

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.О.39

Теплоэнергетические системы и энергетические балансы
 промышленных предприятий

Учебный план: _____ ФГОС3++b130301-4_22-14.plx

Кафедра: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

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				
8	УП	36	36	71,75	0,25	Зачет
	РПД	36	36	71,75	0,25	
Итого	УП	36	36	71,75	0,25	
	РПД	36	36	71,75	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 Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Доктор технических наук, профессор

Кандидат технических наук, доцент

Пеленко В.В.

Нечитайлов В.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

1.2 Задачи дисциплины:

- познакомить 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 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:

Основы термодинамического анализа теплотехнологических систем

Системы теплоснабжения

Котельные установки и парогенераторы

Нагнетатели и системы снабжения воздухом промышленных предприятий

Сушильные теплотехнологические установки

Энергосбережение и энергоэффективность теплоэнергетических установок и систем

Физика

Тепловые двигатели

Техническая термодинамика

Тепломассообмен

Топливо и процессы горения в теплоэнергетических установках

Тепломассообменное оборудование теплоэнергетических предприятий

Теплотехнологические процессы в целлюлозно-бумажном производстве

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Знать: основные принципы, особенности и задачи функционирования теплоэнергетических систем; принципы рациональной организации теплоэнергетических систем промышленных предприятий; основные этапы составления энергетических балансов систем теплоэнергоснабжения.

Уметь: описывать энерготехнологические комбинированные теплотехнологии для одновременной выработки технологической и энергетической продукции, а также методы оценки их эффективности.

Владеть: навыками составления энергетических балансов теплоэнергетических систем и осуществления с их помощью расчетов технических характеристик рассматриваемых систем.

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. Содержание и структура энергетического баланса.	8					0
Тема 1. Системы теплоснабжения. Классификация потребителей тепла. Понятие энергетического баланса. Энергетические балансы промышленных предприятий. Классификация и назначение энергетических балансов. Иерархическая структура энергетического баланса. Увязка уровней в энергобалансе систем теплоэнергоснабжения.		6	6	8		
Тема 2. Классификация систем теплоснабжения. Системы пароснабжения. Системы водоснабжения и водоподготовки. Системы воздухообеспечения. Системы газоснабжения. Принципы и способы составления энергетических балансов. Особенности методов составления энергобалансов. Общие и отличительные принципы построения подсистем. Статические математические модели составления энергетических балансов. Оценка погрешности при составлении энергобалансов.		6	6	10		
Раздел 2. Разработка алгоритмов реализации энергобалансов.						
Тема 3. Алгоритмы расчета энергетических балансов. Этапы составления энергобалансов.		3	3	8		
Тема 4. Принципы построения энергобалансов конструктивных элементов теплоэнергетического оборудования.		3	3	8		
Тема 5. Применение энергетических балансов для оптимизации конструкций элементов теплоэнергетических систем. Иерархическая структура энергетического баланса сложных объектов. Динамические математические модели составления энергетических балансов.	3	3	8			

Тема 6. Обоснование и выбор критериальной функции и методов решения оптимизационной задачи составления энергобаланса. Увязка уровней иерархии в энергетических балансах сложных объектов.	3	3	10		
Раздел 3. Применение энергетических балансов для расчета распределения энергии в теплоэнергетических установках.					
Тема 7. Применение энергетических балансов для расчета процессов и схем теплоэнергетических установок.	6	6	8		О
Тема 8. Применение энергетических балансов для распределения нагрузки между агрегатами теплоэнергетических объектов.	6	6	11,75		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	36	36	71,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине	72,25		71,75		

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
ОПК-3	1. Использует математические алгоритмы расчета технико-экономических характеристик и энергетических показателей теплоэнергетических промышленных предприятий; 2. Формулирует предложения по разработке технико-экономических мероприятий по повышению эффективности использования систем теплоэнергоснабжения. 3. Демонстрирует навыки математического анализа с использованием программного обеспечения при расчете технико-экономических характеристик и обосновании проектных разработок систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий.	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированные задания.

5.1.2 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	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.

	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.	
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.

5.2 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 8	
1	Динамические математические модели составления энергетических балансов.
2	Обоснование и выбор критериальной функции и методов решения оптимизационной задачи составления энергобаланса.
3	Увязка уровней иерархии в энергетических балансах сложных объектов.
4	Особенности методов решения для многоуровневых иерархических энергетических балансов.
5	Применение энергетических балансов для расчета процессов и схем теплоэнергетических установок.
6	Применение энергетических балансов для распределения нагрузки между агрегатами теплоэнергетических объектов.
7	Системы теплоснабжения. Понятие энергетического баланса системы теплоэнергоснабжения. Энергетические характеристики теплоэнергетических систем.
8	Классификация потребителей тепла.
9	Классификация и назначение энергетических балансов.
10	Иерархическая структура энергетического баланса.
11	Увязка уровней в энергобалансе систем теплоэнергоснабжения.
12	Виды и области применения энергобалансов.
13	Сводный энергетический баланс.
14	Состав первичной информации для составления энергетических балансов.
15	Энергетический баланс инженерных систем объектов энергетики.
16	Этапы составления энергетических балансов.
17	Принципы и способы составления энергетических балансов.
18	Общие и отличительные принципы построения подсистем.
19	Методы анализа и синтеза теплотехнических систем.
20	Особенности методов составления энергобалансов.
21	Математические модели составления энергетических балансов.
22	Оценка погрешности при составлении энергобалансов.
23	Алгоритмы расчета энергетических балансов.
24	Основные этапы разработки и анализа энергетических балансов промышленных предприятий.
25	Принципы построения энергобалансов конструктивных элементов теплоэнергетического оборудования.
26	Применение энергетических балансов для оптимизации конструкций элементов теплоэнергетических систем.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача 1.

На теплоснабжение района от местных котельных расходуется 50 т/год топлива. Определить, на сколько тонн сократится расход топлива в год при переходе на теплоснабжение от центральной котельной, если средневзвешенный КПД котельной увеличился с 50 до 80%, а тепловая нагрузка осталась прежней.

Задача 2.

Определить суммарный расчетный расход теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Если объем отапливаемого здания $V_n=50 \text{ м}^3$; объем вентилируемого здания $\mu=60 \%$ от объема отапливаемого. Удельная отопительная характеристика здания $q_o=0,25 \text{ Вт/м}^3\cdot\text{°C}$, удельная вентиляционная характеристика здания $q_v=0,32 \text{ Вт/м}^3\cdot\text{°C}$. Расход горячей воды $G_v=7 \text{ кг/с}$. Средняя температура горячей воды $t_{гв}=55 \text{ °C}$, температура холодной воды $t_{хв}=5 \text{ °C}$. Коэффициент полезного использования теплоты в водоподогревателях $\eta_v=0,97$. Средняя температура воздуха внутри отапливаемого помещения $t_{вн}=18 \text{ °C}$, расчетная температура наружного воздуха $t_n=-30 \text{ °C}$.

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

Возможность пользоваться калькулятором;
Время на подготовку ответа по билету 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				
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.iprbooks.hop.ru/68287.html
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.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuid/1621015111.pdf
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
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.iprbooks.hop.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://teplokot.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 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