



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

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП


(подпись)

А.А. Еськин
(Ф.И.О.)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента


(подпись)

К.А. ШТЫМ
(Ф.И.О.)

« 22 » декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теплоснабжение

Направление подготовки 08.04.01 Строительство
Теплогоснабжение и вентиляция
Форма подготовки очная

курс 1, 2 семестр 2, 3

лекции 54 час.

практические занятия 72 час.

лабораторные работы 18 час

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. - / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО 00 час.

самостоятельная работа 180 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

курсовой проект 3 семестр

зачет 3 семестр

экзамен 2 семестр

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

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем
протокол № 3 от « 22 » декабря 2021 г.

Заведующий департаментом

К.А. ШТЫМ

Составитель: В.П. Черненко _____

Владивосток

2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация дисциплины Теплоснабжение

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачётных единиц/ 324 академических часа. Учебным планом предусмотрено: лекции 54 часа, лабораторные работы 18 часов, практики 72 часа, самостоятельная работа 144 часа, Дисциплина реализуется во 2 и 3 семестрах. Форма контроля экзамен 2 семестр, зачет 3 семестр.

Цели и задачи освоения дисциплины:

Целью дисциплины «Теплоснабжение» является: 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.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующей профессиональной компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Проектный	ПК-3 Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-3.1. Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции
		ПК-3.2. Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции
		ПК-3.3. Выполнение и контроль проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, документирование результатов расчётного обоснования

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-3.1. Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции	Знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест
	Умеет использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности, формулировать и решать задачи в области теплоснабжения
	Владеет методами расчета тепловой мощности систем теплоснабжения для города, района города или поселка, выбора типа источника теплоты и систему теплоснабжения, подбора схемы тепловых пунктов и методов регулирования отпуска теплоты;
ПК-3.2. Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции	Знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест
	Умеет обоснованно выбирать параметры теплоносителя и другие исходные данные для проектирования и расчета систем теплоснабжения.
	Владеет правилами 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 теплогазоснабжения, вентиляции, документирование результатов расчётного обоснования	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.

I. СТРУКТУРА И 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 (6 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 (4 часов)

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 (14 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 (2 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. Технико-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 энергетики.

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.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

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 планируемым периодам 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 [P], коэффициента готовности [Kg], 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)**

III. 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 результатов выполнения лабораторных работ	9 часов	ПР-6 (лабораторная работа)
7	15-18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	36 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 (*ПР-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 (ПР-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 (*ПР-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 (*ПР-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.

IV. 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 теплогазоснабжения, вентиляции	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 систем в заданных условиях	УО-1	
			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.	ПК-3.2. Выбор	Знает методы регулирования	УО-1	Экзамен

	Регулирование отпуска теплоты	метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции	тепловых нагрузок Умеет рассчитывать графики регулирования Владеет методами анализа при выборе энергетически эффективного метода регулирования	УО-1 ПР-9	
4	Раздел 4. Конструктивные решения тепловых сетей	ПК-3.3. Выполнение и контроль проведения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, документирование результатов расчётного обоснования	Знает методы гидравлического расчета Умеет использовать методы гидравлического, теплового и конструктивного расчета при проектировании тепловых сетей Владеет способами сбора и анализа исходных данных для проектирования тепловых сетей	УО-1 УО-1 ПР-9	Зачет
5	Раздел 5. Эксплуатация систем теплоснабжения	ПК-3.1 Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологически, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции	Знает условия надежной эксплуатации тепловых сетей Умеет рассчитывать показатели надежности СЦТ Владеет способами обеспечения надежности СЦТ при проектировании	УО-1 ПР-6 ПР-9	Зачет
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 Умеет разрабатывать задание на проектирование системы теплоснабжения Владеет способами выбора схемы и оборудования для не традиционных источников теплоты	УО-1 ПР-1 ПР-9	Зачет

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

V. 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.].

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/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е814.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 22)</p> <p>Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА – 1 шт. Проектор. Доска аудиторная.</p>	<p>AutoCAD 2018, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е814.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 12)</p> <p>Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА – 1 шт. Проектор. Доска аудиторная, лабораторный стенд для исследования гидравлических режимов тепловых сетей</p>	<p>AutoCAD 2018, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017.</p> <p>Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>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.)</p>	<p>AutoCAD 2018, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>

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.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Теплоснабжение» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1);

Письменные работы:

1. Лабораторная работа (ПР-6)

2. Курсовой проект (ПР-9)

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Курсовой проект (ПР-9) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач в области проектирования теплоснабжения.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теплоснабжение» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (2-й семестр и зачет 3-й семестр). Экзамен, зачет проводятся в устной форме или по результатам выполнения тестов.

Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению директора департамента (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили практические занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, директор департамента имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 45 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

В аудитории, где принимается устный экзамен, могут одновременно находиться не более 8 человек. Выходить из аудитории вовремя подготовки к ответам без разрешения экзаменатора не допускается.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «не удовлетворительно».

Оценки, выставленные экзаменатором по итогу экзамена, пересмотру не подлежат.

При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы для промежуточной аттестации:

– экзамен по следующим вопросам;

1. Краткий исторический очерк развития теплоснабжения.
2. Современное состояние и перспективы развития теплоснабжения.
3. Классификация тепловых нагрузок.
4. Определение расходов теплоты.
5. График продолжительности тепловых нагрузок.
6. Интегральный график теплопотребления.
7. Классификация систем теплоснабжения.
8. Присоединение абонентов в водяных закрытых системах теплоснабжения.
9. Присоединение абонентов в водяных открытых системах теплоснабжения.
10. Однотрубные системы теплоснабжения.

11. Паровые системы теплоснабжения.
12. Центральные тепловые пункты.
13. Гидравлические регуляторы давления и расхода прямого действия.
14. Гидравлические регуляторы давления и расхода непрямого действия.
15. Регуляторы температуры в системах горячего водоснабжения.
16. Классификация систем горячего водоснабжения.
17. Современные системы горячего водоснабжения.
18. Определение расчетных расходов воды и теплоты в системах ГВС.
19. Гидравлический расчет подающих трубопроводов систем ГВС.
20. Определение циркуляционных расходов и гидравлический расчет циркуляционных линий систем ГВС.
21. Трубопроводы и оборудование систем ГВС.
22. Водоподготовка в системах ГВС.
23. Методы регулирования в системах теплоснабжения.
24. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов.
25. Центральное регулирование однородной тепловой нагрузки.
26. Центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки.
27. Центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.
28. Выбор метода регулирования тепловой нагрузки.

– зачет в форме тестов по следующим вопросам;

29. Трасса и способ прокладки тепловых сетей.
30. Определение расчетных расходов теплоносителя в системах теплоснабжения.
31. Основные расчетные зависимости гидравлического расчета тепловых сетей.
32. Порядок гидравлического расчета тепловых сетей.
33. Пьезометрический график.
34. Основные требования к режиму давления в тепловых сетях.

35. Установление требуемого гидростатического и гидродинамического режимов работы системы теплоснабжения.
36. Выбор способа присоединения абонентов в соответствии с пьезометрическими линиями.
37. Классификация конструкций теплопроводов.
38. Подземные канальные прокладки тепловых сетей.
39. Поzemные бесканальные прокладки тепловых сетей.
40. Надземная прокладка тепловых сетей.
41. Промежуточные опоры (назначение, определение расстояний между опорами, конструктивное исполнение).
42. Неподвижные опоры (назначение, определение усилий, конструктивное исполнение).
43. Компенсация температурных деформаций (теоретические основы, классификация компенсирующих устройств).
44. Осевые компенсаторы.
45. Радиальная и естественная компенсация температурных деформаций.
46. Основные зависимости теплового расчета теплопроводов.
47. Тепловой расчет подземных канальных теплопроводов.
48. Тепловой расчет подземных бесканальных теплопроводов.
49. Тепловой расчет теплопроводов надземной прокладки тепловых сетей.
50. Тепловые потери и коэффициент эффективности тепловой изоляции.
51. Падение температуры теплоносителя и выпадение конденсата.
52. Гидравлическая характеристика тепловой сети и способы ее определения.
53. Гидравлический режим закрытых тепловых сетей.
54. Гидравлический режим открытых тепловых сетей
55. Гидравлическая устойчивость.
56. Гидравлический режим тепловой сети с насосными на подающем трубопроводе.
57. Гидравлический режим тепловой сети с насосными на обратном трубопроводе.

