



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы


(подпись) А.А. Еськин
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Директор выпускающего
структурного подразделения


(подпись) К.А. Штым
(И.О. Фамилия)

« 17 » января 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теплоснабжение

Направление подготовки 08.04.01 Строительство
Теплогазоснабжение и вентиляция
Форма подготовки очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями *Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 08.04.01 Строительство* утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31 мая 2017 г. № 482

Директор Департамента энергетических систем
(реализующего структурного подразделения)

К.А. Штым

Составитель: В.П. Черненко

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «_»_20_г. №

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «_»_20_г. №

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «_»_20_г. №

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «_»_20_г. №

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «_»_20_г. №

Аннотация дисциплины

Теплоснабжение

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачётных единиц / 324 академических часов. Является дисциплиной блока 1 дисциплины (модули) части, формируемой участниками образовательных отношений ОП, изучается на 1 и 2 курсе и завершается *экзаменом/зачетом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме *54 часов*, практических/лабораторных *90 часов*, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – *180 часов (в том числе на подготовку экзамена 27 часов)*.

Язык реализации: русский.

Цель: приобретение студентами систематических знаний в области теплоснабжения, т.е. обеспечения теплотой жилых и общественных зданий и промышленных предприятий.

Задачи: подготовка специалиста, умеющего проектировать и эксплуатировать городские и промышленные системы теплоснабжения и горячего водоснабжения, тепловые сети и сооружения на них, тепловое и насосное оборудование; оптимизировать проектные решения и эксплуатационные режимы с учетом надежного функционирования систем; автоматизировать системы, тепловые пункты и осуществлять автоматизированное управление технологическими процессами теплоснабжения; использовать современную вычислительную технику как в проектировании, так и в эксплуатации.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.3, ПК-2.1; ПК-2,2; ПК-2.3, полученные в результате изучения *дисциплин Прикладная математика, Отопление, Вентиляция*, обучающийся должен быть готов к изучению таких дисциплин, как *Информационное моделирование*

инженерных систем, Возобновляемые источники энергии, формирующих компетенции ПК1.1, ПК-1.2, ПК-1.3.

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	ПК-3 Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогаснабжения и вентиляции	ПК-3.1 Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогаснабжения, вентиляции	<p>Знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест.</p> <p>Умеет использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности, формулировать и решать задачи в области теплоснабжения.</p> <p>Владеет навыками расчета тепловой мощности систем теплоснабжения для города, района города или поселка, выбора типа источника теплоты и системы теплоснабжения, подбора схемы тепловых пунктов и методов регулирования отпуска теплоты</p>
		ПК-3.2 Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогаснабжения, вентиляции	<p>Знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест владеет навыками.</p> <p>Умеет обоснованно выбирать параметры теплоносителя и другие исходные данные для проектирования и расчета систем теплоснабжения.</p> <p>Владеет навыками проектирования тепловых</p>

			сетей и тепловых пунктов, способами расчета систем горячего водоснабжения микрорайона и здания
		ПК-3.3 Выполнение и контроль проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции,	<p>Знает особенности устройства систем теплоснабжения, методы определения тепловых нагрузок и режимов использования тепловой энергии и теплоносителя, гидравлический и конструктивный расчеты тепловых сетей.</p> <p>Умеет работать с проектно-сметной документацией соответствующей профилю данной дисциплины.</p> <p>Владеет навыками расчета и подбора теплофикационного оборудования ТЭЦ, методами определения энергетической и технико-экономической эффективности применяемых решений.</p>

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теплоснабжение» применяются следующие образовательные технологии и методы активного/интерактивного обучения: деловая игра, работа в малых группах, круглый стол.

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: приобретение студентами систематических знаний в области теплоснабжения, т.е. обеспечения теплотой жилых и общественных зданий и промышленных предприятий

Задачи: подготовка специалиста, умеющего проектировать и эксплуатировать городские и промышленные системы теплоснабжения и горячего водоснабжения, тепловые сети и сооружения на них, тепловое и насосное оборудование; оптимизировать проектные решения и эксплуатационные режимы с учетом надежного функционирования систем; автоматизировать системы, тепловые пункты и осуществлять автоматизированное управление технологическими процессами теплоснабжения; использовать современную вычислительную технику как в проектировании, так и в эксплуатации.

