

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.38**

Теплоэнергетические системы и энергетические балансы  
промышленных предприятий

Учебный план: ФГОС3++b130301Ц-1\_22-14.plx

Кафедра: 21 Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:  
(специализация) Цифровые энергосистемы и комплексы

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:

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

**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					О
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 воздухоснабжения. 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				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	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
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
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	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1621015111.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1621015111.pdf</a>
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	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/68287.html">http://www.iprbooks.hop.ru/68287.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
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	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/22881.html">http://www.iprbooks.hop.ru/22881.html</a>

## 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