58. Гидравлический режим тепловой сети с насосными и дросселирующими подстанциями.
59. Гидравлический удар в тепловых сетях.
60. Надежность теплоснабжения.
61. Организация эксплуатации систем теплоснабжения.
62. Основное и вспомогательное оборудование ТЭЦ.
63. Тепловые схемы паротурбинных ТЭЦ.
64. Теплофикационные подогревательные установки.
65. Коэффициент теплофикации и определение его оптимального значения.
66. Определение оптимального удельного падения давления.
67. Совместная работа ТЭЦ и пиковой котельной района.
68. Использование вторичных энергоресурсов для теплоснабжения.
69. Использование солнечной энергии для теплоснабжения.
70. Использование геотермальных вод.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка Зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

85- 76	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Критерии выставления оценки студенту на зачете

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (тест, творческого задания, разноуровневые задачи и задания) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Вопросы для собеседования / устного опроса (УО-1)

Раздел 1.

1. Почему дежурное отопление на промышленном предприятии снижает годовой расход теплоты на отопление?

2. Как обеспечить снижение потребления тепловой энергии на вентиляцию?

3. Как с помощью графика продолжительности тепловых нагрузок определить продолжительность максимума действия тепловых нагрузок?

4. Как с помощью графика продолжительности тепловых нагрузок оптимизировать загрузку источников теплоснабжения с разным КПД?

5. Что является теплофикационной системой теплоснабжения?
6. В чем заключается энергетическая эффективность теплофикации?
7. В чем состоит недостаток открытых систем теплоснабжения?
8. В чем заключаются достоинства и недостатки теплоносителя пар?
9. Как повысить энергетическую эффективность водяного теплоносителя?
10. Перечислить недостатки водяных неавтоматизированных систем теплоснабжения с неавтоматизированными абонентами?
11. Особенности, зависимой и независимой, схем присоединения абонентов в водяных системах теплоснабжения?
12. Каковы преимущества и недостатки элеваторов в узлах смешения перед отопительными системами?
13. В чем заключаются преимущества связанного регулирования?
14. Чем отличаются автоматические регуляторы прямого и непрямого действия?

Раздел 2.

1. Чем объясняется ограниченность применения скоростных электрических водонагревателей в местных системах горячего водоснабжения?
2. Объяснить необходимость циркуляции воды в системах горячего водоснабжения?
3. Как повысить гидравлическую устойчивость циркуляции воды в системах горячего водоснабжения?
4. При каких условиях требуется обеспечивать зонирование в системах горячего водоснабжения?
5. В чем заключается целесообразность аккумуляции теплоты в системах горячего водоснабжения?
6. Перечислить методы водоподготовки в системах горячего водоснабжения?
7. Привести значение максимальной и минимальной температуры горячей воды и объяснить, чем они продиктованы?

Раздел 3.

1. Изменением каких параметров возможно обеспечивать центральное регулирование в водяных системах теплоснабжения?
2. Записать уравнение тепловой производительности теплообменного аппарата, основанное на безразмерной удельной тепловой производительности и объяснить параметры в формуле?
3. В чем состоит метод расчета графика температур по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения?
4. В чем заключаются преимущества количественного метода регулирования тепловой нагрузки?
5. В чем заключается особенности расчета регулирования тепловой нагрузки независимых систем теплоснабжения?

Раздел 4.

1. Из какого условия выбирают расстояние между секционирующими задвижками тепловых сетей?
2. Записать уравнение Бернулли и объяснить значение параметров в нем?
3. Как производится переход от единиц давления к единицам напора?
4. Что такое эквивалентная и относительная шероховатость стенки трубопровода?
5. Из какого условия минимальная величина давления устанавливается в размере 0,05 МПа?
6. Из каких условий выбираются схемы присоединения абонентов к тепловым сетям?
7. Что представляет пьезометрический график и для чего он используется?
8. Почему гидравлический расчет тепловых сетей производится в два этапа?
9. В чем заключаются основные требования конструкциям современных

теплопроводов?

10. Сравнить способы подземной канальной и бесканальной прокладки тепловых сетей?

11. Объяснить назначение неподвижных опор в тепловых сетях?

12. Объяснить назначение свободных опор в тепловых сетях?

13. Какие усилия и напряжения возникают в заземленном участке трубопровода при изменении температуры?

