

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетика и систем
управления

Бурковский А.В./

«25» ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы
Заведующий кафедрой
Теоретической и
промышленной
теплоэнергетики


_____ А.М. Наумов


_____ В.В. Портнов

Руководитель ОПОП


_____ С.В. Дахин

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Дать студентам знания о возобновляемых источниках энергии на земле и способах их использования. Показать нетрадиционные способы превращения различных видов энергии в электрическую и тепловую, методы анализа эффективности подобных преобразователей.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучить основные виды возобновляемых источников энергии и их энергопотенциала, основных типов энергоустановок на базе НиВИЭ, их основных энергетических, экономических и экологических характеристик. Получить навыки проведения, обработки и анализа результатов оценки энергетических ресурсов основных видов НиВИЭ. Получить навыки оценки эффективности и расчета преобразователей возобновляемой энергии земли в традиционные виды энергии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4. - Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-4	знать: основные нетрадиционные источники энергии, системы водородной и электрохимической энергетики, топливные элементы, электрохимические установки, их энергетический потенциал, принципы и методы практического использования; устройство, тепловые схемы и характеристики солнечных тепловых электростанций; методы расчета солнечных систем теплоснабжения; устройство и характеристики геотермальных электростанций; устройство и характеристики ветроэнергетических установок; устройства и характеристики установок использующих биотопливо. уметь: рассчитывать тепловые схемы объектов с нетрадиционными источниками энергии, водородных и электрохимических систем; определять оптимальные значения коэффициента замещения тепловой нагрузки потребителя альтернативными видами энергии; определять оптимальные сочетания различных устройств использующих возобновляемые источники энергии для удовлетворения нужд потребителя. владеть: проблематикой применения нетрадиционных и

	возобновляемых источников энергии, водородных и электрохимических систем в объеме, достаточном для практического участия в их освоении; терминологией в области возобновляемых источников энергии; навыками поиска информации о свойствах рабочих тел используемых в гелиотехнике для получения тепла, холода и их аккумулярования; компьютерными методами анализа и расчета водородных и электрохимических устройств; знаниями в области испытаний и сертификации солнечных коллекторов
--	--

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	81	81
Часы на контроль	45	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	16	16
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа	191	191
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение

трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Состояние и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Установки с магнетогидродинамическими генераторами. Трансформаторы тепла. Тепловые насосы	Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Запасы и динамика потребления энергоресурсов, политика России в области нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Основные объекты нетрадиционной энергетики России. Основные объекты нетрадиционной энергетики России. Принцип работы МГДГ. Простейшая разомкнутая схема МГД установки без регенерации тепла. Схема бинарной установки с МГДГ и паротурбинной установкой. Принципиальная схема жидкометаллической однокомпонентной гетерогенной МГДГ. Простейшая разомкнутая схема МГД установки с регенерации тепла. Назначение трансформаторов тепла. Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла (теплонасосные установки). Принцип работы двухступенчатых теплонасосных установок в системе теплоснабжения. Область использования трансформаторов тепла. Классификация трансформаторов тепла.	6	6	-	13	25
2	Физические основы процессов преобразования солнечной энергии. Системы солнечного теплоснабжения. Энергия ветра и возможности ее использования	Интенсивность солнечного излучения. Фотоэлектрические свойства p-n перехода. Конструкция простейшего солнечного элемента. Зонные энергетические диаграммы p-n перехода при освещении. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента. Конструкции и материалы солнечных элементов. Классификация и основные элементы гелиосистем. Концентрирующие гелиоприемники. Солнечные коллекторы. Системы солнечного теплоснабжения. Гелиотехнологические установки. Солнечные абсорберы. Тепловое аккумулирование энергии. Энергетический баланс теплового аккумулятора. Паротурбинные СЭС. Классификация аккумуляторов тепла. Системы аккумулирования. Тепловое аккумулирование для солнечного обогрева и охлаждения помещений. Аккумуляторы тепловой энергии гелиоустановок.	6	6	8	13	33
3	Энергия ветра и возможности ее использования. Тепловой режим земной коры. Источники геотермального тепла. Использование	Классификация ветродвигателей по принципу работы. Работа поверхности при действии на нее силы ветра. Теория идеального ветряка. Понятие идеального	6	6	8	13	33

	<p>геотермальной энергии для выработки тепловой и электрической энергии. Энергетические ресурсы океана.</p>	<p>ветряка. Классическая теория идеального ветряка. Теория реального ветряка. Первое уравнение связи. Второе уравнение связи. Момент и мощность всего ветряка. Потери ветряных двигателей. Происхождение ветра, ветровые зоны России. Работа ветрового колеса крыльчатого ветродвигателя. Работа элементарных лопастей ветроколеса. Тепловой режим земной коры. Подземные термальные воды (гидротермы). Запасы и распространение термальных вод. Прямое использование геотермальной энергии. Одноконтурные ГеоТЭС. Двухконтурные ГеоТЭС. Геотермальные электростанции с бинарным циклом. Схема Паужетской ГеоТЭС. Состояние геотермальной энергетики в России. Использование геотермальной энергии для теплоснабжения жилых и производственных зданий. Теплоснабжение высокотемпературной сильно минерализованной термальной водой. Теплоснабжение низкотемпературной маломинерализованной термальной водой. Баланс возобновляемой энергии океана. Основы преобразования энергии волн. Преобразователи энергии волн. Преобразователи, отслеживающие профиль волны. Использование энергии приливов и морских течений. Общие сведения об использовании энергии приливов. Мощность приливных течений и приливного подъема воды. Использование энергии океанских течений. Общая характеристика технических решений. Преобразование тепловой энергии океана. Ресурсы тепловой энергии океана. Прямое преобразование тепловой энергии океана. Преобразователи, использующие энергию колеблющегося водяного столба. Подводные устройства. Схема ОТЭС, работающей по замкнутому циклу. Схема ОТЭС, работающей по открытому циклу. Использование перепада температур океан-атмосфера.</p>					
4	<p>Биотопливо. Термоэлектрические преобразователи.</p>	<p>Виды биотоплива. Установки для сжигания биотоплива. Использование биотоплива для энергетических целей. Производство биомассы для энергетических целей. Пиролиз (сухая перегонка). Термохимические процессы. Спиртовая ферментация (брожение). Методы получения спирта. Использование этанола в качестве топлива. Закон Зеебека. Анализ процессов в</p>	6	6	-	13	25

		териоэлектрических преобразователях. Принципиальная схема контактного термоэлектрического преобразователя. Термический к.п.д. Материалы термоэлектродов термоэлектрических преобразователей.					
5	Экологические проблемы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	Проблема взаимодействия энергетики и экологии. Экологические последствия развития солнечной энергетики. Влияние ветроэнергетики на природную среду. Возможные экологические проявления геотермальной энергетики. Экологические последствия использования энергии океана. Экологическая характеристика использования биоэнергетических установок.	6	6	-	15	27
6	Водородная энергетика. Электрохимическая энергетика	Топливные элементы. Схема водородно – кислородного топливного элемента. КПД современных водородно – кислородных топливных элементов. Промышленные электролизеры. Принципиальные схемы и принцип работы.	6	6	2	14	28
Итого			36	36	18	81	171

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Состояние и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Установки с магнетогидродинамическими генераторами. Трансформаторы тепла. Тепловые насосы	Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Запасы и динамика потребления энергоресурсов, политика России в области нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Основные объекты нетрадиционной энергетики России. Основные объекты нетрадиционной энергетики России. Принцип работы МГДГ. Простейшая разомкнутая схема МГД установки без регенерации тепла. Схема бинарной установки с МГДГ и паротурбинной установкой. Принципиальная схема жидкометаллической однокомпонентной гетерогенной МГДГ. Простейшая разомкнутая схема МГД установки с регенерации тепла. Назначение трансформаторов тепла. Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла (теплонасосные установки). Принцип работы двухступенчатых теплонасосных установок в системе теплоснабжения. Область использования трансформаторов тепла. Классификация трансформаторов тепла.	2	-	-	32	34
2	Физические основы процессов преобразования солнечной энергии. Системы	Интенсивность солнечного излучения. Фотоэлектрические свойства p-n перехода. Конструкция простейшего	2	-	4	32	38