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО (в учебном плане): общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачётных единиц / 324 академических часов. Является дисциплиной блока 1 дисциплины (модули) части, формируемой участниками образовательных отношений ОП, изучается на 1 и 2 курсе и завершается *экзаменом/зачетом*. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме *54 часов*, практических/лабораторных *90 часов*, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – *180 часов (в том числе на подготовку экзамена 27 часов)*.

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	ПК-3 Способность осуществлять обоснование проектных решений систем	ПК-3.1 Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных	Знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования,

	теплогаснабжен ия и вентиляции	решений систем теплогаснабжения, вентиляции	планировки и застройки населенных мест. Умеет использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности, формулировать и решать задачи в области теплоснабжения. Владеет навыками расчета тепловой мощности систем теплоснабжения для города, района города или поселка, выбора типа источника теплоты и систе- му теплоснабжения, подбора схемы тепловых пунктов и методов регу- лирования отпуска теплоты
		ПК-3.2 Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогаснабжения, вентиляции	Знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест владеет навыками. Умеет обоснованно выбирать параметры теплоносителя и другие исходные данные для проектирования и расчета систем теплоснабжения. Владеет навыками проектирования тепловых сетей и тепловых пунктов, способами расчета систем горячего водоснабжения микрорайона и здания
		ПК-3.3 Выполнение и контроль проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогаснабжения, вентиляции,	Знает особенности устройства систем теплоснабжения, методы определения тепловых нагрузок и режимов использования тепловой энергии и теплоносителя, гидравлический и конструктивный расчеты тепловых сетей. Умеет работать с проектно- сметной документацией соответствующей профилю данной дисциплины. Владеет навыками расчета и подбора

			теплофикационного оборудования ТЭЦ, методами определения энергетической и технико-экономической эффективности применяемых решений.
--	--	--	--

II. Трудоемкость дисциплины и виды учебных занятий по дисциплине
 Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачётных единиц
 (324 академических часов).

III. Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации***	
			Лек	Лаб	Пр	ОК*	СР		Конт роль **
1	Раздел 1. Системы теплоснабжения	2	8	8	9				Экзамен
2	Раздел 2. Системы горячего водоснабжения	2	6	6	18		81	27	
3	Раздел 3. Регулирование отпуска теплоты	2	4	4	9				
4	Раздел 4. Конструктивные решения тепловых сетей	3	16		24				Зачет
5	Раздел 5. Эксплуатация тепловых сетей	3	12		6		72		
6	Раздел 6. Источники теплоснабжения	3	8		6				
	<i>Итого:</i>		54	18	72		153	27	<i>Зачет/экзамен</i>

*Онлайн-курс

**Указать часы из УП

***Зачет/экзамен

IV. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (54 час.)

Раздел I. Системы теплоснабжения (8 часов)

Тема 1. Введение (2 часа)

Социальное значение централизации теплоснабжения. Основные виды систем теплоснабжения: теплофикация и теплоснабжение от котельных, местные и нетрадиционные источники теплоснабжения. Энергетическая эффективность теплофикации. Развитие теплофикации как высокоэффективного вида централизованного теплоснабжения; развитие источников теплоты на органическом и ядерном топливе; использование возобновляемых энергоресурсов; основные направления технического прогресса в системах транспортирования и распределения теплоты, влияние теплоснабжения на структуру топливно-энергетического баланса.

Тема 2. Тепловое потребление (2 часа)

Классификация потребителей теплоты и методы определения ее расходов. Часовые и годовые расходы теплоты. Графики потребления теплоты. Коэффициент неравномерности потребления теплоты и число часов использования максимума.

Тема 3. Схемы и системы централизованного теплоснабжения (2 часа)

Функциональные задачи систем. Потребители теплоты. Требования, потребителей теплоты к свойствам и параметрам теплоносителей.

Водяные и паровые системы теплоснабжения. Вода и пар как теплоносители. Закрытые и открытые водяные системы теплоснабжения. Зависимое и независимое присоединение. Паровые системы теплоснабжения.

Способы подключения абонентов в закрытых и открытых тепловых сетях. Параллельное, смешанное и последовательное присоединение подогревателей горячего водоснабжения. Принципы регулирования отпуска теплоты. Связанное и несвязанное регулирование отпуска теплоты на отопление зданий.

Тема 4. Автоматизация систем теплоснабжения (2 часа)

Автоматизация систем теплоснабжения. Регуляторы расхода, давления, температуры. Автоматизированные системы управления централизованным теплоснабжением.

