

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.35

Системы теплоснабжения

Учебный план: ФГОС3++z130301-1_19-15.plx

Кафедра: **21** Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика
(специализация)

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	Лаб. занятия				
5	УП	8	8	4	151	9	5	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	8	8	4	151	9	5	
Итого	УП	8	8	4	151	9	5	
	РПД	8	8	4	151	9	5	

Санкт-Петербург
2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент
ассистент

Иванов В.Д.

Липатов М.С.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и
тепловых двигателей

Коновалов П.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Цели дисциплины состоят в ознакомлении будущих бакалавров с современными и перспективными технологиями производства и передачи потребителям тепловой энергии, а также с типовыми конструкциями элементов и принципами работы систем теплоснабжения.

1.2 Задачи дисциплины:

- Задачи освоения дисциплины заключаются в выработке умений и навыков для оценки и анализа физических процессов, протекающих при использовании систем теплоснабжения, освоении бакалаврами методов их расчетов и оценки эффективности.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.
- Ознакомить с существующими системами теплоснабжения промышленных и коммунальных потребителей от ТЭЦ и котельных.
- Научить выполнять тепловые расчеты тепловых сетей и теплопотребляющего оборудования.
- Привить навыки самостоятельно принимать решения при выборе оборудования источников энергоснабжения и эффективной эксплуатации систем теплоснабжения.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Источники тепловой и электрической энергии

Проектирование систем теплоснабжения промышленных предприятий

Гидрогазодинамика (Гидравлика)

Введение в специальность

Физика для теплоэнергетиков

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 способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты и электрической энергии; классификации тепловых нагрузок; системы теплоснабжения и теплоносители; методы регулирования в системах теплоснабжения; температурный график тепловой сети; конструкции и методики расчетов тепловых сетей и тепловых пунктов.

Уметь: определять тепловые нагрузки потребителей; строить температурный и график тепловой сети; строить пьезометрический график системы теплоснабжения; определять годовую потребность в натуральном и условном топливе; правильно выбирать конструкционные и теплоизоляционные материалы.

Владеть: методиками расчетов тепловых сетей.

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)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Расчет тепловых нагрузок в системе теплоснабжения.	5					
Тема 1. Энергетическая эффективность теплофикации. Введение. Оценка эффективности теплофикации. Показатели удельного расхода топлива на выработку тепловой и электрической энергии на КЭС, ТЭЦ и в котельных.		0,5			8	

Тема 2. Тепловое потребление. Виды теплового потребления. Классификация тепловых нагрузок. Расчет часовых и годового расходов теплоты по видам теплопотребления. График продолжительности. Лабораторная работа №1 "Определение потерь тепловой энергии при её транспортировке".	1	1	1	20	
Раздел 2. Системы теплоснабжения.					
Тема 3. Характеристика систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения. Выбор теплоносителя и типа системы теплоснабжения. Водяные и паровые системы теплоснабжения.	0,5	1		6	
Тема 4. Характеристика систем отопления и ГВС. Системы отопления, системы ГВС, Типы отопительных приборов. Новые типы систем теплоснабжения. Лабораторная работа №2 "Исследование эффективности отопительных приборов при различных схемах подключения в системе отопления".	1	1	1	20	
Тема 5. Режимы регулирования водяных систем теплоснабжения. Методы регулирования. Регулирование однородной тепловой нагрузки. Температурный график. Тепловой и гидравлический режимы при регулировании разнородной тепловой нагрузки. Связное регулирование по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС.	1	1		10	
Тема 6. Оборудование тепловых сетей. Тепловые сети. Способы прокладки, трубы, опоры, тепловая изоляция, компенсаторы, арматура. Тепловые пункты.	1	1		12	
Раздел 3. Инженерное оборудование тепловых сетей.					
Тема 7. Расчет тепловых потерь изолированных теплопроводов. Потери тепла при надземных, подземных бесканальных и канальных прокладках. Определение толщины тепловой изоляции.	1	1		15	
Тема 8. Гидравлический расчет и разработка гидравлических режимов водяных тепловых сетей. Последовательность гидравлического расчета. Гидравлические режимы тепловых сетей. Построение и использование пьезометрического графика. Выбор насосов тепловых сетей. Лабораторная работа №3 "Ознакомление с конструкцией и испытание насосов, установленных на стенде".	0,5	0,5	1	24	

Тема 9. Системы учета и регулирования теплоснабжения. Измерение температуры, давления, расхода теплоносителя и тепловой энергии. Приборы автоматического регулирования теплоснабжения. Лабораторная работа №4 "Сравнение эффективности стального и алюминиевого отопительных приборов".	0,5	0,5	1	24	
Тема 10. Прочностной расчет трубопроводов. Расчет труб на прочность. Расчет напряжений от внутреннего давления, от весовой и ветровой нагрузок. Расчет П-образных компенсаторов.	1	1		12	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	8	8	4	151	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)	2,5			6,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине	22,5			157,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Цели выполнения курсовой работы состоят в приобретении навыков самостоятельного принятия основных инженерных решений при проектировании системы теплоснабжения.