	солнечного теплоснабжения. Энергия ветра и возможности ее использования	солнечного элемента. Зонные энергетические диаграммы р-п перехода при освещении. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента. Конструкции и материалы солнечных элементов. Классификация и основные элементы гелиосистем. Концентрирующие гелиоприемники. Солнечные коллекторы. Системы солнечного теплоснабжения. Гелиотехнологические установки. Солнечные абсорберы. Тепловое аккумулирование энергии. Энергетический баланс теплового аккумулятора. Паротурбинные СЭС. Классификация аккумуляторов тепла. Системы аккумулирования. Тепловое аккумулирование для солнечного обогрева и охлаждения помещений. Аккумуляторы тепловой энергии гелиоустановок.					
3	Энергия ветра и возможности ее использования. Тепловой режим земной коры. Источники геотермального тепла. Использование геотермальной энергии для выработки тепловой и электрической энергии. Энергетические ресурсы океана.	Классификация ветродвигателей по принципу работы. Работа поверхности при действии на нее силы ветра. Теория идеального ветряка. Понятие идеального ветряка. Классическая теория идеального ветряка. Теория реального ветряка. Первое уравнение связи. Второе уравнение связи. Момент и мощность всего ветряка. Потери ветряных двигателей. Происхождение ветра, ветровые зоны России. Работа ветрового колеса крыльчатого ветродвигателя. Работа элементарных лопастей ветроколеса. Тепловой режим земной коры. Подземные термальные воды (гидротермы). Запасы и распространение термальных вод. Прямое использование геотермальной энергии. Одноконтурные ГеоТЭС. Двухконтурные ГеоТЭС. Геотермальные электростанции с бинарным циклом. Схема Паужетской ГеоТЭС. Состояние геотермальной энергетики в России. Использование геотермальной энергии для теплоснабжения жилых и производственных зданий. Теплоснабжение высокотемпературной сильно минерализованной термальной водой. Теплоснабжение низкотемпературной маломинерализованной термальной водой. Баланс возобновляемой энергии океана. Основы преобразования энергии волн. Преобразователи энергии волн. Преобразователи, отслеживающие профиль волны. Использование энергии приливов и морских течений. Общие сведения об использовании энергии приливов. Мощность приливных	-	-	2	32	34

		течений и приливного подъема воды. Использование энергии океанских течений. Общая характеристика технических решений. Преобразование тепловой энергии океана. Ресурсы тепловой энергии океана. Прямое преобразование тепловой энергии океана. Преобразователи, использующие энергию колеблющегося водяного столба. Подводные устройства. Схема ОТЭС, работающей по замкнутому циклу. Схема ОТЭС, работающей по открытому циклу. Использование перепада температур океан-атмосфера.					
4	Биотопливо. Термоэлектрические преобразователи.	Виды биотоплива. Установки для сжигания биотоплива. Использование биотоплива для энергетических целей. Производство биомассы для энергетических целей. Пиролиз (сухая перегонка). Термохимические процессы. Спиртовая ферментация (брожение). Методы получения спирта. Использование этанола в качестве топлива. Закон Зеебека. Анализ процессов в термоэлектрических преобразователях. Принципиальная схема контактного термоэлектрического преобразователя. Термический к.п.д. Материалы термоэлектродов термоэлектрических преобразователей.	-	2	-	32	34
5	Экологические проблемы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	Проблема взаимодействия энергетики и экологии. Экологические последствия развития солнечной энергетики. Влияние ветроэнергетики на природную среду. Возможные экологические проявления геотермальной энергетики. Экологические последствия использования энергии океана. Экологическая характеристика использования биоэнергетических установок.	-	2	-	32	34
6	Водородная энергетика. Электрохимическая энергетика	Топливные элементы. Схема водородно – кислородного топливного элемента. КПД современных водородно – кислородных топливных элементов. Промышленные электролизеры. Принципиальные схемы и принцип работы.	-	2	-	31	33
Итого			4	6	6	191	207

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Солнечная водонагревательная установка.
2. Изучение конструкции, принципа работы и способов применения солнечной батареи.

3. Изучение эффекта Пельтье.
4. Исследование работы и методика расчета ветроэнергетической установки.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-4	<p>знать: основные нетрадиционные источники энергии, системы водородной и электрохимической энергетики, топливные элементы, электрохимические установки, их энергетический потенциал, принципы и методы практического использования; устройство, тепловые схемы и характеристики солнечных тепловых электростанций; методы расчета солнечных систем теплоснабжения; устройство и характеристики геотермальных электростанций; устройство и характеристики ветроэнергетических установок; устройства и характеристики установок использующих биотопливо.</p>	<p>Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы.</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p>уметь: рассчитывать тепловые схемы объектов с нетрадиционными источниками энергии, водородных и электрохимических систем; определять</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	оптимальные значения коэффициента замещения тепловой нагрузки потребителя альтернативными видами энергии; определять оптимальные сочетания различных устройств использующих возобновляемые источники энергии для удовлетворения нужд потребителя.		программах	программах
	владеть: проблематикой применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, водородных и электрохимических систем в объеме, достаточном для практического участия в их освоении; терминологией в области возобновляемых источников энергии; навыками поиска информации о свойствах рабочих тел используемых в гелиотехнике для получения тепла, холода и их аккумуляирования; компьютерными методами анализа и расчета водородных и электрохимических устройств; знаниями в области испытаний и сертификации солнечных коллекторов	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения, 5 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-4	знать: основные нетрадиционные источники энергии, системы водородной и электрохимической энергетики, топливные элементы, электрохимические установки, их энергетический потенциал, принципы и методы	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	<p>практического использования; устройство, тепловые схемы и характеристики солнечных тепловых электростанций; методы расчета солнечных систем теплоснабжения; устройство и характеристики геотермальных электростанций; устройство и характеристики ветроэнергетических установок; устройства и характеристики установок использующих биотопливо.</p>					
	<p>уметь: рассчитывать тепловые схемы объектов с нетрадиционными источниками энергии, водородных и электрохимических систем; определять оптимальные значения коэффициента замещения тепловой нагрузки потребителя альтернативными видами энергии; определять оптимальные сочетания различных устройств использующих возобновляемые источники энергии для удовлетворения нужд потребителя.</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>
	<p>владеть: проблематикой применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, водородных и электрохимических систем в объеме, достаточном для практического участия в их освоении; терминологией в области возобновляемых источников энергии; навыками поиска информации о свойствах рабочих тел используемых в гелиотехнике для получения тепла, холода и их аккумулирования; компьютерными</p>	<p>Выполнение лабораторных работ</p>	<p>Все работы выполнены, получены верные значения, на все контрольные вопросы даны правильные ответы</p>	<p>Все работы выполнены, не во всех работах получены верные значения, на все контрольные вопросы даны правильные ответы</p>	<p>Все работы выполнены, не во всех работах получены верные значения, не на все контрольные вопросы даны правильные ответы</p>	<p>Не все работы выполнены, не во всех работах получены верные значения, не на все контрольные вопросы даны правильные ответы</p>

	методами анализа и расчета водородных и электрохимических устройств; знаниями в области испытаний и сертификации солнечных коллекторов					
--	--	--	--	--	--	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что такое энергия?
 - 1) химическая характеристика топлива;
 - 2) направление движения материи;
 - 3) величина зависящая от вида топлива;
 - 4) скалярная характеристика движения материи.
2. Какая величина определяет общее количество энергии тела?
 - 1) $E = mc^2$;
 - 2) $E = E_{\text{внеш.}} + E_{\text{внутр}} + E_0$;
 - 3) $E = E_{\text{кинет}} + E_{\text{потенц.}} + E_{\text{внутр.}} + E_0$;
 - 4) все приведенные формулы.
3. Укажите пути выхода освобожденной внутренней энергии тела.
 - 1) работа;
 - 2) тепло;
 - 3) химическая энергия;
 - 4) работа и тепла.
4. Укажите схему превращения энергии органического топлива.
 - 1) внутренняя энергия \rightarrow химическая энергия \rightarrow тепло;
 - 2) тепло \rightarrow химическая энергия \rightarrow внутренняя энергия;
 - 3) химическая энергия \rightarrow тепло;
 - 4) химическая энергия \rightarrow внутренняя энергия \rightarrow тепло.
5. Укажите схему превращения энергии ядерного топлива.
 - 1) внутренняя энергия \rightarrow ядерная энергия \rightarrow тепло;
 - 2) тепло \rightarrow внутренняя энергия \rightarrow ядерная энергия;
 - 3) ядерная \rightarrow тепло;
 - 4) ядерная энергия \rightarrow внутренняя энергия \rightarrow тепло.
6. Назовите режимы работы преобразователей энергии.
 - 1) импульсный, стационарный;
 - 2) нестационарный, стационарный;
 - 3) импульсный, стационарный;
 - 4) пульсирующий, стационарный.
7. Какие функциональные части можно выделить в термодинамических системах преобразователей энергии?
 - 1) источники энергии и рабочее тело;
 - 2) рабочее тело и преобразователь энергии;
 - 3) источник энергии и преобразователь энергии;
 - 4) источник энергии, рабочее тело и преобразователь энергии.
8. К невозобновляемым источникам энергии относятся:
 - 1) энергия ветра, ядерная энергия, внутреннее тепло земли;
 - 2) химическая энергия горючих веществ, энергия рек, внутреннее тепло земли, ядерная

