

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.03**

Повышение эффективности систем централизованного  
теплоснабжения

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++m130401.21-12\_23-12.plx

Кафедра:  Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:  
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Технология производства электрической и тепловой энергии  
(специализация)

Уровень образования: магистратура

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					
1	УП	34	34	40	36	4	Экзамен
	РПД	34	34	40	36	4	
Итого	УП	34	34	40	36	4	
	РПД	34	34	40	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Гладышев Н.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Злобин В.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в сфере существующих методов повышения энергетической эффективности систем централизованного теплоснабжения.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Изложить существующие подходы в сфере проведения наладочных работ на системах централизованного теплоснабжения.
- Изучить способы оптимизации тепловой схемы ТЭЦ.
- Рассмотреть методы оптимизации режимов работы энергетических систем.
- Продемонстрировать пути совершенствования систем централизованного теплоснабжения крупных городов.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-3.2: Способен формулировать задания на разработку решений, связанных с модернизацией оборудования, совершенствованию технологических схем тепловой и электрической энергии, повышением экологической безопасности</b>
---

<b>Знать:</b> Современные достижения и перспективные разработки в области систем теплоснабжения; технические характеристики современного оборудования, арматуры и материалов.
---

<b>Уметь:</b> Работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных; составлять тепловой и материальный баланс системы; определять места неэффективного пользования тепловой энергии и теплоносителя; определять технико-экономические показатели, характеризующие состояние системы теплоснабжения.
--

<b>Владеть:</b> Навыками разработки мероприятий по модернизации и совершенствованию систем теплоснабжения.
--

<b>ПК-5.2: Способен к проведению технических расчетов, технико-экономического и стоимостного анализа проектных решений оборудования и технологических процессов производства тепловой и электрической энергии</b>
---

<b>Знать:</b> Методики выполнения прочностных расчетов трубопроводов, тепловых потерь через изоляцию трубопроводов.
---

<b>Уметь:</b> Работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных; определять технико-экономические показатели, характеризующие состояние системы теплоснабжения.
---

<b>Владеть:</b> Навыками выполнения специальных расчетов по типовым методикам.
--

### 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. Регулирование в системах централизованного теплоснабжения	1					
Тема 1. Эффективность централизованного и децентрализованного теплоснабжения. Регулирование тепловой нагрузки в отдельных звеньях системы теплоснабжения (центральное, местное и индивидуальное). Влияние способов регулирования на эффективность тепловых сетей на величину потребляемого топлива в источниках теплоснабжения.		4	4	6		О
Тема 2. Выполнение разработанных мероприятий по наладке системы централизованного теплоснабжения. Наладка тепловых сетей и внутренних систем теплоснабжения. Дроссельные устройства, применяемые при наладке систем теплоснабжения, расчет, регулировка. Применение балансировочных клапанов.		4	4	6		
Раздел 2. Способы повышения эффективности транспортных коммуникаций систем.						
Тема 3. Удельные потери теплоты при наземной и подземной прокладке. Совершенствование конструкций теплопроводов и их элементов, повышающих надежность и эффективность работы тепловых сетей.		4	4	4		О
Тема 4. Повышение эффективности распределения теплоты по многочисленным абонентам в системах централизованного теплоснабжения. Включение ТНУ в системы отопления, обеспечивающих повышение качества регулирования подвода к ним теплоты.		4	4	6		
Раздел 3. Оптимизация режимов работы систем теплоснабжения.					О	

Тема 5. Снижение тепловых потерь через светопрозрачные ограждающие конструкции. Сравнительные характеристики обычных и низкоэмиссионных окон различного исполнения. Компоновка системы теплоснабжения с использованием низкоэмиссионных окон.	6	6	6		
Тема 6. Оптимизация режимов воздухообмена в отапливаемых помещениях жилых зданий. Регулируемый воздухообмен. Воздушные и водовоздушные системы отопления. Включение ТНУ в системы воздушного отопления.	6	6	6		
Тема 7. Перевод системы теплоснабжения на комбинированную энергию при снижении расхода потребляемого топлива в источниках энергоснабжения. Выбор источника энергии. Экономические показатели.	6	6	6		
<b>Итого в семестре (на курсе для ЗАО)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>40</b>		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5	33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		<b>70,5</b>	<b>73,5</b>		