14. В чем особенности компенсации температурных деформаций бесканальных теплопроводов?

15. Значение предварительной растяжки П-образных компенсаторов и на какую величину она осуществляется?

16. Записать уравнение для определения удельных тепловых потерь и объяснить величины в нём?

17. Объяснить смысл формулы Форхгеймера в тепловом расчете подземных теплопроводов?

18. Какие действия необходимо предпринять, если падение температуры теплоносителя превышает допустимое значение?

Раздел 5.

1. Привести уравнение потокораспределения в тепловых сетях по методу характеристик сопротивления и объяснить параметры в нём?

2. Как можно характеризовать гидравлическую устойчивость тепловых сетей?

3. Где обычно задается нейтральная точка и с помощью какого устройства она поддерживается?

4. Объяснить причины возникновения гидравлического удара и какие способы применяются для защиты?

5. Перечислить критерии надежности теплоснабжения и дать их характеристику?

6. Что характеризует параметр потока отказов и как он определяется?

7. Укажите основные виды испытаний тепловых сетей?

Раздел 6.

1. Привести упрощенную схему паротурбинной ТЭЦ и охарактеризовать её элементы?
2. Как определяется абсолютная экономия топлива при теплофикации?
3. В чем заключается эффективность газотурбинных установок, работающих в теплофикационном режиме?
4. В чем заключаются особенности использования ядерного топлива на атомных станциях теплоснабжения?
5. Особенности использования солнечной энергии для целей теплоснабжения?
6. Объяснить эффективность преобразования низкопотенциальной теплоты на цели теплоснабжения с помощью тепловых насосов?
7. На чем основана эффективность применения пластинчатых теплообменников в тепловых энергоустановках?

Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

Тематика лабораторных работ

1. Изучение устройства и режимов работы лабораторного стенда для исследования гидравлических режимов систем теплоснабжения.
2. Исследование влияния на режим давления в тепловой сети переменного расхода сетевой воды и изменения давления подпитки.
3. Изучение влияния на режим давления в тепловой сети местоположения нейтральной точки.

4. Изучение причин возникновения гидравлической разрегулировки и способов повышения гидравлической устойчивости тепловых сетей.

5. Исследование гидравлического режима тепловых сетей с насосной подстанцией на подающем трубопроводе.

6. Роль насосной подстанции в обратной магистрали в создании необходимого режима давления.

7. Изучение работы насосных станций смешения.

8. Защита абонентов от высоких давлений в подающей магистрали и низких давлений в обратной магистрали.

9. Исследование гидравлических режимов открытых систем теплоснабжения.

К защите лабораторных работ представляется отчет, содержащий описание цели работы, исследуемые режимы работы моделируемой системы теплоснабжения, протоколы испытаний и результаты обработки, представленные пьезометрическими графиками. Выводы по работам являются результатом анализа моделируемых режимов работы системы теплоснабжения. При защите лабораторных работ студент должен быть готов ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы для лабораторных работ

Работа №1:

1. Для чего предназначен гидродинамический стенд?
2. Перечислите основные элементы гидродинамического стенда?
3. Какие функции выполняют сетевой насос и подпиточный насос?
4. Какую систему теплоснабжения моделирует гидродинамический стенд?

5. Перечислите схемы включения насосных подстанций?
6. Какие устройства применяются для измерения давления?
7. Дайте определение полного и пьезометрического напоров?

Работа №2:

1. Как выбирается положение линии статического давления, если вода в тепловой сети имеет температуру 100 °С?
2. Как по пьезометрическому графику определить давления в отдельных точках сети и абонентов в статическом и гидродинамическом состоянии системы?
3. Какие абоненты при статическом режиме находятся под наибольшим давлением? Как их следует присоединять к тепловой сети, если давление у них превышает допустимое?
4. Как обеспечивается необходимое статическое давление в тепловой сети?
5. Как по пьезометрическому графику определить давление, создаваемое сетевым и подпиточным насосами?
6. Как изменяется давление во всех точках сети при переходе от статического режима к гидродинамическому, если давление в обратной магистрали перед насосом не изменяется?
7. Почему в протяженных сетях целесообразно понижать давление подпитки при пуске сетевых насосов?
8. Как изменяются потери давления в сети при увеличении расхода?