Раздел 2. Системы горячего водоснабжения (6 часа)

Тема 1. Классификация и конструктивное исполнение систем горячего водоснабжения (2 часа)

Классификация систем горячего водоснабжения. Требования к качеству и температуре горячей воды. Оборудование и трубопроводы. Аккумуляция теплоты. Насосные установки в системах горячего водоснабжения.

Тема 2. Расчет систем горячего водоснабжения (4 часа)

Определение расчетных расходов воды и теплоты. Гидравлический расчет подающих трубопроводов. Определение тепловых потерь и циркуляционных расходов. Гидравлический расчет систем горячего водоснабжения в циркуляционном режиме работы.

Раздел 3. Регулирование отпуска теплоты (4 часов)

Тема 1. Методы регулирования отпуска теплоты (2 часа)

Способы регулирования систем централизованного теплоснабжения на основе анализа уравнений теплового баланса. Центральное качественное, количественное и качественно-количественное регулирование тепловой нагрузки. Групповое и местное регулирование тепловой нагрузки. Сравнение методов регулирования. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов.

Тема 2. Расчет режимов регулирования отпуска теплоты (2 часа)

Регулирование однородной тепловой нагрузки. Отопительный график температур. Регулирование разнородной тепловой нагрузки по нагрузке отопление. Построение графиков температур и расходов теплоносителя на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Построение графиков суммарного расхода теплоносителя. Регулирование разнородной тепловой нагрузки по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения. Повышенный и скорректированный графики температур.

Раздел 4. Конструктивные решения тепловых сетей (16 часов)

Тема 1. Структура гидравлического расчета (2 часа)

Схемы тепловых сетей и их структура. Определение расчетных расходов теплоносителя. Гидравлический расчет теплопроводов. Определение оптимальной величины удельных потерь давления. Расчет разветвленной тепловой сети. Особенности расчета закольцованных сетей.

Тема 2. Пьезометрический график (4 часа)

Пьезометрические графики. Статический и динамический режимы. Требования к режиму давления. Разработка режима давления при сложном рельефе местности и протяженных тепловых сетях. Выбор схем присоединения абонентских установок. Подбор сетевых и подпиточных насосов.

Тема 3. Оборудование тепловых сетей (4 часа)

Конструкции теплопроводов для надземной и подземной прокладки. Трубы и арматура. Изоляционные и антикоррозионные покрытия. Температурно-влажностный режим изоляции. Защита от коррозии. Трасса и профиль тепловой сети. Сложные конструкции переходов через естественные и искусственные препятствия.

Тема 4. Прочностные расчеты тепловых сетей (4 часа)

Механический расчет тепловых сетей. Компенсация температурных деформаций трубопроводов. Конструкции компенсаторов. Выбор типов компенсаторов. Расчет их компенсирующей способности. Естественная компенсация. Расчет естественной компенсации. Подвижные и неподвижные опоры. Расчет усилий на опоры. Выбор опор.

Тема 5. Тепловой расчет тепловых сетей (2 часа)

Тепловой расчет теплопроводов. Тепловые потери при надземной, подземной канальной и бес канальной прокладке тепловых сетей. Расчет падения температуры теплоносителя. Эффективность тепловой изоляции.

Раздел 5. Эксплуатация систем теплоснабжения (12 часов)

Тема 1. Гидравлический режим открытых и закрытых тепловых сетей (2 часа)

Определение гидравлического сопротивления тепловой сети. Гидравлический режим закрытых тепловых сетей с автоматизированными и неавтоматизированными абонентами. Гидравлический режим открытых тепловых сетей.

Тема 2. Обеспечения допустимого давления в тепловых сетях (4 часа)

Гидравлический режим тепловых сетей с насосными и дросселирующими станциями. Нейтральная точка и способы ее задания в тепловых сетях. Гидравлический удар. Гидравлическая устойчивость систем теплоснабжения и способы ее повышения.

Тема 3. Надежность теплоснабжения (2 часа)

Основные понятия надежности теплоснабжения. Надежность элементов тепловых сетей. Поток отказов. Показатели надежности тепловых сетей. Расчет надежности тепловых сетей. Построение схем тепловых сетей с учетом надежности теплоснабжения.

Тема 4. Эксплуатация тепловых пунктов (2 часа)

Правила эксплуатации тепловых пунктов. Автоматизация и диспетчеризация индивидуальных и центральных тепловых пунктов.

