

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.06**

Энергосбережение и энергоэффективность теплоэнергетических установок и систем

Учебный план: ФГОС3++b130301-4\_23-14.plx

Кафедра: 24 Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:  
(специализация) Энергетика теплотехнологий

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
7	УП	34	17	56,75	0,25	Зачет
	РПД	34	17	56,75	0,25	
Итого	УП	34	17	56,75	0,25	
	РПД	34	17	56,75	0,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Громова Е.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой промышленной  
теплоэнергетики

Сморозин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** ознакомление обучающихся с передовыми методами управления производством, передачи и потребления энергии и применяемым энергосберегающим оборудованием; основами проведения энергетических обследований потребителей энергетических ресурсов; типовыми энергосберегающими мероприятиями в энергетических и технологических установках, тепловых и электрических сетях, зданиях и сооружениях.

### 1.2 Задачи дисциплины:

научить обучающихся выполнять инженерные расчёты топочных и теплообменных процессов, составлять, решать и анализировать уравнения материального и теплового балансов, принимать экономически обоснованные решения в области энергосберегающих мероприятий.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Отопительные котельные

Анализ и диагностика производственно-хозяйственной деятельности предприятия

Источники тепловой и электрической энергии

Теплообменное оборудование теплоэнергетических предприятий

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-4.2: Готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению теплотехнологических процессов и оборудования объектов профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b> современные энергосберегающие технологии, мероприятия по энерго- и ресурсосбережению систем и комплексов высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии
<b>Уметь:</b> составлять энергетические балансы теплотехнологических схем и их элементов, рассчитывать технико-экономические показатели систем высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии, определять затраты энергетических, материальных ресурсов в системах высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии, анализировать и применять отечественный и зарубежный опыт при планировании мероприятий ресурсосбережению на производстве.
<b>Владеть:</b> навыками повышения показателей эффективности систем и комплексов высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии, методами оценки эффективности энергосберегающих мероприятий и технологий.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Первичные и вторичные топливно-энергетические ресурсы	7					П
Тема 1. Тенденции и вызовы развития мировой энергетики и энергетики РФ. Оценка состояния и тенденций развития энергетики Российской Федерации. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года (утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р)		4	2	6	НИ	
Тема 2. Первичные и вторичные топливно-энергетические ресурсы. Невозобновляемые ТЭР. Возобновляемые ТЭР. Тепловые насосы для утилизации низкопотенциальных тепловых ВЭР. Принцип работы двигателя Стирлинга. Конструкции котлов-утилизаторов, тепловой баланс. «Глубокое» охлаждение уходящих газов: принципиальная схема, оценка эффективности. Утилизация теплоты уходящих газов в контактном теплообменнике с активированными насадками (КТАН) и высокотемпературном подогревателе		6	2	5	НИ	
Тема 3. Технологии производства газообразного и жидкого топлива из органических отходов. Схема получения свалочного газа. Анаэробное сбраживание органического сырья (метаногенерация). Схемы производства биодизеля.		2	2	6	НИ	
Раздел 2. Технологии управления парниковыми газами					П	

<p>Тема 4. Зеленые сертификаты: мировой опыт и планы в России. Директива Европейского парламента Совета Европейского Союза 2009/28/ЕС от 23 апреля 2009 г. о стимулировании использования энергии из возобновляемых источников, основные положения. Рынки добровольных зеленых сертификатов и рынки с обязательствами. Концепция системы обращения сертификатов, подтверждающих производство электроэнергии с использованием ВИЭ в России.</p>	2	2	6	НИ	
<p>Тема 5. Carbon Border Adjustment Mechanism. Методы расчета углеродного следа. Федеральный закон РФ «Об ограничении выбросов парниковых газов» № 296-ФЗ от 02.07.2021 Региональные программы по управлению выбросами ПГ в России. Национальное углеродное соглашение.</p>	4	1	6	НИ	
<p>Тема 6. Способы улавливания, утилизации и хранения парниковых газов. Carbon Capture, lization and Storage. Схема проекта CCUS с последующим использованием CO2 в качестве агента МУН. Инвестиционные «углеродные» проекты. Опыт иностранных компаний и отечественный опыт реализации «углеродных» проектов на примере Архангельского ЦБК</p>	4	2	8	НИ	
<p>Раздел 3. Методы оценки и регулирования энергоэффективности и энергосбережения</p>					
<p>Тема 7. Основные меры государственной политики РФ в области энергоэффективности. Обеспечение энергетической эффективности зданий, строений, сооружений. Классы энергетической эффективности многоквартирных жилых домов. Инициативы и предложения в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Развитие ГИС «Энергоэффективность»</p>	4	2	8	НИ	П

Тема 8. Энергосбережение в ЖКХ. Основные мероприятия, проводимые в рамках энергоэффективного капитального ремонта. Повышение теплозащиты наружных стен и верхнего покрытия крыши, совмещенного с кровлей. Автоматизированные узлы управления и регулирования потребления ресурсов.	4	4	6	НИ	
Тема 9. Энергоаудит. Структура и основные разделы отчета о проведении энергообследования. Энергетический паспорт. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению ISO 50001. Энергетический анализ. Показатели энергетической результативности. Бенчмаркинг. Этапы проведения бенчмаркинга	4		5,75	НИ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	56,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	51,25		56,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-4.2	Имеет представление о передовых методах управления производством, передачи и потребления энергии и применяемом энергосберегающем оборудовании; методах проведения энергетических обследований потребителей энергетических ресурсов; типовых энергосберегающих мероприятиях в энергетических и технологических установках, тепловых и электрических сетях, зданиях и сооружениях. Способен оценивать энергетическую эффективность оборудования, технологических установок, производств; оценивать экономию энергетических ресурсов за счет проведения энергосберегающих мероприятий. Демонстрирует владение навыками составления и анализа энергетических балансов аппаратов, технологических установок, зданий и сооружений, промышленных предприятий и коммунальных потребителей.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий понимание предмета. Умение применять теоретические знания для решения	Выполненное задание полностью соответствует всем предъявляемым требованиям. Оригинальный подход к решению поставленной задачи.

