

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Энергоэффективные теплотехнологии	<b>Код модуля 1103654</b> Учебный план № 5065, 6009 (очная форма) Учебный план № 5420, 6252 (заочная форма полный срок) Учебный план № 5650, 6298 (заочная форма ускоренная)
<b>Образовательная программа</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код ОП</b> 13.03.01/01.01
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b>	ТОП 1 «Промышленная теплоэнергетика»
<b>Направление подготовки</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 13.03.01
<b>Уровень подготовки</b> бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081</b>

Екатеринбург, 20\_\_

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Мунц Владимир Александрович	Доктор техн. наук, профессор	Зав. каф.	Теплоэнергетика и теплотехника	
2	Черепанова Екатерина Владимировна	Канд. техн. наук, доцент	доцент	Теплоэнергетика и теплотехника	

**Руководитель модуля**

В.А. Мунц

**Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

Е.В. Черепанова

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

**Руководитель образовательной программы (ОП),  
для которой реализуется модуль**

Е.В. Черепанова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ»

1.1. Объем модуля: 10 з.е.

## 1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части ВУЗа.

Модуль "Энергоэффективные теплотехнологии" посвящен изучению общих понятий и основных принципов рационального использования энергоресурсов, мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, а также нетрадиционных и возобновляемых источников в энергетике и различных отраслях промышленности.

## 2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Учебный план № 5065, 6009 (очная форма)

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	7	51	34	0	85	77	Э (18 ч)	180	5
2.	(ВВ) Энергосбережение в энергетике и теплотехнологиях	7	34	34	0	68	94	Э (18 ч)	180	5
<b>Всего на освоение модуля</b>			<b>85</b>	<b>68</b>	<b>0</b>	<b>153</b>	<b>171</b>	<b>36</b>	<b>360</b>	<b>10</b>

Учебный план № 5420, 6252 (заочная форма полного срока обучения)

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	9	14	10	0	24	138	Э (18 ч)	180	5
2.	(ВВ) Энергосбережение в энергетике и теплотехнологиях	9	10	12	0	22	140	Э (18 ч)	180	5
<b>Всего на освоение модуля</b>			<b>24</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>278</b>	<b>36</b>	<b>360</b>	<b>10</b>

Учебный план № 5650, 6298 (заочная форма по ускоренной программе)

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	5	8	6	0	14	148	Э (18 ч)	180	5
2.	(ВВ) Энергосбережение в энергетике и теплотехнологиях	6	8	6	0	14	148	Э (18 ч)	180	5
<b>Всего на освоение модуля</b>			<b>16</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>296</b>	<b>36</b>	<b>360</b>	<b>10</b>

**3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ**

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Порядок изучения дисциплин согласно таблицам из п. 2
3.2.	Кореквизиты	Дисциплины могут изучаться параллельно

#### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

##### 4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения (РО), которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
13.03.01/01.01	РО-09: Способность в рамках производственно-технологической деятельности разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению, выполнять энергетические обследования промышленных предприятий, адаптировать новые энергосберегающие технологии в промышленной теплоэнергетике под имеющиеся ресурсы организации	ПК-10 – готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов; ДПК-1.4 – способность адаптировать новые технологии к условиям производства; ДПК-1.9 – готовность разрабатывать проекты энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, предназначенных для работы в системах энергоснабжения децентрализованных и централизованных потребителей разного назначения.

##### 4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля	ПК-10	ДПК-1.4	ДПК-1.9
1 (ВВ) Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	*	*	*
2 (ВВ) Энергосбережение в энергетике и теплотехнологиях	*	*	*

#### 5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю: 4,0. Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю: нет.

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе модуля  
«Насосное и тепломеханическое оборудование»

**5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

**5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

### **5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

**5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю.**

Не предусмотрено.

**5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю.**

Не предусмотрено.

### **6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ»**

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания проектной группы модуля</b>	<b>Дата заседания проектной группы модуля</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись руководителя проектной группы модуля</b>

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Энергоэффективные теплотехнологии	<b>Код модуля 1103654</b> Учебный план № 5065, 6009 (очная форма) Учебный план № 5420, 6252 (заочная форма полный срок) Учебный план № 5650, 6298 (заочная форма ускоренная)
<b>Образовательная программа</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код ОП</b> 13.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 13.03.01
<b>Уровень подготовки</b> бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081</b>



Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Прошин Александр Сергеевич	-	ассистент	Тепло- энергети- ка и теп- лотехника	

**Руководитель модуля**

В.А. Мунц

**Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

Е.В. Черепанова

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» изучается вместе с дисциплиной «Энергосбережение в энергетике и теплотехнологиях» в одном модуле «Энергоэффективные теплотехнологии». Цель дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» заключается в изучении современных способов использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Вместе с дисциплиной «Энергосбережение в энергетике и теплотехнологиях» курс «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» способствует формированию у студентов теоретических представлений и элементарных практических навыков в области использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и в области экономии энергоресурсов и энергосбережения.

## **1.2. Язык реализации программы – русский.**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках освоения РО-О9 ОП):

РО-О9: Способность в рамках производственно-технологической деятельности разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению, выполнять энергетические обследования промышленных предприятий, адаптировать новые энергосберегающие технологии в промышленной теплоэнергетике под имеющиеся ресурсы организации;

ПК-10 – готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов;

ДПК-1.4 – способность адаптировать новые технологии к условиям производства;

ДПК-1.13 – готовность разрабатывать проекты энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, предназначенных для работы в системах энергоснабжения децентрализованных и централизованных потребителей разного назначения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные нетрадиционные источники энергии, их энергетический потенциал, принципы и методы практического использования.

Уметь:

- рассчитывать тепловые схемы объектов с нетрадиционными источниками энергии, водородных и электрохимических систем.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- владеть проблематикой и применением нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

#### 1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7-й семестр
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
2.	Лекции	51	51	51
3.	Практические занятия	34	34	34
4.	Лабораторные работы			
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>77</b>	<b>12,75</b>	<b>77</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Экзамен, 18</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>180</b>	<b>100,08</b>	<b>180</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>5</b>		<b>5</b>

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420, 6252)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	9-й семестр
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
2.	Лекции	14	14	14
3.	Практические занятия	10	10	10
4.	Лабораторные работы			
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>138</b>	<b>3,6</b>	<b>138</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Экзамен, 18</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>180</b>	<b>29,93</b>	<b>180</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>5</b>		<b>5</b>

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650, № 6298)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5-й семестр
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	6	6	6
4.	Лабораторные работы			
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>148</b>	<b>2,1</b>	<b>148</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Экзамен, 18</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>180</b>	<b>18,43</b>	<b>180</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>5</b>		<b>5</b>