Тема 5. Эксплуатация тепловых сетей (2 часа)

Методы обнаружения и ликвидации повреждений в тепловых сетях. Испытания и промывка тепловых сетей. Защита трубопроводов от наружной коррозии. Правила эксплуатации тепловых сетей. Техничко-экономический расчет систем теплоснабжения

Раздел 6. Источники теплоснабжения (8 часов)

Тема 1. Тепловые электрические станции (ТЭЦ) (4 часа)

Паротурбинные ТЭЦ - тепловые схемы, основное и вспомогательное оборудование. Коэффициент теплофикации и режимы отбора теплоты. Совместная работа ТЭЦ и пиковой котельной района.

Тема 2. Атомная энергетика (2 часа)

Теплоснабжение от АТЭЦ (атомных ТЭЦ) и АСТ (атомных станций теплоснабжения). Экономическая целесообразность использования атомной энергии для целей теплоснабжения. Проблемы безопасной эксплуатации атомных источников теплоснабжения. Перспективы развития атомной энергетике.

Тема 4. Использование вторичных и возобновляемых энергоресурсов для теплоснабжения (2 часа)

Использование для целей теплоснабжения геотермальных вод и вторичных энергоресурсов. Область применения. Расчет схем и оборудования. Гелиотеплоснабжение. Схемы гелиоустановок и области применения. Тепловые насосы» Термодинамические основы трансформации теплоты. Тепловой расчет схем. Выбор оборудования. Области применения.

V. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (72 часа)

Занятие 1. Тепловые нагрузки и способы их определения (6 часа)

Определение расчетных расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Расчет расходов теплоты по планируемому периоду года. Построение графиков часовых расходов теплоты. График продолжительности тепловых нагрузок и интегральный график теплопотребления.

Занятие 2. Гидравлические регуляторы в теплоснабжении (4 часа)

Конструктивные и эксплуатационные характеристики регуляторов расхода и давления. Расходные характеристики клапанов регулирующих. Выбор гидравлических регуляторов, клапанов регулирующих, статических и динамических балансировочных клапанов.

Занятие 3. Индивидуальные (ИТП) и центральные (ЦТП) тепловые пункты (6 часов)

Анализ схем и состава оборудования ИТП и ЦТП при зависимой и независимой, закрытой и открытой системе теплоснабжения. Расчет и выбор оборудования ИТП и ЦТП при одноступенчатой и двух ступенчатой схеме присоединения подогревателей горячего водоснабжения. Выбор оборудования ИТП в открытых системах теплоснабжения. Особенности выбора оборудования ИТП и ЦТП при связанном регулировании тепловой нагрузки.

Занятие 4. Расчет систем горячего водоснабжения (12 часов)

Определение расчетных расходов воды и теплоты в системах горячего водоснабжения. Гидравлический расчет подающих трубопроводов в системах горячего водоснабжения. Определение тепловых потерь и циркуляционных расходов горячей воды. Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов. Расчет и выбор оборудования систем горячего водоснабжения.

Занятие 5. Расчет режимов регулирования систем централизованного теплоснабжения (8 часов)

Расчет и построение графиков центрального качественного, количественного и качественно-количественного регулирования. Построение графиков центрального регулирования разнородной тепловой нагрузки по нагрузке отопления. Расчет и построение графиков суммарного расхода теплоносителя. Расчет и построение графиков регулирования разнородной тепловой нагрузки по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.

Занятие 6. Гидравлический расчет тепловых сетей (10 часов)

Выбор трассы тепловой сети на генеральном плане застройки района города. Определение расчетных расходов теплоносителя в водяных тепловых сетях. Предварительный и окончательный гидравлический расчет тепловых сетей. Разработка режима давления в тепловых сетях и построение пьезометрического графика.

Занятие 7. Конструктивный расчет тепловых сетей (10 часов)

Разработка конструктивных решений для прокладки тепловых сетей.

Расчет толщины стенки трубопроводов на действие сил внутреннего давления. Расчет компенсации температурных деформаций трубопроводов тепловых сетей. Разработка монтажной схемы тепловой сети. Определение усилий, действующих на неподвижные опоры и их выбор. Выполнение конструкторской документации тепломеханических решений тепловых сетей

Занятие 8. Тепловой расчет тепловых сетей (4 часа)

Выбор изоляционной конструкции теплопроводов. Определение толщины тепловой изоляции по нормированной линейной плотности теплового потока. Определение тепловых потерь и величины падения температуры теплоносителя.