#### 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-3.2	1. Имеет представление о системах теплоснабжения, технических характеристик современного оборудования. 2. Демонстрирует умение работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных; составлять тепловой и материальный баланс системы. 3. Решает задачи связанные с определением мест неэффективного использования тепловой энергии и теплоносителя.	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированные задания.
ПК-5.2	1. Имеет представление о выполнении прочностных расчетов трубопроводов, тепловых потерь. 2. Выполняет алгоритм специальных расчетов по типовым методикам.	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
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение

	<p>глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.</p>	<p>навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы.</p>
4 (хорошо)	<p>Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, устраняет их без помощи преподавателя.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией. В работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое.</p>
2 (неудовлетворительно)	<p>Обучающийся не имеет достаточного уровня знания основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с содержанием рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Как правило, оценка "не удовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>	<p>Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления. Неспособность ответить на вопросы по письменной работе без помощи преподавателя. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом.</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
Семестр 1	
1	Пути повышения энергетической эффективности систем централизованного теплоснабжения.
2	Совершенствование систем централизованного теплоснабжения крупных городов России.
3	Причины создания систем централизованного теплоснабжения в РФ.
4	Выражение для определения КПД системы централизованного теплоснабжения.
5	Понятие полезной используемой теплоты в системах централизованного теплоснабжения.
6	Способы регулирования тепловой нагрузки в системах теплоснабжения.
7	Центральное качественное регулирование (ЦКР).
8	Особенности и достоинства применения контрольно-распределительных пунктов в системе централизованного теплоснабжения.
9	Режимная наладка систем централизованного теплоснабжения. Задачи, требования, алгоритм.
10	Температурный график расчетный и фактический.
11	Тепловая сеть как источник теплоты для подключенных к сети абонентов.
12	Сравнение регулирования в системах централизованного и децентрализованного теплоснабжения.
13	Повышение качества регулирования путем установки источника теплоты в системах теплоснабжения.
14	Системы регулирования потребления тепловой энергии путем установки ТНУ.
15	Повышение эффективности систем теплоснабжения за счет снижения тепловых потерь через ограждения.
16	Снижение потерь теплоты через окна путем создания теплозащитного экрана.
17	Создание приточно-вытяжных систем вентиляции с регулируемым воздухообменом.
18	Воздушное отопление.
19	Водо-воздушные системы отопления жилых зданий.
20	Определение расхода топлива в системах централизованного теплоснабжения.
21	Выбор источника теплоснабжения при использовании комбинированной энергии в системах отопления.
22	Сравнительный анализ различных источников энергоснабжения коммунальных потребителей.
23	Энергетические показатели сетевой воды, как транспортера тепловой энергии.
24	Энергетические показатели эффективности системы теплоснабжения.
25	Применение пароконденсационных ТНУ в системах теплоснабжения.
26	Методы расчета пароконденсационных ТНУ.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача №1.

Определить расчетный расход тепла на отопление здания с наружным объемом  $V = 65\,000\text{ м}^3$  при удельной теплопотере  $q_0 = 0,35\text{ ккал}/(\text{м}^3\text{ ч }^\circ\text{C})$  с коэффициентом инфильтрации  $\mu = 0,15$ ; Если внутренняя расчетная температура  $T_{вр} = 18^\circ\text{C}$ , а наружная расчетная температура  $T_{но} = -24^\circ\text{C}$ .

Задача №2.

Определить расход тепла на отопление в средне-зимнем режиме при  $T_{ср.з} = -1,8^\circ\text{C}$ , если расчетный расход тепла на отопление при  $T_{но} = -24^\circ\text{C}$  составляет  $Q_{ор} = 0,3\text{ Гкал}/\text{ч}$ .

### 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 45 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>				
Посашков, М. В., Немченко, В. И., Титов, Г. И.	Энергосбережение в системах теплоснабжения	Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/29799.html">http://www.iprbooks.hop.ru/29799.html</a>
Пилипенко, Н. В., Сиваков, И. А.	Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей	Санкт-Петербург: Университет ИТМО	2013	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/65398.html">http://www.iprbooks.hop.ru/65398.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Подпороинов, Б. Ф.	Теплоснабжение	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2011	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/28404.html">http://www.iprbooks.hop.ru/28404.html</a>
Бирюзова, Е. А.	Теплоснабжение. Часть 1. Горячее водоснабжение	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2012	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/19046.html">http://www.iprbooks.hop.ru/19046.html</a>
Рафальская, Т. А., Мансуров, Р. Ш., Хмельницкий, П. Е.	Повышение эффективности и надёжности сжигания мазута на ТЭЦ и котельных	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2018	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/72809.html">http://www.iprbooks.hop.ru/72809.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