

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

02.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б.1.2.9 Источники и системы теплоснабжения**

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс 3, 4

Семестр 6, 7, 8

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	6	часов
Лабораторные работы	4	часов
Практические занятия	6	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	16	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	7	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	236	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	8	семестр
Зачет	7	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ЭП	СОГЛАСОВАНО	П.Н. Анисимов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

(наименование кафедры)			
29.12.2021	протокол №	4	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, Технический директор-главный инженер  
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"  
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 г.  
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Сопосбен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности (ОПД) в ссоответствии с технологией производства	ПК - 1.1 Участвует в разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	<p><b>знания:</b> Знает устройство систем теплоснабжения, включая технологические схемы: источников тепловой энергии, тепловых сетей и тепловых пунктов потребителей тепла.</p> <p><b>умения:</b> Умеет определять тепловые нагрузки потребителей тепловой энергии, выбирать оборудование систем теплоснабжения, включая оборудование источников тепловой энергии, тепловых сетей и тепловых пунктов потребителей тепла.</p> <p><b>навыки:</b> Обладает навыками расчета и проектирования систем теплоснабжения, включая навыки выполнения гидравлических расчетов и разработки гидравлических режимов, выполнения тепловых расчетов.</p>
	ПК - 1.2 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<p><b>знания:</b> Знает принцип действия и устройство основного и вспомогательного оборудования, входящего в состав систем теплоснабжения, включая оборудование источников тепловой энергии, тепловых сетей и тепловых пунктов потребителей тепла.</p> <p><b>умения:</b> Умеет определять фактические, расчетные и нормативные параметры функционирования систем теплоснабжения, включая характеристики оборудования источников тепловой энергии, тепловых сетей и тепловых пунктов потребителей тепла.</p> <p><b>навыки:</b> Имеет навыки работы с нормативно-технической документацией в области эксплуатации систем теплоснабжения, включая эксплуатацию оборудования источников тепловой энергии, тепловых сетей и тепловых пунктов потребителей тепла.</p>
2. ПК-4 Способен проводить расчеты по	ПК-4.1 Участие в сборе и анализе информационных	<b>знания:</b> Знает цели и задачи типовых расчетов выполняемых при

типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	исходных данных для проектирования	проектировании систем теплоснабжения <b>умения:</b> Умеет использовать справочные данные при выполнении типовых расчетов проектирования систем теплоснабжения <b>навыки:</b> Имеет навыки выполнения расчетов по типовым методикам проектирования систем теплоснабжения в том числе с применением актуальной нормативно-технической документации в области проектирования
---	------------------------------------	---

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Котельные установки и парогенераторы (ПК-1), Физическая химия. Основы водоподготовки (ПК-1), Введение в инженерную деятельность (ПК-1), Котельные установки и парогенераторы (ПК-1), Теория горения топлива (ПК-4), Технологические энергоносители предприятий (ПК-4), Нагнетатели и тепловые двигатели (ПК-4), Тепломассообменное оборудование предприятий (ПК-4), Теория горения топлива (ПК-4), Технологические энергоносители предприятий (ПК-4), Нагнетатели и тепловые двигатели (ПК-4); практик: Учебная практика. Профилирующая практика (ПК-1), Производственная практика. Технологическая практика (ПК-1), Учебная практика. Профилирующая практика (ПК-4), Учебная практика. Профилирующая практика (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем (ПК-4), Конструирование теплотехнического оборудования (ПК-4), Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем (ПК-4), Конструирование теплотехнического оборудования (ПК-4); практиках: Производственная практика. Технологическая практика (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-1), Производственная практика. Технологическая практика (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-4), Преддипломная практика (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: дискуссионные, лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма, case-study, проблемная лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Устройство и эксплуатация систем теплоснабжения.</b>	<b>72</b>	ПК-1, ПК-4
Лекция. Введение. Общие сведения об источниках и системах теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения. Проектирование систем теплоснабжения. Определение тепловых нагрузок, гидравлические и тепловой расчет тепловой сети.	2	
Практическое занятие. Расчет тепловых нагрузок по укрупненным показателям. Построение графика качественно-количественного регулирования отпуска теплоты.	2	
Лабораторная работа. Измерение количества тепловой энергии в водяной системе теплоснабжения.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельная дополнительная проработка тем лекций с использованием рекомендованной литературы. Классификация тепловых нагрузок, тепловые потери. Определение расчетных тепловых нагрузок по укрупненным показателям. Потери через ограждающие конструкции, потери на инфильтрацию и вентиляцию. Устройство систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения, централизованное и децентрализованное теплоснабжение. Графики тепловых нагрузок. Суммарная сезонная тепловая нагрузка. Годовой расход теплоты, график Россандера. Классификация систем теплоснабжения, централизованное теплоснабжение. Режимы и способы регулирования отпуска и потребления теплоты. Проектирование систем теплоснабжения и тепловых сетей. Методика гидравлического расчета тепловых сетей. Устройство теплопровода. Выбор материалов и способа прокладки тепловой сети, компенсация тепловых удлинений, тепловая изоляция, тепловые камеры, диспетчеризация и автоматизация транспорта теплоты.	66	
Иная контактная работа:	0	

### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Проектирование систем теплоснабжения и тепловых сетей</b>	<b>56</b>	ПК-1, ПК-4
Лекция. Гидравлические режимы тепловой сети. Регулирование тепловой нагрузки. Тепловые схемы источников теплоснабжения, котельных и ТЭС.	2	
Практическое занятие. Определение расхода теплоносителя. Гидравлический расчет тепловой сети. Разработка гидравлического режима.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы

Самостоятельная проработка тем лекций с использованием рекомендованной литературы. Дополнение конспектов лекций. Дополнительные темы для самостоятельного изучения и выполнения конспекта:

Гидравлические режимы разветвленных тепловых сетей. Построение пьезометрического графика двухтрубной разветвленной водяной тепловой сети. Построение линий напоров в ответвлениях и определение располагаемых напоров. Гидравлические режимы закольцованных тепловых сетей с несколькими источниками. Повысительные насосные станции и дросселирующие устройства.

Оборудование источников и тепловых пунктов. Основные требования к гидравлическому режиму источника, тепловой сети и потребителей.

Способы и схемы присоединения потребителей тепловой энергии к водяной тепловой сети. Анализ гидравлического режима.

Способы и схемы присоединения потребителей тепловой к паровой тепловой сети.

Устройство тепловых пунктов.

Современное теплообменное оборудование тепловых пунктов. Блочно-модульные тепловые пункты.

Устройство систем горячего водоснабжения.

Техническое обслуживание и ремонт оборудования тепловых сетей. Пуско-наладочные работы в тепловых сетях.

Техническое диагностирование, испытания тепловых сетей. Гидравлические испытания тепловой сети на прочность и плотность. Режимно-наладочные работы в тепловых сетях.

Выполнение курсового проекта и дополнительных практических заданий по темам:

Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, ГВС и технологические нужды.

Расчет теплового потребления. Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и ГВС по укрупненным показателям.

Построение графиков тепловых нагрузок.

Построение графиков температурного регулирования отпуска теплоты по отопительной нагрузке.

Построение повышенных графиков регулирования отпуска теплоты по совмещенной нагрузке.

Гидравлический расчет магистрали тепловой сети.

Гидравлический расчет разветвленной тепловой сети.

Расчет и подбор тепловой изоляции, опор, компенсаторов.

Разработка гидравлического режима тепловой сети, построение пьезометрического графика.

Увязка гидравлических потерь в разветвленной тепловой сети.

Подбор подпиточных и сетевых насосов источника, котлов, оборудования тепловых пунктов.

Выбор способа присоединения разнородных потребителей теплоты к тепловой сети.

Подбор оборудования теплового пункта для присоединения потребителей к паропроводу. Расчет режима гидropневматической промывки участка трубопровода водяной тепловой сети. Составление технологической карты испытания тепловой сети. Расчет режима гидравлических и пневматических испытаний участков трубопроводов тепловой сети на прочность и плотность.	52	
выполнение курсового проекта/работы	50	
Иная контактная работа:	0	

### 8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Источники теплоснабжения, устройство и оборудование источников теплоснабжения и тепловых энергоустановок потребителей</b>	<b>74</b>	ПК-1, ПК-4
Практическое занятие. Расчет количества отпущенной в сеть тепловой энергии. Расчет сетевого подогревателя.	2	
Лабораторная работа. Практическое занятие. Выбор источника теплоснабжения по совокупности технико-экономических показателей. Лабораторная работа. Определение параметров функционирования автоматизированного теплового пункта	2	
Лекция. Изучение схем теплофикационных установок.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение  
Самостоятельная проработка тем лекций с использованием  
рекомендованной литературы. Дополнение конспектов лекций.  
Дополнительные темы для самостоятельного изучения и  
выполнения конспекта:

Принципиальные схемы источников теплоснабжения.  
Котельные водогрейные. Производство сетевой воды.  
Принципиальные схемы источников теплоснабжения.  
Котельные паровые. Сетевые паро-водяные теплообменники.  
Производство сетевой воды. Отпуск пара потребителям.  
Принципиальные схемы источников теплоснабжения.  
Тепловые электроцентралы с теплофикационными паровыми  
турбинами. Тепловые электростанции конденсационного типа.  
Принципиальные схемы источников теплоснабжения.  
Тепловые электроцентралы с парогазовыми установками и  
котлами-утилизаторами.  
Технология отпуска пара и теплоты от ТЭЦ. Вспомогательное  
оборудование ТЭЦ. Регулирование отпуска теплоты от  
паротурбинных и парогазовых ТЭС.  
Принципиальные схемы источников теплоснабжения.  
Газотурбинные ТЭС и ТЭЦ. Регулирование отпуска теплоты от  
газотурбинных ТЭС.  
Компоновка главного корпуса и генеральный план ТЭС.  
Топливо-транспортное хозяйство ТЭС. Резервное топливо.  
Техническое водоснабжение ТЭС, система оборотного  
водоснабжения.  
Пусконаладочные работы и испытания оборудования  
источников  
Режимно-наладочные работы тепловых энергоустановок.  
Способы повышения энергетической эффективности  
функционирования ТЭС, ТЭЦ и котельных.  
Гидравлические испытания тепловых энергоустановок.  
Нормативно-техническая документация в области  
проектирования и эксплуатации источников и систем  
теплоснабжения.  
Индивидуальные источники теплоснабжения. Схемы  
теплоснабжения населенных пунктов. Выбор источника  
теплоснабжения по совокупности технико-экономических  
показателей.

Выполнение курсового проекта и дополнительных  
практических заданий по темам:  
Расчет и выбор теплообменника независимой системы  
отопления.  
Расчет и выбор подогревателя горячей воды закрытой системы  
теплоснабжения.  
Подбор насосного оборудования: сетевых насосов,  
подпиточных, повысительных, подкачивающих насосов.  
Подбор котлов и теплообменников.  
Определение потерь тепловой энергии и энергоносителя при  
производстве и распределении тепловой энергии.  
Расчет и выбор сетевого подогревателя.



Расчет рециркуляции газо-водяного теплообменника газотурбинной ТЭС		
Определение нормативного запаса резервного топлива.		
Определение потерь тепловой энергии и энергоносителя при производстве и распределении тепловой энергии.		
Определение расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку теплоты отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий.		
Определение энергетических характеристик теплофикационного оборудования ТЭЦ.		
Определение емкости аккумулятора для суточного выравнивания нагрузки горячего водоснабжения.		
Чтение и выполнение тепловых схем источников теплоты, тепловых сетей и тепловых пунктов потребителей.	68	
Иная контактная работа: защита курсового проекта/работы	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение **курсового проекта**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является, **зачет, экзамен; по курсовому**

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Соколов, Ефим Яковлевич. Теплофикация и тепловые сети [Текст] : учеб. для вузов / Е. Я. Соколов. 7-е изд., стер. М.: Изд-во МЭИ, 2001. - 471 с. ISBN 5-7046-0703-9. Экземпляры: всего 18.	18
2.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Текст] : сб. задач / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова; М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО "Мар. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 56 с. Экземпляры: всего 53.	53 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_istochniki_i_sistemy.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_istochniki_i_sistemy.pdf</a>
3.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Текст] : конспект лекций / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 200 с. ISBN 978-5-8158-0953-6. Экземпляры: всего 54.	54 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_A.G_Konspekt_lekcij_.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Pozdeev_A.G_Konspekt_lekcij_.pdf</a>
4.	Анисимов, Павел Николаевич. Источники и системы теплоснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсовому проектированию : [по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"] / П. Н. Анисимов; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 87 с. ISBN 978-5-8158-1993-1. Экземпляры: всего 33.	33 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Anisimov_istochniki_sistemi_teplosnabzhenia_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Anisimov_istochniki_sistemi_teplosnabzhenia_2018.pdf</a>
5.	Цанев, Стефан Васильевич. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 650800 "Теплоэнергетика", специальности 100500 "Тепловые электр. станции" по дисциплинам "Парогазовые и газотурбинные установки электростанций" и "Тепловые и атомные электр. станции" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; под ред. С. В. Цанева. М.: Изд-во МЭИ, 2002. - 573 с. ISBN 5-7046-0739-X. Экземпляры: всего 10.	10
6.	Тепловые электрические станции [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальности "Тепловые электр. станции" направления "Теплоэнергетика"] / [В. Д. Буров [и др.] ; под ред. В. М. Лавыгина, А. С. Седлова, С. В. Цанева. 3-е изд., стер. М.: МЭИ, 2009. - 464, [1] с. ISBN 978-5-383-00404-3. Экземпляры: всего 19.	19
<b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
<b>ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ</b>		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>

