

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующий баз. каф.
«Атомные станции с водо-водяными
энергетическими реакторами» (АСВВЭР)



Иванченко А. И.
22.04.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.03.02 Тепломеханическое и вспомогательное оборудование
электростанций**

1. Код и наименование специальности:

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

2. Специализация:

Проектирование и эксплуатация атомных станций

3. Квалификация выпускника: инженер – физик

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Баз. каф. «Атомные станции с водо-водяными энергетическими реакторами» (АСВВЭР)

6. Составители программы:

и.о. зав. базовой каф. «Атомные станции с водо-водяными энергетическими реакторами»
(АСВВЭР), к.т.н., доц. Иванченко А.И.

7. Рекомендована:

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №4 от 18.04.2025 г.

8. Учебный год: 2029/2030

Семестр(ы): 9, А

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- формирование у студентов необходимых знаний конструкций, процессов, расчетов теплообменного, тепломеханического оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС, а также выработка умения надежной эксплуатации этого оборудования, изучение методов расчета, проектирования и эксплуатации тепломеханического и вспомогательного оборудования тепловых электростанций.

Задачи учебной дисциплины:

- дать информацию о применяемом на ТЭС тепломеханическом и вспомогательном оборудовании, конструктивных схемах ТЭС и АЭС, состава протекающих процессов и режимах работы оборудования, методах расчета и проектирования;

- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании и эксплуатации ТЭС;

- дать информацию о надежности и экономичности тепломеханического и вспомогательного оборудования и его влияния на экономичность и надежность работы ТЭС, дать информацию о принципах и методах оптимизации и способах регулирования оборудования, а также предоставить информацию о классификации и правилах технической эксплуатации оборудования.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций относится к дисциплине (модуль) по выбору вариативной части блока Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-4	Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок систем и оборудования АС и ядерных энергетических установок, готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений, выполнять инженерные проекты с применением методов проектирования для достижения	ПК-4.1	Знает современные методы проектирования	Знать: - основные источники научно-технической информации по оборудованию, системам и технологическим решениям тепловых и атомных электростанций; - основные конструктивные характеристики тепломеханического и вспомогательного оборудования и систем ТЭС и АЭС; - методы расчета тепловых оборудования и условия их эксплуатации.
		ПК-4.3	Анализирует предварительное технико-экономического обоснования проектных разработок систем и оборудования АС и ядерных энергетических установок	Уметь: - выбирать тепломеханическое и вспомогательное оборудование ТЭС; - проводить конструкторские и поверочные расчеты оборудования; - использовать программы расчетов характеристик оборудования; - анализировать информацию о новых разработках оборудования и систем ТЭС и методах расчета. Владеть: - методами надежной и экономичной эксплуатации оборудования; - информацией о технических параметрах оборудования, применяемого на ТЭС; - навыками применения полученной

	оптимальных результатов с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности			информации при проектировании оборудования и эксплуатации.
ПК-6	Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, диагностики, управления и защиты в стационарных и нестационарных режимах работы, обеспечивать оптимальные режимы работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС	ПК-6.4	Знает основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 8/288.

Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой (9 семестр), экзамен (А семестр)

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		9 семестр	А семестр
Аудиторные занятия	132	84	48
в том числе:	лекции	66	34
	практические	50	34
	лабораторные	16	16
Самостоятельная работа	120	60	60
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации	36	Зачет с оценкой	Экзамен (36 ч)
Итого:	288	144	144

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Введение.	Влияние вспомогательного оборудования на надежность и экономичность работы ТЭС и АЭС. Классификация вспомогательного и тепломеханического оборудования. Современное состояние и перспективы развития вспомогательного оборудования и трубопроводов; пути совершенствования конструкций; повышение	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306