\*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Энергетический потенциал России. Экологические ограничения потребления энергоресурсов. Масштабы использования возобновляемых источников энергии в мире
P2	Геотермальная энергия	Петрогеотермальные ресурсы. Использование геотермальных вод. Варианты ГеоЭС. Проблемы геотермальной энергетики.
P3	Использование энергии Солнца	Оценка солнечной энергии. Применение солнечной энергии для отопления и горячего водоснабжения. Опыт применения солнечных нагревателей. Концентраторы солнечной энергии. Получение электроэнергии. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии на базе фотоэлектрических преобразователей.
P4	Ветроэнергетика	Ветер как источник энергии. Ветроэнергетический кадастр. Диапазон рабочих скоростей ветроэнергетических установок. Работа ветродвигателя с горизонтальной осью вращения. Взаимодействие лопасти

		ветроколеса с потоком. Области использования ветроэнергетических установок.
<b>P5</b>	Использование биомассы в качестве источника энергии	Энергетическое использование древесины и иной биомассы. Анаэробные бактерии. Аэробные бактерии. Производство биогаза. Экономика биогазовых установок. Применение биотехнологий в системе очистки бытовых сточных вод.
<b>P6</b>	Энергетическое использование твердых бытовых отходов	Состав твердых бытовых отходов (ТБО). Способы утилизации ТБО. Схема мусоросжигающего завода. Топки для сжигания ТБО. Сжигание ТБО в энергетических котлах. Перспективные разработки в области утилизации ТБО.
<b>P7</b>	Топки с кипящим слоем	Скорость начала псевдоожигения. Скорость витания. Особенности пузырькового режима псевдоожигения. Топки со стационарным низкотемпературным кипящим слоем. Экологические преимущества топок с кипящим слоем. Топки с циркуляционным кипящим слоем.
<b>P8</b>	Топка с вихревым кипящим слоем для сжигания ТБО	Конструкция топки с вихревым кипящим слоем. Опыт эксплуатации, основные показатели. Преимущества и недостатки топок с вихревым кипящим слоем.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

#### 3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

Объем модуля (зач.ед.): 10

Объем дисциплины (зач.ед.): 5

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)						
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка исследовательского проекта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю
P1	Введение	5	3	3	0		2	2	2	0																		
P2	Геотермальная энергия	20	12	8	4		8	8	5	3																		
P3	Использование энергии Солнца	17	10	6	4		7	7	4	3																		
P4	Ветроэнергетика	28	12	8	4		16	8	5	3											8	1						
P5	Использование биомассы в качестве источника энергии	20	12	6	6		8	8	4	4																		
P6	Энергетическое использование твердых бытовых отходов	23	14	8	6		9	9	5	4																		
P7	Топки с кипящим слоем	32	12	6	6		20	8	4	4		12	1															
P8	Топка с вихревым кипящим слоем для сжигания ТБО	17	10	6	4		7	7	4	3																		
	<b>Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:</b>	162	85	51	34		77	57	33	24		12	12	0	0	0	0	0	0	18	0	0	8	8	0			
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	180	85				95																		0	18	0	0

\*Суммарный объем в часах на мероприятие; указывается в строке «Всего (час.) без учета подготовки к аттестационным мероприятиям»

Для заочной формы полного срока обучения (учебный план № 5420, 6252)

Объем модуля (зач.ед.): 10  
Объем дисциплины (зач.ед.): 5

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																		
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)	Подготовка к аттестационным мероприятиям по модулю в рамках дисциплины (час.)			
								Всего	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*			Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*
P1	Введение	6	1	1	0		5	5	5	0														
P2	Геотермальная энергия	17,8	3	2	1		14,8	14,8	10	4,8														
P3	Использование энергии Солнца	23,6	4	2	2		19,6	19,6	10	9,6														
P4	Ветроэнергетика	31,6	4	2	2		27,6	19,6	10	9,6								8	1					
P5	Использование биомассы в качестве источника энергии	11,8	2	1	1		9,8	9,8	5	4,8														
P6	Энергетическое использование твердых бытовых отходов	17,8	3	2	1		14,8	14,8	10	4,8														
P7	Топки с кипящим слоем	35,6	4	2	2		31,6	19,6	10	9,6				12	1									
P8	Топка с вихревым кипящим слоем для сжигания ТБО	17,8	3	2	1		14,8	14,8	10	4,8														
	<b>Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:</b>	<b>162</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>10</b>		<b>138</b>	<b>118</b>	<b>70</b>	<b>48</b>				<b>12</b>	<b>12</b>			<b>8</b>	<b>8</b>					
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>180</b>	<b>24</b>				<b>156</b>																	
																					<b>18</b>			<b>0</b>

\*Суммарный объем в часах на мероприятие; указывается в строке «Всего (час.) без учета подготовки к аттестационным мероприятиям»

Для заочной формы обучения по ускоренной программе(учебный план № 5650, 6298)

Объем модуля (зач.ед.): 10

Объем дисциплины (зач.ед.): 5

Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий											Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)	Подготовка к аттестационным мероприятиям по модулю в рамках дисциплины (час.)													
			Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)												
								Всего	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*			Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*					
P1	Введение	10	1	1			9	9	9															Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Выполнение и защита проекта по модулю					
P2	Геотермальная энергия	20	2	1	1		18	18	9	9																						
P3	Использование энергии Солнца	20	2	1	1		18	18	9	9																						
P4	Ветроэнергетика	28	2	1	1		26	18	9	9												8	1									
P5	Использование биомассы в качестве источника энергии	20	2	1	1		18	18	9	9																						
P6	Энергетическое использование твердых бытовых отходов	21	2	1	1		19	19	9	10																						
P7	Топки с кипящим слоем	33	2	1	1		31	19	9	10		12	1																			
P8	Топка с вихревым кипящим слоем для сжигания ТБО	10	1	1			9	9	9																							
	<b>Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:</b>	<b>162</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>148</b>	<b>128</b>	<b>72</b>	<b>56</b>		<b>12</b>	<b>12</b>								<b>8</b>	<b>8</b>										
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>180</b>	<b>14</b>				<b>166</b>																	<b>18</b>								

\*Суммарный объем в часах на мероприятие; указывается в строке «Всего (час.) без учета подготовки к аттестационным мероприятиям»



## 4.ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено.

### 4.2. Практические занятия

Очная форма обучения (учебный план № 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1-2	Расчет работы, совершаемой паром в турбине ГеоТЭС	4
P3	3-4	Расчет КПД солнечного коллектора. Расчет солнечной батареи	4
P4	5-6	Расчёт мощности ветротурбины. Расчет мощности ветропарка	4
P5	7-9	Расчёт производительности биореактора	6
P6	10-12	Расчет теплоты сгорания различных топлив, отнесенной на м <sup>3</sup> воздуха. Расчет топки для сжигания ТБО.	6
P7	13-15	Расчет скорости начала псевдооживления, потерь теплоты при сжигании топлива, поверхности водогрейного котла и размеров топки.	6
P8	16-17	Расчет топки с вихревым кипящим слоем	4

