



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института атомной и
тепловой энергетики

_____ Гапоненко С.О.

«17» 03 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС и АЭС

Направление подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(Код и наименование направления подготовки)

Направленность
(профиль)

Технология производства электрической и
тепловой энергии на тепловых и атомных
электростанциях
(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация

_____ Магистр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2026

Программу разработал:

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
Атомные и тепловые электрические станции	Доцент, к.т.н., доцент	Закиров Р.Н.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Атомные и тепловые электрические станции	18.02.2026	8-25/26	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичирова Н. Д.
Согласована	Атомные и тепловые электрические станции	18.02.2026	8-25/26	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичирова Н. Д.
Согласована	Учебно-методический совет института ИАТЭ	17.03.2026	7	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института ИАТЭ	17.03.2026	8	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС и АЭС» является изучение наиболее распространенных видов вспомогательного и тепломеханического оборудования, а также трубопроводов, формирование у обучающихся комплексной системы знаний о принципах работы, конструкции, проектировании и эксплуатации систем, которые обеспечивают работу основных агрегатов (паровых котлов, реакторов и турбин) тепловых и атомных электрических станций.

Задачами дисциплины являются получение знаний, формирование умения и навыков, позволяющих успешно пройти итоговую государственную аттестацию:

1. Изучение устройства и принципов действия теплообменных аппаратов (подогреватели высокого и низкого давления (ПВД и ПНД), деаэраторы, конденсаторы), насосное оборудование (питательные, конденсатные, циркуляционные и сетевые насосы), тягодутьевые машины (вентиляторы и дымососы для ТЭС) и водоподготовительные установки (системы очистки и фильтрации).

2. Владение методиками расчета и выбора вспомогательного оборудования и трубопроводов под конкретные параметры станции (проведение тепловых и гидравлических расчетов, выбор оптимальных типоразмеров оборудования по каталогам, расчет трубопроводов (определение диаметров, толщины стенок, расчет на прочность и тепловые расширения).

3. Владение навыками проектирования компоновок и систем трубопроводов (трассировка трубопроводов выбор арматуры (задвижки, клапаны, обратные затворы), организация дренажей, систем компенсации тепловых удлинений и установка опор.

4. Освоение знаний по обеспечению надежности и безопасности (правила безопасной эксплуатации оборудования под давлением, методы диагностики и предотвращения аварийных ситуаций (гидроудары, вибрации, коррозия), работа вспомогательного оборудования в условиях радиоактивности, требования к герметичности и дезактивации на АЭС.

5. Изучение влияния правильного выбора насосов или эффективной работы теплообменников на снижение затрат и повышение экономичности (КПД) станции.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК 2 Способен определять основные энергетические характеристики и эксплуатационные показатели работы основного и вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС	ПК-2.1 Выбирает и обосновывает применение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС в соответствии с энергетическими характеристиками и эксплуатационными показателями работы

Знать (знания)

Знать типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС; энергетические, эксплуатационные и экономические показатели; принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты.

Уметь (навыки)

Уметь определять потребности во вспомогательном оборудовании; проводить расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполнять анализ результатов расчета; выбирать тип, марку, мощность вспомогательного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям; аргументировать свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные показатели, технико-экономические обоснования; читать и анализировать технические паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию. уметь связывать теоретические знания с практической задачей выбора оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока.

Владеть (компетенции)

Владеть методиками технико-экономической оценки различных вариантов вспомогательного оборудования; критериями оптимизации работы вспомогательных систем (снижение потерь, повышение надежности); владеть программными комплексами для расчетов и моделирования; владеть навыками принятия обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины: Тепловые и атомные электрические станции, АСУТП ТЭС и АЭС, Учебная практика (основы технологической деятельности).

Последующие дисциплины: Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС, Насосы ТЭС и АЭС, Топливообеспечение ТЭС и АЭС, Обработка воды на ТЭС и АЭС; Производственная практика (эксплуатация ТЭС и АЭС); Производственная практика (эксплуатация энергоблоков АЭС с ВВЭР-1000), Преддипломная практика, Государственная итоговая аттестация.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	6	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	1,97	71	71
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,3	48	48
Лекции	0,9	32	32
Практические (семинарские) занятия	-	-	-
Лабораторные работы	0,4	16	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,7	168	168
Проработка учебного материала	3,7	132	132
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э
			-

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	6	2			4	ТК1	ПК-2.1.3
Раздел 2	58	14	8		36	ТК1 ТК2	ПК-2.1.3; ПК-2.1.У; ПК-2.1.В
Раздел 3	40	6	4		30	ТК2	ПК-2.1.3; ПК-2.1.У; ПК-2.1.В
Раздел 4	36	4	4		28	ТК3	ПК-2.1.3; ПК-2.1.У; ПК-2.1.В
Раздел 5	16	2			14	ТК3	ПК-2.1.3
Раздел 6	14	2			12	ТК3	ПК-2.1.3
Раздел 7	10	2			8	ТК3	ПК-2.1.3
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-2.1.3
ИТОГО	216	32	16	-	168		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. «Вспомогательное оборудование и его классификация».

