

«УТВЕРЖДАЮ»  
Первый проректор  
И.Г. Гайрабеков  
« 22 » 06 2023 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

### **«ИСТОЧНИКИ И СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ»**

#### **Направление подготовки:**

13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

#### **Направленность**

Теплоэнергетика и теплотехника

#### **Квалификация**

Магистр

Год начала подготовки – 2023

Грозный – 2023

## **1. Цель и задачи дисциплины**

**Основная цель курса:** «Источники и системы теплоснабжения» является подготовка обучающихся, специализирующихся в области энергообеспечения предприятий, к решению вопросов проектирования, эксплуатации и совершенствования систем обеспечения предприятий теплотой пара и горячей воды.

**Задачи дисциплины:** ознакомление студентов с основными схемными и конструктивными решениями, используемыми в современных системах теплоснабжения, и с принципами и методами совершенствования систем и их элементов.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Учебная дисциплина «Источники и системы теплоснабжения» является дисциплиной по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений в учебном плане ООП направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и предусмотрена для изучения в 4 семестре, базируется на знании общетехнических и специальных дисциплин: Инженерный эксперимент, Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий, Инновационные технологии производства электрической и тепловой энергии, Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях, Тепломассообменные процессы и оборудование энергетики, методы расчета тепломассообменных процессов, Водно-химические режимы теплоэнергетических установок.

**3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.**

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
<b>профессиональные</b>		
<p><b>ПК-2</b> способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства; обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ПК-2.1. Анализирует информацию по новейшим в мировом масштабе разработкам технологий применяемых на данном предприятии и предлагает готовые решения по их внедрению;</li> <li>- ПК-2.2. Вырабатывает план мероприятий и последовательность проведения операций по совершенствованию технологических решений и последовательное внедрение их в производственный процесс;</li> <li>- ПК-2.3. Использует современные нормативные методы определения работоспособности оборудования, на основе грамотной работы с технологической документацией, техническими регламентами и паспортами своевременно сообщает руководству о необходимости проведения его ремонта и модернизации.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие закономерности изменения потребления теплоты предприятиями при изменениях параметров наружного воздуха и по часам рабочей смены;</li> <li>- методы определения величин расходов топливно-энергетических ресурсов разными типами теплогенерирующих установок;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять расчетные режимы работы каждого из звеньев системы ;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расчета систем теплоснабжения и ее элементов с использованием компьютерных технологий;</li> <li>- методами определения расчетных расходов воды и пара по участкам тепловой сети</li> </ul>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры	
			1	4
	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>48/1,3</b>	<b>20/0,6</b>	<b>68/1,9</b>	<b>20/0,6</b>
В том числе:				
Лекции	32/0,9	10/0,3	32/0,9	10/0,3
Практические занятия	16/0,4	10/0,3	16/0,4	10/0,3
Семинары				
Лабораторные работы				
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>96/2,1</b>	<b>124/3,3</b>	<b>76/2,1</b>	<b>124/3,3</b>
В том числе:				
Курсовая проект (работа)				
Расчетно-графические работы				
ИТР				
Рефераты	24/0,7	52/1,4	24/0,7	52/1,4
Доклады				
Презентации				
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Подготовка к лабораторным работам				
Подготовка к практическим занятиям	36/1,0	36/1,0	36/1,0	36/1,0
Подготовка к зачету				
Подготовка к экзамену	36/1,0	36/1,0	36/1,0	36/1,0
Вид промежуточной аттестации				
<b>Вид отчетности</b>	экзамен	экзамен	экзамен	экзамен
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Тепловые сети и теплопотребляющие системы.	2				2		4	
2	Методы определения потребностей промышленных предприятий в тепловой энергии	2	1				2	2	3
3	Системы горячего водоснабжения, отопления	2				2		4	
4	Присоединение потребителей теплоты к тепловым сетям. Методика гидравлического расчета тепловых сетей	2	1				2	2	3
5	Тепловой и прочностной расчеты тепловых сетей.	2				2		4	
6	Производственные и отопительные котельные.	2	1			2	1	4	2
7	Тепловые схемы котельных и методика их расчета.	2						2	
8	Эксплуатация систем теплоснабжения предприятий	2	1				1	2	2
9	Организация обслуживания и ремонта теплотехнического оборудования.	2						2	
10	Паротурбинные ТЭЦ как источники генерации теплоты в системах теплоснабжения.	2	1			2	1	4	2
11	Схемы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ	2						2	
12	Выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭЦ.	2						2	
13	Газотурбинные и парогазовые электростанции	2	2			2	1	4	3
14	Атомные источники теплоснабжения	2				2		4	
15	МГД-электростанции и источники теплоснабжения на возобновляемых энергоресурсах	1	2				1	1	3
16	Регулирование отпуска теплоты в системах теплоснабжения.	2				1		3	
17	Источники теплоты систем теплоснабжения вторичных энергоресурсов. Экономия топлива. Оптимизация систем теплоснабжения.	1	1			1	1	2	2
<b>ИТОГО:</b>		<b>32</b>	<b>10</b>			<b>16</b>	<b>10</b>	<b>48</b>	<b>20</b>

## 5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Тепловые сети и теплопотребляющие системы.	<p>Введение. Предмет и содержание курса.</p> <p>Назначение и область применения источников и систем теплоснабжения предприятий. Современное состояние и перспективы развития теплоэнергетики в России и за рубежом. Перспективы развития теплоснабжения в России. Экологические задачи. Очистка производственных сточных вод от вредных выбросов.</p> <p>Тепловые сети и теплопотребляющие системы как основные звенья системы теплоснабжения. Основные направления развития систем теплоснабжения в других странах. Задачи совершенствования систем теплоснабжения. Проблемы дальнего теплоснабжения. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергий. Промышленное теплопотребление, уровни теплопотребления различных отраслей промышленности.</p>
2	Методы определения потребностей промышленных предприятий в тепловой энергии	<p>Системы отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и пароснабжения предприятий. Их назначение. Технологическое потребление пара и горячей воды. Методы определения расчетной потребности в паре и горячей воде для технологических нужд. Характерные режимы и графики теплопотребления. Горячее водоснабжение; его назначение, требуемые параметры. Методы определения расчетной потребности в теплоте. Характерные графики потребления. Отопление промышленных зданий. Расчет внутренних тепловыделений в производственных цехах. Тепловой баланс производственных помещений. Определение расчетного расхода теплоты на отопление предприятий. Суточные и годовые графики теплопотребления. Определение потребностей в теплоте и холоде. Режимы работы и методы регулирования промышленных систем кондиционирования воздуха. Режимы работы. Требуемые параметры тепла. Суточные и сменные графики теплопотребления.</p> <p>Методика определения максимальных, средних и годовых потребностей в теплоте каждым типом потребителей. Классификация тепловых нагрузок. Сезонные и круглогодичные нагрузки. Методика расчета потерь теплоты зданиями. Тепловые нагрузки предприятий. Нормирование теплопотребления в промышленности. Определение тепловой нагрузки пром. площадки, района. Состояния и пути повышения надежности теплоснабжения. Энергетическая сущность теплофикации. Рациональное размещение источников теплоты, тепловых подстанций центральных тепловых пунктов.</p>