- энергия;
- 3) ядерная энергия, энергия морских приливов, химическая энергия горючих веществ;
 - 4) ядерная энергия деления, химическая энергия горючих веществ, внутреннее тепло земли.
9. К возобновляемым источникам энергии относятся:
- 1) энергия солнечного излучения, ядерная энергия, энергия морских приливов, энергия ветра, энергия рек;
 - 2) солнечная энергия, внутреннее тепло земли, энергия ветра и рек;
 - 3) ядерная энергия, химическая энергия горючих веществ, внутреннее тепло земли;
 - 4) энергия солнечного излучения, энергия морских приливов, энергия ветра и рек.
10. По виду энергии, отдаваемой потребителю, генераторы энергии классифицируются:
- 1) генераторы тепла, генераторы ядерной энергии, генераторы электрической энергии;
 - 2) генераторы химической энергии, генераторы тепла, генераторы электрической энергии;
 - 3) генераторы ядерной энергии, генераторы химической энергии, генераторы тепла;
 - 4) генераторы тепла, генераторы электрической энергии, генераторы механической энергии, двигатели.
11. По способу подвода тепла тепловые двигатели можно разделить на:
- 1) двигатели с комбинированным подводом тепла и двигатели с импульсным подводом тепла;
 - 2) двигатели с комбинированным подводом тепла и двигатели с внутренним подводом тепла;
 - 3) двигатели с внешним подводом тепла и двигатели с комбинированным подводом тепла;
 - 4) двигатели с внешним подводом тепла и двигатели с внутренним подводом тепла.
12. По основным принципам конструкции генераторы энергии можно разделить на:
- 1) световые и термоэлектрические;
 - 2) термоэлектрические и машинные;
 - 3) механические и термоэлектрические;
 - 4) машинные и безмашинные.
13. Установки с жидкометаллическими МГД – генераторами по состоянию потока в канале различаются:
- 1) на высоконапорные и гетерогенные;
 - 2) на низко напорные и высоконапорные;
 - 3) на напорные и высоконапорные;
 - 4) на гомогенные и гетерогенные.
14. Какие виды конструктивных схем ветродвигателей второго класса вы знаете?
- 1) карусельные, у которых нерабочие лопасти либо прикрываются ширмой, либо располагаются ребром против ветра;
 - 2) роторные ветродвигатели системы Савониуса;
 - 3) прямые, у которых рабочие лопасти колеса перемещаются в направлении воздушного потока и карусельные, у которых нерабочие лопасти либо прикрываются ширмой, либо располагаются ребром против ветра;
 - 4) первые два пункта.
15. Что такое геотермическая ступень?
- 1) величина, соответствующая углублению в метрах, при котором температура уменьшается на 1°C ;

- 2) величина, соответствующая подъему над уровнем земли в метрах, при котором температура повышается на 1°C ;
 - 3) величина, соответствующая подъему над уровнем земли в метрах, при котором температура понижается на 1°C ;
 - 4) величина, соответствующая углублению в метрах, при котором температура повышается на 1°C .
16. На какие виды классифицируются геотермальные воды по газовому составу?
- 1) сероводородно-углекислые, углекислые, азотно-углекислые, метановые, азотно-метановые, азотные;
 - 2) сероводородные, углекислые, азотно-углекислые, метановые, азотно-метановые, азотные;
 - 3) сероводородные, сероводородно-углекислые, углекислые, азотно-углекислые, азотно-метановые, азотные;
 - 4) сероводородные, сероводородно-углекислые, углекислые, азотно-углекислые, метановые, азотно-метановые, азотные.
17. Какие типы месторождений термальных вод по своему происхождению вы знаете?
- 1) геотермальные системы конвекционного происхождения, отличающиеся высокой температурой вод, разгружающихся на дневную поверхность;
 - 2) геотермальные месторождения образующиеся при преобладающем кондуктивном прогреве подземных вод, сосредоточенных в глубоких платформенных впадинах и предгорных прогибах с геотермическим градиентом – $30\text{-}33^{\circ}\text{C}/\text{км}$;
 - 3) геотермальные месторождения образующиеся при преобладающем конвективном прогреве подземных вод, сосредоточенных в глубоких платформенных впадинах и предгорных прогибах;
 - 4) геотермальные системы конвекционного происхождения, отличающиеся высокой температурой вод, разгружающихся на дневную поверхность, геотермальные месторождения образующиеся при преобладающем кондуктивном прогреве подземных вод, сосредоточенных в глубоких платформенных впадинах и предгорных прогибах с геотермическим градиентом – $30\text{-}33^{\circ}\text{C}/\text{км}$.
18. Стенки камеры сгорания и каналы МГД должны противостоять следующим условиям:
- 1) высоким давлениям, высоким температурам и тепловым ударам, коррозионному и эрозионному воздействию рабочего тела и солей щелочных металлов;
 - 2) высоким температурам и тепловым ударам;
 - 3) коррозионному и эрозионному воздействию рабочего тела и солей щелочных металлов;
 - 4) высоким температурам и тепловым ударам, коррозионному и эрозионному воздействию рабочего тела и солей щелочных металлов.
19. Что такое тепловое аккумулярование?
- 1) процесс передачи тепла от аккумулятора к рабочему телу.
 - 2) электрический процесс, посредством которого происходит накопление тепла в тепловом аккумуляторе.
 - 3) перевод вещества в другое агрегатное состояние.
 - 4) физические или химические процессы, посредством которых происходит накопление тепла в тепловом аккумуляторе.
20. Из каких основных частей состоит аккумулятор?
- 1) из зарядного устройства и вспомогательного оборудования;
 - 2) из устройств для зарядки и разрядки и аккумулятора;
 - 3) из аккумулярующей среды и аккумулятора;
 - 4) состоит из резервуара для хранения, аккумулярующей среды, устройств для зарядки и разрядки и вспомогательного оборудования.
21. Чем характеризуется аккумулярующая система?
- 1) способами трансформации энергии и отвода ее к потребителю;