Задачи выполнения курсовой работы заключаются в выработке умений и навыков выбора теплоносителя, типа системы теплоснабжения, температурного графика, расчета и способов регулирования тепловой нагрузки, выбора теплогенерирующего и насосного оборудования, способов прокладки и инженерного оборудования тепловых сетей, оценки эффективности принятых технических решений.

Привить способности к самостоятельному использованию современной нормативной литературы, необходимой при проектировании систем теплоснабжения.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Расчет системы теплоснабжения промышленных и коммунально-бытовых потребителей в заданном населенном пункте.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Работа выполняется индивидуально с использованием действующей нормативно-технической литературы, расчетных программ.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом 40-50 с. печатного текста, содержащего следующие обязательные элементы:

- Обоснование на каждом этапе принятых инженерных решений.
- Расчеты.
- Графики.
- Иллюстрации.
- Экономический анализ эффективности принятых технических решений.

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. Студент демонстрирует знания формул, необходимых для расчета системы теплоснабжения, имеет представление о правильном выборе конструктивных и теплоизоляционных материалов системы теплоснабжения. 2. Излагает способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты, использует знания по классификации тепловых нагрузок, методах регулирования в системах теплоснабжения. 3. Обладает приемами инженерного анализа результатов расчета систем теплоснабжения, умеет определять тепловые нагрузки потребителей; строить температурный и график тепловой сети; строить пьезометрический график системы теплоснабжения.	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания 3. Курсовая работа

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и 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.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение 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. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	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.	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, или нарушены сроки предоставления работы к защите.
3 (удовлетворительно)	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.	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, либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	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.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. 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. Представляет чужую работу или отказывается от выполнения практического задания.

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	Обзор состояния и перспективы развития отечественной энергетики
2	Состояние и приоритеты развития энергетического комплекса Санкт-Петербурга
3	Приоритеты развития энергетического комплекса Санкт-Петербурга
4	Сравнительная характеристика двух классических схем энергоснабжения: отдельной и на базе теплофикации (краткое описание, преимущества, недостатки, области применения)
5	Энергетическая эффективность теплофикации. Численные значения удельных расходов условного топлива (в г/кВтч) на выработку электроэнергии на конденсационных, теплофикационных и противоаварийных турбоагрегатах и на выработку тепла (в кГ/ГДж) на ТЭЦ и в котельных по современной и ранее действовавшей методикам.
6	Классификация тепловых нагрузок. Коммунально-бытовое, санитарно-техническое, технологическое теплопотребление
7	Сезонная нагрузка. Отопление. Методы расчета расхода теплоты на отопление
8	Сезонная нагрузка. Вентиляция. Методы расчета расхода теплоты на вентиляцию
9	Круглогодичная нагрузка. Горячее водоснабжение. Методы расчета расхода теплоты на ГВС
10	Круглогодичная нагрузка. Технологическое теплопотребление
11	Годовой расход теплоты
12	Построение и использование графика продолжительности тепловых нагрузок
13	Классификация систем теплоснабжения. Выбор теплоносителя и типа системы теплоснабжения. Открытые и закрытые системы теплоснабжения
14	Водяные системы теплоснабжения. Зависимые и независимые схемы присоединения абонентских установок к тепловым сетям
15	Присоединение отопительных установок в закрытой и открытой системах теплоснабжения
16	Присоединение установок ГВС в закрытой системе теплоснабжения. Выбор схемы присоединения водонагревателей ГВС
17	Присоединение установок ГВС в открытой системе теплоснабжения. Однотрубная система теплоснабжения
18	Паровые системы теплоснабжения промышленных предприятий
19	Системы отопления жилых и общественных зданий
20	Системы горячего водоснабжения
21	Нагревательные приборы систем отопления
22	Энергосбережение при использовании технологии «Пассивный дом»
23	Режимы регулирования водяных систем теплоснабжения. Методы регулирования
24	Регулирование однородной тепловой нагрузки водяных тепловых сетей. Выбор, расчет и построение температурного графика
25	Тепловой и гидравлический режимы водяной тепловой сети при комбинированном регулировании разнородной тепловой нагрузки. Регулирование отопительной нагрузки
26	Тепловой и гидравлический режимы водяной тепловой сети при комбинированном регулировании разнородной тепловой нагрузки. Регулирование вентиляционной нагрузки
27	Тепловой и гидравлический режимы водяной тепловой сети при комбинированном регулировании разнородной тепловой нагрузки. Регулирование нагрузки ГВС
28	Необходимость корректировки температурного графика и порядок ее выполнения. Сводный температурный график при качественном регулировании отпуска тепла
29	Регулирование отпуска теплоты по совмещенной тепловой нагрузке отопления и ГВС
30	Выбор метода центрального регулирования тепловой нагрузки
31	Схемы и конфигурации тепловых сетей
32	Гидравлический расчет тепловых сетей. Задачи гидравлического расчета. Основные понятия
33	Последовательность выполнения гидравлического расчета
34	Гидравлические режимы водяных тепловых сетей. Построение и использование пьезометрического графика
35	Характеристики насосов. Выбор сетевых, подпиточных, подкачивающих насосов тепловых сетей
36	Гидравлический удар в тепловых сетях
37	Оборудование тепловых сетей. Тепловые сети. Способы прокладки тепловых сетей