	2	3
3	Системы горячего водоснабжения, отопления	<p>Классификация систем горячего водоснабжения промышленных, жилых и общественных зданий. Децентрализованные и централизованные системы. Аккумулирование горячей воды. Приборы, трубы и арматура. Оборудование установок горячего водоснабжения. Расчет подающих и циркуляционных трубопроводов.</p> <p>Системы водяного, парового и воздушного отопления промышленных и жилых зданий. Отопительные приборы. Выбор и их размещение. Трубы и их соединение. Уклон труб. Перемещение и удаление воздуха. Расширительный бак. Изоляция труб. Принципы проектирования систем отопления.</p>
4	Присоединение потребителей теплоты к тепловым сетям. Методика гидравлического расчета тепловых сетей	<p>Присоединение потребителей теплоты к тепловым сетям. Выбор вида присоединения. Схемы присоединения потребителей с разнородными тепловыми нагрузками. Методы регулирования отпуска теплоты из систем централизованного теплоснабжения. Качественный и количественный методы отпуска теплоты в тепловых сетях.</p> <p>Водяные тепловые сети и температурные графики регулирования отпуска теплоты для каждого типа ее потребителей.</p> <p>Паровые тепловые сети и методы регулирования отпуска пара от них.</p> <p>Тепловые сети, их назначение, классификация. Задачи гидравлического расчета. Основные требования к режиму давлений в водяных тепловых сетях. Методика расчета паропроводов, тепловых сетей и конденсатопроводов. Методы и алгоритмы гидравлического расчета с использованием ЭВМ. Пьезометрические графики и выбор вида присоединения потребителей к тепловым сетям. Определение параметров сетевых, подпиточных и конденсатных насосов.</p> <p>Методы определения расчетных расходов воды и пара по участкам тепловой сети</p> <p>Методика гидравлического расчета тепловых сетей. Гидравлические характеристики участков тепловой сети, насосов и регуляторов.</p> <p>Понятие о гидравлической устойчивости и разрегулировке тепловой сети. Методика расчета гидравлического режима систем теплоснабжения.</p> <p>Схемы закрепления давления в «нейтральных» точках. Гидравлический удар и средства борьбы с ним.</p> <p>Гидравлический режим работы сетей. Пьезометрические графики в тепловых сетях.</p> <p>Способы поддержания давления в «нейтральных» точках тепловых сетей.</p> <p>Выбор сетевых, подпиточных, подкачивающих и конденсатных насосов</p>

	2	3
5	Тепловой и прочностной расчеты тепловых сетей.	<p>Основы выбора трассы и способов прокладки тепловых сетей. Схемы, прокладки и конструкции тепловых сетей. Схемы и конфигурация тепловых сетей. Трасса и профиль теплопроводов.</p> <p>Задачи теплового расчета. Методы расчета тепловых потерь в теплопроводах и падения температуры теплоносителя по длине участка.</p> <p>Определение оптимальной толщины тепловой изоляции. Изоляционные конструкции теплопроводов Новые прогрессивные способы прокладки и изоляции тепловых сетей.</p> <p>Определение тепловых потерь участка тепловой сети и падения температур теплоносителя по их длине.</p> <p>Теплоизоляционные материалы и конструкции. Трубы и их соединения. Виды прокладок.</p> <p>Прочностной расчет участков тепловых сетей с выбором типов и количеств подвижных и неподвижных опор, способов компенсации температурных расширений, видов и конструкций регулирующей арматуры.</p> <p>Расчет и подбор компенсаторов. Расчет усилий на подвижные и неподвижные опоры.</p> <p>Компенсация температурных напряжений в трубопроводах тепловой сети.</p> <p>Использование и расчет естественной компенсации</p> <p>Конструкции теплопроводов. Опоры. Компенсаторы. Арматура. Камеры и колодцы. Общие вопросы проектирования теплопроводов.</p>
6	Производственные и отопительные котельные.	<p>Производственные и отопительные котельные.</p> <p>Классификация и параметры паровых и водогрейных котельных.</p> <p>Назначение, тепловые схемы, основное и вспомогательное оборудование производственных котельных. Режимы работы и распределение нагрузки между котлами. Технико-экономические показатели котельных. Компоновка производственных котельных.</p> <p>Принцип выбора основного и вспомогательного оборудования. Выбор основного и вспомогательного оборудования котельных. Выбор метода и схемы водоподготовки в производственных котельных</p>
7	Тепловые схемы котельных и методика их расчета.	<p>Тепловые схемы и методика их расчета. Методика и расчет тепловых схем котельных с применением и без применения ПК.</p> <p>Пути совершенствования тепловых схем, оборудования и режимов работы производственных котельных. Энергетические, экологические и экономические показатели котельных.</p> <p>Автоматизация тепловых подстанций. Тепловые пункты микрорайонов и предприятий.</p> <p>Расчет и выбор оборудования тепловых пунктов (элеваторов, насосов, подогревателей).</p> <p>Технологические схемы и компоновка насосных станций. Аккумулирование теплоты. Защита от коррозии, шлака и накипи местных установок горячего</p>



	2	3
8	Эксплуатация систем теплоснабжения предприятий	<p>Системы теплоснабжения предприятий.  Виды систем теплоснабжения предприятий; их структура и особенности.  Паровые системы теплоснабжения; их схемы, состав оборудования, режимы работы, методы обеспечения надежности пароснабжения.  Водяные системы теплоснабжения предприятий.  Двухтрубные и многотрубные водяные системы, их схемы, области применения, основные преимущества и недостатки.  Водяные системы с однострубно́й транзитной и двухтрубно́й распределительными сетями.  Теплоносители и их характеристика.  Технико-экономическое сопоставление систем теплоснабжения.</p>
9	Организация обслуживания и ремонта теплотехнического оборудования.	<p>Паровые системы и системы сбора и возврата конденсата.  Системы сбора и возврата конденсата от промышленных потребителей; их назначение, состав оборудования, режимы работы.  Меры снижения потерь конденсата.  Организация обслуживания и ремонта теплотехнического оборудования.  Эксплуатация топливного хозяйства, котлов, паровых турбин, тягодутьевых машин, насосов, теплоиспользующих установок, внутрицеховых трубопроводов, тепловых сетей.  Пусковая и режимная наладки теплотехнического оборудования и тепловых сетей. Выбор оптимальных режимов работы.  Методы обнаружения и ликвидации разрывов и неплотностей в тепловых сетях.  Повышение надежности теплоснабжения.  Гидропневматическая промывка теплопотребляющих систем.</p>
10	Паротурбинные ТЭЦ как источники генерации теплоты в системах теплоснабжения.	<p>Назначение и классификация ТЭЦ, используемых в системах теплоснабжения.  Назначение, тепловые схемы, состав оборудования, параметры и области применения производственных паротурбинных электростанций.  Выбор оптимальных начальных и конечных параметров пара на ТЭЦ. Эффективность промежуточного перегрева пара на ТЭЦ.  Регенеративный подогрев питательной воды и его распределение по ступеням.  Оптимизация параметров и схем системы регенеративного подогрева питательной воды.  Особенности применения смешивающих и поверхностных подогревателей.</p>

