

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.09

Диагностика теплоэнергетических систем

Учебный план: ФГОС3++b130301ПТ-4 24-14.plx

Кафедра: 21 Теплосиловых установок и тепловых двигателей

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	17	34	56,75	0,25	3	Зачет
	РПД	17	34	56,75	0,25	3	
Итого	УП	17	34	56,75	0,25	3	
	РПД	17	34	56,75	0,25	3	

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):

Доктор технических наук, профессор

Пеленко В.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и
тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Смородин С.Н.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: изучение структуры и принципов построения теплоэнергетических систем промышленного предприятия, закономерностей и характерных особенностей их функционирования, а также составление и анализ материальных, энергетических и эксергетических балансов различного назначения и вида, с целью качественной и количественной оценки состояния энергетического хозяйства и энергоиспользования.

1.2 Задачи дисциплины:

-ознакомить обучающихся с принципами построения теплоэнергетической системы промышленного предприятия, ее особенностями, проблемами и способами их решения;

-дать информацию о классификации энергетических балансов, принципах и особенностях их составления;

-дать информацию о способах и видах сбора необходимой информации для составления энергобалансов;

-научить анализировать полученные результаты составления энергобалансов для оценки фактического состояния энергоиспользования на предприятии, выявления причин возникновения дисбалансов и определения значений потерь топливно-энергетических ресурсов и выявления резервов экономии топлива и энергии.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Системы теплоснабжения

Котельные установки и парогенераторы

Тепловые двигатели

Тепломассообмен

Топливо и процессы горения в теплоэнергетических установках

Тепломассообменное оборудование теплоэнергетических предприятий

Физика

Техническая термодинамика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1.1: Способен к разработке схем размещения теплоэнергетических объектов в соответствии с технологией производства тепловой и электрической энергии

Знать: принципиальные схемы основных систем производства и распределения энергоносителей ПП; конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, территориальное расположение оборудования ТЭС ПП, особенности их эксплуатации; нормативные документы по эксплуатации ТЭС ПП.

Уметь: проводить расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС ПП в соответствии с действующими стандартами и нормативными документами; составлять графики тепловых нагрузок промышленного предприятия.

Владеть: методами и критериями оценки эффективности использования энергии на ПП.

ПК-5.1: Способен выполнять специальные расчеты теплотехнологических процессов по типовым методикам

Знать: виды ВЭР и направления их использования; методы и критерии оценки эффективности использования энергии на промышленном предприятии.

Уметь: анализировать количественные значения технико-экономических показателей ТЭС ПП; читать и составлять схемы ТЭС ПП.

Владеть: навыками выполнения инженерных расчетов элементов ТЭС ПП; работы с технической документацией по ТЭС ПП.

ПК-6.1: Готовность к выполнению работ по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации тепловых сетей, тепломеханического оборудования ТЭС и котельных

Знать: виды энергетических балансов промышленных предприятий и методы их анализа; причины возникновения и методы устранения дисбалансов в ТЭС ПП; учет потребления теплоэнергетических ресурсов на промышленном предприятии.

Уметь: проводить анализ энергоэффективности промышленного предприятия; определять показатели оценки энергетической эффективности ПП.

Владеть: навыками построения энергетических балансов промышленного предприятия.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий (ТЭС ПП).	7				О
Тема 1. Общая характеристика промышленных потребителей топливно-энергетических ресурсов. Общие сведения о системах теплоэнергоснабжения ПП. Структура энергопотребления предприятий энергоемких отраслей промышленности. Графики тепловых нагрузок промышленного предприятия. Проблемы и перспективы развития ТЭС ПП.		1	2	4	
Тема 2. Нормативные документы по использованию энергетических систем на промышленном предприятии. Нормативно-правовые документы. Нормативно-технические документы. Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.		1	4	4	
Тема 3. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии на промышленном предприятии. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии на промышленном предприятии. Нормирование потребления ТЭР.		2	2	6	
Тема 4. Основные системы производства и распределения энергоносителей промышленных предприятий. Классификация потребителей энергии на промышленном предприятии. Основные принципы построения оптимальных ТЭС ПП.		1	2	8	
Тема 5. Вторичные энергетические ресурсы промышленного предприятия. Виды ВЭР и направления их использования. Экономия энергии при утилизации ВЭР. Принципиальные возможности использования вторичных энергоресурсов.		2	4	6	