- 2) способами зарядки аккумулятора и трансформации энергии;
 - 3) способами перевода энергии потребителю;
 - 4) способами, которыми энергия для зарядки аккумулятора отбирается от источника, трансформируется в требуемый вид энергии и отдается потребителю.
22. Какие виды аккумулирующей и теплообменной среды в аккумуляторах тепла вы знаете?
- 1) прямое, косвенное и сорбционное аккумулирование;
 - 2) косвенное аккумулирование;
 - 3) полупрямое аккумулирование и сорбционное аккумулирование;
 - 4) все перечисленные виды.
23. Какие виды массы аккумулирующей среды вы знаете?
- 1) сорбционная и десорбционная масса;
 - 2) сорбционная и переменная масса;
 - 3) десорбционная и постоянная масса;
 - 4) постоянная и переменная масса.
24. В каких случаях применяется постоянная масса аккумулирующей среды?
- 1) всегда в случае прямого аккумулирования т.к. перемещаемая часть массы после охлаждения (при разрядке) или нагрева (при зарядке) полностью возвращается в аккумулятор (вытеснительное аккумулирование);
 - 2) всегда в случае косвенного аккумулирования, когда энергия аккумулируется только посредством теплообмена;
 - 3) масса аккумулирующей среды всегда остается неизменной;
 - 4) обычно в случае косвенного аккумулирования, однако может иметь место и при прямом аккумулировании, если перемещаемая часть массы после охлаждения (при разрядке) или нагрева (при зарядке) полностью возвращается в аккумулятор (вытеснительное аккумулирование).
25. В каких случаях применяется переменная масса аккумулирующей среды?
- 1) всегда в случае косвенного аккумулирования, когда энергия аккумулируется только посредством теплообмена;
 - 2) масса аккумулирующей среды всегда остается неизменной;
 - 3) обычно в случае косвенного аккумулирования, однако может иметь место и при прямом аккумулировании, если перемещаемая часть массы после охлаждения (при разрядке) или нагрева (при зарядке) полностью возвращается в аккумулятор (вытеснительное аккумулирование);
 - 4) всегда в случае прямого аккумулирования.
26. Какие виды объемов аккумуляторов тепла вы знаете?
- 1) постоянный объем - соответствует аккумулированию в закрытых резервуарах.
 - 2) переменный объем - соответствует аккумулированию при атмосферном давлении или со специальным компрессионным оборудованием.
 - 3) комбинированный объем - соответствует аккумулированию со специальным компрессионным оборудованием.
 - 4) постоянный и переменный объем.
27. Какие виды давления в аккумуляторе вы знаете?
- 1) постоянное и комбинированное давление;
 - 2) переменное давление;
 - 3) постоянное давление;
 - 4) постоянное и переменное давление.
28. Какие виды систем аккумулирования энергии вы знаете?
- 1) безтурбинные системы;
 - 2) безнасосные системы и безтурбинные системы;
 - 3) насосные и турбинные системы;
 - 4) безнасосные и насосные системы.

29. Какие группы безнасосных систем вы знаете?

1) включенные в энергоустановку системы аккумулирования с установкой базисной нагрузки, которая способна покрыть нагрузку без использования систем аккумулирования, или с основной турбиной для базисной нагрузки и отдельной пиковой турбиной, или с основной турбиной, способной нести повышенную нагрузку, которая покрывает также и пиковую нагрузку;

2) безнасосные системы аккумулирования с отдельным преобразователем энергии (парогенератором) и отдельным двигателем (турбиной для пиковой нагрузки);

3) комбинированные системы способной нести повышенную нагрузку;

4) варианты 1) и 2).

30. Какие системы ветродвигателей по схеме устройства ветроколеса и его положению в потоке ветра можно отнести к первому классу?

1) первый класс включает в себя все ветродвигатели, вырабатывающие электрическую энергию;

2) к первому классу относятся системы ветродвигателей с вертикальной осью вращения ветрового колеса;

3) к первому классу относятся ветродвигатели, работающие по принципу водяного мельничного колеса и называемые барабанными. У этих ветродвигателей ось вращения горизонтальна и перпендикулярна направлению ветра;

4) первый класс включает ветродвигатели, у которых ветровое колесо располагается в вертикальной плоскости; при этом плоскость вращения перпендикулярна направлению ветра, и, следовательно, ось ветроколеса параллельна потоку, такие ветродвигатели называются крыльчатými.

31. Какие системы ветродвигателей по схеме устройства ветроколеса и его положению в потоке ветра можно отнести ко второму классу?

1) второй класс включает ветродвигатели, у которых ветровое колесо располагается в вертикальной плоскости; при этом плоскость вращения перпендикулярна направлению ветра, и, следовательно, ось ветроколеса параллельна потоку. Такие ветродвигатели называются крыльчатými.

2) ко второму классу относятся ветродвигатели, работающие по принципу водяного мельничного колеса и называемые барабанными. У этих ветродвигателей ось вращения горизонтальна и перпендикулярна направлению ветра.

3) второй класс включает в себя все ветродвигатели вырабатывающие электрическую энергию.

4) Ко второму классу относятся системы ветродвигателей с вертикальной осью вращения ветрового колеса.

32. Какие типы конструкционных схем ветродвигателей второго класса вы знаете?

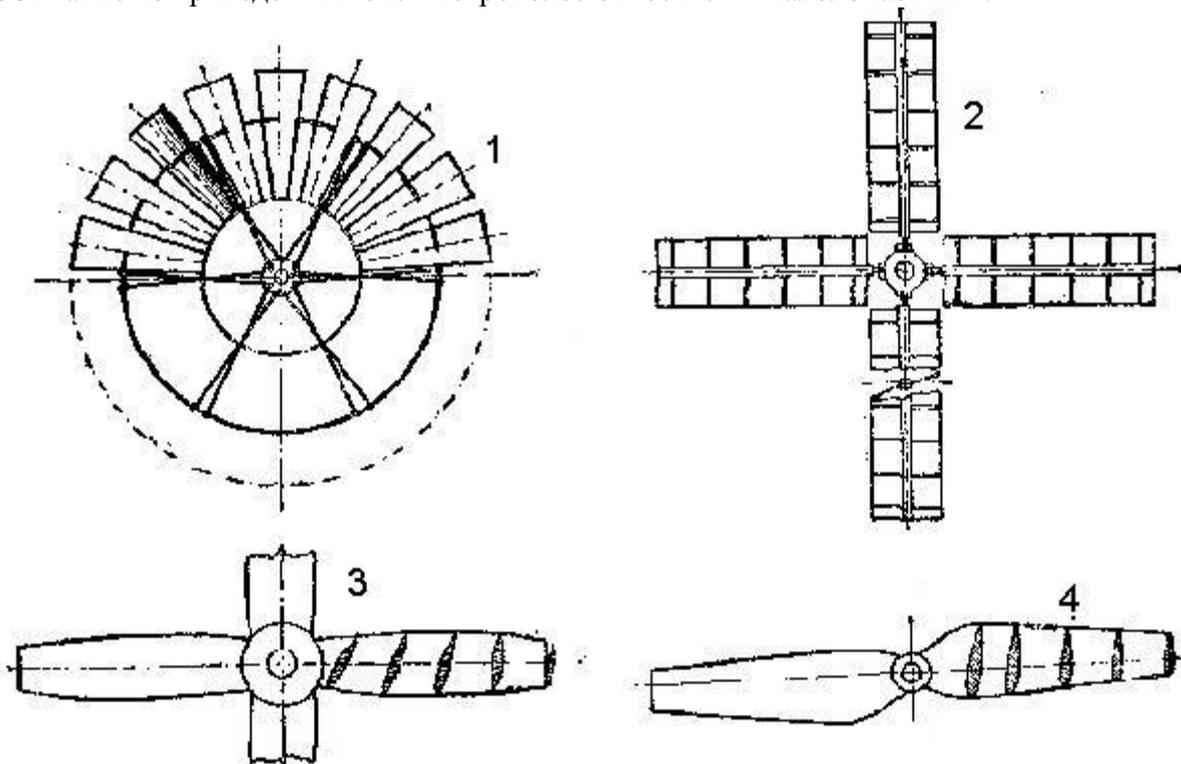
1) карусельные, у которых нерабочие лопасти либо прикрываются ширмой, либо располагаются ребром против ветра;

2) роторные ветродвигатели системы Савониуса;

3) прямые, у которых рабочие лопасти колеса перемещаются в направлении воздушного потока и карусельные, у которых нерабочие лопасти либо прикрываются ширмой, либо располагаются ребром против ветра;

4) первые два пункта.

33. Какие из приведенных схем ветроколес относятся к малолопастным?



- 1) все приведенные схемы.
- 2) схемы 3,4,
- 3) схема 4,
- 4) схемы 2 – 4.

34. Какие системы ветродвигателей по схеме устройства ветроколеса и его положению в потоке ветра можно отнести к третьему классу?

- 1) третий класс включает в себя все ветродвигатели, вырабатывающие электрическую энергию;
- 2) К третьему классу относятся системы ветродвигателей с вертикальной осью вращения ветрового колеса;
- 3) третий класс включает в себя все ветродвигатели вырабатывающие электрическую и механическую энергию;
- 4) к третьему классу относятся ветродвигатели, работающие по принципу водяного мельничного колеса и называемые барабанными. У этих ветродвигателей ось вращения горизонтальна и перпендикулярна направлению ветра.