	2	3
11	Схемы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ	<p>Схемы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ с паром и горячей водой и их эффективность (тепловая экономичность, надежность и капитальные затраты).</p> <p>Распределение тепловых нагрузок между отборами турбин и пиковыми водогрейными котлами и выбор оптимальных значений коэффициентов теплофикации.</p> <p>Совместная работа котельных и ТЭЦ в системах теплоснабжения. Особенности использования газотурбинных агрегатов и двигателей внутреннего сгорания для комбинированной генерации теплоты и электроэнергии. Характеристики современных котельных установок и теплофикационных турбин.</p> <p>Диаграммы режимов теплофикационных турбин типа Т, ПТ и Р. Выбор основного оборудования промышленной ТЭЦ. Собственные нужды ТЭЦ. Пути снижения затрат энергии на собственные нужды. Выбор типа привода вспомогательных механизмов</p>
12	Выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭЦ.	<p>Принципиальная и полная схемы ТЭЦ. Методика расчета принципиальной тепловой схемы ТЭЦ. Алгоритм расчета тепловой схемы на ЭВМ. Методы анализа тепловых схем ТЭЦ и изменений в них: эксергетический, коэффициентов ценности теплоты и коэффициентов изменения мощности.</p> <p>Назначение, принципы действия и методы расчета элементов тепловой схемы ТЭЦ. Методы и схемы водоподготовки на ТЭЦ.</p> <p>Определение расхода топлива, потребляемого на ТЭЦ, и способов распределения его затраты на производство электроэнергии и теплоты, отпускаемой от ТЭЦ. Технико-экономические показатели современных ТЭЦ.</p> <p>Частные КПД и удельные расходы топлива на производство электроэнергии и теплоты.</p> <p>Коэффициент теплофикации и определение его оптимального значения. Генплан и компоновка промышленной ТЭЦ. Техническое водоснабжение ТЭЦ. Использование пиковых водогрейных котлов.</p>

13	Газотурбинные и парогазовые электростанции	<p>Принципиальные схемы, параметры и оборудование энергетических газотурбинных установок (ГТУ). Методы повышения тепловой эффективности ГТУ. Особенности тепловых схем теплофикационных ГТУ. Методика расчета тепловых схем газотурбинных ТЭЦ. Режимы работы газотурбинных ТЭЦ. Техничко-экономические показатели газотурбинных ТЭЦ.</p> <p>Принципиальные схемы, параметры и оборудование парогазовых установок (ПГУ). Особенности схем ПГУ с внутрицикловой газификацией твердого топлива. Условия применимости различных типов ПГУ. Особенности теплофикационных установок ГУ. Методика расчета парогазовых ТЭЦ.</p> <p>Сопоставительный анализ технико-экономических показателей паротурбинных, газотурбинных и парогазовых ТЭЦ.</p>
	2	3
14	Атомные источники теплоснабжения	<p>Использование атомных ТЭЦ (АТЭЦ), станций теплоснабжения (АСТ) и станций производственного теплоснабжения (АСПТ) для отпуска пара и горячей воды предприятиям. Особенности конструкций и режимов работы ядерных реакторов. Принципиальные схемы, параметры и оборудование атомных источников теплоснабжения (АИТ).</p> <p>Перспективы и условия внедрения атомных хемотермических систем дальнего теплоснабжения (АСДТ) на базе высокотемпературных ядерных реакторов (ВТР). Техничко-экономические показатели АТЭЦ, АСТ, АСПТ, АСДТ и АИТ.</p>
15	МГД-электростанции и источники теплоснабжения на возобновляемых энергоресурсах	<p>МГД-метод преобразования энергии и его применение на МГД-электростанциях для комбинированного энергоснабжения. Схемы, параметры и оборудование МГД-электростанций на органическом и ядерном топливе.</p> <p>Техничко-экономические показатели МГД-электростанций. Схемы, параметры, оборудование и технико-экономические показатели источников теплоснабжения на возобновляемых энергоресурсах.</p>
16	Регулирование отпуска теплоты в системах теплоснабжения.	<p>Назначение и структура системы регулирования. Возможные методы регулирования тепловой нагрузки в системах централизованного теплоснабжения, их сопоставление. Регулирование отпуска теплоты из паровых сетей.</p> <p>Аккумуляторы пара; их применение и расчет.</p> <p>Центральное регулирование однородной и разнородной тепловых нагрузок. Графики температур и расхода теплоносителя. Методы центрального регулирования суммарных нагрузок отопления и горячего водоснабжения, используемые в системах теплоснабжения городов.</p> <p>Эффективность различных систем регулирования отпуска теплоты. Аккумуляция теплоты. Схемы, расчет и режимы работ теплоаккумулирующих установок.</p>

17	<p>Источники теплоты систем теплоснабжения вторичных энергоресурсов. Экономия топлива. Оптимизация систем теплоснабжения.</p>	<p>Вторичные энергоресурсы промпредприятий, используемые для генерации теплоты. Количество, параметры, доля полезного использования ВЭР в системах теплоснабжения. Виды, параметры и графики выхода ВЭР, используемых для производства пара и горячей воды в утилизационных установках (ТУУ). Утилизационные котельные и ТЭЦ. Типы утилизационных установок для выработки пара и горячей воды. Схемы, режимы работы, конструкции оборудования, технико-экономические показатели. Определение экономии топлива при работе утилизационных установок параллельно с заводскими котельными и ТЭЦ. Методы расчета схем и оборудования ТУУ с применением ЭВМ. Оптимизация схем, параметров и режимов работы ТУУ при автономной и совместной эксплуатации с производственными котельными и ТЭЦ. Методы технико-экономических расчетов в энергетике. Расчётный период и его составляющие при строительстве систем теплоснабжения. Укрупнённая оценка капитальных вложений в теплогенерирующие источники, тепловые сети и теплопотребляющие системы. Структура и составляющие себестоимости продукции в системах теплоснабжения. Оптимизация систем теплоснабжения. Решение технических задач оптимального проектирования систем теплоснабжения.</p>
----	---	--

### 5.3. Лабораторные занятия (не предусмотрены)

### 5.4 Практические занятия

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практических занятий
1	Паротурбинные ТЭЦ	Определение оптимального значения коэффициента теплофикации паротурбинных ТЭЦ. Выбор оптимальных начальных и конечных параметров пара на ТЭЦ. Эффективность промежуточного перегрева пара на ТЭЦ.
2	Схемы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ	Характеристики современных котельных установок и теплофикационных турбин. Диаграммы режимов теплофикационных турбин типа Т, ПТ и Р.
3	Газотурбинные и парогазовые электростанции	Принципиальные схемы, параметры и оборудование парогазовых установок (ПГУ). Особенности схем ПГУ с внутрицикловой газификацией твердого топлива.