2.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	125 (I)	Автоматизир.система учета АСУРТВ (1), Ампервольтметр Щ-387 (1), Дискретный ввод (счетчики) 8каналов (1), Дискретный выход с ШИМ 8каналов (1), Клапан ДУ 50 (1), КОМПЛЕКС Д/ИЗМ ДАВЛ (3), Лабораторная установка "Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе" АК-01-2 (1), Лабораторная установка "Автоматизированный тепловой пункт" (1), Лабораторный стенд-тренажер "Тепловой насос (1), Лабораторный стенд-тренажер "Холодильник-1" (1), ЛОМИКОНТ (1), Макет мобильной газотурбинной электростанции в масштабе 1:87 (1), Макет тепловой электростанции с турбогенераторами (1), Модуль аналогового ввода 16разрядный 16каналов (2), Модуль аналогового ввода 16разрядный 8каналов (1), Накладные датчики КУРСВ-010М (2), Низкотемпературный прилавок ПХН-0,28 (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ (1), ПК(сист.бл,клав,мышь опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4 (1), Плоттер HP Design Jet 430 (1), ПРИБОР ИТВ-3М (1), ПРИБОР ФЩЛ 501-13 (1), Принтер Canon LBP 1120 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Расходомер ЭРСВ410 Ду=32 (2), Релейный выход 8каналов (1), Сенсорный управляющий экран ТРС-2006 (1), Система автоматизации реального времени (1), Сканер Epson 2400 (1), Соединительный узел с FP-СВ-11/778618-11 (7), Стеллаж	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, КОМПАС-3D V19, КОМПАС-3D V19

		1420*950*500 (1), Тепловычислитель ТРСВ-030 (1), Терморегулятор С5М1"Электроника" (1), Типовой комплект учебного оборудования "Автоматика систем теплоснабжения и вентиляции" АТГСВ-16-11ЛР-01 (1), Типовой комплект учебного оборудования "Автономная автоматизированная система отопления" АСО-05 (1), Ультразвуковой расходомер УРСВ- 010 (1), Циркуляционный термостат ЛАБ-ТЖ-ТС 01/26-100 (1), Шкаф ШХ-0.40МС (1), Экран на треноге 150*150 (2), Экран на штативе 180x180 MW (1), Элеватор ЭГО 01 (1), Комплект учебной мебели (1)	
2.	255 (I)	Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ- Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, КОМПАС-3D V19, КОМПАС-3D V19
3.	121 (I)	Ампервольтметр Ф-30 (1), Аппарат для резки Мультиплаз- 3500 (1), Газоанализатор АНКAT 7664 (1), Заправочное устройство КФПТ 1-10 (1), Комплект кодотанспор.по курсу те (1), Комплект пирометриста Шанс-01 (1), Комплект расходомерриста Лебедь КР-01 (1), Комплект расходомерриста Лебедь КР-02 (1), Компл-т кодотанспор.по тех термод (1), Компьютер RAMEC GALE Custom i3-3200/4ГБ/ монитор LCD 21.5", клавиат.,мышь (15), МФУ Canon MF -4410 (1), Ноутбук Easynote TE 11 HC (1), ПК(сист.бл,клав,мышь	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ- Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, КОМПАС-3D V19, КОМПАС-3D V19

	опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4 (3), Плата аналого-цифрового преобразования USB-6008 12 -bit (3), Прибор расходомер ультразвуковой "Взлет ПР" с толщиномером"Взлет УТ" (1), Принтер HP LaserJet Pro 400 M401a (1), Принтер Samsung ML-1615 (1), Принтер цветной Canon I-Sensys LBP7100Cn (1), Проектор Acer P1220 DLP 3 D 2700 LUMENS XGA 3000 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Сварочный аппарат Brima Mars 205 (1), Сварочный аппарат Telwin Digital Modular 230 (1), Сварочный аппарат ТОРУС 255 (1), Стенд рекламно-информационный 100x100 (3), Термометр электронный ТЭН-5 (2), УСТАНОВКА ИЗ ТЕПЛОПР (1), УСТАНОВКА ИЗУЧ.ТЕПЛ. (1), УСТАНОВКА ТП-003 (1), УСТАНОВКА ТП-005 (1), УСТАНОВКА ТП-011 (1), Установка ФПТ 1-3 (1), Установка ФНТ 1-1 (1), Установка ФПТ 1-10 (1), Установка ФПТ 1-8 (1), Установка ФПТ-12 (1), Циркуляционный термостат ЛАБ-ТЖ-ТС 01/26-100 (1), Комплект учебной мебели (1)
--	--