**Всего: 34**

Заочная форма полного срока обучения (учебный план № 5420, №6252)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Расчет работы, совершаемой паром в турбине ГеоТЭС	1
P3	1-2	Расчет КПД солнечного коллектора. Расчет солнечной батареи	2
P4	2-3	Расчёт мощности ветротурбины. Расчет мощности ветропарка	2
P5	3-4	Расчёт производительности биореактора	1
P6	4	Расчет теплоты сгорания различных топлив, отнесенной на м <sup>3</sup> воздуха. Расчет топки для сжигания ТБО.	1
P7	4-5	Расчет скорости начала псевдооживления, потерь теплоты при сжигании топлива, поверхности водогрейного котла и размеров топки.	2
P8	5	Расчет топки с вихревым кипящим слоем	1

**Всего: 10**

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Расчет работы, совершаемой паром в турбине ГеоТЭС	1
P3	1	Расчет КПД солнечного коллектора. Расчет солнечной батареи	1
P4	2	Расчёт мощности ветротурбины. Расчет мощности ветропарка	1
P5	2	Расчёт производительности биореактора	1
P6	3	Расчет теплоты сгорания различных топлив, отнесенной на м <sup>3</sup> воздуха. Расчет топки для сжигания ТБО.	1
P7	3	Расчет скорости начала псевдооживления, потерь теплоты при сжигании топлива, поверхности водогрейного котла и размеров топки.	1

**Всего:** 6

#### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Расчёт водогрейного котла с кипящим слоем.

##### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

##### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

##### 4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

##### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

##### 4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

##### 4.3.7. Примерная тематика контрольных работ

Ветроэнергетика

##### 4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

## 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P2. Геотермальная энергия				*								
P3. Использование энергии Солнца				*								
P4. Ветроэнергетика				*								
P5. Использование биомассы в качестве источника энергии				*								
P6. Энергетическое использование твердых бытовых отходов				*								
P7. Топки с кипящим слоем	*											
P8. Топка с вихревым кипящим слоем для сжигания ТБО				*								

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

1. Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. — Москва.: «ИД» БАСТЕТ», 2013. — 368 с. (50 экз.).

#### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Сибикин, М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 229 с. : ил., табл.,

схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2717-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257750> (18.12.2018).

2. Бутузов В.А. Топливо-энергетические ресурсы: статистика производства стран мира // Промышленная энергетика, 2009, №7, с.55-58.

3. Томаров Г.В., Никольский А.И., Семенов В.Н., Шитков А.А., Паршин Б.Е. Тенденции и перспективы развития геотермальной энергетики.// Теплоэнергетика. 2012. №11. с.26-35.

4. Федоров Л.Г. Теплоэлектростанция на альтернативном виде топлива (твердые бытовые отходы) / Л.Г.Федоров, А.С.Маякин, В.Ф.Москвичев // Энергосбережение, 2002. № 2. с.39-41.

5. Баскаков, Альберт Павлович. Котлы и топки с кипящим слоем / А.П. Баскаков, В.В. Мацнев, И.В. Распопов. — М. : Энергоатомиздат, 1995. — 352с. — без грифа. — ISBN 5-283-00206-3 : 27000. (8 экз.).

## **9.2.Методические разработки**

Не используются.

## **9.3.Программное обеспечение**

Операционная система Windows XP.

Пакет Microsoft Office 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access). Математический процессор Mathcad.

## **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru/>

2. Российская Государственная библиотека <http://www.rsl.ru/>

3. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru/>

4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru/>

5. Публичная интернет-библиотека <http://www.public.ru/>

6. Студенческая библиотека <http://www.lib.students.ru/>

7. Научная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Университета <http://www.lib.pu.ru/>

8. Научная электронная библиотека <http://www.eLIBRARY.ru/>

9. [www.rosteplo.ru](http://www.rosteplo.ru) – информационный сервер по теплоснабжению.

## **9.5.Электронные образовательные ресурсы**

Не используются.

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.**

Для изучения лекционного материала предназначена специализированная аудитория Т-1002, оснащённая проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

к рабочей программе дисциплины

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ  
В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 2,0.** Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекций (25)	VII, 1-17	25
Контрольная работа (ветроэнергетика)	VII, 10	75
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение практических занятий (17)	VII, 10-17	17
Домашняя работа (Расчёт водогрейного котла с кипящим слоем)	VII, 10	83
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрено; коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсового проекта**  
не предусмотрено

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр VII	1.0

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.2.1. Примерные задания для проведения контрольной работы.

Студентам предлагается письменно ответить на вопросы типа:

- 1) От чего зависит мощность ветроустановок?
- 2) Можно ли регулировать мощность ветроустановок?
- 3) В каком диапазоне скоростей ветра работает ветроустановка?
- 4) Сколько земли необходимо для размещения малой ветроустановки?
- 5) Как близко можно располагать малую ветростанцию к жилому помещению?
- 6) Есть ли отрицательное воздействие ветростанций на окружающую среду?
- 7) Какие реальные возможности ветроэнергетики России?

### 8.2.2. Примерное задание для проведения домашней работы

Произвести тепловой расчет водогрейного котла со стационарным кипящим слоем, работающего на твердом топливе.

Исходные данные:

- Тепловая мощность котла -  $Q_k$  (задается руководителем).
- Вид топлива (задается руководителем). Размер частиц топлива не превышает 10 мм.
- Сетевая (деаэрированная) вода нагревается в котле от 70 до 140°C.
- Охлаждающие поверхности в топке отсутствуют. Необходимая температура кипящего слоя обеспечивается путем подбора соответствующего значения коэффициента избытка воздуха в топке.
- Температура уходящих газов  $t_{yx}$  (задается руководителем).
- Температура холодного воздуха  $t_{x,в}=30^\circ\text{C}$ .

### 8.2.3. Перечень примерных вопросов для зачета.

Не предусмотрено.

### 8.2.4. Перечень примерных вопросов для экзамена.

3. Для каких целей и как используется тепловая энергия подземных источников.
4. Схемы ГеоЭС.
5. На приемник солнечной энергии падают потоки прямого, рассеянного и отраженного излучения. Дайте представление о каждом из них.
6. Использование солнечной энергии для нагрева теплоносителя.
7. Устройство солнечных коллекторов и их КПД.
8. Получение электроэнергии с использованием солнечного излучения.
9. Зависимость коэффициента использования энергии ветра от быстроходности ветроколеса с горизонтальной осью вращения и числа лопастей.
10. Удельная мощность ветропотока. Диапазон рабочих скоростей ветроэнергетических установок.
11. Ветроэнергетика и парки ветротурбин.
12. Способы термической переработки древесины, древесных отходов, гранул и щепы.
13. Биореактор для переработки органических отходов. Состав биогаза.
14. Проточные аппараты идеального вытеснения (“стержневого течения”) и идеального перемешивания.
15. Способы утилизации твердых бытовых отходов.
16. Схема мусоросжигающего завода.
17. Основные проблемы сжигания твердых бытовых отходов.
18. Что называется псевдооживленным (кипящим) слоем? Скорости начала псевдооживления и витания.



19. Пузырьковый кипящий слой.
20. Топка со стационарным низкотемпературным кипящим слоем, ее основные характеристики.
21. Топки с циркуляционным кипящим слоем.