		надежности, экономичности и соответствия экологическим требованиям.	
1.2	Паропроизводящие установки электростанций	Классификация паровых котлов ТЭС и парогенераторов АЭС. Парогенераторы с водоводяным энергетическим реактором и реактором на быстрых нейтронах. Конструкции и основные тепловые, гидравлические и конструкционные характеристики паровых котлов, парогенераторов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
1.3	Регенеративные подогреватели	Назначение, типы и маркировка регенеративных подогревателей. Конструктивные схемы подогревателей низкого давления поверхностного типа. Конструктивные схемы подогревателей низкого давления смешанного типа. Конструкции, схемы движения теплоносителей в подогревателях высокого давления.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
1.4	Сетевые подогреватели и водогрейные котлы.	Назначение, типы, конструкции и маркировка сетевых подогревателей. Многоступенчатый подогрев сетевой воды. Принципиальные схемы сетевых подогревательных установок (СПУ). Особенности теплового расчета. Назначение и место водогрейных котлов в СПУ. Виды и особенности конструкций водогрейных котлов. Режимы работы сетевых подогревателей и водогрейных котлов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
1.5	Деаэраторы.	Влияние кислорода и двуокси углерода на коррозию конструкционных материалов. Физические основы процесса термической деаэрации. Назначение, классификация и маркировка деаэраторов, и их типы. Принципиальные схемы и конструктивное исполнение деаэраторов. Факторы, влияющие на работу деаэраторов. Аккумуляторные баки и охладители выпара. Расчет деаэраторов на тепло- и массообмен. Расчет термических деаэраторов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
1.6	Испарительные установки.	Типы испарителей и их конструкции. Назначение испарителей. Физические основы термического обессоливания воды. Схемы включения испарительных установок в тепловую схему КЭС и ТЭЦ. Многоступенчатые испарители.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
1.7	Расчет теплообменных аппаратов ТЭС и АЭС на прочность.	Нормативные документы и расчетные параметры, определяющие прочность теплообменников. Методика расчета цилиндрических элементов. Типы, параметры и расчет на прочность днищ; области применения днищ.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
1.8	Работа насосов ТЭС и АЭС	Насосы электростанций. Характеристики и основные параметры. Назначение, принцип действия, группы и виды насосов, используемых на ТЭС и АЭС. Основные параметры насосов и их характеристики. Типы характеристик. Высота всасывания и кавитация в насосах. Работа насосов на сеть и способы регулирования производительности насосов. Параллельное и последовательное подключение и работа насосов. Регулирование подачи насосов, помпаж насосов. Конструкции энергетических насосов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
1.9	Тягодутьевые машины	Характеристики тягодутьевых машин. Схемы рабочих колес и треугольники скоростей вентиляторов. Регулирование тягодутьевых машин. Кривые сброса мощности при регулировании вентиляторов. КПД дроссельного регулирования. Акустические характеристики тягодутьевых машин. Выбор вентиляторов и дымососов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
1.10	Компрессоры	Компрессорная установка. Типы компрессоров.	https://edu.vsu.ru

		Применение компрессоров на ТЭС и АЭС. Основные параметры компрессоров. Термодинамика компрессорных машин. Мощность и КПД компрессора. Объемные компрессоры. Индикаторная диаграмма объемных компрессоров.	u/course/view.p hp?id=29306
2. Практические занятия			
2.1	Паропроизводящие установки электростанций	Расчет поверхностного пароводяного камерного подогревателя.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
2.2	Регенеративные подогреватели	Расчет коллекторно-спирального подогревателя. Расчет струйного отсека смешивающего подогревателя.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
2.3	Сетевые подогреватели и водогрейные котлы.	Расчет сетевого подогревателя.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
2.4	Деаэраторы.	Расчет струйного и барботажного отсека деаэратора.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
2.5	Испарительные установки.	Расчет скорости циркуляции в испарителе	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
2.6	Расчет теплообменных аппаратов ТЭС и АЭС на прочность.	Расчет на прочность корпуса, днищ, трубных досок подогревателя. Расчет тепловой изоляции	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
2.7	Работа насосов ТЭС и АЭС	Расчет гидравлической характеристики сети. Расчет кавитационного запаса насоса.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
2.8	Тягодутьевые машины	Расчет гидравлической характеристики сети. Расчет основных параметров вентилятора.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
2.9	Компрессоры	Расчет компрессора.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
3. Лабораторные занятия			
3.1	Сетевые подогреватели	Лабораторная работа №1. Влияние режимных параметров на работу кожухотрубного подогревателя.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
3.2	Деаэраторы.	Лабораторная работа №2. Влияние скорости циркуляции теплоносителя на интенсивность теплообмена.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
3.3	Испарительные установки.	Лабораторная работа №3. Влияние режимных параметров на работу пластничатого подогревателя.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
3.4	Работа насосов ТЭС и АЭС	Лабораторная работа №4. Определение гидравлической характеристики насоса.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
3.5	Тягодутьевые машины	Лабораторная работа №5. Определение гидравлической характеристики вентилятора.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306
3.6	Компрессоры	Лабораторная работа №6. Испытание компрессора.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29306