Занятие 9. Выбор оборудования источника теплоснабжения (4 часа)

Выбор тепловой схемы теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Определение оптимального значения коэффициента теплофикации ТЭЦ и режима давления в отборах турбин. Выбор типа турбин. Расчет теплофикационной подогревательной установки ТЭЦ. Выбор сетевых и подпиточных насосов.

Занятие 10. Надежность теплоснабжения (4 часа)

Определение критериев надежности: вероятности безотказной работы [Р], коэффициента готовности [Кг], живучести [Ж]. Определение времени падения температуры внутреннего воздуха отапливаемых помещений. Разработка мероприятий по резервированию теплоснабжения. ГИС технологии при определении эксплуатационных характеристик и надежности теплоснабжения

Занятие 11. Организация эксплуатации тепловых сетей (4 часов)

Методики проведения испытаний тепловых сетей на тепловые потери, гидравлические потери, максимальную температуру теплоносителя.

Лабораторные работы (18 часов)

Лабораторная работа №1. Лабораторный стенд для исследования гидравлических режимов систем теплоснабжения. (2 часа)

Лабораторная работа №2. Влияние на режим давления в тепловой сети переменного расхода сетевой воды и изменения давления подпитки. (2 часа)

Лабораторная работа №3. Влияние на режим давления в тепловой сети местоположения нейтральной точки. (2 часа)

Лабораторная работа №4. Гидравлическая раз регулировка тепловых сетей, гидравлическая устойчивость и способы ее повышения. (2 часа)

Лабораторная работа №5. Исследование гидравлического режима тепловых сетей с насосной подстанцией на подающем трубопроводе. (2 часа)

Лабораторная работа №6. Роль насосной подстанции в обратной магистрали в создании необходимого режима давления. (2 часа)

Лабораторная работа №7. Изучение работы насосных станций смешения. (2 часа)

Лабораторная работа №8. Защита абонентов от высоких давлений в подающей магистрали и низких давлений в обратной магистрали. (2 часа)

Лабораторная работа №9. Исследование гидравлических режимов открытых систем теплоснабжения. (2 часа)

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
	Раздел 1. Системы теплоснабжения	ПК-3.1 Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологически, технических и конструктивных решений систем	Знает энергетические основы теплоснабжения, виды и схемы систем теплоснабжения	УО-1	Экзамен
			Умеет использовать методы термодинамики для анализа систем теплоснабжения, способен выявлять достоинства и недостатки	УО-1	

		теплогазоснабжения, вентиляции	систем в заданных условиях		
			Владеет методами определения тепловых нагрузок, способностью выбора оборудования систем теплоснабжения	ПР-9	
	Раздел 2. Системы горячего водоснабжения	ПК-3.1 Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологически, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции	Знает виды и методы расчета систем горячего водоснабжения	УО-1	Экзамен
Умеет определять расходы горячей воды			УО-1		
Владеет методами расчета и выбора оборудования систем			ПР-9		
3	Раздел 3. Регулирование отпуска теплоты	ПК-3.2. Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции	Знает методы регулирования тепловых нагрузок	УО-1	Экзамен
			Умеет рассчитывать графики регулирования	УО-1	
			Владеет методами анализа при выборе энергетически эффективного метода регулирования	ПР-9	
4	Раздел 4. Конструктивные решения тепловых сетей	ПК-3.3. Выполнение и контроль проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, документирование результатов расчётного обоснования	Знает методы гидравлического расчета	УО-1	Зачет
			Умеет использовать методы гидравлического, теплового и конструктивного расчета при проектировании тепловых сетей	УО-1	
			Владеет способами сбора и анализа исходных данных для проектирования тепловых сетей	ПР-9	
5	Раздел 5. Эксплуатация систем теплоснабжения	ПК-3.1 Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологически, технических и конструктивных решений систем	Знает условия надежной эксплуатации тепловых сетей	УО-1	Зачет
			Умеет рассчитывать показатели надежности СЦТ	ПР-7	
			Владеет способами обеспечения надежности СЦТ при проектировании	ПР-9	

		теплогазоснабжения, вентиляции			
6	Раздел 6. Источники теплоснабжения	ПК-3.2. Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции	Знает виды и характеристики не традиционных источников тепловой энергии	УО-1	Зачет
			Умеет разрабатывать задание на проектирование системы теплоснабжения	ПР-1	
			Владеет способами выбора схемы и оборудования для не традиционных источников теплоты	ПР-9	

VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
	2 семестр			
1	В течении семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы	9 часов	Работа на лабораторных занятиях (ПР-6)
3	1-6 неделя семестра	Работа №1. Определение тепловых нагрузок на примере жилого района города и построение графика продолжительности их действия	27 часов	ПР-9 (курсовой проект)
4	7-14 неделя семестра	Работа №2. Расчет системы горячего водоснабжения жилого здания	18 часов	ПР-9 (курсовой проект)
5	15-18 неделя семестра	Работа №3 Выбор метода и построение графика регулирования тепловых нагрузок	9 часов	ПР-9 (курсовой проект)
6	2-18 неделя	Обработка и анализ	9 часов	ПР-6

		результатов выполнения лабораторных работ		(лабораторная работа)
7	15-18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	27 часов	экзамен
Итого:			108 часов	
	3 семестр			
8	В течении семестра	Работа с учебно-методической и нормативной литературой	18 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
9	1-6 неделя семестра	Работа №4. Определение расчетных расходов теплоносителя на примере жилого района города и гидравлический расчет тепловых сетей	9 часов	ПР-9 (курсовой проект)
10	7-14 неделя семестра	Работа №5. Конструктивный расчет тепловых сетей	9 часов	ПР-9 (курсовой проект)
11	15-18 неделя семестра	Работа №6 Выбор теплофикационного оборудования источника теплоснабжения	9 часов	ПР-9 (курсовой проект)
12	2-18 неделя	Работа №7 Выполнение графической части тепломеханических решений тепловых сетей	9 часов	ПР-9 (курсовой проект)
7	15-18 неделя семестра	Подготовка к зачету	18 часов	Зачет
Итого:			72 часа	
Всего			180 часов	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Работа с теоретическим материалом должна осуществляться на основе лекционного курса дисциплины. Для этого студент должен вести конспект лекций и добавлять к лекционному материалу информацию, полученную из рекомендуемой литературы, приведенной в разделе V.

Рекомендации по подготовке к экзамену, зачету: на зачётной неделе и в период сессии необходимо иметь полный конспект лекций и проработанные практические занятия. Допуск к экзамену осуществляется после сдачи всех практических заданий и защиты лабораторных работ. Перечень вопросов к экзамену, зачету помещены в фонд оценочных средств (приложение 2). Готовиться к сдаче экзамена, зачету лучше систематически: прослушивая

очередную лекцию, проработав очередное практическое занятие, выполнив и защитив практические задания.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.

Работа №1. Определение тепловых нагрузок на примере жилого района города и построение графика продолжительности их действия (*ПП-9 курсовой проект*).

Студенту необходимо получить индивидуальное задание, включающее планировочные границы застройки жилого района города с отметками рельефа местности, климатический пункт, место размещения источника теплоснабжения и вид системы теплоснабжения:

1. Выполнить план застройки жилого района на листе формата А4 с принятым масштабом 1:10000;

2. Используя нормативы предельных параметров застройки определить численность населения на единицу площади 1 га и величины общей площади жилых зданий, размещаемых в пределах границ застройки;

3. По нормам проектирования, определить расчетные часовые и годовые расходы теплоты на отопление, вентиляцию, и горячее водоснабжение;

4. Определить продолжительности стояния температур наружного воздуха и на основании графиков часовых расходов теплоты построить график продолжительности тепловых нагрузок и интегральный график теплового потребления.

Критерии оценки. Работа считается выполненной, если в расчетах тепловых нагрузок соблюдены все требования нормативных документов в области теплоснабжения.

Работа №2. Расчет системы горячего водоснабжения жилого здания (*ПП-9 курсовой проект*).

Студенту необходимо получить индивидуальное задание, включающее план типового этажа жилого дома, количество этажей и место размещения

ИТП:

1. Выполнить план и схему подающих трубопроводов системы горячего водоснабжения;
2. Определить расчетные секундные расходы горячей воды;
3. Произвести гидравлический расчет подающих трубопроводов системы горячего водоснабжения;
4. Определить потери теплоты и циркуляционные расходы в системе горячего водоснабжения;
5. Дополнить план и схему подающих трубопроводов циркуляционными линиями. Выполнить гидравлический расчет системы в циркуляционном режиме;
6. Определить средний часовой и максимальный часовой расходы теплоты на горячее водоснабжение;
7. Разработать схему ИТП и произвести выбор его оборудования, включая подогреватели, насосы, аккумуляторы теплоты, устройства водоподготовки, приборы КИП и автоматики;
8. Выполнить графическую часть проектных решений в соответствии с требованиями стандартов СПДС.

