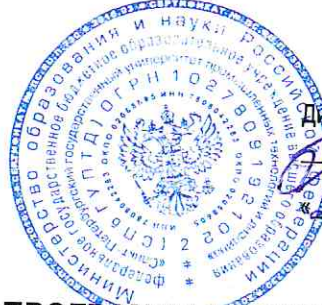


Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна"
ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ



УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ
 П.В.Луканин
 06 2018 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02
 (индекс дисциплины)

Тепломассообменное оборудование в возобновляемой энергетике
 (Наименование дисциплины)

Кафедра **24** Промышленной теплоэнергетики
 Код (Наименование кафедры)
 Направление подготовки: **13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**
 Профиль подготовки: **Тепломассообменные процессы и установки**

Уровень образования: **Магистратура**

План учебного процесса

Составляющие учебного плана		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	180		180
	Аудиторные занятия	42		24
	Лекции	14		8
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	28		16
	Самостоятельная работа	102		147
	Промежуточная аттестация	36		9
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	1		1
	Зачёт			
	Контрольная работа			1
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		5		5
Семестр		1		1


Санкт-Петербург
 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА


На основании учебных планов № м130401-1, зм 130401


Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:  Сморозин С.Н.
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:  Сморозин С.Н.
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

Методический отдел:  Смирнова В.Г.
(Ф.И.О. сотрудника отдела, подпись)

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области теплоэнергетики и теплотехники, связанной с разработкой проектных решений по модернизации, улучшению эксплуатационных характеристик энергетических установок в возобновляемой энергетике (ЭУ в ВЭ); с техническими расчетами по оценке эффективности принятых проектных решений, по определению, с использованием прикладного программного обеспечения, параметров энергетических установок в возобновляемой энергетике с целью выбора серийных и для создания новых установок.

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик ЭУ в ВЭ.
- Усвоить основные направления разработки проектных решений по модернизации ЭУ в ВЭ.
- Продемонстрировать алгоритм расчета показателей ЭУ в ВЭ, с использованием прикладного программного обеспечения, для определения её параметров, выбора серийной установки и разработки новой.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новые знания и умения.

1.4. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и планируемые результаты обучения по дисциплине

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-1	способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов.	1
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основы инженерных расчетов параметров ЭУ в ВЭ, мероприятия по улучшению их эксплуатационных характеристик; 2) основные направления модернизации ЭУ в ВЭ. Уметь: 1) использовать методы экономического анализа эксплуатации ЭУ в ВЭ; 2) формулировать задания на разработку проектных решений по совершенствованию ЭУ в ВЭ. Владеть: 1) навыками рационального использования ЭУ в ВЭ.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4.:

- Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Принципиальные схемы и термодинамические параметры ветровых и геотермальных ЭУ.			
Тема 1. Принципиальные схемы и достигнутые параметры ветроэнергетических установок. Место ветроэнергетических установок (ВЭУ) в возобновляемой энергетике. Классификация. Основное и вспомогательное оборудование ВЭУ. Принципиальные схемы ВЭУ. Методика расчета. Выбор исходных данных. Расчет полной энергии ВЭУ. Расчет мощности вырабатываемой ВЭУ. Расчет экономических показателей.	17		22
Тема 2. Принципиальные схемы и термодинамические параметры энергетических установок преобразования геотермальной энергии. Классификация. Принципиальные схемы. Использование энергии в геотермальных ЭУ. Достигнутые параметры. Методика расчета. Выбор исходных данных. Определение типа геотермального района. Определение тепловой мощности ЭУ. Расчет экономических показателей.	17		22
Текущий контроль 1. опрос	2		
Учебный модуль 2. Принципиальные схемы и термодинамические параметры солнечных ЭУ.			
Тема 3. Принципиальные схемы и термодинамические параметры энергетических установок, использующих энергию Солнца. Классификация. Принципиальные схемы тепловых энергетических установок. Достигнутые параметры. Перспективы развития. Методика расчета. Выбор исходных данных. Расчет площади солнечного коллектора. Расчет экономических показателей.	20		22
Тема 4. Принципиальные схемы фотоэлектрических энергетических установок. Достигнутые параметры. Перспективы развития. Методика расчета. Выбор исходных данных. Расчет площади солнечного коллектора. Расчет экономических показателей	14		21
Текущий контроль 2. опрос	2		
Учебный модуль 3. Принципиальные схемы и термодинамические параметры ядерных и термоядерных ЭУ.			
Тема 5. Принципиальные схемы и термодинамические параметры термоядерных энергетических установок. Принципиальные схемы термоядерных энергетических установок (ТЯЭУ). Топливо для ТЯЭУ. Достигнутые параметры термоядерных реакторов. Перспективы развития.	17		21
Тема 6. Принципиальные схемы и термодинамические параметры ядерных энергетических установок. Классификация ЯЭУ. Принципиальные схемы ядерных реакторов. Топливо для ЯЭУ. Материалы для оборудования ЯЭУ. Принципиальные схемы ЯЭУ. Термодинамика процессов.	17		21
Текущий контроль 3. опрос	2		
Учебный модуль 4. Принципиальные схемы и термодинамические параметры магнетогазодинамических ЭУ и ЭУ на водородном топливе.			
Тема 7. Принципиальные схемы и термодинамические параметры магнетогазодинамических генераторов Принципиальная схема МГДГ. Использование энергии плазмы в МГДГ. Принципиальная схема ЭУ с МГДГ Термодинамика процессов. Достигнутые параметры	17		21
Тема 8. Принципиальные схемы и термодинамические параметры энергетических установок на водородном топливе. Принципиальная схема ЭУ на водородном топливе. Использование энергии в ЭХГ. Принципиальная схема ЭУ с ЭХГ Термодинамика процессов. Достигнутые параметры	17		21
Текущий контроль 4. опрос	2		
Промежуточная аттестация по дисциплине экзамен	36		9
ВСЕГО:	180		180

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	1	2			1	1
2	1	2			1	1
3	1	2			1	1
4	1	2			1	1
5	1	2			1	1
6	1	2			1	1
7	1	1			1	1
8	1	1			1	1
ВСЕГО:		14				8

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Расчет мощности ветрогенераторной установки.	1	10			1	4
2	Расчет тепловой мощности геотермальной энергетической установки.	1	6			1	4
3	Расчет характеристик энергетической установки преобразования энергии Солнца в тепловую и электрическую энергию.	1	6			1	4
4	Расчет площади солнечного коллектора.	1	6			1	4
ВСЕГО:			28				16

3.3. Лабораторные занятия.

Не предусмотрено

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Семестр	Кол-во	Семестр	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	Опрос	1	4				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	1	40			1	65
Подготовка к практическим занятиям	1	62			1	82
Подготовка к экзамену	1	36			1	9
ВСЕГО:		138				156

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых активных и интерактивных форм занятий

Не предусмотрено

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов энерго- и теплотехнических специальностей/ Ю.Д.Сибикин, М.Ю. Сибикин.— Электрон.текстовые данные.— М.: Директ-Медиа, 2014. – 229 с.— Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/183472>.— ЭБС «КнигаФонд».
2. Сазанов Б.В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Сазанов Б.В., Ситас В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2014.— 275 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33215>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

3. Злобин В.Г., Горбай С.В., Короткова Т.Ю.Техническая термодинамика. Часть 2. Водяной пар. Циклы теплосиловых установок [Электронный ресурс]: учебное пособие. -2-е изд., испр. и перераб.— Электрон. текстовые данные.— /ВШТЭ СПбГУПТД.- СПб., 2016.-90 с.: ил. 6б, табл. 3.— Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/6.pdf>.— ЭБ ВШТЭ.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Не предусмотрено

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Издательский дом МЭИ [Электронный ресурс] URL: publish@mpei.ru, publish@mpei-publishers.ru.
2. Электронная библиотека «КнигаФонд» [Электронный ресурс] URL: www.knigafund.ru.
3. Электронная библиотека «IPRbooks» [Электронный ресурс] URL: <http://www.iprbookshop.ru>.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1.
2. Microsoft Office Professional 2013.
3. PTC Mathcad 15.