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно

Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### 1. К сезонным тепловым нагрузкам относятся

- а) Потребление тепла на отопление и вентиляцию
- б) Потребление пара на нужды технологического процесса
- в) Потребление горячей воды на нужды технологического процесса
- г) Потребление тепла на технологические нужды

#### 2. Выберите ошибочное утверждение

- а) В независимой системе теплоснабжения теплоноситель из тепловой поступает непосредственно в систему отопления потребителя
- б) В закрытой системе теплоснабжения вода на нужды горячего водоснабжения может подогреваться непосредственно в индивидуальном тепловом пункте потребителя
- в) В закрытой системе теплоснабжения вода на нужды горячего водоснабжения может подогреваться от сетевой воды в теплообменнике, установленном в центральном тепловом пункте жилого квартала
- г) В независимой системе теплоснабжения вода на нужды отопления может подогреваться от сетевой воды в теплообменнике, установленном в центральном тепловом пункте жилого квартала

#### 3. Чем отличаются открытые водяные системы теплоснабжения от закрытых?

- а) в них сетевая вода частично разбирается у абонентов для горячего водоснабжения
- б) в них сетевая вода поступает из открытых водоёмов

в) они могут иметь большее число параллельных трубопроводов

г) при открытой системе теплоснабжения отсутствует приточная вентиляция здания

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

### Вопросы на зачет.

#### Системы теплоснабжения

##### Основные сведения о системах теплоснабжения

1. Классификация систем теплоснабжения: а) По источнику теплоснабжения; б) По теплоносителю; в) По способу транспорта теплоносителя или по количеству трубопроводов тепловой сети; г) По способу присоединения систем ГВС; д) По способу присоединения потребителя тепловой энергии к тепловым сетям; е) По режиму отпуска теплоты: е1) По месту регулирования; е2) По способу регулирования.
2. Устройство централизованных систем теплоснабжения.
3. Изобразить пример структурную схему тепловой сети от ТЭЦ с индивидуальными и центральными тепловыми пунктами.
4. Устройство и назначение центральных тепловых пунктов.
5. Устройство и назначение индивидуальных тепловых пунктов.
6. Устройство и назначение повысительных насосных подстанций.
7. Что называют магистральными и распределительными тепловыми сетями? Понятие квартальные тепловые сети.
8. Децентрализованные местные и индивидуальные СТ.
9. Параметры теплоносителя в водяных централизованных СТ.
10. Структурные схемы паровых СТ: а) однотрубная без возврата конденсата; б) двухтрубная с возвратом конденсата; в) трехтрубная с возвратом конденсата.
11. Назначение и устройство конденсатоотводчиков.
12. График суммарной сезонной тепловой нагрузки.
13. Пример годового графика отопительной и вентиляционной нагрузки по месяцам.
14. Пример годового графика теплового потребления (отопление + ГВС) по месяцам.
15. Суточные графики расхода горячей воды на горячее водоснабжение в жилом доме.
16. Суточные графики расхода горячей воды на технологические нужды производства.
17. График продолжительности сезонной тепловой нагрузки (график Россандера), методика его построения.
18. Применение графика продолжительности сезонной тепловой нагрузки (графика Россандера) при проектировании и эксплуатации систем теплоснабжения.
19. Интегральный графика отопительной нагрузки и его применение при проектировании и эксплуатации систем теплоснабжения.