Работа №3:

1. Куда уходит прирост объема воды при повышении ее температуры в системе теплоснабжения с подпиточным насосом?
2. Каковы недостатки применения расширительных сосудов для создания необходимого давления в тепловой сети?

3. В каких системах теплоснабжения целесообразно применение расширительных сосудов для создания необходимого режима давлений?

4. Какое здание следует выбрать в системе теплоснабжения для установки расширительного сосуда? К какому трубопроводу необходимо его подключать?

5. Как осуществляется контроль уровня воды в расширительных сосудах?

Работа №4:

1. К чему приводит отключение абонентов в системе теплоснабжения?

2. Как изменится режим давления в тепловой сети, если значительно уменьшить гидравлическое сопротивление части абонентов, находящихся в ее середине?

3. Дать определение пропорциональной и непропорциональной разрегулировки?

4. Какие устройства применяются в системах теплоснабжения для повышения гидравлической устойчивости?

5. Какие значения коэффициентов гидравлической устойчивости необходимо иметь для создания устойчивых к разрегулировке систем теплоснабжения?

Работа №5:

1. Как подключаются потребители, расположенные на высоких отметках, если не применять насосную подстанцию?

2. В протяженных тепловых сетях, какое решение будет более эффективным:

а). При применении сетевого насоса с большим напором и исключением насосных подстанций;

б). С понижением напора сетевого насоса и повышением давления в сети с помощью насосных подстанций?

3. В каком состоянии должна находиться насосная подстанция при остановке сетевого насоса?

Работа №6:

1. Как подключаются потребители, расположенные на низких отметках, если не применять насосную подстанцию?

2. Для чего предназначены насосные подстанции на обратном трубопроводе в протяженных тепловых сетях?

3. Какое устройство применяется для блокировки работы насосов в случае выхода давления за установленный диапазон?

4. Что предусматривается на насосных подстанциях для защиты абонентов от высокого или низкого давления?

Работа №7:

1. В каком случае применяются насосные станции смешения?

2. Как принимаются напор и производительность насосов станции смешения?

3. Какое устройство применяется для защиты потребителей от попадания высокотемпературного теплоносителя?

4. Какое влияние оказывает насосная подстанция на режим давления в тепловой сети и чем это обусловлено?

Работа №8:

1. Что такое автоматический клапан подпора и как он работает?

2. Какова минимальная разность давлений у абонента, которую необходимо сохранять, проводя регулирование на вводе?

3. У каких абонентов по длине сети возникает опасность превышения давления сверх допустимого значения?

4. Какие абоненты по длине сети могут находиться при недопустимо низком давлении?

Работа №9:

1. Как зависят условия водоразбора из тепловой сети от температуры наружного воздуха?
2. Как влияет водоразбор из подающего трубопровода тепловой сети на режим давления?
3. Как влияет водоразбор из обратного трубопровода тепловой сети на режим давления?
4. Каким устройством поддерживается температура горячей воды и где оно устанавливается?
5. Как обеспечить гидравлическую устойчивость открытых тепловых сетей?

Критерии оценки лабораторных работ

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент выполняет лабораторную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения измерений, правильно самостоятельно определяет цель работы; самостоятельно, рационально выбирает необходимое оборудование для получения наиболее точных результатов проводимой работы. Грамотно и логично описывает ход работы, правильно формулирует выводы, точно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и т.п., умеет обобщать фактический материал. Допускается два/три недочёта или одна негрубая ошибка и один недочёт. Работа соответствует требованиям и выполнена в срок.
«не зачтено»	Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет сделать правильные выводы; не определяет самостоятельно цель работы; в ходе работы допускает одну и более грубые ошибки, которые не может исправить, или неверно производит наблюдения, измерения, вычисления и т.п.; не умеет обобщать фактический материал. Лабораторная работа не выполнена.

Тематика курсовых проектов

Тематика курсовых проектов и исходные данные принимаются по учебному пособию [4]. Содержание разделов работы включает:

Работа №1. Определение тепловых нагрузок на примере жилого района города и построение графика продолжительности их действия.

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.

Работа №2. Расчет системы горячего водоснабжения жилого здания.

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.

Работа №3. Выбор метода и построение графика регулирования тепловых нагрузок.

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.

Работа №4. Определение расчетных расходов теплоносителя на примере жилого района города и гидравлический расчет тепловых сетей.