4	МГД-электростанции и источники теплоснабжения на возобновляемых энергоресурсах	Схемы, параметры и оборудование МГД-электростанций на органическом и ядерном топливе.  Технико-экономические показатели МГД-электростанций.
5	Регулирование отпуска теплоты в системах теплоснабжения	Методы корректировки температурных графиков на вводах предприятий, получающих горячую воду от районных ТЭЦ.
6	Технико-экономический расчет систем теплоснабжения  Оптимизация систем теплоснабжения	Математическая модель и программный продукт гидравлического расчета тепловых сетей и пьезометрического графика.

## 6. Самостоятельная работа по дисциплине

### 6.1 Вопросы для самостоятельного изучения

Таблица

7	
№ п /п	Вопросы для самостоятельного изучения
1	Современное состояние и перспективы развития теплоэнергетики в России и за рубежом. Перспективы развития теплоснабжения в России. Экологические задачи.
2	Тепловой баланс производственных помещений. Определение расчетного расхода теплоты на отопление предприятий. Суточные и годовые графики теплопотребления.
3	Состояния и пути повышения надежности теплоснабжения. Энергетическая сущность теплофикации. Рациональное размещение источников теплоты, тепловых подстанций центральных тепловых пунктов.
4	Децентрализованные и централизованные системы. Аккумулирование горячей воды.
5	Системы кондиционирования воздуха, их назначение, области применения.
6	Системы вентиляции промышленных помещений; их схемы и методы расчета. Устройства для нагревания воздуха.
7	Методы регулирования отпуска теплоты из систем централизованного теплоснабжения.
8	Водяные тепловые сети и температурные графики регулирования отпуска теплоты

	для каждого типа ее потребителей.
9	Способы поддержания давления в «нейтральных» точках тепловых сетей. Выбор сетевых, подпиточных, подкачивающих и конденсатных насосов
0	1 Основы выбора трассы и способов прокладки тепловых сетей. Схемы, прокладки и конструкции тепловых сетей.
1	1 Теплоизоляционные материалы и конструкции. Трубы и их соединения. Виды прокладок.
2	1 Компенсация температурных напряжений в трубопроводах тепловой сети. Использование и расчет естественной компенсации

### 6.1.2 Комплект заданий для РГР

1. Система теплоснабжения жилого микрорайона города от источника теплоснабжения (котельная, ТЭЦ).
2. Система теплоснабжения производственного цеха(участка) от источника теплоснабжения (котельная, ТЭЦ).

### 6.2 Вопросы для самостоятельного изучения

Таблица 8

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Особенности применения смешивающих и поверхностных подогревателей.
2	Оптимизация параметров и схем системы регенеративного подогрева питательной воды
3	Совместная работа котельных и ТЭЦ в системах теплоснабжения.
4	Особенности использования газотурбинных агрегатов и двигателей внутреннего сгорания для комбинированной генерации теплоты и электроэнергии.
5	Технико-экономические показатели современных ТЭЦ. Частные КПД и удельные расходы топлива на производство электроэнергии и теплоты.
6	Методы повышения тепловой эффективности ГТУ. Особенности тепловых схем теплофикационных ГТУ. Методика расчета тепловых схем газотурбинных ТЭЦ.
7	Сопоставительный анализ технико-экономических показателей паротурбинных, газотурбинных и парогазовых ТЭЦ.
8	Использование атомных ТЭЦ (АТЭЦ), станций теплоснабжения (АСТ) и станций производственного теплоснабжения (АСПТ) для отпуска пара и горячей воды предприятиям.
9	Центральное регулирование однородной и разнородной тепловых нагрузок. Графики температур и расхода теплоносителя.

### **6.3 Учебно-методическое и информационное обеспечение самостоятельной работы:**

1. Яковлев Б.В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография/ Яковлев Б.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Новости теплоснабжения, 2008.— 448 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5031.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Шарапов В.И. Технологии обеспечения пиковой нагрузки систем теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография/ Шарапов В.И., Орлов М.Е.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Новости теплоснабжения, 2006.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4490.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Шарапов В.И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография/ Шарапов В.И., Ротов П.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Новости теплоснабжения, 2007.— 165 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4488.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Шуляков В.Г. Определение тепловых потерь изолированным и неизолированным трубопроводами в системе водяного теплоснабжения [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе/ Шуляков В.Г., Стерлигов В.А., Севостьянов В.В.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017.— 27 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74405.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Расчет системы воздухообеспечения промышленного предприятия [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовой работы/ — Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 32 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62262.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## **7. Оценочные средства**

### **7.1. Вопросы к первой рубежной аттестации**

1. Современное состояние и перспективы развития теплоэнергетики в России и за рубежом.
2. Назначение и область применения источников и систем теплоснабжения предприятий. Перспективы развития теплоснабжения в России. Экологические задачи теплоснабжения.
3. Очистка производственных сточных вод от вредных выбросов.
4. Тепловые сети и теплопотребляющие системы как основные звенья системы теплоснабжения.
5. Основные направления развития систем теплоснабжения в других странах. Задачи совершенствования систем теплоснабжения. Проблемы дальнего теплоснабжения.
6. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергий.
7. Промышленное теплопотребление, уровни теплопотребления различных отраслей промышленности.

8. Системы отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и пароснабжения предприятий. Их назначение.

9. Технологическое потребление пара и горячей воды. Используемые теплоносители, их параметры.

10. Нормирование расходов теплоты. Методы определения расчетной потребности в паре и горячей воде для технологических нужд.

11. Характерные режимы и графики теплопотребления.

12. Горячее водоснабжение; его назначение, требуемые параметры.

13. Методы определения расчетной потребности в теплоте. Характерные графики потребления.

14. Отопление промышленных зданий. Расчет внутренних тепловыделений в производственных цехах.

15. Тепловой баланс производственных помещений. Определение расчетного расхода теплоты на отопление предприятий. Суточные и годовые графики теплопотребления.

16. Вентиляция промышленных цехов. Нормы и параметры санитарного состояния воздушной среды промышленных и общественных помещений.

17. Методы определения количества вредных выделений, их предельные и допустимые концентрации. Области применения вентиляции, методы подготовки и обработки влажного воздуха.

18. Определение потребности в теплоте для вентиляционных установок, графики их теплопотребления. Системы кондиционирования воздуха, их назначение, области применения.

19. Определение потребностей в теплоте и холоде.