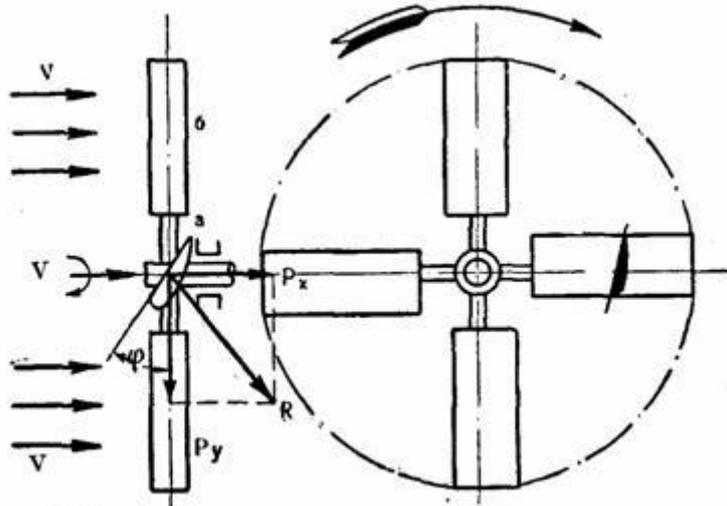
35. К основным недостаткам карусельных и барабанных ветродвигателей относятся:

- 1) так как рабочие лопасти колеса перемещаются в направлении воздушного потока, ветровая нагрузка действует не одновременно на все лопасти, а поочередно. В результате каждая лопасть испытывает прерывную нагрузку, коэффициент использования энергии ветра получается весьма низким и не превышает 10%, что установлено экспериментальными исследованиями;
- 2) движение поверхностей ветроколеса в направлении ветра не позволяет развить большие обороты, так как поверхности не могут двигаться быстрее ветра;
- 3) размеры используемой части воздушного потока (ометаемая поверхность) малы по сравнению с размерами самого колеса, что значительно увеличивает его вес, отнесённый к единице установленной мощности ветродвигателя;
- 4) все перечисленные пункты.

36. Назовите причины изменения скорости ветра по величине и направлению.

- 1) повышенный радиационный фон;
- 2) изменение атмосферного давления и температуры воздушных масс;
- 3) неровности рельефа местности;
- 4) неравномерный нагрев земной поверхности и неровности рельефа местности.

37. За счет чего работает крыльчатое колесо, показанное на рисунке:



- 1) за счёт прямого удара при движении лопастей параллельно к направлению скорости ветра;
- 2) за счёт косого удара при движении лопастей параллельно к направлению скорости ветра;
- 3) за счёт разности давлений атмосферных потоков;
- 4) за счёт косого удара при движении лопастей перпендикулярно к направлению скорости ветра.

38. Каким условиям должен удовлетворять ветряк, чтобы его можно было назвать идеальным?

- 1) ось вращения параллельна скорости ветра, бесконечно большое число лопастей очень малой ширины;
- 2) профильное сопротивление крыльев равно нулю, циркуляция вдоль лопасти постоянна, потерянная скорость воздушного потока на ветроколесе постоянна по всей сметаемой поверхности ветряка;
- 3) угловая скорость стремится к бесконечности;
- 4) все приведенные условия.

39. Что такое геотермическая ступень?

- 1) величина, соответствующая углублению в метрах, при котором температура уменьшается на 1°C ;
- 2) величина, соответствующая подъему над уровнем земли в метрах, при котором температура повышается на 1°C ;
- 3) величина, соответствующая подъему над уровнем земли в метрах, при котором температура понижается на 1°C ;
- 4) величина, соответствующая углублению в метрах, при котором температура повышается на 1°C ;

40. Коэффициент нагрузки на ометаемую площадь, или коэффициент лобового давления находится по следующей формуле.

- 1)

$$B = \frac{2P}{FV^2};$$

2)

$$B = \frac{2P}{F\rho V};$$

3)

$$B = \frac{P}{F\rho V^2};$$

4)

$$B = \frac{2P}{F\rho V^2}.$$

41. Масса воздуха, протекающая через ометаемую лопастями ветряка поверхность за 1 секунду, находится по следующей формуле.

1) $m = \rho FV^2;$

2) $m = \rho F^2 V;$

3) $m = FV^2;$

4) $m = \rho FV.$

42. Чему равен максимальный коэффициент использования энергии ветра идеального ветроколеса?

1) $\xi_i = 0,876;$

2) $\xi_i = 0,9;$

3) $\xi_i = 0,134;$

4) $\xi_i = 0,593.$

43. Чему равна потеря скорости ветра в плоскости ветроколеса?

1) $v_1 = \frac{1}{2} V;$

2) $v_1 = \frac{1}{4} V;$

3) $v_1 = \frac{1}{3} V^2;$

4) $v_1 = \frac{1}{3} V.$

44. Чему равна полная потеря скорости ветра за ветроколесом?

1) $v_2 = \frac{1}{3} V;$

2) $v_2 = \frac{2}{5} V;$

3) $v_2 = \frac{2}{3} V^2;$

4) $v_2 = \frac{2}{3} V.$

45. Чему равен коэффициент нагрузки на ометаемую ветроколесом поверхность?

- 1) $B=0,3$;
- 2) $B=0,534$;
- 3) $B=0,222$;
- 4) $B=0,888$.

46. Чему равен коэффициент торможения ветра?

- 1) $e = \frac{v_1}{V^2}$;
- 2) $e = \frac{2v_1}{V}$;
- 3) $e = \frac{v_2}{V}$;
- 4) $e = \frac{v_1}{V}$.

47. По какой формуле можно определить температуру горных пород на любой глубине?

- 1) $T = 2t_b + \frac{(H+h)}{\delta}$;
- 2) $T = t_b + \frac{(H+h)}{\delta^2}$;
- 3) $T = \frac{(H+h)}{\delta}$;
- 4) $T = t_b + \frac{(H+h)}{\delta}$.

48. На какие виды классифицируются геотермальные воды по температуре $^{\circ}\text{C}$?

- 1) слаботермальные $t_r \leq 40$, термальные $40 < t_r \leq 60$;
- 2) низкотермальные $t_r \leq 40$, среднетермальные $40 < t_r \leq 60$, высокотермальные $60 < t_r \leq 100$;
- 3) низкотермальные $t_r \leq 40$, среднетермальные $40 < t_r \leq 60$, высокотермальные $60 < t_r \leq 100$, перегретые $t_r > 100$;
- 4) слаботермальные $t_r \leq 40$, термальные $40 < t_r \leq 60$, высокотермальные $60 < t_r \leq 100$, перегретые $t_r > 100$.

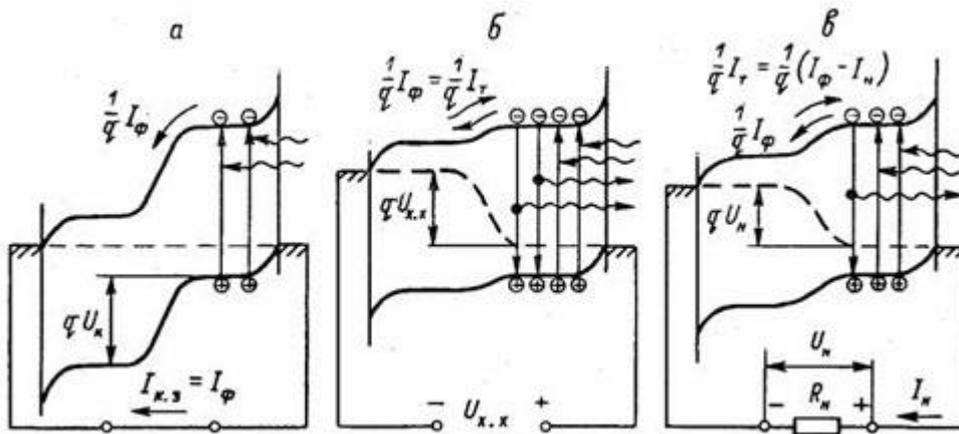
49. На какие виды классифицируются геотермальные воды по минерализации г/л?