**8.2.5. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации.**

Не используются.

**8.2.6. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля.**

Не используются.

**8.2.7. Интернет-тренажеры.**

Не используются.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯХ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Энергоэффективные теплотехнологии	<b>Код модуля 1103654</b> Учебный план № 5065, 6009 (очная форма) Учебный план № 5420, 6252 (заочная форма полный срок) Учебный план № 5650, 6298 (заочная форма ускоренная)
<b>Образовательная программа</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код ОП</b> 13.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Теплоэнергетика и теплотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 13.03.01
<b>Уровень подготовки</b> бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081</b>

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Мунц Владимир Александрович	Доктор техн. наук, профессор	Зав. каф.	Тепло- энергети- ка и теп- лотехника	

**Руководитель модуля**

В.А. Мунц

**Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

Е.В. Черепанова

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯХ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Энергосбережение в энергетике и теплотехнологиях» изучается вместе с дисциплиной «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» в одном модуле «Энергоэффективные теплотехнологии». Целью преподавания дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» является изучение студентами системы правовых, организационных, научно-исследовательских, производственных и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов, общих понятий и основных принципов рационального использования энергоресурсов в энергетике и различных отраслях промышленности. Курс должен способствовать формированию у студентов теоретических представлений и элементарных практических навыков в области экономии энергоресурсов и энергосбережения.

## **1.2. Язык реализации программы – русский.**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках освоения РО-О9 ОП):

РО-О9: Способность в рамках производственно-технологической деятельности разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению, выполнять энергетические обследования промышленных предприятий, адаптировать новые энергосберегающие технологии в промышленной теплоэнергетике под имеющиеся ресурсы организации;

ПК-10 – готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов;

ДПК-1.4 – способность адаптировать новые технологии к условиям производства;

ДПК-1.13 – готовность разрабатывать проекты энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, предназначенных для работы в системах энергоснабжения децентрализованных и централизованных потребителей разного назначения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

правовые, технические экономические, экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения);

- основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления,

- основные критерии энергосбережения,

- типовые энергосберегающие мероприятия в энергетике, промышленности и объектах ЖКХ.

Уметь:

- оценивать потенциал энергосбережения в различных технологиях: энергетике, металлургии, газовой промышленности, строительной индустрии, в сельском хозяйстве, на транспорте и в других широко распространенных технологиях;

- планировать мероприятия по энергосбережению и оценивать их экологическую и экономическую эффективность;

-проводить энергоаудит объекта.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- владеть проблематикой энергосбережения,

- методиками оценки потенциала энергосбережения на предприятиях энергетики, промышленности и ЖКХ;

- методами оценки экологических преимуществ и эффективности внедрения типовых мероприятий и энергосберегающих технологий.

#### 1.4.Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7-й семестр
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	34	34	34
4.	Лабораторные работы			
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>94</b>	<b>10,2</b>	<b>94</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Экзамен, 18</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>180</b>	<b>80,53</b>	<b>180</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>5</b>		<b>5</b>

Для заочной формы с полным сроком обучения (учебный план № 5420, 6252)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	9-й семестр
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>
2.	Лекции	10	10	10
3.	Практические занятия	12	12	12
4.	Лабораторные работы			
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>140</b>	<b>3,3</b>	<b>140</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Экзамен, 18</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>180</b>	<b>27,63</b>	<b>180</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>5</b>		<b>5</b>

Для заочной формы обучения по ускоренной программе (учебный план № 5650, № 6298)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6-й семестр
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	6	6	6
4.	Лабораторные работы			
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>112</b>	<b>2,1</b>	<b>112</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Экзамен, 18</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>180</b>	<b>18,43</b>	<b>180</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>5</b>		<b>5</b>

\*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
<b>Р1</b>	Определение потенциала энергосбережения в различных технологиях	Определение потенциала энергосбережения: при производстве тепловой и электрической энергии; при передаче теплоты, в черной и цветной металлургии, в строительстве, при использовании различных видов вторичных энергоресурсов
<b>Р2</b>	Горючие ВЭР	Газообразные, жидкие и твердые горючие ВЭР. Расчет их энергетических характеристик: теплота сгорания, объем воздуха, необходимого для горения, и объемы продуктов сгорания, теоретическая температура горения. Определение автотермичности горючих ВЭР. Расчет дополнительного количества топлива для сжигания низкокалорийных горючих ВЭР.
<b>Р3</b>	Тепловые ВЭР	Газотрубные котлы-утилизаторы. Классификация, основные типы, область применения. Выбор типа котла-утилизатора в зависимости от характеристик отходящих газов. Тепловой расчет газотрубных котлов-утилизаторов. Особенности эксплуатации газотрубных котлов-утилизаторов. Водотрубные кот-

		лы-утилизаторы. Классификация, основные типы, область применения. Выбор типа котла-утилизатора. Специальные котлы-утилизаторы
<b>P4</b>	Энерготехнологическое комбинирование в различных отраслях промышленности	Энерготехнологические установки в доменном производстве. Схема комбинированной установки сжигания и нагрева доменного дутья. Тепловой расчет комбинированной схемы. Энерготехнологические установки в сталеплавильном производстве. Энерготехнологическое комбинирование в прокатном производстве, в целлюлозно-бумажном производстве.
<b>P5</b>	Использование низкопотенциальных вторичных ресурсов	Утилизация теплоты загрязненных жидкостей. Технологическая схема, тепловой расчет. Расчет многокаскадных аппаратов мгновенного вскипания. Утилизация теплоты агрессивных жидкостей. Теплообменники с промежуточным теплоносителем. Конструкции, тепловой расчет.
<b>P6</b>	Использование ВЭР избыточного давления	Направления и общие схемы использования отработавшего пара. Газовые турбины, использующие избыточное давление технологического газа. Расширительные газовые турбины
<b>P7</b>	Энергосбережение в промышленности	Энергосбережение в котельных. Энергосбережение при транспорте тепловой энергии. Лучистое отопление промышленных предприятий
<b>P8</b>	Глубокое охлаждение продуктов сгорания	Типовые котельные с использованием контактных водонагревателей и теплоутилизационных установок. Котельные с использованием конденсационных теплообменников. Теплоутилизационные установки за котлами с использованием КТАНов. Экономия топлива при охлаждении продуктов сгорания до температуры ниже точки росы.