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

1. Стандартно оборудованная аудитория.
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в интернет.
3. Видеопроектор с экраном.
4. Учебная лаборатория тепловых двигателей.
5. Макеты элементов турбин и компрессоров.
6. Натурные образцы элементов проточных частей турбин.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.
2. Каталоги энергетического оборудования.
3. Комплект плакатов.
4. Наборы слайдов на электронном носителе.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекция	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе, если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.</p>
Практические занятия	<p>Работа с теоретическими положениями курса, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Анализ заданий на практических занятиях, решение задач по алгоритмам указанных работ, анализ полученных результатов, формулировка выводов и др.</p>
Самостоятельная работа	<p>Расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на практических занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации.</p> <p>При подготовке к опросам и экзамену необходимо проработать, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на вопросы по экзамену, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-1 (1)	<p>1. Демонстрирует основы инженерных расчетов параметров ЭУ в ВЭ, мероприятия по улучшению их эксплуатационных характеристик и основные направления модернизации.</p> <p>2. Определяет энергетическую и экономическую эффективность разрабатываемых ЭУ в ВЭ; формулировать задания на разработку проектных решений по совершенствованию ЭУ в ВЭ.</p> <p>3. Выбирает приемы рационального использования ЭУ в ВЭ.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Типовое практическое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к экзамену (30 вопросов)</p> <p>2. Перечень практических заданий (10 задач)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
отлично	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание принципиальных схем и термодинамических параметров энергетических установок в возобновляемой энергетике, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь термодинамических параметров для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей термодинамических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний знание принципиальных схем и термодинамических параметров энергетических установок в возобновляемой энергетике, ориентируется в основных понятиях и определениях термодинамических параметров; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей термодинамических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать знание принципиальных схем и термодинамических параметров энергетических установок в возобновляемой энергетике, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей термодинамических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
неудовлетворительно	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные термодинамические параметры энергетических установок в возобновляемой энергетике; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Не знает размерности термодинамических величин, не может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Направления развития энергетических установок в возобновляемой энергетике. Приемы рационального использования.	1
2	Расчет параметров ветроэнергетической установки. Классификация и особенности конструкции.	1
3	Запасы энергии ветра и возможности её использования.	1
4	Расчет параметров ветроколеса.	1
5	Определить мероприятия по улучшению коэффициента использования энергии ветра.	1
6	Определение энергетическую и экономическую эффективность, которую может выработать ветроэнергетическая установка за год с учетом повторяемости скоростей ветра по грациям в заданном районе.	1
7	Расчет параметров, вырабатываемой горизонтально-осевой ветроустановкой и построение зависимости вырабатываемой мощности от скорости ветра для заданного района.	1
8	Расчет параметров солнечного коллектора для обеспечения потребителя горячей водой.	2
9	Определение характеристик солнечного модуля СФЭС на кремниевых монокристаллических солнечных элементах и расчет его КПД.	2
10	Основные направления модернизации и физические основы процессов управляемого термоядерного синтеза.	3
11	Условия осуществимости реакции термоядерного синтеза.	3
12	Основные направления модернизации и принципиальные схемы ТЯЭС.	3
13	Основы инженерного расчета термоядерного реактора (принципиальная схема).	4
14	Разработка новых проектных решений. Международный экспериментальный термоядерный реактор (ИТЭР).	4
15	Основы инженерных расчетов, схема и принцип работы ТОКАМАК.	5
16	Основные направления модернизации, принцип работы и основные характеристики ядерного реактора.	5
17	Основные направления модернизации, состав и компоновка ядерного реактора.	5
18	Мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик ядерного топлива и основы его получения	5
19	Мероприятия по улучшению их эксплуатационных характеристик материалов ядерного реактора и современные требования к ним.	5
20	Основы инженерных расчетов, классификация ядерных реакторов.	5
21	Разработка проектных решений по совершенствованию принципиальных схем АЭС.	5
22	Термодинамические параметры плазмы, находящейся в магнитном поле.	6
23	Принцип действия МГД-генератора.	6
24	Основы инженерных расчетов плазменных МГД-генераторы.	6
25	Мероприятия по улучшению их эксплуатационных характеристик, достоинства и недостатки МГД-генераторов.	6
26	Разработка проектных решений по совершенствованию МГД. Принципиальная схема МГД-электростанции Рязанской ГРЭС.	6
27	Термодинамика процессов электрохимического генератора.	7
28	Разработка проектных решений по совершенствованию ЭХГ. Принципиальная схема ЭУ на водородном двигателе.	7
29	Принципиальные схемы геотермальных ЭУ. Достигнутые параметры работы. Методика расчета параметров геотермальной ЭУ.	8
30	Приемы рационального использования геотермальной ЭУ. Определение теплоемкости водоносного слоя и его температуры при заданной глубине залегания при заданных характеристиках породы слоя.	8