Критерии оценки. Работа считается выполненной, если система запроектирована в соответствии с основными нормативными рекомендациями.

Работа №3. Выбор метода и построение графика регулирования тепловых нагрузок (*ПР-9 курсовой проект*).

В соответствии с заданными расчетными параметрами теплоносителя на источнике теплоснабжения и видом системы теплоснабжения:

1. Обосновать и выбрать метод центрального регулирования тепловой нагрузки;
2. Произвести расчет и построение графика центрального регулирования тепловой нагрузки.

Критерии оценки. Работа считается выполненной, если график регулирования тепловой нагрузки построен в соответствии с основными нормативными рекомендациями.

Работа №4. Определение расчетных расходов теплоносителя на примере жилого района города и гидравлический расчет тепловых сетей (ИР-9 курсовой проект).

На основании плана застройки жилого района города (задание 1):

1. Разработать план тепловых сетей, соответствующий рекомендуемому способу прокладки;
2. Определить расчетные часовые расходы теплоносителя на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение для групп потребителей;
3. Определить расчетные суммарные расходы теплоносителя на участках тепловых сетей;
4. Выполнить предварительный гидравлический расчет.

Критерии оценки. Работа считается выполненной, если схема тепловых сетей и результаты предварительного гидравлического расчета соответствуют нормам проектирования.

Работа №5. Конструктивный расчет тепловых сетей (ИР-9 курсовой проект).

В соответствии с результатами проектных решений задания №4:

1. Выполнить расчеты компенсации температурных деформаций трубопроводов тепловых сетей;
2. Произвести разработку монтажной схемы тепловых сетей с разработкой схемы узлов трубопроводов, расстановкой неподвижных опор, учитывающих расстановку компенсаторов на прямолинейных отрезках трубопроводов и самокомпенсацию на углах поворота, предусмотреть секционирование тепловой сети;
3. Выполнить прочностные расчеты элементов тепловой сети по заданию

преподавателя;

4. Выполнить окончательный гидравлический расчет;

5. В соответствии с требованиями к режиму давления разработать пьезометрический график;

5 Выполнить расчет тепловой изоляции и тепловых потерь в тепловых сетях.

Критерии оценки. Работа считается выполненной, если конструктивные решения тепловых сетей соответствуют нормам проектирования.

Работа №6. Выбор теплофикационного оборудования источника теплоснабжения (ПР-9 курсовой проект).

В соответствии с результатами, полученными при выполнении задания №1 и №5:

1. Определить коэффициент теплофикации, нагрузку отборов турбин ТЭЦ и нагрузку ее пиковой котельной;

2. Определить характеристики теплофикационного подогревателя и пиковой котельной ТЭЦ;

3. В соответствии с данными пьезометрического графика произвести выбор сетевых и подпиточных насосов;

4. Выполнить схему теплоприготовительной установки ТЭЦ.

Критерии оценки. Работа считается выполненной, если выбор оборудования ТЭЦ произведен в соответствии с основными нормативными рекомендациями.

Работа №7. Выполнение графической части тепломеханических решений тепловых сетей (ПР-9 курсовой проект).

В соответствии с результатами, полученными при выполнении задания №5 выполнить чертежи тепловых сетей, предусмотренные стандартом СПДС.

Критерии оценки. Работа считается выполненной, если чертежи соответствуют ГОСТ 21.705-2016 Правила выполнения рабочей документации тепловых сетей.

VIII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. **Основы централизованного теплоснабжения** / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 176 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-103513-9 (online) – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/520046>

2. Посашков, М.В. Энергосбережение в системах теплоснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.В. Посашков, В.И. Немченко, Г.И. Титов. — Электрон. Дан. — Самара : АСИ СамГТУ, 2014. — 192 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/73928>

3. **Энергосбережение в котельных установках ТЭС и системах теплоснабжения**: Монография/Кудинов А.А., Зиганшина С.К. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 320 с.: 60x90 1/16. – (Научная мысль) (Переплёт) ISBN 978-5-16-011155-1 <http://znanium.com/catalog/product/514944>

4. **Черненко В.П., Почекунин П.С., Макаров Д.А.** Теплоснабжение района города: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2019. – [68 с.].