## Расчёт тепловых нагрузок

1. Условие теплового равновесия здания (тепловой баланс отапливаемого здания).
2. Перечислить возможные методы определения тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию, ГВС, технологические нужды.
3. Теплопотери теплопередачей через наружные ограждения.
4. Формула проф. Ермолаева Н.С. для расчета теплопотерь здания.
5. Минимальное термическое сопротивление многослойной стенки ограждающей конструкции для исключения образования конденсата на её внутренней поверхности.
6. От чего зависят теплопотери инфильтрацией жилых и производственных зданий? Расчёт теплопотерь инфильтрацией.
7. Расчётная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления. Расчётная температура наружного воздуха для проектирования систем приточной вентиляции.
8. Формула перерасчёта теплопотерь здания на температуры наружного воздуха отличные от расчётной.
9. Методика определения расчётной тепловой нагрузки при проектировании систем теплоснабжения в соответствии с СП «Тепловые сети» (в каких случаях тепловая нагрузка определяется: а) по данным конкретных проектов; б) по фактическим нагрузкам; в) по укрупненным нормам и показателям).
10. Определение тепловой нагрузки на отопление **по нормам СП «Тепловая защита зданий»**: а) Методика расчета потребления на отопление **по приведенному сопротивлению теплопередаче отдельных ограждающих конструкций** (по Таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»); б) Методика расчета потребления на отопление **по удельной теплозащитной характеристике здания** (по Таблице 7 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»);
11. Определение тепловой нагрузки на отопление **по укрупненным показателям**: а) с использованием **удельной отопительной характеристики здания** (таблицы 3-7, приложения «1» «Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку теплоты отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий»); б) с использованием удельного показателя максимальной тепловой нагрузки на отопление и вентиляцию жилых домов (приложение «В» СП «Тепловые сети»).
12. Расчет потребления на вентиляцию по укрупненным показателям для общественных и производственных зданий с использованием **удельной вентиляционной характеристики здания** из (таблиц 6-7, приложения «1» «Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку теплоты отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий»).
13. Расход теплоты на вентиляцию по расходу воздуха (используя **нормируемую кратность воздухообмена** [Приложения «И», «К» СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»]).
14. Формула для определения среднечасовых тепловых нагрузок на ГВС с использованием **расчетного среднего часового расхода воды сантехническим оборудованием** [таблица А.1 приложения «А» СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий»].
15. Какова температура горячей воды в местах водоразбора, регламентируемая СП «Тепловые сети» в открытых системах, в системах местного водоснабжения и в закрытых системах ГВС?
16. Формула для определения расчетной тепловой нагрузки на ГВС жилых зданий при известной площади зданий **по удельной часовой величине теплоты на нагрев горячей воды** [приложение «Г» СП «Тепловые сети»].
17. Расчетный (максимально-часовой) расход теплоты на бытовое ГВС.
18. Общепринятые единицы измерения мощности тепловой энергии, количества тепловой энергии,



давления и температуры теплоносителя. Пересчет одних единиц измерения в другие.

### **Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения**

1. Количество теплоты, отдаваемое внутреннему воздуху помещений от нагревательных приборов с водяным теплоносителем (формула и способы регулирования).
2. Количество теплоты, отдаваемое внутреннему воздуху помещений от нагревательных приборов с насыщенным паром в качестве теплоносителя (формула и способы регулирования).
3. В чём заключается начальная регулировка абонентской установки для обеспечения высокого качества и экономичности теплоснабжения?
4. Методы регулирования тепловой нагрузки в водяных системах централизованного теплоснабжения (СЦТ).
5. Центральное качественное регулирование однородной тепловой нагрузки. Графики температур воды в теплосети и график расхода воды в тепловой сети при центральном качественном регулировании однородной тепловой нагрузки.
6. Центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки. Графики температур воды в теплосети и графики расхода воды в тепловой сети при комбинированном регулировании разнородной отопительной нагрузки.
7. Особенности центрального регулирования разнородной тепловой нагрузки.
8. Схемы установки центробежных насосов на абонентских вводах или групповых тепловых подстанциях в дополнение к струйным смесителям с целью устранения разрегулировки отопительных установок при центральном количественном регулировании.
9. Построение графика температур и расхода сетевой воды на вентиляцию.
10. Центральное регулирование закрытых систем теплоснабжения по совмещенной нагрузке.

### **Оборудование тепловых сетей**

1. Основные требования при сооружении тепловых сетей (уклон тепловых сетей; максимальные диаметры трубопроводов, прокладываемых в кварталах или микрорайонах по условиям безопасности; наличие резервных переключек между магистралями и квартальными сетями; требования к материалу арматуры в зависимости от нагрузки и расчетной температуры наружного воздуха; места установки запорной арматуры, ...).
2. Способы прокладки ТС и устройство линейных участков ТС при различных способах прокладки.
3. Типы запорной арматуры и их устройство и места установки.
4. Способы и устройство компенсации температурных удлинений трубопроводов ТС. Преимущества и недостатки каждого из способов (устройств) компенсации.
5. Опоры в ТС, виды, устройство.

