6 и

4. Задача 4. Определить диаметр колеса активной гидротурбины с одним соплом мощностью 160 кВт при значениях рабочего напора равных 81 и 5 м и соответствующие им оптимальные угловые скорости, при которых достигаются максимальные значения КПД

**ПК-2** Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Идеальная и реальная мощность гидротурбин. Активные и реактивные турбины. Обратимость гидротурбин. Расчет поперечно-струйной турбины.

2. Расчет наклонно – струйной турбины. Экономика и экология от использования микро ГЭС.

3. Гидростатические аккумуляторы. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Гидравлический таран. Резервуары со сжатым воздухом. Маховики. Расчет водяного теплового аккумулятора.

4. Биоаккумуляторы. Химические аккумуляторы. Топливные элементы. Хранение энергетически ценных веществ. Аккумуляторные электробатареи. Расчет гравийного теплового аккумулятора.

5. Исследование механических характеристик турбины физической модели микро-ГЭС

6. Исследование теплоаккумуляторов, основанных на принципе фазового перехода вещества

#### **8.4. Вопросы промежуточной аттестации**

##### **Седьмой семестр (Экзамен, ПК-2, УК-1)**

1. Структура мирового энергопотребления.
2. Динамика роста энергопотребления в мире и в России. Факторы, обуславливающие актуальность энергосбережения.
3. Что понимается под условным топливом?
4. Стоимость основных видов энергетических ресурсов в России и за рубежом.
5. Динамика роста цен на энергоносители, тепловую и электрическую энергию.
6. Влияние добычи, подготовки, транспортировки и сжигания органического топлива на состояние окружающей среды.
7. Необходимость применения возобновляемых источников энергии как для экономии органического топлива, так и для защиты окружающей среды.
8. Энергетическая светимость Солнца и спектральные характеристики солнечного излучения.

9. Прямое и рассеянное облучение Солнца.
10. Влияние географических координат, ориентировки приемника облучения в пространстве, времени суток и времени года.
11. Нагревание воды солнечным излучением.
12. Солнечный коллектор и способы повышения его эффективности.
13. Обогрев помещений и горячее водоснабжение гелиоустановками.
14. Промышленное и сельскохозяйственное использование солнечного излучения.
15. Тепловые электростанции, работающие от энергии Солнца.
16. Теплицы.
17. Солнечные опреснители солёной воды.
18. Солнечный пруд.
19. Солнечная холодильная установка.
20. Солнечные кухни.
21. Экономика и экология при использовании солнца как источника тепловой энергии.
22. Физические основы преобразования энергии солнечного излучения в электрическую.
23. Характерные размеры фотоэлементов.
24. Другие методы получения электрической энергии: внешний фотоэффект, термоэлектронная эмиссия, термоэлектричество.
25. Экономика и экология при преобразовании солнечного излучения в электрическую.
26. Общие характеристики ветряных энергетических установок (ВЭУ).
27. Взаимодействие лопасти ветряка с потоком воздуха.
28. ВЭУ с горизонтальной и вертикальной осью.
29. Связь мощности и сопротивления ветряка с параметрами набегающего потока.
30. Оптимальный режим работы колеса.
31. Статистические характеристики ветра.
32. ВЭУ для производства электроэнергии и механической работы.
33. Оптимальное размещение ВЭУ.
34. Экономика и экология при применении ВЭУ.
35. Классификация биоэнергетических установок.
36. Биотопливо для энергетики и бытового потребления.
37. Технология обработки биотоплива.
38. Установки для производства тепла, пиролиза, гидрогенизации, биогаза.
39. Экономический эффект от использования биоэнергетических установок и влияние их на экологию.
40. Строение земли и изменение температуры в земной коре.
41. Классификация геотермальных районов.
42. Наиболее перспективные геотермальные районы в мире и России.
43. Запас тепловой энергии в земной коре и методы её использования.
44. Естественный водоносный слой.
45. Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электрической энергии.
46. Тепловые насосы.
47. Экономия энергоносителей при использовании геотермальной энергии в народном хозяйстве и изменение экологии при этом.
48. Электростанции, использующие приливный подъём воды и приливные течения.
49. Активные и реактивные турбины.
50. Обратимость турбин и насосов.
51. Устройство малой гидроэлектростанции и её основные элементы.
52. Генераторы для микро ГЭС.
53. Регулирование частоты вращения и мощности гидротурбин.

54. Гидравлический таран.
55. Влияние малых гидроэлектростанций на экономику и экологию.
56. Специфические проблемы аккумулирования и передачи энергии при использовании различных возобновляемых источников энергии.
57. Биоаккумуляторы.
58. Химические аккумуляторы.
59. Топливные элементы.
60. Хранение энергетически ценных веществ.
61. Аккумуляторные электробатареи.
62. Тепловые аккумуляторы.
63. Гидростатические аккумуляторы.
64. Резервуары со сжатым воздухом.
65. Маховики.
66. Передача энергии потоками биомассы, тепла, химически активных веществ, электроэнергии.
67. Идеальная и реальная мощность гидротурбины.
68. Что называется азимутом Солнца?
69. Что называется часовым углом Солнца?
70. Что называется склонением Солнца?
71. Что называется зенитным углом?
72. Что называется широтой?

#### **8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвоемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

#### **9. Перечень учебной литературы**

1. Губарев В. Я., Арзамазцев А. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов направления «Теплоэнергетика и теплотехника», - Липецк: Изд-во Липецкого ГТУ, 2014. - 77 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/302212/info>
2. Беззубцева М. М., Волков В. С., Пиркин А. Г., Фокин С. А. Энергетика технологических процессов АПК [Электронный ресурс]: учебное пособие, - Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2011. - 265 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/258991/info>
3. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие к выполнению расчетно-графической работы для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника», сост. Цыркина Т. В., Широбокова Т. А., Кочетков Н. П. - Издание 2-е изд., перераб. и доп. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2017. - 24 с. - Режим доступа: <http://portal.udsaau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=20903>

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. <http://elib.udsaau.ru/> - библиотека электронных учебных пособий Удмуртского ГАУ

2. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека E-library
3. <https://yandex.ru> - Поисковая система Яндекс
4. <http://portal-energo.ru/> - Портал "Энергоэффективность и энергосбережение"

## **11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)**

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Лекционные занятия	<p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
Лабораторные занятия	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p>

	<p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p> <p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</li> <li>- изучает информационные материалы;</li> <li>- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.</li> </ul> <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>

Практические занятия	<p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.</p>
----------------------	--

### **Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
  - письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
  - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
  - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
  - при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
  - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- 3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
  - по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

## **12. Перечень информационных технологий**

Информационные технологии реализации дисциплины включают

### **12.1 Программное обеспечение**

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. По подписке для учебного процесса. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

### **12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью
3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, Лабораторные стенды
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.