20. Режимы работы и методы регулирования промышленных систем кондиционирования воздуха.

Режимы работы. Требуемые параметры тепла. Суточные и сменные графики теплопотребления.

21. Методика определения максимальных, средних и годовых потребностей в теплоте каждым типом потребителей.

Классификация тепловых нагрузок. Сезонные и круглогодичные нагрузки.

22. Методика расчета потерь теплоты зданиями. Тепловые нагрузки предприятий.

23. Нормирование теплопотребления в промышленности.

24. Определение тепловой нагрузки промплощадки, района. Состояния и пути повышения надежности теплоснабжения.

25. Энергетическая сущность теплофикации. Рациональное размещение источников теплоты, тепловых подстанций центральных тепловых пунктов.



26. Классификация систем горячего водоснабжения промышленных, жилых и общественных зданий. Децентрализованные и централизованные системы.
27. Аккумулирование горячей воды. Приборы, трубы и арматура. Оборудование установок горячего водоснабжения. Расчет подающих и циркуляционных трубопроводов.
28. Системы водяного, парового и воздушного отопления промышленных и жилых зданий. Отопительные приборы. Выбор и их размещение. Трубы и их соединение. Уклон труб. Перемещение и удаление воздуха. Расширительный бак. Изоляция труб. Принципы проектирования систем отопления.
29. Системы вентиляции промышленных помещений; их схемы и методы расчета. Устройства для нагревания воздуха.
30. Фильтры для очистки воздуха. Воздуховоды и камеры. Воздухоприемные и воздухораздающие устройства. Регулирующие устройства.
31. Тепловые сети, их назначение, классификация. Задачи гидравлического расчета. Основные требования к режиму давлений в водяных тепловых сетях.
32. Методика расчета паропроводов, тепловых сетей и конденсаторов. Методы и алгоритмы гидравлического расчета с использованием ЭВМ.
33. Пьезометрические графики и выбор вида присоединения потребителей к тепловым сетям. Определение параметров сетевых, подпиточных и конденсатных насосов.
34. Методы определения расчетных расходов воды и пара по участкам тепловой сети.
35. Методика гидравлического расчета тепловых сетей. Гидравлические характеристики участков тепловой сети, насосов и регуляторов.
36. Понятие о гидравлической устойчивости и разрегулировке тепловой сети. Методика расчета гидравлического режима систем теплоснабжения.
37. Схемы закрепления давления в «нейтральных» точках. Гидравлический удар и средства борьбы с ним.
- Гидравлический режим работы сетей. Пьезометрические графики в тепловых сетях. Способы поддержания давления в «нейтральных» точках тепловых сетей.
38. Выбор сетевых, подпиточных, подкачивающих и конденсатных насосов
39. Основы выбора трассы и способов прокладки тепловых сетей. Схемы, прокладки и конструкции тепловых сетей. 10. Схемы и конфигурация тепловых сетей. Трасса и профиль теплопроводов.
40. Задачи теплового расчета. Методы расчета тепловых потерь в теплопроводах и падения температуры теплоносителя по длине участка.
41. Определение оптимальной толщины тепловой изоляции. Изоляционные конструкции теплопроводов Новые прогрессивные способы прокладки и изоляции тепловых сетей.

42. Определение тепловых потерь участка тепловой сети и падения температур теплоносителя по их длине. Теплоизоляционные материалы и конструкции. Трубы и их соединения. Виды прокладок.
43. Прочностной расчет участков тепловых сетей с выбором типов и количеств подвижных и неподвижных опор, способов компенсации температурных расширений, видов и конструкций регулирующей арматуры.
44. Расчет и подбор компенсаторов. Расчет усилий на подвижные и неподвижные опоры. Компенсация температурных напряжений в трубопроводах тепловой сети.
45. Использование и расчет естественной компенсации. Конструкции теплопроводов. Опоры. Компенсаторы. Арматура. Камеры и колодцы. Общие вопросы проектирования теплопроводов.
46. Производственные и отопительные котельные. Классификация и параметры паровых и водогрейных котельных. Назначение, тепловые схемы, основное и вспомогательное оборудование производственных котельных.
47. Режимы работы и распределение нагрузки между котлами.
48. Техничко-экономические показатели котельных. Компоновка производственных котельных.
49. Принцип выбора основного и вспомогательного оборудования. Выбор основного и вспомогательного оборудования котельных.
50. Выбор метода и схемы водоподготовки в производственных котельных
51. Тепловые схемы и методика их расчета. Методика и расчет тепловых схем котельных с применением и без применения ПК.
52. Пути совершенствования тепловых схем, оборудования и режимов работы производственных котельных.
- Энергетические, экологические и экономические показатели котельных.
53. Тепловые пункты микрорайонов и предприятий. Расчет и выбор оборудования тепловых пунктов (элеваторов, насосов, подогревателей).
54. Технологические схемы и компоновка насосных станций. Аккумулирование теплоты. Защита от коррозии, шлака и накипи местных установок горячего водоснабжения.
55. Автоматизация тепловых подстанций.
56. Системы теплоснабжения предприятий. Виды систем теплоснабжения предприятий; их структура и особенности. Паровые системы теплоснабжения; их схемы, состав оборудования, режимы работы, методы обеспечения надежности пароснабжения.
57. Водяные системы теплоснабжения предприятий. Двухтрубные и многотрубные водяные системы, их схемы, области применения, основные преимущества и недостатки.
58. Водяные системы с однокотловой транзитной и двухтрубной распределительными сетями. Теплоносители и их характеристика. Техничко-экономическое сопоставление систем теплоснабжения.

## Образец билета к первой рубежной аттестации по дисциплине

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"
	Дисциплина: <b>«Источники и системы теплоснабжения»</b>
	<b>БИЛЕТ № 1</b>
1.	Тепловые сети, их назначение, классификация. Задачи гидравлического расчета. Основные требования к режиму давлений в водяных тепловых сетях.
2.	Пьезометрические графики и выбор вида присоединения потребителей к тепловым сетям. Определение параметров сетевых, подпиточных и конденсатных насосов.
3.	Методы определения расчетных расходов воды и пара по участкам тепловой сети
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	Р.А-В. Турлуев

### 7.2 Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Назначение и классификация ТЭЦ, используемых в системах теплоснабжения.
2. Назначение, тепловые схемы, состав оборудования, параметры и области применения производственных паротурбинных электростанций.
3. Энергетическая эффективность теплофикации и ее зависимость от коэффициента теплофикации.
4. Выбор оптимальных начальных и конечных параметров пара на ТЭЦ.
5. Эффективность промежуточного перегрева пара на ТЭЦ.
6. Регенеративный подогрев питательной воды и его распределение по ступеням.
7. Оптимизация параметров и схем системы регенеративного подогрева питательной воды. Особенности применения смешивающих и поверхностных подогревателей.
8. Схемы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ.
9. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ с паром и горячей водой и их эффективность (тепловая экономичность, надежность и капитальные затраты).
10. Распределение тепловых нагрузок между отборами турбин и пиковыми водогрейными котлами и выбор оптимальных значений коэффициентов теплофикации.
11. Совместная работа котельных и ТЭЦ в системах теплоснабжения.
12. Особенности использования газотурбинных агрегатов и двигателей внутреннего сгорания для комбинированной генерации теплоты и электроэнергии.
13. Характеристики современных котельных установок и теплофикационных турбин. Диаграммы режимов теплофикационных турбин типа Т, ПТ и Р.
14. Выбор основного оборудования промышленной ТЭЦ. Собственные нужды ТЭЦ. Пути снижения затрат энергии на собственные нужды.
15. Выбор типа привода вспомогательных механизмов. Выбор основного и вспомогательного оборудования.