### **Гидравлический расчет тепловых сетей**

1. Задачи конструкторского и поверочного гидравлического расчета тепловых сетей.
2. Как можно использовать результаты гидравлического расчета ТС, то есть что они позволяют сделать?
3. Что является исходными данными для гидравлического расчета ТС?
4. Основные расчетные зависимости для гидравлического расчета ТС: Падение давления на горизонтальном участке трубопровода; Формула для определения линейного падения давления в трубопроводе; Формула для определения местного падения давления.
5. Способы определения удельного линейного падения давления.

6. Уравнение Дарси для определения удельного линейного падения давления.
7. Определение коэффициента гидравлического трения в зависимости от числа Рейнольдса.
8. Порядок гидравлического расчета коротких участков трубопровода.
9. Порядок предварительного гидравлического расчета простых транзитных трубопроводов.
10. Порядок проверочного гидравлического расчета простых транзитных трубопроводов.
11. Порядок гидравлического расчета разветвленных ТС. Приближенная методика с использованием рекомендуемых значений удельных потерь давления на трение.
12. Гидравлический расчет паропровода.
13. Гидравлический расчет конденсатопровода.

### **Вопросы на экзамен.**

#### **Гидравлические режимы тепловых сетей**

1. Пьезометрический график ТС. Привести пример пьезометрического графика ТС, объяснить, что на нём изображено.
2. Методика построения пьезометрического графика ТС.
3. Что такое статический напор в тепловой сети, назначение. Чем обусловлены требования к его минимальному и максимальному значению. Линия статического напора на пьезометрическом графике.
4. Требуемый напор у всасывающих патрубков сетевых насосов и его изображение на пьезометрическом графике. Максимальное и минимальное возможные значения давления воды на входе в сетевой насос.
5. Что такое располагаемый напор на абонентских вводах? Назначение и требования к его величине.
6. Чем обусловлена потеря напора на источнике и как она отображается на пьезометрическом графике?
7. Формула для определения рабочего напора сетевого центробежного насоса на источнике замкнутой водяной сети. Чем ограничен данный напор (его максимальное и минимальное значение) и как отображается на пьезометрическом графике?
8. Чем ограничен максимальный напор на участках подающей и обратной линии тепловой сети при зависимом и независимом подключении отопительных приборов абонентов к тепловой сети?
9. Как подбираются сетевые и подпиточные насосы на источнике теплоты?
10. Чем обусловлено требование к минимальному абсолютному давлению воды в любой точке водяной системы теплоснабжения?
11. Использование пьезометрического графика тепловой сети при определении возможной схемы присоединения абонентских установок к тепловой сети.
12. Схема подпиточного узла тепловой сети.
13. Параллельная работа сетевых насосов на одну сеть.
14. Гидравлический режим закольцованной тепловой сети.

#### **Источники теплоснабжения**

##### **Котельные**

1. Тепловые схемы водогрейных котельных. Производство сетевой воды в водогрейных котельных.
2. Тепловые схемы паровых котельных. Отпуск пара потребителю.
3. Производство сетевой воды в паровых и пароводогрейных котельных.
4. Как осуществляется выбор котлов для отопительной котельной. Требования СП Тепловые сети к количеству и мощности котлов отопительной котельной?
5. Топливное хозяйство котельных, основное и резервное топливо. Требования к запасу топлива.
6. Аккумулирующие емкости и баки запаса сетевой воды. Расчет емкости баков запаса сетевой воды.