На основании плана застройки жилого района города [4]:

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.

Работа №5. Конструктивный расчет тепловых сетей.

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.

Работа №6. Выбор теплофикационного оборудования источника теплоснабжения.

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.

Работа №7. Выполнение графической части тепломеханических решений тепловых сетей.

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

Вопросы на защиту курсового проекта:

1. Способы определения тепловых нагрузок потребителей в системах теплоснабжения;

2. Что характеризует величина относительного расхода теплоты на отопление;

3. Чем определяется соотношение максимального и среднего значений теплового потока на горячее водоснабжение;

4. Как определяется расход теплоты на горячее водоснабжение в летний период;

5. Как строится график продолжительности тепловых нагрузок;
6. Как определяется продолжительность стояния температур наружного воздуха;
7. Как определяются расчетные секундные расходы воды при проектировании систем горячего водоснабжения;
8. Как определяются и для чего используются расчетные часовые расходы воды и теплоты в системах горячего водоснабжения?
9. Метод определения циркуляционных расходов горячей воды;
10. Как производится гидравлическая увязка и балансировка в системах горячего водоснабжения при их проектировании;
11. Назначение полотенцесушителей в системах горячего водоснабжения;
12. Как определяется точка излома графика температур при центральном качественном регулировании в системах теплоснабжения;
13. Пояснить значения величин, принимаемых в уравнениях расчета параметров теплоносителя при построении температурного графика;
14. Какие требования предъявляются к выбору трассы тепловой сети;
15. Как учитываются требования к надежности теплоснабжения при выборе трассы тепловой сети;
16. Способ определения расчетных часовых расходов теплоты в зависимости от вида системы теплоснабжения;
17. Как определяются суммарные расходы теплоносителя на расчетных участках тепловой сети;
18. Объяснить порядок проведения предварительного гидравлического расчета тепловых сетей;
19. Как обеспечивается компенсация температурных деформаций тепловых сетей;
20. Исходя из каких условий определяется расстояние между неподвижными опорами;
21. Как определяются нагрузки, действующие на неподвижные опоры;
22. Способ определения усилий и напряжений при самокомпенсации

температурных деформаций;

23. Порядок проведения окончательного гидравлического расчета;

24. Исходя из каких требований производится построение пьезометрического графика;

25. Объяснить методику проведения теплового расчета при выборе тепловой изоляции;

26. Как рассчитывается падение температуры теплоносителя при передаче в тепловых сетях;

27. Особенности расчета двух ступенчатой схемы присоединения подогревателей горячего водоснабжения в ИТП с ограничением расхода сетевой воды на отопление;

28. Особенности выбора повысительных и циркуляционных насосов горячего водоснабжения;

29. Выбор приборов КиП и автоматики в ИТП зданий;

30. Выбор сетевых и подпиточных насосов на источнике теплоснабжения;

31. Объяснить значение коэффициента теплофикации при выборе подогревателей на источнике теплоснабжения ТЭЦ.

32. Требования стандартов СПДС при выполнении проектной и рабочей документации тепловых сетей.

Критерии оценки курсового проекта

Оценка	Требования
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной проектно-исследовательской работы по теме проектирования; методами и приемами анализа различных программ расчета и этапов энергосбережения, применяемых на практике. Работа выполнена в соответствии с СП и СНиП, использовано отечественное и зарубежное оборудование, с учетом анализа его достоинств. Фактических ошибок нет.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной проектно-исследовательской работы по теме проектирования; методами и приемами анализа различных программ расчета и этапов энергосбережения, применяемых на практике при этом допущено не более 1 ошибки. Работа выполнена в соответствии с СП и СНиП. Фактических ошибок нет.

«удовлетворительно»	выставляется студенту, если проектно-исследовательской работа по теме проектирования выполнена самостоятельно; очевидно овладение методами расчетных алгоритмов и графических программ. Допущено не более 2 ошибок. Работа выполнена в соответствии с СП и СНиП, использовано отечественное и зарубежное оборудование, но нет обоснования его выбора.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если проектно-исследовательской работа представляет собой скопированный материал, не соответствующий теме проекта без должного анализа используемого алгоритма расчета, проектирования и подбора отечественного и зарубежного оборудования. Допущено три или более трех ошибок, работоспособность запроектированных систем вызывает сомнение.