16. Принципиальная и полная схемы ТЭЦ. Методика расчета принципиальной тепловой схемы ТЭЦ.
17. Алгоритм расчета тепловой схемы на ЭВМ. Методы анализа тепловых схем ТЭЦ и изменений в них: эксергетический, коэффициентов ценности теплоты и коэффициентов изменения мощности. Назначение, принципы действия и методы расчета элементов тепловой схемы ТЭЦ.
17. Методы и схемы водоподготовки на ТЭЦ.
18. Определение расхода топлива, потребляемого на ТЭЦ, и способов распределения его затраты на производство электроэнергии и теплоты, отпускаемой от ТЭЦ.
19. Техничко-экономические показатели современных ТЭЦ.
20. Частные КПД и удельные расходы топлива на производство электроэнергии и теплоты.
21. Учет влияния собственных нужд на показатели ТЭЦ. Удельные капитальные затраты, удельная численность персонала и себестоимость энергии ТЭЦ.
22. Коэффициент теплофикации и определение его оптимального значения.
23. Требования к выбору площадки для ТЭЦ. Генплан и компоновка промышленной ТЭЦ. Техническое водоснабжение ТЭЦ.
24. Охрана окружающей среды от вредных выбросов ТЭЦ.
25. Использование пиковых водогрейных котлов.
26. Принципиальные схемы, параметры и оборудование энергетических газотурбинных установок (ГТУ).
27. Методы повышения тепловой эффективности ГТУ.
28. Особенности тепловых схем теплофикационных ГТУ.
29. Методика расчета тепловых схем газотурбинных ТЭЦ. Режимы работы газотурбинных ТЭЦ.
30. Техничко-экономические показатели газотурбинных ТЭЦ.
31. Принципиальные схемы, параметры и оборудование парогазовых установок (ПГУ). Особенности схем ПГУ с внутрицикловой газификацией твердого топлива.
32. Условия применимости различных типов ПГУ. Особенности теплофикационных установок ГУ. Методика расчета парогазовых ТЭЦ.
33. Сопоставительный анализ технико-экономических показателей паротурбинных, газотурбинных и парогазовых ТЭЦ.
34. Использование атомных ТЭЦ (АТЭЦ), станций теплоснабжения (АСТ) и станций производственного теплоснабжения (АСПТ) для отпуска пара и горячей воды предприятиям.
35. Особенности конструкций и режимов работы ядерных реакторов. Принципиальные схемы, параметры и оборудование атомных источников теплоснабжения (АИТ).
36. Особенности теплоподготовительных установок и схем отпуска технологического пара АИТ.
37. Перспективы и условия внедрения атомных хемотермических систем дальнего теплоснабжения (АСДТ) на базе высокотемпературных ядерных реакторов (ВТР).
38. Техничко-экономические показатели АТЭЦ, АСТ, АСПТ, АСДТ и АИТ. МГД-метод преобразования энергии и его применение на МГД- электростанциях для комбинированного энергоснабжения.
39. Схемы, параметры и оборудование МГД-электростанций на органическом и ядерном топливе. Техничко-экономические показатели МГД-электростанций.
40. Схемы, параметры, оборудование и технико-экономические показатели источников теплоснабжения на возобновляемых энергоресурсах - энергии Солнца, биомассы, глубинной теплоте Земли, тепловой энергии Мирового океана.

41. Назначение и структура системы регулирования. Возможные методы регулирования тепловой нагрузки в системах централизованного теплоснабжения, их сопоставление.
42. Регулирование отпуска теплоты из паровых сетей. Аккумуляторы пара; их применение и расчет.
43. Центральное регулирование однородной и разнородной тепловых нагрузок. Графики температур и расхода теплоносителя.
44. Методы центрального регулирования суммарных нагрузок отопления и горячего водоснабжения, используемые в системах теплоснабжения городов.
45. Методы корректировки температурных графиков на вводах предприятий, получающих горячую воду от районных ТЭЦ.
46. Эффективность различных систем регулирования отпуска теплоты. Аккумуляция теплоты. Схемы, расчет и режимы работ теплоаккумулирующих установок.
47. Вторичные энергоресурсы промпредприятий, используемые для генерации теплоты. Их количество, параметры, доля полезного использования в системах теплоснабжения.
48. Виды, параметры и графики выхода ВЭР, используемых для производства пара и горячей воды в утилизационных установках (ТУУ).
49. Утилизационные котельные и ТЭЦ. Типы утилизационных установок для выработки пара и горячей воды: схемы, параметры, состав оборудования и режимы работы. Схемы, режимы работы, конструкции оборудования, технико-экономические показатели.
50. Определение экономии топлива при работе утилизационных установок параллельно с заводскими котельными и ТЭЦ.
51. Методы расчета схем и оборудования ТУУ с применением ЭВМ. Оптимизация схем, параметров и режимов работы ТУУ при автономной и совместной эксплуатации с производственными котельными и ТЭЦ.
52. Методика определения экономии первичного топлива и технико-экономических показателей ТУУ. Методы защиты окружающей среды при эксплуатации ТУУ.
53. Использование ВЭР в источниках теплоснабжения
54. Тепловые насосы и особенности их использования.
55. Математическая модель и компьютерная программа построения и исследования температурных графиков водяных систем теплоснабжения.
56. Математическая модель и программный продукт гидравлического расчета тепловых сетей и пьезометрического графика.
57. Математическая модель и программный продукт теплового расчета тепловых сетей различного способа прокладки.
58. Математическая модель и программный продукт вычисления оптимального значения коэффициента теплофикации паротурбинной ТЭЦ.
59. Методы технико-экономических расчетов в энергетике. Расчётный период и его составляющие при строительстве систем теплоснабжения.
60. Действующая методика оценки эффективности инвестиций в строительство систем теплоснабжения. Условия сопоставимости альтернативных вариантов систем теплоснабжения.