Тема 1. Вспомогательное оборудование и трубопроводы.

Классификация вспомогательного оборудования по назначению и принципу действия. Место вспомогательных систем в технологической схеме. Его значение для обеспечения надежности и экономичности эксплуатации. Расход электроэнергии и пара на собственные нужды электростанции. Классификация трубопроводов.

Тема 2. Роль вспомогательного оборудования в обеспечении безопасности атомных станций.

Классификация систем по влиянию на безопасность. Границы первого и второго контуров. Понятие систем нормальной эксплуатации и систем безопасности.

Раздел 2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта.

Тема 3. Регенеративные подогреватели.

Типы регенеративных подогревателей. Конструкция поверхностных подогревателей низкого давления (ПНД) и их трубные системы. Контактные (смешивающие) ПНД и их конструктивные типы. Меры против заброса воды в турбину. Подогреватели высокого давления (ПВД). Греющие секции со спиральными трубками и их гидравлические схемы. Отсеки конденсации и охлаждения пара и дренажа. Устройства отвода дренажа и отсоса воздуха. Защита ПВД. Арматура и КИП. Используемые материалы.

Тема 4. Сетевые подогреватели.

Назначение и типы сетевых подогревателей. Конструкция сетевых подогревателей. Режимы работы сетевых подогревателей. Компоновка в турбоустановке. Оборудование для отпуска тепла внешним потребителям атомных станций.

Тема 5. Деаэраторы

Типы деаэраторов. Классификация деаэраторов по способу подвода греющего пара, дробления потока воды и по рабочему давлению. Конструкции термических деаэраторов атмосферного, повышенного и пониженного давления. Конструкция струйных, струйно-барботажных и пленочных деаэраторов. Схемы включения деаэраторов. Основные принципы расчета теплообмена в деаэраторах. Защита от повышения давления. Удаление углекислоты.

Тема 6. Испарительные установки

Типы и конструкции испарителей. Устройства, обеспечивающие получение качественного дистиллята. Тепло- гидравлический расчет

испарителей. Водный режим испарителей и продувка. Многоступенчатая испарительная установка.

Тема 7. Водогрейные котлы.

Роль водогрейных котлов в системах теплоснабжения. Номенклатура и типы водогрейных котлов на газомазутном и твердом топливах. Типы компоновок. Организация тяги и дутья. Гидравлические схемы. Особенности эксплуатации.

Тема 8. Трубопроводы и арматура.

Категории трубопроводов ТЭС и АЭС. Напряжения от самокомпенсации температурных удлинений. Реперы перемещений. Классификация трубопроводной арматуры по назначению и конструктивному оформлению. Запорная, регулирующая, предохранительная и защитная арматура. Электроприводы и системы дистанционного управления. Дренажирование трубопроводов. Опоры и подвески. Тепловая изоляция. Расчет трубопроводов на прочность.

Специфическая арматура АЭС. Быстродействующие запорные отсечные клапаны (БЗОК). Герметичные клапаны (гермоклапаны) систем вентиляции. Арматура с сильфонным уплотнением. Опорно-подвесная система и гасители колебаний. Гидравлические и механические виброгасители (снубберы) для защиты от сейсмических воздействий.

Тема 9. Насосы.

Типы насосов, их характеристики насосов и режимы работы. Классификация насосов по назначению и принципу действия. Конструктивные типы лопастных насосов. Состав насосного агрегата и его основные параметры. Потребляемая мощность. Стабильные и нестабильные напорные характеристики. Явление помпажа. Защита от кавитации. Способы регулирования производительности. Совместная работа насосов при параллельном и последовательном включении. Выбор типа привода питательных насосов. Конструкции питательных насосов и приводных турбин. Особенности конструкции многоступенчатых насосов. Редукторы и гидромуфты. Приводные турбины. Конструкции конденсатных, бустерных, сетевых и циркуляционных насосов. Дренажные, багерные (для золоудаления), масляные насосы систем смазки и регулирования.

Вспомогательные системы главных циркуляционных насосов (ГЦН). Системы смазки и охлаждения выносных двигателей. Система подачи запирающей воды на уплотнения вала ГЦН.

Насосы систем безопасности, аварийного охлаждения активной зоны (высокого и низкого давления). Спринклерные насосы. Требования к пуску из «холодного» состояния.

Тема 10. Градирни и брызгальные бассейны.

Назначение. Основные типы и схемы градирен. Особенности

теплообмена в градирнях. Расчет основных параметров градирни. Брызгальные бассейны. Преимущества и недостатки.

Тема 11. Поверочный, гидравлический и конструктивный расчеты подогревателей.

Основы теплового, конструктивного, поверочного и гидравлического расчетов подогревателей, температурные графики. Выбор скоростей воды и пара. Расчет теплообменников на прочность.

Тема 12. Оборудование систем первого контура (реакторного отделения)

Система компенсации давления. Компенсатор давления: конструкция, электронагреватели (ТЭН), барботажный бак. Устройства защиты от превышения давления.