- 1) ультрапресные $C \leq 0,1$, пресные $0,1 < C \leq 1,0$, слабосоленоватые $1,0 < C \leq 3,0$, сильносоленоватые $3,0 < C \leq 10,0$, соленые $10,0 < C \leq 35,0$.
- 2) пресные $0,1 < C \leq 1,0$, слабосоленоватые $1,0 < C \leq 3,0$, сильносоленоватые $3,0 < C \leq 10,0$, соленые $10,0 < C \leq 35,0$, рассольные $C > 35,0$.
- 3) ультрапресные $C \leq 0,1$, слабосоленоватые $1,0 < C \leq 3,0$, сильносоленоватые $3,0 < C \leq 10,0$, соленые $10,0 < C \leq 35,0$, рассольные $C > 35,0$.
- 4) ультрапресные $C \leq 0,1$, пресные $0,1 < C \leq 1,0$, слабосоленоватые $1,0 < C \leq 3,0$, сильносоленоватые $3,0 < C \leq 10,0$, соленые $10,0 < C \leq 35,0$, рассольные $C > 35,0$.

50. На какие виды классифицируются геотермальные воды по общей жесткости мг - экв/л?

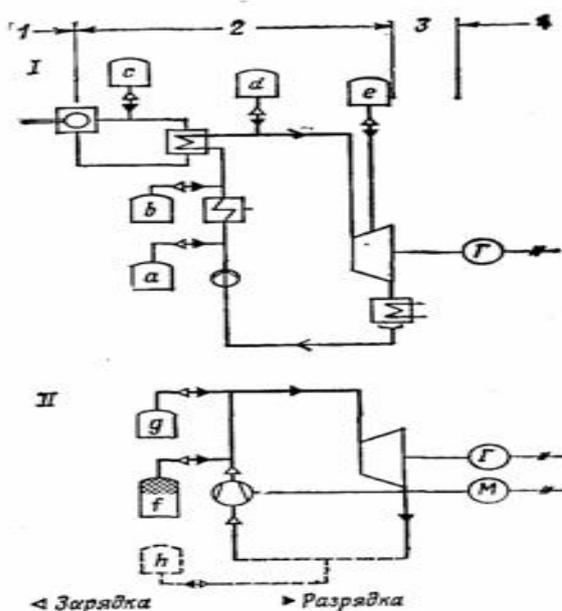
- 1) мягкие $1,2 < Ж_0 \leq 2,8$, средние $2,8 < Ж_0 \leq 5,7$, жесткие $5,7 < Ж_0 \leq 11,7$;
- 2) очень мягкие $Ж_0 \leq 1,2$, средние $2,8 < Ж_0 \leq 5,7$, очень жесткие $Ж_0 > 11,7$;
- 3) мягкие $1,2 < Ж_0 \leq 2,8$, средние $2,8 < Ж_0 \leq 5,7$, жесткие $5,7 < Ж_0 \leq 11,7$, очень жесткие $Ж_0 > 11,7$;
- 4) очень мягкие $Ж_0 \leq 1,2$, мягкие $1,2 < Ж_0 \leq 2,8$, средние $2,8 < Ж_0 \leq 5,7$, жесткие $5,7 < Ж_0 \leq 11,7$, очень жесткие $Ж_0 > 11,7$.

51. На какие виды классифицируются геотермальные воды по кислотности pH?
- 1) кислые $3,5 < \text{pH} \leq 5,5$, слабокислые $5,5 < \text{pH} \leq 6,8$, нейтральные $6,8 < \text{pH} \leq 7,2$, слабощелочные $7,2 < \text{pH} \leq 8,5$, щелочные $\text{pH} > 8,5$;
 - 2) сильнокислые $\text{pH} \leq 3,5$, кислые $3,5 < \text{pH} \leq 5,5$, слабокислые $5,5 < \text{pH} \leq 6,8$, нейтральные $6,8 < \text{pH} \leq 7,2$, слабощелочные $7,2 < \text{pH} \leq 8,5$;
 - 3) кислые $3,5 < \text{pH} \leq 5,5$, слабокислые $5,5 < \text{pH} \leq 6,8$, нейтральные $6,8 < \text{pH} \leq 7,2$, слабощелочные $7,2 < \text{pH} \leq 8,5$;
 - 4) сильнокислые $\text{pH} \leq 3,5$, кислые $3,5 < \text{pH} \leq 5,5$, слабокислые $5,5 < \text{pH} \leq 6,8$, нейтральные $6,8 < \text{pH} \leq 7,2$, слабощелочные $7,2 < \text{pH} \leq 8,5$, щелочные $\text{pH} > 8,5$.
52. На какие виды классифицируются геотермальные воды по газовому составу?
- 1) сероводородно-углекислые, углекислые, азотно-углекислые, метановые, азотно-метановые, азотные;
 - 2) сероводородные, углекислые, азотно-углекислые, метановые, азотно-метановые, азотные;
 - 3) сероводородные, сероводородно-углекислые, углекислые, азотно-углекислые, азотно-метановые, азотные;
 - 4) сероводородные, сероводородно-углекислые, углекислые, азотно-углекислые, метановые, азотно-метановые, азотные.
53. На какие виды классифицируются геотермальные воды по газонасыщенности мг/л?
- 1) очень слабая $\Gamma \leq 10$, средняя $100 < \Gamma \leq 1000$, очень высокая $\Gamma > 1000$;
 - 2) очень слабая $\Gamma \leq 10$, слабая $\Gamma \leq 100$, средняя $100 < \Gamma \leq 1000$, высокая $\Gamma > 1000$, очень высокая $\Gamma \leq 10000$;
 - 3) слабая $\Gamma \leq 10$, средняя $10 < \Gamma \leq 100$, высокая $\Gamma > 100$;
 - 4) слабая $\Gamma \leq 100$, средняя $100 < \Gamma \leq 1000$, высокая $\Gamma > 1000$.
54. Какие типы термальных вод вы знаете?
- 1) ювенильные, ледниковые, первозданные;
 - 2) ледниковые, геотермальные, вулканические;
 - 3) ледниковые, инфильтрационные, вулканические;
 - 4) ювенильные, инфильтрационные, вулканические.
55. Какой тип термальных вод никогда не участвовал в водообороте?
- 1) ледниковый;
 - 2) вулканический;
 - 3) инфильтрационный;
 - 4) ювенильный.
56. На какие типы по своему происхождению делятся месторождения термальных вод?
- 1) геотермальные системы конвекционного происхождения, отличающиеся высокой температурой вод, разгружающихся на дневную поверхность;
 - 2) геотермальные месторождения, образующиеся при преобладающем кондуктивном прогреве подземных вод, сосредоточенных в глубоких платформенных впадинах и предгорных прогибах с геотермическим градиентом – $30-33 \text{ }^\circ\text{C}/\text{км}$;
 - 3) геотермальные месторождения, образующиеся при преобладающем конвективном прогреве подземных вод, сосредоточенных в глубоких платформенных впадинах и предгорных прогибах;
 - 4) геотермальные системы конвекционного происхождения, отличающиеся высокой температурой вод, разгружающихся на дневную поверхность, геотермальные месторождения, образующиеся при преобладающем кондуктивном прогреве подземных вод, сосредоточенных в глубоких платформенных впадинах и предгорных прогибах с геотермическим градиентом – $30-33 \text{ }^\circ\text{C}/\text{км}$.
57. Какая из приведенных энергетических диаграмм $p - n$ перехода относится к режиму короткого замыкания; режиму холостого хода; режиму включения на сопротивление нагрузки?



- 1) а – режим включения на сопротивление нагрузки; б – режим короткого замыкания; в – режим холостого хода;
- 2) а – режим холостого хода; б – режим включения на сопротивление нагрузки; в – режим короткого замыкания;
- 3) а – режим короткого замыкания; б – режим холостого хода; в – режим включения на сопротивление нагрузки.

58. К каким системам аккумулирования тепла относятся приведенные схемы?



- 1) I – насосная система аккумулирования тепла, II – безнасосная система аккумулирования тепла;
- 2) I – безтурбинная схема аккумулирования тепла, II – турбинная схема аккумулирования тепла;
- 3) I – автономная схема аккумулирования тепла, II – неавтономная схема аккумулирования тепла;
- 4) I – безнасосная система аккумулирования тепла, II – насосная система аккумулирования тепла.

59. Что такое местные ветры?

- 1) ветры, вызванные геотермальными изменениями;
- 2) ветры, вызванные годовыми изменениями температур в береговых районах больших морей и океанов с годовым периодом;
- 3) ветры, вызванные изменениями температур днем и ночью в зоне берега моря или океана;
- 4) ветры, вызванные местными условиями рельефа земной поверхности.