**3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ****3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины**

Для очной формы обучения (учебный план № 5065, 6009)

Объем модуля (зач.ед.): 10

Объем дисциплины (зач.ед.): 5

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)					Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)	Подготовка к аттестационным мероприятиям по модулю в рамках дисциплины (час.)									
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/И семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка исследовательского проекта*			Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*			
P1	Определение потенциала энергосбережения в различных технологиях	7	4	2	2	3	3	1	2															Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Выполнение и защита проекта по модулю		
P2	Горючие ВЭР	15	8	4	4	7	7	3	4																				
P3	Тепловые ВЭР	47	16	8	8	31	13	5	8		18						1												
P4	Энерготехнологическое комбинирование в различных отраслях промышленности	27	8	4	4	19	7	3	4		12	1																	
P5	Использование низкопотенциальных вторичных ресурсов	7	4	2	2	3	3	1	2																				
P6	Использование ВЭР избыточного давления	15	8	4	4	7	7	3	4																				
P7	Энергосбережение в промышленности	23	8	4	4	15	7	3	4										8	1									
P8	Глубокое охлаждение продуктов сгорания	21	12	6	6	9	9	3	6																				
	<b>Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:</b>	162	68	34	34	94	56	22	34								18	0	0	8	8	0							
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	180	68			112																0	18	0	0				

\*Суммарный объем в часах на мероприятие; указывается в строке «Всего (час.) без учета подготовки к аттестационным мероприятиям»



Для заочной формы полного срока обучения (учебный план № 5420, 6252)

Объем модуля (зач.ед.): 10

Объем дисциплины (зач.ед.): 5

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий												Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям по модулю в рамках дисциплины (час.)										
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Выполнение и защита проекта по модулю						
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*					Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*		
P1	Определение потенциала энергосбережения в различных технологиях	10,5	2	1	1		8,5	8,5	8,5																						
P2	Горючие ВЭР	10,5	2	1	1		8,5	8,5	8,5																						
P3	Тепловые ВЭР	21,5	4	2	2		17,5	17,5	8,5	9																					
P4	Энерготехнологическое комбинирование в различных отраслях промышленности	33,1	4	2	2		29,1	17,1	8,5	8,6			12	1																	
P5	Использование низкопотенциальных вторичных ресурсов	19,1	2	1	1		17,1	17,1	8,5	8,6																					
P6	Использование ВЭР избыточного давления	19,1	2	1	1		17,1	17,1	8,5	8,6																					
P7	Энергосбережение в промышленности	28,1	3	1	2		25,1	17,1	8,5	8,6												8	1								
P8	Глубокое охлаждение продуктов сгорания	20,1	3	1	2		17,1	17,1	8,5	8,6																					
	<b>Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:</b>	<b>162</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>12</b>		<b>140</b>	<b>120</b>	<b>68</b>	<b>52</b>			<b>12</b>	<b>12</b>								<b>8</b>	<b>8</b>								
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>180</b>					<b>158</b>																								

\*Суммарный объем в часах на мероприятие; указывается в строке «Всего (час.) без учета подготовки к аттестационным мероприятиям»

Для заочной формы обучения по ускоренной программе(учебный план № 5650, 6298)

Объем модуля (заоч.ед.): 10  
Объем дисциплины (заоч.ед.): 5

Код раздела, темы	Раздел дисциплины	Всего по разделу, теме (час.)	Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий													Подготовка к аттестационным мероприятиям по дисциплине (час.)	Подготовка к аттестационным мероприятиям по модулю в рамках дисциплины (час.)										
			Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)									Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)									
								Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Всего	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*			Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего	Контрольная работа*	Коллоквиум*				
Р1	Определение потенциала энергосбережения в различных технологиях	10	1	1			9	9	9															Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Выполнение и защита проекта по модулю				
Р2	Горючие ВЭР	10	1	1			9	9	9																						
Р3	Тепловые ВЭР	20	2	1	1		18	18	9	9																					
Р4	Энерготехнологическое комбинирование в различных отраслях промышленности	33	2	1	1		31	19	9	10			12	1																	
Р5	Использование низкопотенциальных вторичных ресурсов	20	2	1	1		18	18	9	9																					
Р6	Использование ВЭР избыточного давления	20	2	1	1		18	18	9	9																					
Р7	Энергосбережение в промышленности	29	2	1	1		27	19	10	9												8	1								
Р8	Глубокое охлаждение продуктов сгорания	20	2	1	1		18	18	9	9																					
	<b>Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:</b>	<b>162</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>148</b>	<b>128</b>	<b>73</b>	<b>55</b>			<b>12</b>	<b>12</b>								<b>8</b>	<b>8</b>								
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>180</b>					<b>166</b>																				<b>18</b>				

\*Суммарный объем в часах на мероприятие; указывается в строке «Всего (час.) без учета подготовки к аттестационным мероприятиям»

## 4.ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено.

### 4.2. Практические занятия

Очная форма обучения (учебный план № 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Определение потенциала энергосбережения в различных технологиях	2
P2	2-3	Горючие ВЭР	4
P3	4-7	Тепловые ВЭР	8
P4	8-9	Энерготехнологическое комбинирование в различных отраслях промышленности	4
P5	10	Использование низкопотенциальных вторичных ресурсов	2
P6	11-12	Использование ВЭР избыточного давления	4
P7	13-14	Энергосбережение в промышленности	4
P8	15-17	Глубокое охлаждение продуктов сгорания	6

**Всего:** 34

Заочная форма полного срока обучения (учебный план № 5420, №6252)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Определение потенциала энергосбережения в различных технологиях	1
P2	1	Горючие ВЭР	1
P3	2	Тепловые ВЭР	2
P4	3	Энерготехнологическое комбинирование в различных отраслях промышленности	2
P5	4	Использование низкопотенциальных вторичных ресурсов	1
P6	4	Использование ВЭР избыточного давления	1
P7	5	Энергосбережение в промышленности	2
P8	6	Глубокое охлаждение продуктов сгорания	2

**Всего:** 12

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	1	Тепловые ВЭР	1
P4	1	Энерготехнологическое комбинирование в различных отраслях промышленности	1
P5	2	Использование низкопотенциальных вторичных ресурсов	1
P6	2	Использование ВЭР избыточного давления	1
P7	3	Энергосбережение в промышленности	1
P8	3	Глубокое охлаждение продуктов сгорания	1

**Всего:** 6

#### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

##### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Расчет энерготехнологического агрегата для нагрева металла.

Балансовый расчет содорегенерационного агрегата.

Тепловой расчет энерготехнологической схемы подогрева дутья в доменном производстве с использованием ГТУ.

Тепловой расчет энерготехнологической схемы получения водорода.

Определение температуры точки росы в продуктах сгорания природного газа.

Определение температуры мокрого термометра в продуктах сгорания природного газа.

Тепловой расчет рекуперативного теплообменника для глубокого охлаждения продуктов сгорания

##### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

##### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

##### 4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

##### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Поверочный расчёт котла-утилизатора.

##### 4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

##### 4.3.7. Примерная тематика контрольных работ

Определение потенциала энергосбережения.