## **Обозначения условные графические в схемах теплоэнергетического оборудования**

1. Условно-графическое изображение ГОСТ 21.205-93 Условные обозначения элементов санитарно-технических систем. Оборудование : Фильтр; Грязевик; Подогреватель; Охладитель; Конденсатоотводчик (конденсационный горшок); Отборное устройство для установки контрольно-измерительного прибора; Воронка спускная; Труба отопительная гладкая, регистр из гладких труб; Труба отопительная ребристая, регистр из ребристых труб, конвектор отопительный; Радиатор отопительный; Агрегат воздушно-отопительный; Направление потока жидкости; Направление потока воздуха; Компенсатор а) общее обозначение б) П-образный; Место сопротивления в трубопроводе (сужающее устройство).
2. Условно-графическое изображение ГОСТ 21.205-93 Условные обозначения элементов санитарно-технических систем. Трубопроводная арматура: Клапан (вентиль) запорный: а) проходной, б) угловой; Клапан (вентиль) трехходовой; Клапан (вентиль) регулирующий: а) проходной, б) угловой; Клапан обратный: а) проходной, б) угловой; Клапан предохранительный: а) проходной; Клапан дроссельный; Клапан редукционный; Задвижка; Затвор поворотный; Кран: а) проходной, б) угловой, Кран трехходовой.
3. Условно-графическое изображение ГОСТ 21.205-93 Условные обозначения элементов санитарно-технических систем. Буквенно-цифровые обозначения: Водопровод общее обозначение; хозяйственно-питьевой; противопожарный; Производственный - общее обозначение; Канализация: общее обозначение; бытовая; дождевая; Производственная - общее обозначение; Теплопровод:– Общее обозначение; Трубопровод горячей воды для отопления и вентиляции, а также общий для отопления, вентиляции, ГВС и технологических процессов- подающий;– обратный; Трубопровод горячей воды для ГВС:- подающий; – обратный; Трубопровод горячей воды для технологических процессов:- подающий; – обратный; Трубопровод:- пара (паропровод); – конденсата (конденсатопровод);
4. ГОСТ 21.206–2012 Условные обозначения трубопроводов: Трубопровод, переход, Трубопровод с вертикальным стояком, Трубопровод гибкий, Соединение элементов трубопровода – фланцевое, - муфтовое резьбовое.
5. ГОСТ 2.782 – 96 Обозначения условные графические в схемах. Машины гидравлические и пневматические. Насос нерегулируемый — с нереверсивным потоком, — с реверсивным потоком; Насос регулируемый — с нереверсивным потоком; Насос струйный — общее обозначение; Вентилятор— центробежный, — осевой; Компрессор.
6. ГОСТ 21.403-80 Обозначения условные графические в схемах. Оборудование энергетическое. Котел, камера сгорания газотурбинной установки (общее обозначение); Котел паровой; Котел водяной (бойлер); Пароперегреватель; Турбины и турбинное оборудование - Турбина (общее обозначение); Турбина паровая: Цилиндр турбины однопоточный, Турбина паровая двухпоточная, Турбина паровая с нерегулируемым отбором пара; Турбина паровая с одним регулируемым отбором пара; Конденсатор поверхностный; Теплообменник смешивающий; Подогреватель поверхностный (общее обозначение); Потребитель тепла.

## **Источники теплоснабжения**

### **Тепловые электростанции и тепловые электроцентралы**

1. Тепловые схемы ТЭЦ с паровыми турбинами.
2. Тепловые схемы ТЭЦ с газовыми турбинами.
3. Тепловые схемы ТЭЦ с газовыми турбинами.
4. Тепловые схемы ТЭЦ с паро-газовыми установками.
5. Котлы утилизаторы газотурбинных и паро-газовых установок.
6. Производство пара и сетевой воды потребителю на ПГУ ТЭЦ с котлами утилизаторами.
7. Производство пара и сетевой воды потребителю на ГТУ ТЭЦ.
8. Отпуск пара и сетевой воды потребителю от конденсационных энергоблоков ТЭС.
9. Отличие турбин конденсационного типа от теплофикационных турбин и турбин с противодавлением.
10. Устройство промежуточных отборов паровых турбин: регенерационных, производственных и теплофикационных. Регулируемые и нерегулируемые отборы турбин.
11. Режимные карты паровых турбин.
12. Принцип действия и устройство редуционно-охладительных установок и быстродействующих редуционно-охладительных установок.
13. Системы обратного водоснабжения ТЭЦ и ТЭС.
14. Топливное хозяйство ТЭС, основное и резервное топливо. Требования к запасу топлива.

### **Эффективность систем теплоснабжения**

1. Показатели эффективности систем теплоснабжения.
2. Показатели эффективности производства тепловой энергии. Удельные расходы топлива на производство тепловой и электрической энергии.
3. Преимущества теплофикации перед отдельным производством тепловой и электрической энергии.
4. Структура производства тепловой энергии в России.
5. Преимущества и недостатки централизованного теплоснабжения по сравнению с местным и индивидуальным теплоснабжением.

### **Экзаменационный билет**

#### **Вариант № 0**

1. Что такое располагаемый напор на абонентских вводах? Назначение и требования к его величине.
2. Производство сетевой воды в паровых и паро-водогрейных котельных.
3. Тепловые схемы ТЭЦ с паро-газовыми установками.