

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.04

Энергосбережение на теплоэнергетических объектах

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

Кафедра: Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Промышленная теплоэнергетика

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

ПК-4.1: Готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на теплоэнергетических объектах в соответствии с технологией производства тепловой и электрической энергии

Знать: современные энергосберегающие технологии, мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на теплоэнергетических объектах

Уметь: составлять энергетические балансы теплотехнологических схем и их элементов, рассчитывать технико-экономические показатели систем теплоэнергоснабжения, определять затраты энергетических, материальных ресурсов в системах теплоэнергоснабжения, анализировать и применять отечественный и зарубежный опыт при планировании мероприятий ресурсосбережению на производстве.

Владеть: навыками повышения показателей эффективности систем теплоэнергоснабжения, 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. Высокотемпературные установки и энергосбережение						
Тема 1. Промышленные печи. Классификация печей по технологическим признакам и конструктивному исполнению. Доменные печи. Мартеновские печи. Шахтные печи. Электрические печи. Нагревательные печи камерного типа. Туннельные печи. Вращающиеся печи. Печные установки целлюлозно-бумажного производства. Вращающиеся печи для обжига известняка и регенерации извести. Печи для сжигания серы. Печи с кипящим слоем. Горелки для печных установок. Расчёт горелочных устройств и топок для печей. Уравнение теплового баланса печи. КПД печи Особенности организации топочных процессов в промышленных печах. Аэродинамика и теплообмен в печных установках. Нагрев тонких тел. Нагрев массивных тел. Термические напряжения. Электрические нагревательные печи. Методика расчёта промышленных печей.	7	6	2	6	НИ	П
Тема 2. Регенерация теплоты высокотемпературных установок. Котлы-утилизаторы. Теплофикационные теплообменники. Мокрые скрубберы.		4	2	5	НИ	
Тема 3. Улавливание вредных газовых и пылевидных веществ с целью предотвращения загрязнения окружающей среды. Улавливание технологически ценных газообразных и пылевидных веществ. Утилизация теплоты паровых котлов.		2	2	6	НИ	
Раздел 2. Природные топлива и горючие отходы						П

<p>Тема 4. Основные виды и состав топлива. Определение теплоты сгорания топлива и горючих веществ. Тепловой баланс топки. Устойчивость топочного процесса. Развитие горящего факела при сжигании газа. Организация процесса сжигания жидкого топлива. Влияние распыла на интенсивность процесса горения. Подготовка и сжигание древесной коры и отходов. Подготовка и сжигание лигнина. Сжигание биологического ила.</p>	6	2	6	НИ	
<p>Тема 5. Газификация твёрдых топлив. Получение генераторного газа. Слоевые генераторы. Интенсификация процессов газификации методом повышения давления и обогащения дутьевого воздуха кислородом. Газификация зернистого топлива в кипящем слое. Методика расчёта процессов газификации твёрдого топлива. Конструкции газогенераторов. Очистка генераторного газа. Схемы газогенераторных станций. Термические процессы коксования. Коксогазовые печи. Полукоксование. Энерготехнологическое использование твёрдого топлива.</p>	4	3	6	НИ	
<p>Тема 6. Регенерация щелоков. Организация топочных процессов в содорегенерационных котлоагрегатах (СРК). Материальный баланс. Конструкции содорегенерационных котлоагрегатов. Основные закономерности и повышение эффективности топочных процессов в СРК. Снижение химической и механической неполноты сгорания. Мероприятия по снижению уноса. Повышение устойчивости топочных процессов при сжигании влажного щёлочка. Предотвращение топочных взрывов. Утилизация теплоты уходящих газов. Тепловой баланс СРК.</p>	4	2	8	НИ	
<p>Раздел 3. Энергосбережение и энергоаудит на объектах теплоэнергетики и в ЖКХ</p>					
<p>Тема 7. Теплоснабжение и типовые энергосберегающие мероприятия в ЖКХ. Требования к энергосберегающим мероприятиям. Энергосбережение в строительстве. Тепловые потери зданий и их минимизация. Классификация энергоэффективных домов. Стандартизация энергоэффективности домов. Энергосберегающие технологии</p>	2	2	8	НИ	П