60. Что такое бризы?

- 1) ветры, вызванные геотермальными изменениями;
- 2) ветры, вызванные годовыми изменениями температур в береговых районах больших морей и океанов с годовым периодом;
- 3) ветры, вызванные местными условиями рельефа земной поверхности;
- 4) ветры, вызванные изменениями температур днем и ночью в зоне берега моря или океана.

61. Что такое муссоны?

- 1) ветры, вызванные геотермальными изменениями;
- 2) ветры, вызванные местными условиями рельефа земной поверхности;
- 3) ветры, вызванные изменениями температур днем и ночью в зоне берега моря или океана;
- 4) ветры, вызванные годовыми изменениями температур в береговых районах больших морей и океанов с годовым периодом.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача №1 На солнечной электростанции башенного типа установлено n гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность F_r м². Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность $H_{пр} = 2,5$ МВт/м². Коэффициент отражения гелиостата $R_r = 0,8$. коэффициент поглощения приемника $A_{пр} = 0,95$. Максимальная облученность зеркала гелиостата $H_r = 600$ Вт/м². Определить площадь поверхности приемника $F_{пр}$ и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией, если рабочая температура теплоносителя составляет t °С. Степень черноты приемника $\epsilon_{пр} = 0,95$. Конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения.

Задача №2 Считается, что действительный КПД η океанической ТЭС, использующей температурный перепад поверхностных и глубинных вод $(T_1 - T_2) = \Delta T$ и работающей по циклу Ренкина, вдвое меньше термического КПД установки, работающей по циклу Карно, η_t^k . Оценить возможную величину действительного КПД ОТЭС, рабочим телом которой является аммиак, если температура воды на поверхности океана t_1 , °С, а температура воды на глубине океана t_2 , °С. Какой расход теплой воды V , м³/ч потребуется для ОТЭС мощностью N МВт? Считать, что плотность воды $\rho = 1 \cdot 10^3$ кг/м³, а удельная массовая теплоемкость $C_p = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К).

Задача №3 Определить начальную температуру t_2 и количество геотермальной энергии E_0 (Дж) водоносного пласта толщиной h км при глубине залегания z км, если заданы характеристики породы пласта: плотность $\rho_{гр} = 2700$ кг/м³; пористость $a = 5\%$; удельная теплоемкость $C_{гр} = 840$ Дж/(кг·К). Температурный градиент (dT/dz) в °С/км выбрать по таблице вариантов задания. Среднюю температуру поверхности t_0 принять равной 10 °С. Удельная теплоемкость воды $C_v = 4200$ Дж/(кг·К); плотность воды $\rho = 1 \cdot 10^3$ кг/м³. Расчет произвести по отношению к площади поверхности $F = 1$ км². Минимально допустимую температуру пласта принять равной $t_1 = 40$ °С. Определить также постоянную времени извлечения

тепловой энергии τ_0 (лет)

при закачивании воды в пласт и расходе ее $V = 0,1 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$. Какова будет тепловая мощность, извлекаемая первоначально $(dE/dz)_{\tau=0}$ и через 10 лет $(dE/dz)_{\tau=10}$?

Задача №4 Определить объем биогазогенератора V_6 и суточный выход биогаза V_r в установке, утилизирующей навоз от n коров, а также обеспечиваемую ею тепловую мощность N (Вт). Время цикла сбраживания $\tau = 14$ сут при температуре $t = 25^\circ \text{C}$; подача сухого сбраживаемого материала от одного животного идет со скоростью $W = 2 \text{ кг/сут}$; выход биогаза из сухой массы $v_r = 0,24 \text{ м}^3/\text{кг}$. Содержание метана в биогазе составляет 70 %. КПД горелочного устройства η . Плотность сухого материала, распределенного в массе биогазогенератора, $\rho_{\text{сух}} \approx 50 \text{ кг/м}^3$. Теплота сгорания метана при нормальных физических условиях $Q_{\text{H}}^p = 28 \text{ МДж/м}^3$.

Задача №5 Для отопления дома в течение суток потребуется Q ГДж теплоты. При использовании для этой цели солнечной энергии тепловая энергия может быть запасена в водяном аккумуляторе. Допустим, что температура горячей воды t_1 °С. Какова должна быть емкость бака аккумулятора V (м^3), если тепловая энергия может использоваться в отопительных целях до тех пор, пока температура воды не понизится до t_2 °С? Величины теплоемкости и плотности воды взять из справочной литературы.

Задача №6 Используя формулу Л. Б. Бернштейна, оценить приливный потенциал бассейна $\mathcal{E}_{\text{пот}}$ (кВт·ч), если его площадь F км^2 , а средняя величина прилива R_{cp} м.

Задача №7 Как изменится мощность малой ГЭС, если напор водохранилища H в засушливый период уменьшится в n раз, а расход воды V сократится на m %? Потери в гидротехнических сооружениях, водоводах, турбинах и генераторах считать постоянными.

Задача №8. Рассчитать схему одноступенчатого парокомпрессионного теплового насоса с теплопроизводительностью $Q_{\text{в}}$. В качестве источника тепла низкого потенциала используется речная вода с температурой на входе в испаритель t_{H} и на выходе из него $t_{\text{H}2}$. Задана температура воды на входе в охладитель $t_{\text{п.о}}$, а на выходе из конденсатора $t_{\text{в}1}$. Рабочий агент в установке – хладон R – 21.

Задача №9. Определить экономию топлива при использовании теплонасосной установки для отопления вместо котельной. Тепловая нагрузка $Q_{\text{в}}$ при температуре воды в подающем трубопроводе t_1 . Коэффициент трансформации теплового насоса $\mu = 3$. Известны КПД электросетей $\eta_{\text{с}}$ и КПД котельной $\eta_{\text{к}}$.

Тепловую нагрузку перевести из кВт в ГДж/ч.

Задача № 10. Определить экономию топлива при использовании для отопления теплонасосной установки по сравнению с теплоснабжением от ТЭЦ при заданной тепловой нагрузке $Q_{\text{в}}$. Коэффициент трансформации тепла $\mu = 9$. Удельный расход топлива на ТЭЦ на выработку тепла $b_t^{\text{ТЭЦ}} = 53 \text{ кг условного топлива/Гкал} = 12,7 \text{ кг условного топлива/ГДж}$. При каком

значении коэффициента трансформации тепла теплонасосной установки будет равноэкономичной работа ТНУ и ТЭЦ? Тепловую нагрузку из Гкал/ч перевести в ГДж/ч.

Задача № 11. Определить коэффициент трансформации, затрату энергии и экономию топлива при использовании теплонасосной установки для теплично – парникового хозяйства. В качестве источника тепла низкого потенциала используется вода с заданной температурой t , сбрасываемая промышленным предприятием. Известна тепловая нагрузка Q_b при температуре t_b . Число часов использования установки 5500. Хладагент R – 21. Минимальная разность температур в конденсаторе $\Delta t_0 = 5^\circ\text{C}$. Температура хладагента после охладителя $t_{п.о.} = 45^\circ\text{C}$ и в испарителе $t_0 = 7^\circ\text{C}$. Минимальная разность температур в испарителе (перед компрессором) составляет $\Delta t = 5^\circ\text{C}$.

Задача № 12. Определить мощность малой ГЭС, если заданы расход воды V , напор H . Коэффициент потерь напора в открытом гидроканале K , КПД гидротурбины η_t , КПД гидрогенератора η_g . Как изменится мощность, если затвором уменьшить расход воды до 70% от номинального? Будет она больше или меньше, чем 70% от номинальной мощности?

Задача № 13. Определить мощность ветровой электростанции, содержащей n однотипных ветроэнергетических установок. Длина лопасти ветроколеса L , скорость ветра w , КПД ветродвигателя η_v , электрический КПД установки (генератора и преобразователя) η_e , температура воздуха t , атмосферное давление p .