Тема 6. Утилизационные системы тепло- и хладоснабжения. Утилизация теплоты в системах промышленных предприятий. Организация централизованной утилизационной системы ВЭР.		1	4	4	
Тема 7. Учет потребления теплоэнергетических ресурсов на промышленном предприятии. Значимость учета энергетических ресурсов. Приборы учета тепловой энергии и теплоносителя. Приборы учета электрической энергии. Приборы для текущего контроля расходования энергоресурсов.		2	4	4	
Раздел 2. Энергетические балансы промышленных предприятий.					
Тема 8. Энергетические балансы промышленных предприятий и методы их анализа. Основные понятия и определения энергетического баланса. Построение энергетических балансов промышленного предприятия. Материальные балансы. Энергетические балансы. Эксергетические балансы. Методы анализа энергетического баланса.		3	4	6	
Тема 9. Анализ энергоэффективности промышленного предприятия. Термодинамические показатели оценки энергетической эффективности ПП. Технические показатели оценки энергетической эффективности ПП. Экономические показатели оценки энергетической эффективности потребления ТЭР.		2	4	4	О
Тема 10. Методы устранения дисбалансов в ТЭС ПП. Причины возникновения дисбалансов прихода и расхода энергоносителей на промышленных предприятиях. Тепловое аккумулирование энергоносителей. Резервирование мощности теплогенераторов. Использование пиковых источников энергоресурсов.		2	4	10,75	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	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. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
-----------------	--

ПК-1.1	1. Обучающийся имеет представление о принципиальных схемах основных систем производства и распределения энергоносителей ПП; конструктивных особенностях и эксплуатационных характеристиках, территориальном расположении оборудования ТЭС ПП, особенностях их эксплуатации; знает нормативные документы по эксплуатации ТЭС ПП. 2. Владеет методами расчета и выбора основного и вспомогательного оборудования источников тепловой и электрической энергии в соответствии с технологией производства, действующими стандартами и нормативными документами; структурой построения графиков тепловых нагрузок промышленного предприятия. 3. Демонстрирует понимание методов и критериев оценки эффективности использования энергии на ПП.
ПК-5.1	1. Имеет представление о видах ВЭР и направлениях их использования; методах и критериях оценки эффективности использования энергии на промышленном предприятии. 2. Анализирует количественные значения технико-экономических показателей ТЭС ПП. Способен читать и составлять схемы ТЭС ПП. 3. Демонстрирует хорошие навыки выполнения инженерных расчетов элементов ТЭС ПП и работы с технической документацией по ТЭС ПП.
ПК-6.1	1. Имеет представление о видах энергетических балансов промышленных предприятий и методах их анализа; причинах возникновения и методах устранения дисбалансов в ТЭС ПП; учете потребления теплоэнергетических ресурсов на промышленном предприятии. 2. Способен проводить анализ энергоэффективности промышленного предприятия; определять показатели оценки энергетической эффективности ПП. 3. Демонстрирует навыки построения энергетических балансов промышленного предприятия.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся свободно и уверенно оперирует информацией, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой; ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях изучаемой дисциплины. Знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить тот или иной адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении задания, использует в ответе материал учебной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами решения задач.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
Не зачтено	Обучающийся допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Не обладает достаточным уровнем знания дисциплины. Плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий. Обучающийся не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практическое задание.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 7	
1	Общие сведения о системах теплоэнергоснабжения ПП.
2	Структура энергопотребления предприятий энергоемких отраслей промышленности.
3	Графики тепловых нагрузок промышленного предприятия.
4	Нормативно-правовые документы.
5	Нормативно-технические документы.
6	Методы и критерии оценки эффективности использования энергии на промышленном предприятии.
7	Нормирование потребления ТЭР.
8	Классификация потребителей тепла и систем теплоснабжения ПП.
9	Системы пароснабжения ПП. Схемы сбора и возврата промышленного конденсата.
10	Системы сбора и возврата конденсата ПП.
11	Системы хладоснабжения ПП.
12	Системы водоснабжения и водоподготовки ПП.
13	Системы кондиционирования воздуха ПП.
14	Системы газоснабжения ПП.
15	Основные принципы построения оптимальных ТЭС ПП.
16	Вторичные энергетические ресурсы промышленного предприятия. Виды ВЭР и направления их использования.
17	Экономия энергии при утилизации ВЭР. Принципиальные возможности использования вторичных энергоресурсов.
18	Использование низкопотенциальной теплоты с помощью теплонасосных установок (ТНУ).
19	Применение детандер-генераторных агрегатов при утилизации ВЭР.
20	Утилизация теплоты в системах газопуска промышленных предприятий.
21	Организация централизованной утилизационной системы тепло- и хладоснабжения.
22	Значимость учета энергетических ресурсов.
23	Приборы учета тепловой энергии и теплоносителя.
24	Приборы учета электрической энергии.
25	Приборы для текущего контроля расходования энергоресурсов.
26	Основные понятия и определения энергетического баланса.
27	Построение энергетических балансов промышленного предприятия.
28	Материальные балансы промышленного предприятия.
29	Энергетические балансы промышленного предприятия.
30	Эксергетические балансы промышленного предприятия.
31	Методы анализа энергетического баланса и критерии эффективности энергопотребления на промышленных предприятиях.
32	Анализ эффективности энергоиспользования в элементах оборудования и системах промышленного предприятия.
33	Анализ термодинамической эффективности элементов оборудования ТЭС ПП.
34	Анализ экономической эффективности потребления ТЭР.
35	Причины возникновения дисбалансов прихода и расхода энергоносителей на промышленных предприятиях.
36	Тепловое аккумулирование энергоносителей.
37	Резервирование мощности теплогенераторов.
38	Использование пиковых источников энергоресурсов.