Тема 8. Методика и организация проведения энергоаудита. Виды энергоаудита. Энергообследование первого и второго уровня. Цели и задачи энергоаудита. Инструментальное обследование. Система энергоснабжения предприятия. Энергетический паспорт промышленных предприятий и объектов ЖКХ. Цели подготовки энергетического паспорта. Данные, входящие в состав энергетического паспорта	4	2	6	НИ	
Тема 9. Организация учета топлива, тепловой и электрической энергии, воды и сжатого воздуха. Использование средств учета и регулирования расхода энергоресурсов в жилищно-коммунальном хозяйстве. Приборы учета холодной и горячей воды. Приборы учета тепловой энергии. Приборы для учета отпускаемой тепловой энергии. Приборы регулирования для систем отопления и горячего водоснабжения. Учет природного газа. Приборы учета электрической энергии. Системы учета энергоресурсов	2		5,75	НИ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	56,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине	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-4.1	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 практических задач. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	Выполненное задание полностью соответствует всем предъявляемым требованиям. Оригинальный подход к решению поставленной задачи.
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 разложения тяжелых органических веществ на более легкие при нагревании и в отсутствие кислорода?
9	Что такое бенчмаркинг?
10	Что является главной задачей бенчмаркинга?
11	Сколько классов энергоэффективности существует? Перечислите их.
12	Что такое СВМ?
13	Что такое энергосервисный договор (контракт)?
14	Какой документ устанавливает требования к разработке, внедрению, поддержанию и улучшению системы энергетического менеджмента?
15	Перечислите основные показатели решения задачи развития энергосбережения и повышения энергоэффективности в отраслях топливно-энергетического комплекса.
16	Что является приоритетами государственной энергетической политики Российской Федерации?
17	Назовите основные мероприятия, которые проводятся в ходе энергоэффективного капитального ремонта.
18	Что такое невозобновляемые ТЭР? Приведите примеры.
19	Что такое возобновляемые ТЭР? Приведите примеры.
20	Что такое вторичные топливно-энергетические ресурсы (ВТЭР)?
21	Что такое углеродоемкость?
22	На какие группы разделяются ВТЭР?
23	Что такое тепловой насос?
24	Что такое двигатель Стирлинга? Приведите пример практического применения.
25	Опишите принцип работы вихревой трубки Ранка-Хилша.
26	В чем заключается основная цель составления теплового баланса котла-утилизатора?
27	Каким образом можно оценить экономию условного топлива в случае применения котла-утилизатора?
28	Назовите отличительные особенности схемы «глубокого» охлаждения уходящих газов.
29	За счет чего достигается экономический эффект в схемах «глубокого» охлаждения уходящих газов? Как его оценить?
30	Опишите принцип работы контактного газового подогревателя с активированной насадкой.

31	Что является основной целью Федерального закона РФ «Об ограничении выбросов парниковых газов» № 296-ФЗ?
32	Из каких разделов состоит энергетический паспорт объекта?
33	Что такое энергетический эквивалент?
34	Перечислите основные меры по ограничению выбросов парниковых газов, указанные в ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».
35	Что такое CCUS?
36	Какие решения для улавливания и хранения углерода существуют?
37	Что такое свалочный газ?
38	Что такое биодизель?
39	Из каких стадий состоит процесс анаэробного сбраживания органических отходов?
40	Что такое ISO 50001?
41	Для каких целей была разработана ГИС «Энергоэффективность»?

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
6.1.1 Основная учебная литература				
Стрельников, Н. А.	Энергосбережение	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	http://www.iprbookshop.ru/47729.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
А.П. Бельский, В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях учебное пособие [Текст]:	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	http://www.nizrp.narod.ru/energosebereg13.htm

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	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/21.pdf
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	https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2018_10_09_02.pdf
В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, В.Ю. Лакомкин	Энергосбережение и выбросы парниковых газов (СО ₂) [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/9.pdf
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	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/10.pdf

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