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Введение.	4			6	10
2.	Паропроизводящие установки электростанций	6	4		12	22

3.	Регенеративные подогреватели	6	4		12	22
4.	Сетевые подогреватели и водогрейные котлы.	6	6	2	16	30
5.	Деаэраторы.	8	6	2	12	28
6.	Испарительные установки.	8	6	2	16	32
7.	Расчет теплообменных аппаратов ТЭС и АЭС на прочность.	10	6		14	30
8.	Работа насосов ТЭС и АЭС	6	6	4	10	26
9.	Тягодутьевые машины	6	6	4	12	28
10.	Компрессоры	6	6	2	10	24
	Контроль:					36
	Итого:	66	50	16	120	288

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

На практических занятиях необходимо уметь решать задачи и анализировать решение, на устных опросах обучаемый должен уметь демонстрировать полученные на лекциях и практических занятиях знания, умения и навыки, отвечать на поставленные вопросы, поддерживать дискуссию по существу вопроса.

Методическое обеспечение аудиторной работы: учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

Методическое обеспечение самостоятельной работы: учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Галашов Н.Н. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование элек-тростанций: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 244 с.
2.	Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электростанции: учебник для вузов. □ М.: Изд. дом МЭИ, 2008. – 463 с.
3.	Тепловые электрические станции: учебник для вузов / Буров В.Д., Лавыги-на В.М., Седлова А.С., Цанева С.В. – М.: Изд-во МЭИ, 2007. – 466 с.
4.	Зорин В.М. Атомные электростанции: учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2012. – 670 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5.	Основы современной энергетики. Том 1. Современная теплоэнергетика [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ А.Д. Трухний [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2010.— 493 с
6.	Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Трухний А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2013.— 648 с.
7.	Газотурбинные энергетические установки [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ С.В. Цанев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 427 с.

8.	Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей РД 34.03.201-97 [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013.— 200 с.
----	--

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
9.	www.lib.vsu.ru — ЗНБ ВГУ.
10.	https://edu.vsu.ru – Электронный университет ВГУ
11.	https://e.lanbook.com – ЭБС «Лань»
12.	https://www.studentlibrary.ru – ЭБС «Консультант студента»
13.	https://urait.ru – Образовательная платформа «ЮРАЙТ»
14.	https://rucont.ru - Информационно-телекоммуникационная система «Контекстум»

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Теплоэнергетика: теорет и науч. -практ. журн. - М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 1954 - . - Выходит ежемесячно. - ISSN 0040-3636
2.	Теплоэнергетика и теплотехника. Книга 3. Тепловые и атомные электростанции [Электронный ресурс]: справочник/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2007.— 648 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и метода.

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - www.lib.vsu.ru - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория им. Л.Н. Сухотина

Специализированная мебель, ноутбук, проектор

Microsoft Windows 7, Windows 10

LibreOffice, Adobe Reader

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации

Специализированная мебель, учебный стенд для изучения основ программирования цифровых процессоров, учебный стенд для изучения моделирования экспериментальных сигналов и их обработки в реальном масштабе времени с помощью микроконтроллеров, учебный стенд для моделирования цифровой обработки сигналов в измерительных

системах физического эксперимента, учебный стенд для изучения автоматизации измерений с помощью ЭВМ и программно-управляемых модульных систем, учебный стенд для изучения цифровой регистрация событий, измерения амплитудных и временных распределений, интерфейсов передачи данных в ЭВМ, учебный стенд для изучения основ компьютерной томографии, учебный стенд для изучения многопараметрических и корреляционных измерений в ядерной физике на базе МК. РС IBM