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	<p>Рассчитать мощность, вырабатываемую горизонтально-осевой ветроустановкой, и построить зависимость вырабатываемой мощности от скорости ветра для заданного района Челябинской области.</p> <p><u>Дано:</u> Район Челябинской области – Магнитогорск; Тип ВЭУ: ВЭУ–02; Номинальная мощность $P_n=0,2$ кВт; Минимальная скорость вращения $v_{min}=3$ м/с; Рабочая скорость вращения $v_p=8$ м/с; Максимальная скорость вращения $v_{max}=40$ м/с; Диаметр ветроколеса $D=1,6$ м/с.</p>	<p><u>Обоснование:</u></p> <p>1. Площадь, омываемая ветроколесом: $A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} = 2,01 \text{ м}^2$ где D – диаметр ветроколеса, м.</p> <p>2. Мощность, вырабатываемая ветроустановкой, при рабочей скорости вращения ветроколеса: $P_1 = \rho \frac{A}{2} v^3 \xi \eta = 1,23 \cdot \frac{2,01}{2} \cdot 3^3 \cdot 0,42 \cdot 0,8 = 7 \text{ Вт}$ $P_2 = \rho \frac{A}{2} v^3 \xi \eta = 1,23 \cdot \frac{2,01}{2} \cdot 4^3 \cdot 0,42 \cdot 0,8 = 16,6 \text{ Вт}$ $P_3 = \rho \frac{A}{2} v^3 \xi \eta = 1,23 \cdot \frac{2,01}{2} \cdot 5^3 \cdot 0,42 \cdot 0,8 = 32,4 \text{ Вт}$ $P_4 = \rho \frac{A}{2} v^3 \xi \eta = 1,23 \cdot \frac{2,01}{2} \cdot 6^3 \cdot 0,42 \cdot 0,8 = 56,1 \text{ Вт}$ $P_5 = \rho \frac{A}{2} v^3 \xi \eta = 1,23 \cdot \frac{2,01}{2} \cdot 7^3 \cdot 0,42 \cdot 0,8 = 89 \text{ Вт}$ $P_6 = \rho \frac{A}{2} v^3 \xi \eta = 1,23 \cdot \frac{2,01}{2} \cdot 8^3 \cdot 0,42 \cdot 0,8 = 132,9 \text{ Вт}$ где ρ – плотность воздуха, равная $1,23 \text{ кг/м}^3$; v – скорость ветра, м/с; ξ – коэффициент использования энергии ветра; η – коэффициент, учитывающий потери при передаче мощности от вала ветроколеса до рабочей машины (К.П.Д. ВЭУ).</p> <p>3. Годовая выработка электроэнергии W_r за счет ВЭУ при условии постоянства среднегодовой скорости ветра $v = 7$ м/с: $W_r = P_{ВЭУ} \cdot T = 0,2 \cdot 8760 = 1752 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$ где T – время работы ветроустановки в год, ч.</p> <p>4. Среднегодовая обеспеченность электроэнергией частного дома от ВЭУ: $\Xi_3 = \frac{W_r}{P_r} 100\% = \frac{1752}{8189,3} 100\% = 21,4\%$</p> <p><u>Вывод:</u> мощность, вырабатываемая горизонтально-осевой ветроустановкой составляет 1752 кВт·ч; потребность в электроэнергии электробытовых приборов в частном доме на 21,4% может быть обеспечена за счет ветроэнергетической установки.</p>
2	<p>Исходя из заданного значения температурного градиента q, определить тип геотермального района. Определить теплоемкость водоносного слоя $C_{гн}$ и его температуру $T_{гн}$ при глубине залегания H при заданных характеристиках породы слоя. Определить возможное время использования слоя и тепловую мощность, извлекаемую из него в начале и через n лет эксплуатации. Площадь поверхности принять равной $F=1,0$ км², пористость породы пласта $\alpha=5$ %, удельную теплоемкость породы пласта $C_n=840$ Дж/(кг·°К).</p> <p><u>Дано:</u> Температурный градиент $q=45$ °С/км; Глубина залегания слоя $H=2,5$ км; Толщина слоя $b=600$м;</p>	<p><u>Обоснование:</u> 1. По $q = 45$ °С/км заданный вариант относится к полутермальному району ($q = 40 - 80$ °С/км)</p> <p>2. Теплоемкость водоносного слоя для заданного термального района: $C_{гн} = F \cdot b \cdot [\alpha \cdot \rho_w \cdot C_w + (1 - \alpha) \cdot \rho_n \cdot C_n] =$ $= 10^6 \cdot 500 \cdot [0,05 \cdot 1000 \cdot 4180 + (1 - 0,05) \cdot 2700 \cdot 840] =$ $= 1,18 \cdot 10^{15} \text{ Дж/}^\circ\text{К}$ где F – площадь рассматриваемой поверхности, км²; b – толщина водоносного слоя, м; α – пористость породы, о.е.; $\rho_w = 1000 \text{ кг/м}^3$ – удельная плотность воды; $C_w = 4180 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°К)}$ – удельная теплоемкость воды; ρ_n – удельная плотность породы, в расчетах принять $\rho_n=2700 \text{ кг/м}^3$; C_n – удельная теплоемкость породы.</p> <p>3. Исходная температура водоносного слоя: $T_{гн} = T_{cp} + q \cdot H = 283 + ((40 \cdot 3,5) + 273) = 696 \text{ }^\circ\text{К}$ где T_{cp} – средняя температура на поверхности земли, которая принимается равной 10 °С; q – температурный градиент для заданного термального района, °С/км; H – глубина залегания водоносного слоя, км.</p> <p>4. Тепловой потенциал водоносного слоя:</p>