##### 4.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

## 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1. Определение потенциала энергосбережения в различных технологиях												
P2. Горючие ВЭР		*										
P3. Тепловые ВЭР	*											
P4. Энерготехнологическое комбинирование в различных отраслях промышленности		*										
P5. Использование низкопотенциальных вторичных ресурсов		*										
P6. Использование ВЭР избыточного давления		*										
P7. Энергосбережение в промышленности		*										
P8. Глубокое охлаждение продуктов сгорания		*										

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1.Рекомендуемая литература**

#### **9.1.1.Основная литература**

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Теплоэнергетика" / [О. Л. Данилов, А. Б. Гаряев, И. В. Яковлев и др.]; под ред. А. В. Клименко .— 2-е изд., стер. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2011 .— 424 с. : ил. ; 25 см .— Осн. термины и понятия: с. 416-419 .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Тираж 1000 экз. — Библиогр.: с. 409-415 .— Предм. указ.: с. 420-423 .— ISBN 978-5-383-00609-2. (49 экз.).
2. Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. — Москва.: «ИД» БАСТЕТ», 2013. — 368 с. (50 экз.).

#### **9.1.2.Дополнительная литература**

1. Данилов О. Л. Использование вторичных энергетических ресурсов : учеб. пособие для студентов вузов / О. Л. Данилов, В. А. Мунц ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2008. — 154 с. (12 экз.).
2. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты / [А. П. Воинов, В. А. Зайцев, Л. И. Куперман, Л. Н. Сидельковский] ; под ред. Л. Н. Сидельковского. — Москва : Энергоатомиздат, 1989. — 270 с. (8 экз.).
3. Сазанов Б. В. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий : учеб. пособие для вузов по специальности "Пром. теплоэнергетика" / Б. В. Сазанов, В. И. Сатас. — М. : Энергоатомиздат, 1990. — 302 с. (21 экз.).
4. Энергосбережение в металлургическом комплексе : учеб.-метод. разработ. для студентов всех форм обучения / Урал. гос. техн. ун-т - УПИ; Сост. Я. М. Щелоков; Науч. ред. Н. И. Данилов. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2002. — 43 с. (64 экз.). То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>.
5. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения [Электронный ресурс] : ГОСТ 31607-2012; Введ. 01.01.15 / — 2015. — Режим доступа [http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru/docs/?nd=1200102306](http://sk5-410-lib.te.at.urfu.ru/docs/?nd=1200102306).

### **9.2.Методические разработки**

1. Поверочный расчет котлов – утилизаторов. Методическое руководство для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Энергосбережение в энергетике и теплотехнологиях». / В.А. Мунц, Е.Ю. Павлюк. Екатеринбург: УрФУ, 2017. 30 с.

### **9.3.Программное обеспечение**

Операционная система Windows XP.

Пакет Microsoft Office 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access). Математический процессор Mathcad.

### **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru/>
2. Российская Государственная библиотека <http://www.rsl.ru/>
3. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru/>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru/>
5. Публичная интернет-библиотека <http://www.public.ru/>
6. Студенческая библиотека <http://www.lib.students.ru/>

7. Научная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Университета

<http://www.lib.pu.ru/>

8. Научная электронная библиотека <http://www.eLIBRARY.ru/>

9. [www.rosteplo.ru](http://www.rosteplo.ru) – информационный сервер по теплоснабжению.

#### **9.5. Электронные образовательные ресурсы**

Не используются.

### **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием.**

Для изучения лекционного материала предназначена специализированная аудитория Т-1002, оснащённая проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

к рабочей программе дисциплины

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ  
В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 2,0.** Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекций (17)	VII, 1-17	17
Мини-контрольные по темам лекций (3)	VII, 4, 8, 12	45
Контрольная работа (Определение потенциала энергосбережения)	VII, 15	38
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение практических занятий (17)	VII, 1-17	17
Домашняя работа (Энерготехнологическое комбинирование в различных отраслях промышленности)	VII, 10	32
Расчетно-графическая работа	VII, 17	51
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрено</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсового проекта не предусмотрено**

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр VII	1.0



## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

## **8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий.

Тестовые задания типа:

1. При использовании газотурбинных расширительных станций:
  - а) газ перед турбиной следует охлаждать;
  - б) газ перед турбиной следует нагревать;
  - в) газ перед турбиной следует дросселировать.
2. Процесс дросселирования это:
  - а) изотермический процесс;
  - б) адиабатный процесс;
  - в) изохорный процесс;
  - г) процесс при постоянной энтальпии.
3. Увеличение (уменьшение) температуры уходящих газов на 20 °С приводит к изменению КПД котла:
  - а) на 1 %;
  - б) на 10 %;
  - в) на 5 %.
4. Увеличение избытка воздуха на 0,1 приводит к увеличению потерь  $q_2$ :
  - а) на 0,5-0,7 %;
  - б) на 5-7 %.
5. Работа котельной установки в режиме пониженного давления приводит:
  - а) некоторому повышению КПД котла;
  - б) резкому повышению КПД котла;
  - в) некоторому понижению КПД котла;
  - г) резкому понижению КПД котла.
6. Для использования тепловой энергии непрерывной продувки устанавливают:
  - а) деаэратор;
  - б) сепаратор и теплообменник;
  - в) котел-утилизатор.
7. С уменьшением нагрузки котла ниже номинальной:
  - а) падают потери теплоты с уходящими газами;
  - б) возрастают потери теплоты с уходящими газами;
  - в) потери теплоты с уходящими газами не изменяются.
8. При переводе всех котлов паровой котельной на водогрейный режим необходима:
  - а) установка вакуумного деаэратора;
  - б) установка атмосферного деаэратора;
  - в) установка котла-утилизатора.
9. При переводе котла на водогрейный режим:
  - а) его КПД падает;
  - б) его КПД возрастает;
  - в) его КПД не изменяется.

10. При пониженных нагрузках котла имеется:
- а) максимальное значение КПД;
  - б) минимальное значение КПД.
11. При полном невозврате конденсата в котельную расход топлива:
- а) снижается на ~15%;
  - б) увеличивается на ~15%;
  - в) не изменяется.
12. Увеличение температуры питательной воды приводит:
- а) к увеличению температуры уходящих газов;
  - б) к уменьшению температуры уходящих газов.
13. При наличии в котельной двух котлов одинаковой мощности выгоднее:
- а) работа одного котла в номинальном режиме;
  - б) работа двух котлов с 50% нагрузкой.
14. Теплотери от неизолированных труб, обусловлены:
- а) конвекцией и излучением;
  - б) конвекцией;
  - в) излучением
15. Удельные (с единицы погонного метра) теплотери от неизолированных труб  $q_l$ , Вт/м:
- а)  $q_l = \pi d(\alpha_{\text{л}} - \alpha_{\text{к}})(t_{\text{т}} - t_{\text{в}})$ ;
  - б)  $q_l = \pi d(\alpha_{\text{л}} + \alpha_{\text{к}})(t_{\text{т}} + t_{\text{в}})$ ;
  - в)  $q_l = \pi d(\alpha_{\text{л}} + \alpha_{\text{к}})(t_{\text{т}} - t_{\text{в}})$ .

### 8.2.2. Примерные задачи для проведения контрольной работы.

#### Задача 1.

Определите КПД котельной, работающей на газе ( $Q_{\text{нт}}^{\text{p}} = 8100$  ккал/нм<sup>3</sup>), если известен расход условного топлива  $b_{\text{у}} = 158,5$  кг у.т/Гкал.