38	Оборудование тепловых сетей. Трубы, фасонные изделия и опоры тепловых сетей
39	Оборудование тепловых сетей. Тепловая изоляция труб
40	Оборудование тепловых сетей. Компенсаторы тепловых сетей
41	Оборудование тепловых сетей. Трубопроводная арматура
42	Тепловые пункты. Назначение и оборудование тепловых пунктов. Центральные тепловые пункты
43	Тепловые пункты. Назначение и оборудование тепловых пунктов. Индивидуальные тепловые пункты. Автоматизированные тепловые пункты
44	Системы учета и регулирования теплопотребления. Измерение температуры, давления, расхода теплоносителя
45	Приборы учета тепловой энергии. Приборы автоматического регулирования теплопотребления
46	Расчет тепловых потерь изолированных трубопроводов. Потери тепла трубопроводами при надземных прокладках
47	Расчет тепловых потерь изолированных трубопроводов. Потери тепла трубопроводами при подземных бесканальных прокладках
48	Расчет тепловых потерь изолированных трубопроводов. Потери тепла трубопроводами при подземных канальных прокладках
49	Прочностной расчет трубопроводов тепловых сетей. Расчет труб на прочность. Расчет напряжений в трубах, вызванных внутренним давлением теплоносителя
50	Прочностной расчет трубопроводов тепловых сетей. Расчет трубопроводов на весовую и ветровую нагрузки

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 $T_{\text{вр}} = 18^\circ\text{C}$, а наружная расчетная температура $T_{\text{но}} = -24^\circ\text{C}$.

Задача №2.

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

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

- Время, отводимое на защиту курсовой работы не должно превышать 15 мин, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.
- На экзамене предоставляется возможность пользоваться учебной, нормативной литературой, калькулятором.
- Время на подготовку ответа на экзамене 45 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				

Шукуров И. С., Дьяков И. Г., Микири К. И.	Инженерные сети	Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/49871.html
Бирюзова Е. А.	Теплоснабжение. Часть 1. Горячее водоснабжение	Санкт-Петербург: Санкт- Петербургский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ	2012	http://www.iprbookshop.ru/19046.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Т. Ю. Короткова, А. Д. Монашенко	Системы теплоснабжения [Текст] : методические указания к лабораторным работам	М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2019	http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2019_06_19_04.pdf
Гончар В. В., Чудинов Д. М.	Теплоснабжение города	Воронеж: Воронежский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ	2015	http://www.iprbookshop.ru/55062.html
В.Д. Иванов	Системы теплоснабжения предприятий [Текст]: учебно-методическое пособие для самостоятельной подготовки и выполнения контрольных и курсовой работ	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1.pdf

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
AutoCADDesign

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска
А-203	Лабораторные установки для определения влажности, зольности и выхода летучих веществ топлива, лабораторная установка для определения теплоты сгорания топлива, стенд учебный "Автоматизированная котельная на газообразном и жидком топливе", лабораторная установка Тепловой насос с МПСО, компьютерные тренажеры
А-207	Лабораторные установки для испытания различных конструкций теплообменных аппаратов, лабораторная установка Теплоснабжение с МПСО, лабораторный стенд по исследованию термодинамических процессов