	практических задач. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	
Не зачтено	Ответ неполный. При понимании сущности предмета в целом присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления.

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

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 7	
1	К какому типу топливно-энергетических ресурсов относится торф?
2	Что такое энергетическая эффективность?
3	К какой группе вторичных ТЭР относятся коро-древесные отходы ЦБП?
4	Сколько тонн отработанного ядерного топлива накоплено на сегодняшний день на объектах Госкорпорации «Росатом»?
5	Какой год выбран для установления базового уровня показателей и параметров в Энергетической стратегии РФ 2035?
6	Когда была принята Директива Европейского парламента Совета Европейского Союза о стимулировании использования энергии из возобновляемых источников?
7	Что такое зеленый сертификат?
8	Как называется процесс разложение тяжелых органических веществ на более легкие при нагревании и в отсутствии кислорода?
9	Что такое бенчмаркинг?
10	Что является главной задачей бенчмаркинга?
11	Сколько классов энергоэффективности существует? Перечислите их.
12	Что такое СВМ?
13	Какой документ устанавливает требования к разработке, внедрению, поддержанию и улучшению системы энергетического менеджмента?
14	Перечислите основные показатели решения задачи развития энергосбережения и повышения энергоэффективности в отраслях топливно-энергетического комплекса.
15	Что является приоритетами государственной энергетической политики Российской Федерации?
16	Что такое невозобновляемые ТЭР? Приведите примеры.
17	Что такое возобновляемые ТЭР? Приведите примеры.
18	Что такое вторичные топливно-энергетические ресурсы (ВТЭР)?
19	Что такое углеродоемкость?
20	На какие группы разделяются ВТЭР?
21	Что такое тепловой насос?
22	Что такое двигатель Стирлинга? Приведите пример практического применения.
23	Опишите принцип работы вихревой трубки Ранка-Хилша.
24	В чем заключается основная цель составления теплового баланса котла-утилизатора?
25	Каким образом можно оценить экономию условного топлива в случае применения котла-утилизатора?
26	Назовите отличительные особенности схемы «глубокого» охлаждения уходящих газов.
27	За счет чего достигается экономический эффект в схемах «глубокого» охлаждения уходящих газов? Как его оценить?
28	Опишите принцип работы контактного газового подогревателя с активированной насадкой.
29	Что является основной целью Федерального закона РФ «Об ограничении выбросов парниковых газов» № 296-ФЗ?
30	Что такое энергетический эквивалент?
31	Перечислите основные меры по ограничению выбросов парниковых газов, указанные в ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».
32	Что такое CCUS?
33	Какие решения для улавливания и хранения углерода существуют?

34	Что такое свалочный газ?
35	Что такое биодизель?
36	Из каких стадий состоит процесс анаэробного сбраживания органических отходов?
37	Для каких целей была разработана ГИС «Энергоэффективность»?
38	Что такое энергосервисный договор (контракт)?
39	Назовите основные мероприятия, которые проводятся в ходе энергоэффективного капитального ремонта.
40	Из каких разделов состоит энергетический паспорт объекта?
41	Что такое ISO 50001?

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Составить уравнение теплового баланса воздухоподогревателя, определить расход пара, диаметр паропровода, диаметр конденсатопровода, размеры воздухопроводов до и после калорифера, расход топлива и стоимость нагревания воздуха.

температура воздуха до калорифера  $t_{в1} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 температура воздуха после калорифера  $t_{в2} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 объемный расход воздуха после калорифера  $V_{в2} = 10000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  
 давление пара в калорифере  $P_p = 3 \text{ ата (} 3 \cdot 10^5 \text{ Па)}$ .

2. Определить количество пара, вырабатываемого котлом-утилизатором, установленным за мартеновской печью, а также рассчитать годовую экономию топлива (природного газа).

начальная температура газов  $t_{r1} = 700 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 конечная температура газов  $t_{r2} = 160 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 объемный расход газов  $V_r = 12000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  
 давление пара, вырабатываемого котлом-утилизатором  $P_p = 40 \cdot 10^5 \text{ Па (} 40 \text{ ата)}$ .

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  + Письменная  + Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На решение практико-ориентированного задания и подготовку устного ответа отводится 25 минут

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Стрельников, Н. А.	Энергосбережение	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/47729.html">http://www.iprbookshop.ru/47729.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
А.П. Бельский, В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/energosebereg13.htm">http://www.nizrp.narod.ru/energosebereg13.htm</a>
В.Ю. Лакомкин, Е.Н. Громова, С.Н. Смородин	Задачи по энергосбережению [Текст]: сборник задач	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2018_10_09_02.pdf">https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2018_10_09_02.pdf</a>



В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин, Е.Н. Громова	Гидродинамика и теплообмен в газодисперсных потоках [Текст]: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/21.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/21.pdf</a>
С.Н. Смородин, В.Н. Белоусов, В.Ю. Лакомкин	Методы энергосбережения в энергетических, технологических установках и строительстве [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/10.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/10.pdf</a>
В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, В.Ю. Лакомкин	Энергосбережение и выбросы парниковых газов (СО <sub>2</sub> ) [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/9.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/9.pdf</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Некоммерческое партнерство инженеров АВОК [Электронный ресурс]. URL: <https://www.abok.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional 2013

MicrosoftWindows 8

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
А-206а	Лабораторные установки для исследования гидродинамики и теплообмена в газодисперсных потоках и при сушке волокнистых материалов