### **Образец билета ко второй рубежной аттестации**

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"
--

<b>Билет № 1</b>	
	<u>Вторая рубежная аттестация</u>
	Дисциплина: <b>«Источники и системы теплоснабжения»</b>
1	Укрупнённая оценка капитальных вложений в теплогенерирующие источники, тепловые сети и теплопотребляющие системы.
2	Методы технико-экономических расчетов в энергетике. Расчётный период и его составляющие при строительстве систем теплоснабжения.
3	Математическая модель и программный продукт вычисления оптимального значения коэффициента теплофикации паротурбинной ТЭЦ.
	Зав. кафедрой «Т и Г» <span style="margin-left: 150px;">Р.А-В. Турлуев</span> <span style="margin-left: 50px;">«</span> <span style="margin-left: 10px;">»</span>

### **7.3. Вопросы к экзамену по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения предприятий»**

1. Назначение и классификация ТЭЦ, используемых в системах теплоснабжения.
2. Назначение, тепловые схемы, состав оборудования, параметры и области применения производственных паротурбинных электростанций.
3. Энергетическая эффективность теплофикации и ее зависимость от коэффициента теплофикации. Выбор оптимальных начальных и конечных параметров пара на ТЭЦ.
5. Эффективность промежуточного перегрева пара на ТЭЦ. Регенеративный подогрев питательной воды и его распределение по ступеням.
6. Оптимизация параметров и схем системы регенеративного подогрева питательной воды. Особенности применения смешивающих и поверхностных подогревателей.
7. Схемы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ.
8. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ с паром и горячей водой и их эффективность (тепловая экономичность, надежность и капитальные затраты).
9. Распределение тепловых нагрузок между отборами турбин и пиковыми водогрейными котлами и выбор оптимальных значений коэффициентов теплофикации.
10. Совместная работа котельных и ТЭЦ в системах теплоснабжения. Особенности использования газотурбинных агрегатов и двигателей внутреннего сгорания для комбинированной генерации теплоты и электроэнергии.
11. Характеристики современных котельных установок и теплофикационных турбин. Диаграммы режимов теплофикационных турбин типа Т, ПТ и Р.
12. Выбор основного оборудования промышленной ТЭЦ. Собственные нужды ТЭЦ. Пути снижения затрат энергии на собственные нужды.
13. Выбор типа привода вспомогательных механизмов. Выбор основного и вспомогательного оборудования.
14. Принципиальная и полная схемы ТЭЦ. Методика расчета принципиальной тепловой схемы ТЭЦ.
15. Алгоритм расчета тепловой схемы на ЭВМ. Методы анализа тепловых схем ТЭЦ и изменений в них: эксергетический, коэффициентов ценности теплоты и коэффициентов изменения мощности. Назначение, принципы действия и методы расчета элементов тепловой схемы ТЭЦ
16. Методы и схемы водоподготовки на ТЭЦ.

17. Определение расхода топлива, потребляемого на ТЭЦ, и способов распределения его затраты на производство электроэнергии и теплоты, отпускаемой от ТЭЦ.
17. Техничко-экономические показатели современных ТЭЦ. Частные КПД и удельные расходы топлива на производство электроэнергии и теплоты.
18. Учет влияния собственных нужд на показатели ТЭЦ. Удельные капитальные затраты, удельная численность персонала и себестоимость энергии ТЭЦ.
19. Коэффициент теплофикации и определение его оптимального значения. Требования к выбору площадки для ТЭЦ. Генплан и компоновка промышленной ТЭЦ. Техническое водоснабжение ТЭЦ.
20. Охрана окружающей среды от вредных выбросов ТЭЦ.
21. Использование пиковых водогрейных котлов. Принципиальные схемы, параметры и оборудование энергетических газотурбинных установок (ГТУ).
22. Методы повышения тепловой эффективности ГТУ. Особенности тепловых схем теплофикационных ГТУ.
23. Методика расчета тепловых схем газотурбинных ТЭЦ. Режимы работы газотурбинных ТЭЦ. Техничко-экономические показатели газотурбинных ТЭЦ.
24. Принципиальные схемы, параметры и оборудование парогазовых установок (ПГУ). Особенности схем ПГУ с внутрицикловой газификацией твердого топлива.
25. Условия применимости различных типов ПГУ. Особенности теплофикационных установок ГУ. Методика расчета парогазовых ТЭЦ.
- 26 Сопоставительный анализ технико-экономических показателей паротурбинных, газотурбинных и парогазовых ТЭЦ.
27. Использование атомных ТЭЦ (АТЭЦ), станций теплоснабжения (АСТ) и станций производственного теплоснабжения (АСПТ) для отпуска пара и горячей воды предприятиям.
28. Особенности конструкций и режимов работы ядерных реакторов. Принципиальные схемы, параметры и оборудование атомных источников теплоснабжения (АИТ).
29. Особенности теплоподготовительных установок и схем отпуска технологического пара АИТ.
30. Перспективы и условия внедрения атомных хемотермических систем дальнего теплоснабжения (АСДТ) на базе высокотемпературных ядерных реакторов (ВТР).

### Образец билета к экзамену по дисциплине

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"
	Дисциплина: <b>«Источники и системы теплоснабжения»</b>
	<b>БИЛЕТ № 1</b>
1.	Энергетическая эффективность теплофикации и ее зависимость от коэффициента теплофикации
2.	Выбор оптимальных начальных и конечных параметров пара на ТЭЦ
3.	Эффективность промежуточного перегрева пара на ТЭЦ
	Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»  Р.А-В. Турлуев

### Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

1	«Расчет схемы парокомпрессионного трансформатора тепла (холодильной установки или теплового насоса.)»
2	Оптимизация параметров и схем системы регенеративного подогрева питательной воды.
3	Определение расхода топлива, потребляемого на ТЭЦ, и способов распределения его затраты на производство электроэнергии и теплоты, отпускаемой от ТЭЦ.



7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

**Таблица 7**

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
<b>ПК-2</b> способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства; обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.					
<b>знать:</b> - общие закономерности изменения потребления теплоты предприятиями при изменениях параметров наружного воздуха и по часам рабочей смены; - методы определения величин расходов топливно-энергетических ресурсов разными типами теплогенерирующих установок;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Вопросы к рубежным аттестациям, устный опрос, РГР темы практических и лабораторных работ.
<b>уметь:</b> выявлять расчетные режимы работы каждого из звеньев системы ;	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные Умения	
<b>владеть:</b> - навыками расчета систем теплоснабжения и ее элементов с использованием компьютерных технологий; - методами определения	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

расчетных расходов воды и пара по участкам тепловой сети -			знаний		
---	--	--	--------	--	--

## 8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

### 1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

### 2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- **для слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **9.1 Литература**

1. Кисс В.В. Расчёт паровой системы теплоснабжения пищевого предприятия [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Кисс В.В., Казаков А.В., Рахманов Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014.— 66 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68090.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Посашков М.В. Энергосбережение в системах теплоснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Посашков М.В., Немченко В.И., Титов Г.И.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29799.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Стерлигов В.А. Централизованное теплоснабжение предприятий, поселений и городских округов. Курсовое и дипломное проектирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стерлигов В.А., Мануковская Т.Г., Крамченков Е.М.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 105 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55175.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Костин В.И. Энергоэффективная работа насосов и вентиляторов в системах теплоснабжения и вентиляции [Электронный ресурс]: монография/ Костин В.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2015.— 188 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68866.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Климов Г.М. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии для получения теплоты в системах теплоснабжения (газогидраты естественного газа) [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Климов Г.М., Климов А.М.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 29 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80911.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **в) Интернет-ресурсы**

**Интернет ресурс** - [www.gstou.ru](http://www.gstou.ru), электронные библиотечные системы (ЭБС): «IPRbooks», «Консультант студента», «Ibooks», «Лань».