5. **Черненко В.П., Соловьёва Т.А., Журмилова И.А.** Исследование гидравлических режимов тепловых сетей на гидродинамическом стенде: учебное пособие для вузов / Политехнический институт ДВФУ. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2022. – 1 CD. [69 с.]. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог. –ISBN 978-5-7444-5173-8. – Текст: электронный.

Дополнительная литература

1. Соколов Е.Я., Теплофикация и тепловые сети [Электронный ресурс] : учебник / Соколов Е.Я.. — Электрон. Дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2009. — 472 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72299>.

2. Теплоснабжение: учебник для вузов / А. А. Ионин, Б. М. Хлыбов, В. Н. Братенков и др.; Москва: Эколит, 2011. - 336 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670935&theme=FEFU>

3. [Варфоломеев Ю. М.](#) Отопление и тепловые сети: Учебник / Ю.М. Варфоломеев, О.Я. Кокорин. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 480 с – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/395420>

4. Краснов В. И. Справочник монтажника водяных тепловых сетей: Учебное пособие/Краснов В. И. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 334 с- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/502398>

5. Теплоснабжение [Электронный ресурс] / В.М. Копко – М.: Издательство АСВ, 2017. –

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938906.html>

6. Шкаровский, А.Л. Теплоснабжение [Электронный ресурс] : учебник / А.Л. Шкаровский. — Электрон. Дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 392 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109515>.

7. Анисимов, П.Н. Источники и системы теплоснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Н. Анисимов. — Электрон. Дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018. — 88 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/112478>.

Нормативно-правовые материалы¹

ГОСТ Р 55596-2013. Сети тепловые. Нормы и методы расчета на прочность и сейсмические воздействия. <http://gostexpert.ru/gost/gost-55596-2013#text>

ГОСТ 21.705-2016. Правила выполнения рабочей документации тепловых сетей. <https://gostexpert.ru/gost/gost-21.705-2016/download>

СП 30.13330.2020 Внутренний водопровод и канализация. М.:Минстрой России, 2020. <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/f41/SP-30.pdf>

СП 124.13330.2012 Тепловые сети. М.:Минрегион России, 2012

<https://www.rosteplo.ru/search.php?searchid=2317674&text=%D0%A1%D0%9F%20124&web=0>

СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. – М.: Минстрой России, 1997.

<https://www.rosteplo.ru/search.php?searchid=2317674&text=%D0%A1%D0%9F%2041-101&web=0>

СП 131.13330.2020. Строительная климатология. - М.: Минстрой России, 2020.

<https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/82b/SP-131.pdf>

СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.

Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003. -М.: Минрегион России, 2012.

<https://www.rosteplo.ru/search.php?searchid=2317674&text=%D0%A1%D0%9F%2061.13330&web=0>

СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. - М.:

Минстрой России, 2020. <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/404/SP-60.pdf>

СП373.1325800.2018 Источники теплоснабжения автономные. Правила проектирования. - М.: Минстрой России, 2020.

<https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/10c/SP-373.pdf>

ТСП315.1325800.2017 Тепловые сети бесканальной прокладки. Правила проектирования. - М.: Минстрой России, 2020.

<https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/4b5/SP-315.-Teplovye-seti.pdf>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Централизованное теплоснабжение»

1. Научная электронная библиотека НЭБ
<http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
<http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>
4. ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М»
<http://znanium.com/>
5. Научная библиотека ДВФУ публичный онлайн каталог
<http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>
6. Информационная система ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/resource>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Информационная сеть «Техэксперт» <http://docs.cntd.ru/>
2. НОПРИЗ (Национальное объединение изыскателей и проектировщиков)
<https://nopriz.ru/>
3. Информационная система по теплоснабжению.
<https://www.rosteplo.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Программа GIS ZULU Thermo Гидравлический расчет тепловых сетей
2. Программа СТАРТ. Расчет трубопроводов на прочность
3. Пакет программного обеспечения Autodesk (Autocad, Revit)

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Российский индекс научного цитирования <https://www.elibrary.ru/>
4. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнении аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение контрольных и творческих работ.

Освоение дисциплины «Теплоснабжение» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Теплоснабжение» является зачет/экзамен.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия, лабораторные работы, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Лабораторные занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена, зачета допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (практические и самостоятельные),

предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

Х. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е814. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 22) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Проектор. Доска аудиторная.	AutoCAD 2018, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е812. Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 12) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Проектор. Доска аудиторная, лабораторный стенд для исследования гидравлических режимов тепловых сетей	AutoCAD 2018, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	AutoCAD 2018, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны аудитории и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.