#### Задача 2.

Определите для системы (рис. 1) влияние на годовую потребность в условном топливе изменения КПД отдельных ее элементов ( $\eta_{\text{ит}}$ ,  $\eta_{\text{рс}}$ ,  $\eta_{\text{эн}}$ ) на 5%, если известна величина полезного энергопотребления  $Q_{\text{пол}} = 1$  Гкал/час, продолжительность работы системы  $\tau = 8000$  ч/год и начальные КПД элементов системы  $\eta_{\text{ит}} = 0,9$ ,  $\eta_{\text{рс}} = 0,8$ ,  $\eta_{\text{эн}} = 0,6$ .

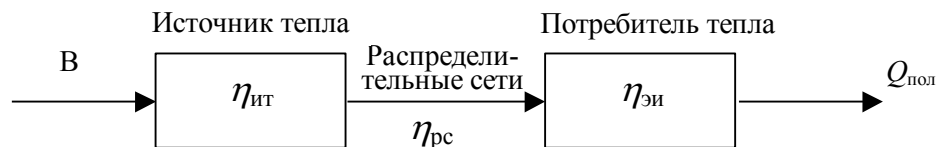


Рис 1. Принципиальная схема энергообеспечения потребителей тепла

Задача 3. Предприятие потребляет в год 25 млн. кВт·ч, сколько это т.у.т.?

#### Задача 4

Определите годовую экономию топлива котельной, вырабатывающей  $5 \cdot 10^5$  Гкал/год и работающей на угле с  $Q_{\text{нуг}}^{\text{п}} = 6000$  ккал/кг, если за счет энергосбережения в предыдущем году ее КПД повысился с 0,7 до 0,75.

#### Задача 5.

Определите изменения в расходах условного топлива и КПД котельной, вырабатывающей  $100 \cdot 10^3$  Гкал/год, при переводе ее с мазута на природный газ, если известно, что удельный расход мазута ( $Q_{\text{нм}}^{\text{п}} = 9500$  ккал/кг) был 131 кг/Гкал, а удельный расход природного газа ( $Q_{\text{нг}}^{\text{п}} = 8100$  ккал/нм<sup>3</sup>) стал 137 нм<sup>3</sup>/Гкал.

#### Задача 6

Промышленное предприятие в течение года потребляет:

природного газа	$G_{\text{г}} = 20 \cdot 10^6$ нм <sup>3</sup> ( $Q_{\text{нг}}^{\text{п}} = 7950$ ккал/нм <sup>3</sup> );
мазута	$M = 1,2 \cdot 10^6$ т ( $Q_{\text{нм}}^{\text{п}} = 10000$ ккал/кг);
угля	$Y = 9 \cdot 10^4$ т ( $Q_{\text{нуг}}^{\text{п}} = 4500$ ккал/кг).

Определите потребности предприятия в условном топливе.

#### Задача 7

Предприятие на технологию и выработку тепловой и электрической энергии на собственной ТЭЦ использует мазут с  $Q_{\text{н}}^{\text{п}} = 12100$  ккал/кг.

Дополнительное потребление электроэнергии предприятием составляет  $\mathcal{E}_{\text{АО}} = 80$  млн. кВт·ч/год.

Потребление мазута на технологию составляет  $M = 400$  т/год. ТЭЦ вырабатывает  $Q = 50 \cdot 10^3$  Гкал/год тепловой энергии с удельным расходом условного топлива  $b_{\text{тг}} = 160$  кг у.т./Гкал и  $\mathcal{E} = 20 \cdot 10^6$  кВт·ч/год с удельным расходом условного топлива  $b_{\text{э}} = 320$  г у.т./кВт·ч.

Определите годовое потребление предприятием энергии в условном топливе.

#### Задача 8

Подлежит ли потребитель ТЭР согласно Федеральному закону «Об энергосбережении» обязательным энергетическим обследованиям, если в течение года потребляет:

природного газа	$G_{\text{г}} = 15 \cdot 10^5$ нм <sup>3</sup> ( $Q_{\text{нг}}^{\text{п}} = 8100$ ккал/нм <sup>3</sup> );
электроэнергии	$\mathcal{E} = 25 \cdot 10^9$ кВт·ч;
тепловой энергии	$Q = 7,5 \cdot 10^3$ Гкал;
вторичных энергоресурсов (горючих) самого предприятия	$G_{\text{втг}} = 15 \cdot 10^3$ т ( $Q_{\text{нвтг}}^{\text{п}} = 3500$ ккал/кг).

#### Задача 9

Определите часовую экономию условного топлива при уменьшении температуры уходящих газов от 190 до 130°C для котла, работающего на природном газе при следующих условиях: тепловая мощность котла 50 МВт, КПД котла брутто  $\eta_{\text{к.бр}} = 79$  %, объем дымовых газов  $V_{\text{yx}} = 11,2$  м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость дымовых газов  $C_{\text{yx}} = 1,34$  кДж/кг·К.

#### Задача 10

Определите годовые суммарные потери условного топлива без использования тепловой энергии продувочной воды в котельной. Паропроизводительность котельной  $D_{\text{к}} = 48$  т/ч, абсолютное давление насыщенного пара  $P_{\text{п}} = 1,4$  МПа, температура исходной воды, поступающей в котельную  $t_{\text{хв}} = 10$  °С, годовое число часов использования номинальной паропроизводительности котельной  $\tau = 6500$  ч,  $\eta_{\text{ка}}^{\text{бр}} = 0,73$ . Суммарные потери пара и конденсата в долях паропроизводительности котельной  $P_{\text{к}} = 0,41$ .

### Задача 11

Оцените среднегодовую экономию топлива в действующей промышленной котельной, теплопроизводительность которой  $Q=240$  ГДж/ч, за счет снижения температуры уходящих газов  $t_{yx}$  с  $190$  до  $140^\circ\text{C}$ . Топливо – мазут ( $Q_{\text{н}}^{\text{п}}=39,8$  МДж/кг), сжигание топлива производится при  $q_3=0$ , температура воздуха, подаваемого в котельный агрегат,  $t_{\text{в}}=20^\circ\text{C}$ , максимальная температура дымовых газов  $t_{\text{max}} = 2060^\circ\text{C}$ ,  $c' = 0,83$ ,  $k = 0,78$ ,  $n=0,9$ . Состав продуктов сгорания мазута:  $\text{CO}_2 = 10\%$ ,  $\text{CO} = 0,8\%$ ,  $\text{CH}_4 = 0,05\%$ ,  $\text{H}_2 = 0,06\%$ . Годовое число часов использования паропроизводительности котельной  $\tau = 4200$  ч.