Компьютерный класс, помещение для самостоятельной работы

Специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

Microsoft Windows 10, LibreOffice, Adobe Reader

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение.	ПК-4 ПК-6	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-6.4	Вопросы к экзамену, контрольные вопросы к лабораторным работам,
2.	Паропроизводящие установки электростанций			
3.	Регенеративные подогреватели			
4.	Сетевые подогреватели и водогрейные котлы.			
5.	Деаэраторы.			
6.	Испарительные установки.			
7.	Расчет теплообменных аппаратов ТЭС и АЭС на прочность.			
8.	Работа насосов ТЭС и АЭС			
9.	Тягодутьевые машины			
10.	Компрессоры			
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов к экзамену Пункт 20.2

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольные вопросы к лабораторным работам:

1. Назначение, типы и маркировка регенеративных подогревателей.
2. Конструктивные схемы подогревателей низкого давления поверхностного типа.
3. Конструктивные схемы подогревателей низкого давления смешанного типа.
4. Конструкции, схемы движения теплоносителей в подогревателях высокого давления.
5. Тепловой расчет регенеративных подогревателей.
6. Гидравлический расчет поверхностных регенеративных подогревателей.

7. Расчет регенеративных подогревателей смешанного типа.
8. Назначение, типы, конструкции и маркировка сетевых подогревателей.
9. Многоступенчатый подогрев сетевой воды.
10. Принципиальные схемы сетевых подогревательных установок (СПУ).
11. Особенности теплового расчета.
12. Назначение и место водогрейных котлов в СПУ.
13. Виды и особенности конструкций водогрейных котлов.
14. Режимы работы сетевых подогревателей и водогрейных котлов.
15. Влияние кислорода и двуокиси углерода на коррозию конструкционных материалов.
16. Физические основы процесса термической деаэрации.
17. Назначение, классификация и маркировка деаэраторов и их типы.
18. Принципиальные схемы и конструктивное исполнение деаэраторов. Факторы, влияющие на работу деаэраторов.

Перечень вопросов к зачету:

1. ПВД вертикального типа. Конструкция;
2. ПВД горизонтального типа;
3. Тепловой расчет ПВД;
4. ПНД поверхностного типа вертикальный. Конструкция;
5. ПНД поверхностного типа горизонтальный. Конструкция;
6. Тепловой расчет ПНД поверхностного типа;
7. ПНД смешивающего типа. Места включения в тепловую схему;
8. ПНД смешивающего типа. Конструкция;
9. Поверочный расчет ПНД смешивающего типа;
10. Вертикальные сетевые подогреватели. Конструкции. Методика теплового расчета ;
11. Вертикальные сетевые подогреватели. Конструкции;
12. Конденсаторы паровых турбин. Назначение, конструкции. Принципы выбора и расчета;
13. Конденсаторы паровых турбин. Принципы выбора и расчета;
14. Испарительные установки (обогреваемые паром). Схемы включения. Конструктивные схемы.
Одно- и многоступенчатые испарительные установки.
15. Испарительные установки. Методика расчета;
16. Деаэраторы. Типы деаэраторов. Преимущества и недостатки различных типов деаэраторов.
17. Деаэраторы. Методика теплового расчета и расчета на удаление агрессивных газов;
18. Редукционно-охладительные установки. Конструкции. Порядок теплового расчета;
19. Насосное оборудование. Назначение и типы насосов. Выбор насосов. Привод питательного насоса. Схемы включения насосов;
20. Струйные аппараты. Пароструйные и водоструйные эжекторы. Сравнение типов эжекторов.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при аттестации

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач	Зачтено

Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	Незачтено

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к экзамену:

1. Влияние вспомогательного оборудования на надежность и экономичность работы ТЭС и АЭС. Классификация вспомогательного и тепломеханического оборудования.
2. Современное состояние и перспективы развития вспомогательного оборудования и трубопроводов; пути совершенствования конструкций; повышение надежности, экономичности и соответствия экологическим требованиям.
3. Назначение, типы и маркировка регенеративных подогревателей. Конструктивные схемы подогревателей низкого давления поверхностного типа. Конструктивные схемы подогревателей низкого давления смешанного типа.
4. Конструкции, схемы движения теплоносителей в подогревателях высокого давления. Тепловой расчет регенеративных подогревателей.
5. Гидравлический расчет поверхностных регенеративных подогревателей.
6. Расчет регенеративных подогревателей смешанного типа.
7. Назначение, типы, конструкции и маркировка сетевых подогревателей. Многоступенчатый подогрев сетевой воды.
8. Принципиальные схемы сетевых подогревательных установок (СПУ). Особенности теплового расчета.
9. Назначение и место водогрейных котлов в СПУ. Виды и особенности конструкций водогрейных котлов.
10. Режимы работы сетевых подогревателей и водогрейных котлов.
11. Влияние кислорода и двуокиси углерода на коррозию конструкционных материалов.
12. Физические основы процесса термической деаэрации. Назначение, классификация и маркировка деаэраторов и их типы. Принципиальные схемы и конструктивное исполнение деаэраторов. Факторы, влияющие на работу деаэраторов. Расчет термических деаэраторов.
13. Аккумуляторные баки и охладители. Расчет деаэраторов на тепло- и массообмен.
14. Типы испарителей и их конструкции. Назначение испарителей. Физические основы термического обессоливания воды. Схемы включения испарительных установок в тепловую схему КЭС и ТЭЦ. Классификация испарителей. Расчет испарителей. Расчет качества пара испарителей.
15. Многоступенчатые испарители. Факторы, определяющие влажность вторичного пара. Методы осушки и очистки вторичного пара от примесей.
16. Нормативные документы и расчетные параметры, определяющие прочность теплообменников. Методика расчета цилиндрических элементов теплообменников. Типы, параметры и расчет на прочность днищ теплообменников, области применения днищ.
17. Расчет трубных досок теплообменников. Назначение и применение анкерных связей. Расчет заделок труб в трубные доски.
18. Учет температурной подгрузки. Типы и параметры распределения труб в трубных досках. Элементы главных трубопроводов, РОУ, БРОУ.

19. Категории, материал и сортамент труб для трубопроводов. Типы соединений и контроль качества трубопроводов. Расчет и расчетные характеристики трубопроводов на прочность.

20. Элементы трубопроводов. Опоры и подвески трубопроводов, их расчет на весовую нагрузку. Конструктивные особенности опор и подвесок трубопроводов. Самокомпенсация температурных удлинений и температурные перемещения трубопроводов.

21. Расчет гидравлических и тепловых потерь трубопроводов. Тепловая изоляция трубопроводов. Трубопроводная арматура: назначение, виды, конструкции, выбор. Дренаживание трубопроводов.

22. Назначение, принцип действия, группы и виды насосов, используемых на ТЭС и АЭС. Насосы электростанций. Характеристики и основные параметры.

23. Основные параметры насосов и их характеристики. Типы характеристик. Высота всасывания и кавитация в насосах.

24. Работа насосов на сеть и способы регулирования производительности насосов. Параллельное и последовательное подключение и работа насосов. Регулирование подачи насосов, помпаж насосов.

25. Конструкции энергетических насосов. Параметры и характеристики тягодутьевых машин. Схемы рабочих колес тягодутьевых машин. Переменные режимы работы и регулирование тягодутьевых машин.

26. Надежность работы и акустические характеристики тягодутьевых машин. Расчетные характеристики трактов и выбор тягодутьевых машин.

27. Назначение золоуловителей и скрубберов, их параметры и конструкция. Основы работы золоуловителей. Механические золоуловители. Проскок и параметр золоулавливания.

28. Параметры, определяющие эффективность золоулавливания. Батарейные циклоны: конструкция, эффективность, типоразмеры, расчет.

29. Скрубберы: конструкция, типоразмеры, расчет.

30. Электрофильтры. Назначение, конструкция, основы расчета. Физические основы работы электрофильтров. Конструкция и типоразмеры электрофильтров. Механизм встряхивания: назначение, конструкция электрофильтров и их настройка. Агрегаты питания. Основы расчета электрофильтров. Аэродинамика потока в электрофильтре.

31. Конструкции газораспределительных устройств. Внешние газоходы и дымовые трубы.

32. Назначение газоходов и дымовых труб. Расчет количества вредных выбросов. ПДК вредных веществ.

33. Расчет минимально допустимой высоты дымовой трубы. Выбор числа и типа дымовых труб.

34. Аэродинамический, тепловой и прочностной расчеты дымовых труб. Конструкция и унифицированные размеры элементов внешних газоходов.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности.

При оценивании используются количественные или качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при аттестации

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении	Отлично