Задача № 14. Определить теплоту, подводимую гелиостатами к установленному на башне парогенератору паротурбинной солнечной электростанции, если количество гелиостатов n , площадь зеркал одного гелиостата F , интенсивность солнечного излучения I , коэффициент эффективности использования солнечного излучения $\eta_{и}$. Определить также термический КПД и теоретическую мощность паротурбинной установки СЭУ, работающей по циклу Ренкина, если даны параметры острого пара p_1 , t_1 , давление и температура в конденсаторе $p_2 = 10$ кПа, $t_2 = 80^\circ\text{C}$ КПД парогенератора $\eta_{пг} = 0,85$. Как изменится мощность СЭУ, если вместо паротурбинной установки применить кремниевые фотоэлектрические преобразователи с КПД $\eta_{фэ} = 0,15$, занимающие ту же площадь, что и зеркала гелиостатов?

Задача № 15. Двухконтурная пароводяная геотермальная электростанция с электрической мощностью N получает теплоту от воды из геотермальных скважин с температурой $t_{гс}$. Сухой насыщенный пар на выходе из парогенератора имеет температуру на 20°C ниже, чем $t_{гс}$. Пар расширяется в турбине и поступает в конденсатор, где охлаждается водой из окружающей среды с температурой $t_{хв}$. Охлаждающая вода нагревается в конденсаторе на 12°C . Конденсат имеет температуру на 20°C выше, чем $t_{хв}$. Геотермальная вода выходит из парогенерирующей установки с температурой на 15°C выше, чем конденсат. Относительный внутренний коэффициент турбины η_{oi} , электрический КПД турбогенератора η_e . Определить термический КПД цикла Ренкина, расход пара и удельный расход теплоты, расходы воды из

геотермальных скважин и из окружающей среды.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Состояние и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.
2. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Запасы и динамика потребления энергоресурсов, политика России в области нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.
3. Энергия. Источники энергии на земле.
4. Разомкнутая схема установки с магнетогидродинамическими генераторами (МГДГ).
5. Простейшая разомкнутая схема МГДГ с регенерацией тепла.
6. Схема бинарной установки с МГДГ и паротурбинной установкой в нижней части и ее термодинамический цикл в Ts координатах.
7. Принципиальная схема и ее термодинамический цикл в Ts координатах замкнутой бинарной установки с МГДГ.
8. Схема жидкометаллической однокомпонентной гетерогенной МГД-установки и ее термодинамический цикл в $T-s$ – координатах.
9. Назначение трансформаторов тепла. Области использования трансформаторов тепла. Классификация трансформаторов тепла.
10. Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла (холодильные и теплонасосные установки).
11. Удельные энергозатраты и К.П.Д. компрессионных трансформаторов тепла.
12. Принцип работы двухступенчатых теплонаносных установок в системе теплоснабжения.
13. Физические основы процессов преобразования солнечной энергии.
14. Интенсивность солнечного излучения. Фотоэлектрические свойства $p-n$ перехода.
15. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента.
16. Конструкции и материалы солнечных элементов.
17. Классификация и основные элементы гелиосистем.
18. Концентрирующие гелиоприемники.
19. Солнечные коллекторы.
20. Гелиотехнологические установки.
21. Тепловое аккумулирование энергии. Энергетический баланс теплового аккумулятора.
22. Паротурбинные СЭС. (простейшая схема).
23. Принципиальная тепловая схема СЭС с центральным приемником внешнего облучения.
24. Классификация аккумуляторов тепла: аккумулирующая и теплообменная среды, масса аккумулирующей среды, объем аккумулятора, давление в аккумуляторе.
25. Энергия ветра и возможности ее использования. Происхождение ветра,

ветровые зоны России.

26. Классификация ветродвигателей по принципу работы.
27. Работа поверхности при действии на нее силы ветра.
28. Работа ветрового колеса крыльчатого ветродвигателя.
29. Теория идеального ветряка. Понятие идеального ветряка.
30. Классическая теория идеального ветряка.
31. Теория реального ветряка.
32. Работа элементарных лопастей ветроколеса. Первое уравнение связи. Второе уравнение связи.
33. Момент и мощность всего ветряка.
34. Потери ветряных двигателей.
35. Тепловой режим земной коры. Источники геотермального тепла.
36. Подземные термальные воды (гидротермы).
37. Запасы и распространение термальных вод. Состояние геотермальной энергетики в России.
38. Одноконтурные ГеоТЭС.
39. Двухконтурные ГеоТЭС.
40. Геотермальные электростанции с бинарным циклом.
41. Схема Паужетской ГеоТЭС.
42. Использование геотермальной энергии для теплоснабжения жилых и производственных зданий.
43. Теплоснабжение высокотемпературной сильно минерализованной термальной водой.
44. Теплоснабжение низкотемпературной маломинерализованной термальной водой.
45. Баланс возобновляемой энергии океана. Основы преобразования энергии волн.
46. Преобразователи энергии волн. Преобразователи, отслеживающие профиль волны.
47. Преобразователи, использующие энергию колеблющегося водяного столба. Подводные устройства.
48. Использование энергии приливов и морских течений.
49. Мощность приливных течений и приливного подъема воды.
50. Использование энергии океанских течений. Общая характеристика технических решений.
51. Преобразование тепловой энергии океана.
52. Ресурсы тепловой энергии океана.
53. Схема ОТЭС, работающей по замкнутому циклу.
54. Схема ОТЭС работающей по открытому циклу.
55. Использование перепада температур океан – атмосфера.
56. Виды биотоплива. Пиролиз (сухая перегонка). Термохимические процессы. Спиртовая ферментация (брожение).
57. Использование биотоплива для энергетических целей. Производство биомассы для энергетических целей.
58. Использование этанола в качестве топлива. Методы получения спирта.

59. Термоэлектрические преобразователи (ТЭиГ). Анализ процессов в ТЭЛГ. Термический к.п.д. Материалы термоэлектродов ТЭЛГ.

60. Термоэлектронные преобразователи (ТЭП).

61. Экологические проблемы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Проблема взаимодействия энергетики и экологии.

62. Экологические последствия развития солнечной энергетики. Влияние ветроэнергетики на природную среду.

63. Возможные экологические проявления геотермальной энергетики. Экологические последствия использования энергии океана. Экологическая характеристика использования биоэнергетических установок.

64. Водородная энергетика.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам: для теоретической части каждый из них содержит 2 вопроса, для практической части одну задачу.

1. Оценка "Неудовлетворительно" ставится в случае, если студент не решил задачу или решил задачу, но не ответил на теоретические вопросы.

2. Оценка "Удовлетворительно" ставится в случае, если студент правильно решил задачу и верно ответил на один из теоретических вопросов.

3. Оценка "Хорошо" ставится в случае, если студент правильно решил задачу и верно ответил на один из теоретических вопросов, а на второй вопрос дал не полный ответ.

4. Оценка "Отлично" ставится, если студент правильно решил задачу и верно ответил на два теоретических вопроса.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Состояние и перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Установки с магнитогидродинамическими генераторами. Трансформаторы тепла. тепловые насосы	ОПК-4	Устный опрос, тест, экзамен
2	Физические основы процессов преобразования солнечной энергии. Системы солнечного теплоснабжения. Энергия ветра и возможности ее использования	ОПК-4	Устный опрос, тест, защита лабораторных работ, экзамен

3	Энергия ветра и возможности ее использования. Тепловой режим земной коры. Источники геотермального тепла. Использование геотермальной энергии для выработки тепловой и электрической энергии. Энергетические ресурсы океана.	ОПК-4	Устный опрос, тест, защита лабораторных работ, экзамен
4	Биотопливо. Термоэлектрические преобразователи.	ОПК-4	Устный опрос, тест, защита лабораторных работ, экзамен
5	Экологические проблемы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	ОПК-4	Устный опрос, тест, экзамен
6	Водородная энергетика. Электрохимическая энергетика	ОПК-4	Устный опрос, тест, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Трошин А.Ю. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. / А.Ю. Трошин; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический

университет». - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2008

2. Трошин А.Ю. Расчет установок для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. / А.Ю. Трошин; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2007

3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» для студентов направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Промышленная теплоэнергетика») очной и заочной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.Ю. Трошин. Воронеж, 2017. 41 с

4 Трошин А.Ю., Портнов В.В. Нетрадиционная энергетика. (Электронный ресурс) 2006. 300 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:
— Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic;
— LibreOffice.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Учебные лаборатория «Тепломассообмена».

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.

Натурные лекционные демонстрации:

- Термоэлектрические преобразователи;
- Солнечная батарея;
- Ветроэнергетическая установка

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета энергетических установок использующих нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--