### Задача 12

Котел имеет тепловую мощность  $16$  МВт. В котле сжигают газ северных месторождений с коэффициентом избытка воздуха  $1,3$ . Температура уходящих газов составляет  $160^\circ\text{C}$ . Как изменится КПД котла, если коэффициент избытка воздуха станет равным  $1,5$

### Задача 13

Котел имеет тепловую мощность  $10$  МВт. В котле сжигают газ северных месторождений с коэффициентом избытка воздуха  $1,4$ . Температура уходящих газов составляет  $160^\circ\text{C}$ . Как изменится КПД котла, если коэффициент избытка воздуха станет равным  $1,8$ .

### Задача 14

Котел имеет тепловую мощность  $10$  МВт. В котле сжигают газ северных месторождений с коэффициентом избытка воздуха  $1,3$ . Температура уходящих газов составляет  $160^\circ\text{C}$ . Как изменится КПД котла, если за счет установки дополнительных поверхностей нагрева температура уходящих газов снизится на  $42^\circ\text{C}$ .

### Задача 15

Рассчитать потери неизолированной тепловой сети длиной  $1,5$  км с температурой теплоносителя  $t=80^\circ\text{C}$ , при температуре окружающего воздуха  $t_{\text{н}}=-20^\circ\text{C}$  в безветренную погоду. Диаметр трубопровода  $d=219$  мм теплопроводность воздуха и вязкость воздуха принять равными  $\lambda=2,83 \cdot 10^{-2}$  Вт/мК и  $\nu=19 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с;  $\text{Pr}=0,71$ .

### Задача 16

Рассчитать температуру точки росы и мокрого термометра для продуктов сгорания газа северных месторождений, сжигаемого с коэффициентом избытка воздуха  $\alpha = 1,2$ . Температура газов  $170^\circ\text{C}$ . Как изменится температура точки росы, если коэффициент избытка воздуха увеличится до значения  $1,5$ .

### Задача 17

Паропроизводительность котла  $50$  т /час, из них  $45\%$  конденсата возвращается с температурой  $92^\circ\text{C}$ , температура сырой воды  $10^\circ\text{C}$ . Определить перерасход топлива (газ северных месторождений).

### Задача 18

Рассчитать количество теплоты, воспринятое в теплообменнике для глубокого охлаждения продуктов сгорания природного газа. Расход топлива северных месторождений  $20$  тыс. м<sup>3</sup>/час. Температура газов на входе в теплообменник  $160^\circ\text{C}$ , на выходе из теплообменника  $40^\circ\text{C}$ . Коэффициент избытка воздуха за котлом  $1,4$ .

### Задача 19

Определить экономию топлива (газ северных месторождений) при использовании ЭТА в прокатном производстве для металлургической печи производительностью  $68$  тонн стали в час. Температуры: металла -  $1150^\circ\text{C}$ , газов на выходе из печи -  $1350^\circ\text{C}$ , подогрева воздуха  $400^\circ\text{C}$ .

### Задача 20

Температура наружного воздуха  $t_1$  изменилась от  $-20^\circ\text{C}$  до  $+20^\circ\text{C}$ , как изменится полезная работа турбины при степени повышения давления  $\pi=13,8$  и температуре газов перед турбиной равной  $t_3=1030^\circ\text{C}$ ? Теплоемкость воздуха принять равной  $c_p=1$  кДж/кг

### Задача 21

Расход газа на расширительную турбину составляет  $210 \times 10^3$  м<sup>3</sup>/ч. Давление газа: перед турбиной  $1,3$  МПа, после турбины  $0,17$  МПа. Температура газа: перед турбиной  $175^\circ\text{C}$ . Рассчитать мощность газовой расширительной турбины и количество теплоты, затраченное на

подогрев природного газа, при его начальной температуре равной 5°C. Теплоемкость природного газа принять равной 1,55 кДж/м<sup>3</sup>К.

### 8.2.3. Примерное задание для проведения домашней работы

Определить требуемый расход газов на установку сухого тушения кокса Н.-Тагильского металлургического комбината при следующих исходных данных: Расход кокса – 1450 т/сутки. Температура кокса – на входе в камеру 800°C, на выходе из камеры - 250°C, теплоемкость кокса соответственно 1,45 КДж/кг·К и 0,95 КДж/кг·К. Теплота сгорания кокса 29,7 МДж/кг; теоретически необходимое количество воздуха 8,2 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Температура газов на входе в камеру тушения 150°C; на выходе из камеры тушения - 720°C.

### 8.2.4. Примерное задание для проведения расчетно-графической работы.

Выполнить поверочный расчёт котла-утилизатора. Исходными данными для расчета котла-утилизатора являются:

- тип котла-утилизатора;
- расход газов через котел-утилизатор -  $G_0$ , м<sup>3</sup>/с;
- температура газов перед котлом-утилизатором -  $t_g$ , °C;
- требуемое давление перегретого пара -  $P_{пп}$ , Па;
- температура перегретого пара -  $t_{пп}$ , °C;
- температура питательной воды на входе в котел -  $t_{пв}$ , °C;
- состав газа, %.

Каждому студенту выдаются чертежи (продольные и поперечные разрезы) котла-утилизатора, рекомендуются справочные материалы и техническая литература. Все дополнительные данные, необходимые для выполнения работы, студент выбирает самостоятельно, пользуясь при этом чертежами, учебной и справочной технической литературой.

Все расчеты выполняются в соответствии и на основе действующих нормативных методов теплового расчета котельных агрегатов.

### 8.2.5. Перечень примерных вопросов для зачета.

Не предусмотрено.

### 8.2.6. Перечень примерных вопросов для экзамена.

1. Горючие ВЭР.
2. Газообразные горючие ВЭР.
3. Огневое обезвреживание горючих шламов металлургических производств.
3. Водотрубные котлы-утилизаторы
4. Газотрубные котлы-утилизаторы.
5. Тепловой расчет котлов-утилизаторов
6. КУ за обжиговыми печами серного колчедана
7. Установки сухого тушения кокса.
8. Тепловой баланс УСТК
9. Определение объема камеры сухого тушения кокса.
10. Котлы-утилизаторы охладители конверторных газов.
11. Энерготехнологическое комбинирование в прокатном производстве.
12. Содорегенерационный энерготехнологический агрегат.
13. Энерготехнологическое комбинирование при получении водорода
14. Энерготехнологическое комбинирование в доменном производстве.
15. Паровые аккумуляторы низкого давления.
16. Паровые аккумуляторы высокого давления.
17. Утилизация теплоты загрязненных жидкостей в аппаратах мгновенного вскипания.
18. Охлаждение агрессивных жидкостей.
19. Влажный воздух и влажные продукты сгорания природного газа.
20. Определение температуры мокрого термометра.

21. Определение температуры точки росы.
22. Контактные теплообменники с керамической насадкой
23. Расчет контактного теплообменника с керамической насадкой
24. Газотурбинная расширительная станция
25. Энергосбережение в котельных.
26. Энергосбережение в котельных и тепловых сетях
27. Системы инфракрасного обогрева помещений
28. Удельные расходы топлива

**8.2.7. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации.**

Не используются.

**8.2.8. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля.**

Не используются.

**8.2.9. Интернет-тренажеры.**

Не используются.