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача 1.

В сборный бак-сепаратор поступает конденсат давлением $P_K=0,6$ МПа в количестве 5,2 кг/с. Определить, сколько выделится пара вторичного вскипания при расширении конденсата до давления $P_0=0,2$ МПа.

Задача 2.

Определить необходимый объем теплового аккумулятора для следующих условий эксплуатации:

- давление пара в начале разрядки аккумулятора $P_{он} = 0,6$ МПа;
- давление пара в конце разрядки аккумулятора $P_{ок} = 0,55$ МПа;
- средний выход пара $G_0 = 0,8$ кг/с;
- время разрядки аккумулятора $T_0 = 600$ с;
- $h''_o = 2757,5$ - энтальпия отпускаемого пара в процессе разрядки, кДж/кг;
- $h'_в = 675,5$ - энтальпия воды в начале процесса разрядки, кДж/кг;
- $h'_o = 653,8$ - энтальпия воды в конце процесса разрядки, кДж/кг;
- $\rho' = 907,3$ - плотность воды при давлении P_g в конце процесса зарядки, кг/м³

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 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»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

+

Компьютерное тестирование

Иная

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться калькулятором;

Время на подготовку ответа 30 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
В. В. Нечитайлов	Теплоэнергетические системы и энергетические балансы промышленных предприятий. Часть 1. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.- Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1669250014.pdf
В. В. Нечитайлов	Теплоэнергетические системы и энергетические балансы промышленных предприятий. Часть 2. Энергетические балансы промышленных предприятий: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2023	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1674608720.pdf

В.В. Нечитайлов	еплоэнергетические системы и энергетические балансы промышленных предприятий. Ч. 2. Энергетические балансы промышленных предприятий : Текст лекций для студентов всех форм обучения по направлению подготовки: 13.03.01 — Теплоэнергетика и теплотехника	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1622656946.pdf
В.В. Нечитайлов	Теплоэнергетические системы и энергетические балансы промышленных предприятий. Ч. 1. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий : Текст лекций для студентов всех форм обучения по направлению подготовки: 13.03.01 — Теплоэнергетика и теплотехника	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1621015111.pdf
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Журавлев, А. А., Мысик, В. Ф., Жданов, А. В.	Расчеты материальных и энергетических балансов при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/68287.html
Стерлигов, В. А., Крамченков, Е. М., Мануковская, Т. Г.	Материальный и тепловой баланс водяной тепловой сети ОАО «НЛМК»	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2013	http://www.iprbookshop.ru/22881.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. База данных большой технической библиотеки "Сайт теплотехника" [Электронный ресурс]. URL: <http://teplotokot.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows 8

Microsoft Office Professional 2013

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