

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++z130301-5\_23-15.plx

Кафедра:  Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:  
(специализация) Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
5	УП	6	8	126	4	Зачет
	РПД	6	8	126	4	
Итого	УП	6	8	126	4	
	РПД	6	8	126	4	

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

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 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

**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
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий (ТЭС ПП).	5				
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.		0,5		5	
Тема 2. Нормативные документы по использованию энергетических систем на промышленном предприятии. Нормативно-правовые документы. Нормативно-технические документы. Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.		0,5		6	
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.		0,5		5	
Тема 4. Основные системы производства и распределения энергоносителей промышленных предприятий. Классификация потребителей энергии на промышленном предприятии. Основные принципы построения оптимальных ТЭС ПП.		0,75	1	10	
Тема 5. Вторичные энергетические ресурсы промышленного предприятия. Виды ВЭР и направления их использования. Экономия энергии при утилизации ВЭР. Принципиальные возможности использования вторичных энергоресурсов.		0,75	1	10	

<p>Тема 6. Утилизационные системы тепло- и хладоснабжения. Утилизация теплоты в системах промышленных предприятий. Организация централизованной утилизационной системы ВЭР.</p>	0,75	1	10	
<p>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.</p>	0,75		20	
<p>Раздел 2. Энергетические балансы промышленных предприятий.</p>				
<p>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.</p>	0,5	1	20	
<p>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.</p>	0,5	2	20	
<p>Тема 10. Методы устранения дисбалансов в ТЭС ПП. Причины возникновения дисбалансов прихода и расхода энергоносителей на промышленных предприятиях. Тепловое аккумулялирование энергоносителей. Резервирование мощности теплогенераторов. Использование пиковых источников энергоресурсов.</p>	0,5	2	20	
<p>Итого в семестре (на курсе для ЗАО)</p>	6	8	126	
<p>Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)</p>	0,25			

<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		14,25	126	
---	--	-------	-----	--

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

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	<p>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.</p>	<p>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.</p>
Не зачтено	<p>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.</p>	<p>Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.</p>

##### 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
-------	-----------------------

Курс 5

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 газовыпуска 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 аккумулярование энергоносителей.
37	Резервирование мощности теплогенераторов.
38	Использование пиковых источников энергоресурсов.

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

## 5.2.3 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  $P_г$  в конце процесса зарядки, кг/м<sup>3</sup>.

## 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

В течение семестра выполняются контрольные работы;  
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
<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>
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.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.- Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1669250014.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1669250014.pdf</a>

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.-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/tsuid/1622656946.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/tsuid/1622656946.pdf</a>
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.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2023	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/tsuid/1674608720.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/tsuid/1674608720.pdf</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.iprbookshop.ru/22881.html">http://www.iprbookshop.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