Период эксплуатации скважины $n=25$ лет.	$P_T = C_{сл} \cdot (\tau_{сл} - \tau_d) = 1,18 \cdot 10^{15} \cdot (696 - 313) = 4,5 \times 10^{17} \text{ Дж}$ <p>где T_0 – минимально допустимая температура слоя, принимается равной 40°C.</p> <p>5. Возможное время использования слоя при отводе от него тепловой энергии:</p> $t_0 = \frac{C_{сл}}{V \cdot \rho_w \cdot C_w} = \frac{1,18 \cdot 10^{15}}{0,1 \cdot 1000 \cdot 4180} = 2,8 \cdot 10^9 \text{ с (89 лет)}$ <p>где V – объемный расход воды при ее закачке для отвода тепла, принимаем в расчетах равным 0,1 м³/(с·км²).</p> <p>6. Тепловая мощность, извлекаемая из слоя в начале эксплуатации:</p> $\left(\frac{dP_T}{dt}\right)_{t=0} = \frac{P_T}{t_0} \cdot e^{-\frac{t}{t_0}} = \frac{4,5 \cdot 10^{17}}{2,8 \cdot 10^9} = 161 \text{ МВт}$ <p>7. Определяется тепловая мощность, извлекаемая из водоносного слоя через 10 лет эксплуатации:</p> $\left(\frac{dP_T}{dt}\right)_{t=n} = \frac{P_T}{t_0} \cdot e^{-\frac{t}{t_0}} = \frac{4,5 \cdot 10^{17}}{2,8 \cdot 10^9} \cdot e^{-\frac{10}{89}} = 144 \text{ МВт}$ <p><u>Вывод:</u> возможное время использования слоя составляет 89 лет; тепловая мощность, извлекаемая из него в начале эксплуатации, составит 161 МВт, а через 10 лет эксплуатации – 144 МВт.</p>
---	--

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения экзамена

- Возможность пользоваться учебной, нормативной литературой, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 45 минут.