1.	<a href="http://pandia.ru/text/77/220/10017.php">pandia.ru&gt;text/77/220/10017.php</a>
2.	<a href="http://bwt.ru/Дляпромышленности/Теплоэнергетика/boiler">bwt.ru&gt;Дляпромышленности&gt;Теплоэнергетика&gt;boiler</a>
3.	<a href="http://twirpx.com/Все_для_студента/357677">twirpx.com&gt;Все для студента&gt;357677</a>
4.	<a href="http://book-gu.ru/2013/03/water/">book-gu.ru&gt;2013/03/water/</a>
5.	<a href="http://gazovik-teploenergo.ru/index.php?id=1272">gazovik-teploenergo.ru&gt;index.php?id=1272</a>
6.	<a href="http://03-ts.ru/index.php?fla=stat&amp;idd=593&amp;nma=downloads">03-ts.ru&gt;index.php?fla=stat&amp;idd=593&amp;nma=downloads</a>
7.	<a href="http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition">irbis.amursu.ru&gt;DigitalLibrary/AmurSU_Edition</a>
8.	<a href="http://upload.studwork.org/order/58845/и_системы_теплоснабжени">upload.studwork.org/order/58845/и системы теплоснабжени</a>

в) программное и коммуникационное обеспечение

Средства обеспечения освоения дисциплины

Расчетные компьютерные программы: MATHCAD, EXEL.

Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения предприятий»

Тесты для компьютерного тестирования студентов

## 9.2 Методические указания по освоению дисциплины (Приложение 1)

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.

Учебные аудитории кафедры "Теплотехника и гидравлика" в ГУК ГГНТУ – № 4-20, №4-45, №4-47 и №4-49, снабженные мультимедийными средствами для представления презентаций и показа учебных фильмов

### 11. Дополнения и изменения в рабочей программе на учебный год

Дополнения и изменения в рабочие программы вносятся ежегодно перед началом нового учебного года по форме. Изменения должны оформляться документально и вносятся во все учетные экземпляры.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС и с учетом рекомендаций по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

**Наличие оборудования и ТСО по дисциплине  
«Источники и системы теплоснабжения»**

1	Лабораторный комплекс "Теплопередача при конвекции и обдуве" ТПК-010-9ЛР-01 (9 лабораторных работ)
2	Учебно-лабораторный комплекс «Теплообменники» (4 лабораторных работы)
3	Виртуальный программный лабораторный комплекс "Теплотехника" (6 лабораторных работ)
4	Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции» Комплекс предназначен для исследования процессов настройки и наладки систем тепловой электростанции, а также контроля и мониторинга состояния элементов систем во время их работы и демонстрации влияния изменения параметров элементов. Программа содержит графическую информацию, изображения мониторов, панели управления и сообщения аварийной сигнализации аналогичные реальным. В состав входит: 1. Персональный компьютер, монитор, клавиатура, мышь. 2. Предустановленное специализированное программное обеспечение
5	Комплект плакатов 560x800 мм, Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560x800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене.
5.1	Эксплуатация теплоэнергетических установок и сетей (16 шт.)
5.2	«Тепломассообмен» (16 шт.)
5.3	Турбины и оборудование тепловых станций (16 шт.)
6	Электронные плакаты Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5x1,5 м):
а.	Тепломассообмен (122 шт.)
б.	Турбины тепловых станций (21 шт.)
	Презентации:
1	Теплопередача
2	Тепловые и атомные электростанции
3	Виды, состав и назначение турбин тепловых станций
4	Тепловые сети и теплопотребляющие системы.
5	Методы определения расчетной потребности в паре и горячей воде для технологических нужд.
6	Характерные режимы и графики теплопотребления.
7	Тепловой баланс производственных помещений.
8	Суточные и сменные графики теплопотребления.
9	Классификация тепловых нагрузок. Сезонные и круглогодичные нагрузки.
10	Системы горячего водоснабжения, отопления
11	Классификация систем горячего водоснабжения промышленных, жилых и общественных зданий.
12	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных помещений
13	Классификация систем кондиционирования воздуха.

14	Методы регулирования отпуска теплоты из систем централизованного теплоснабжения.
15	Присоединение потребителей теплоты к тепловым сетям.
16	Методы определения расчетных расходов воды и пара по участкам тепловой сети.
17	Эксплуатация систем теплоснабжения предприятий
18	Назначение и классификация ТЭЦ, используемых в системах теплоснабжения.
19	Схемы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ.
20	Методы и схемы водоподготовки на ТЭЦ.
21	Режимы работы газотурбинных ТЭЦ.
	<u>Видеофильмы:</u>
	Принцип работы котла;
	- Паровой котел;
	- Паровые турбины;
	- Пламя горелки;
	- Движение жидкости в рабочем колесе;
	- Короткое замыкание;
	- Теплообменники;
	- Турбина К-800-240;
	- Розжиг котла;
	- Градирни;
	- Принцип работы насоса
	- Эксплуатация энергоблоков;
	- Работа деаэратора;
	- Принцип работы дымососа;
	- Принцип работы центробежного насоса;
	- Многоступенчатый насос;
	- Насос ЦНС-1.
	- Как работает ТЭС;
	- Рязанская ГРЭС;
	- Хабаровская ТЭЦ

**Методические указания по освоению дисциплины****«Источники и системы теплоснабжения»****1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.**

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Источники и системы теплоснабжения» состоит из 18 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).



## **2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.**

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

## **3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.**

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. Проработать конспект лекций;
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте

конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;

5. Выполнить домашнее задание;

6. Проработать тестовые задания и задачи;

7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

### **3. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.**

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения» - это углубление и расширение знаний в области энергообеспечения предприятий, к решению вопросов проектирования, эксплуатации и совершенствования систем обеспечения предприятий теплотой пара и горячей воды; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает

умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок


(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.


**Составитель:**

Доцент кафедры  
«Теплотехника и гидравлика»


  
/ Р.А-В Турлуев /

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. выпускающей каф.  
«Теплотехника и гидравлика»

  
/ Р.А-В. Турлуев /

Директор ДУМР

  
/ М.А. Магомаева /