Раздел 3. Вспомогательное оборудование газоздушного тракта.

Тема 13. Газоздушные тракты.

Основные характеристики газоздушных трактов. Схемы газоздушных трактов. Потери напора. Рациональные формы элементов газоздушных трактов. Газоздушные тракты ПГУ.

Тема 14. Золоуловители.

Основы золоудаления. Степень улавливания. Типы золоуловителей, их конструкция. Устройство батарейного циклона. Мокрый золоуловитель и ограничения его применимости. Труба Вентури. Устройство электрофильтра. Коронирующие и осадительные электроды. Способы повышения эффективности золоулавливания. Питание электрофильтра и расход электроэнергии. Тканевые фильтры. Системы удаления шлака и золы. Гидравлическое, пневматическое и механическое золошлакоудаление. Багерные насосные станции.

Тема 15. Тягодутьевые машины.

Тягодутьевые механизмы, их аэродинамические характеристики, режимы работы. Требования к тягодутьевым машинам. Типы, конструкции и маркировка. Аэродинамические схемы. Выбор тягодутьевых машин, мощность привода и КПД. Способы регулирования производительности и кривые сброса мощности. Параллельная работа. Акустические характеристики.

Тема 16. Расчет газоздушного тракта.

Типы и конструкция дымовых труб. Статические давления в дымовой трубе. Выходная часть многоствольных дымовых труб. Выбор оптимальных размеров дымовых труб и внешних газоходов. Дымовые трубы ПГУ.

Раздел 4. Топливное хозяйство и системы подготовки топлива.

Тема 17. Оборудование мазутного и газового хозяйства.

Приемно-разгрузочные устройства, резервуары, подогреватели мазута,

фильтры, насосные станции. Газорегуляторные пункты (ГРП).

Тема 18. Топливоподача твердого топлива.

Разгрузочные устройства, конвейерные системы, узлы пересыпки, дробильные установки и магнитная сепарация. Типы мельниц (шаровые, молотковые, среднеходные). Питатели сырого угля, сепараторы, циклоны и мельничные вентиляторы. Системы приготовления водоугольного топлива.

Тема 19. Системы обращения с ядерным топливом.

Транспортно-технологическое оборудование. Перегрузочная машина, транспортный шлюз, кантователи. Оборудование бассейнов выдержки. Стеллажи для хранения ОЯТ. Системы охлаждения и очистки воды бассейна выдержки.

Раздел 5. Системы обращения с радиоактивными отходами (РАО).

Тема 20. Переработка жидких радиоактивных отходов (ЖРО).

Выпарные установки, доупариватели, установки цементированья или битумирования.

Тема 21. Газоочистка и спецвентиляция.

Ресиверы выдержки благородных газов. Угольные адсорберы и аэрозольные фильтры. Рециркуляционные охлаждающие установки (РОУ) гермообъема.

Раздел 6. Водоподготовка и оборудование химводоочистки

Тема 22. Предварительная очистка и обессоливание воды.

Осветлители, механические и ионитные фильтры. Мембранные технологии (обратный осмос).

Тема 23. Оборудование систем водного режима и спецводоочистки

Спецводоочистка (СВО) первого контура. Установки СВО-1 и СВО-2. Ионитные фильтры, ловушки ионитов. Очистка продувочной воды первого контура и борное регулирование.

Раздел 7. Оборудование систем локализации аварий

Тема 24. Защитная оболочка и ловушка расплава.

Защитная оболочка (контейнмент) и ее оборудование. Система спринклерного орошения. Пассивные каталитические рекомбинаторы водорода. Система контроля герметичности. Ловушка расплава (для современных проектов ВВЭР). Конструкция, охлаждающие компоненты и наполнитель.

3.4. Тематический план практических занятий

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Включение в работу системы технического водоснабжения.
2. Включение в работу смазки подшипников, системы гидроподъема ротора и ВПУ паровой турбины.
3. Включение в работу конденсационной установки.
4. Набор вакуума в конденсаторе паровой турбины.
5. Включение в работу теплофикационной установки.
6. Исследование режимов работы регенеративного подогревателя. / Исследование работы подогревателя низкого давления на частичных нагрузках
7. Исследование режимов работы деаэрационной колонки. / Исследование режима работы струйного деаэратора.
8. Исследование режима работы дымовой трубы.
9. Исследование режима работы золоуловителя. / Исследование режимов работы электрофилтра.
10. Исследование теплоизоляции трубопровода.

3.6. Курсовой проект/Курсовая работа

Курсовой проект/Курсовая работа не предусмотрены учебным планом.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК 2	ПК-2.1	знать:				
		типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС; энергетические, эксплуатационные и экономические показатели;	знает типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС;	знает типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС	знает типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС;	плохо знает типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов

		<p>принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты.</p>	<p>энергетические, эксплуатационные и экономические показатели ; принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты и не допускает ошибок</p>	<p>и АЭС; энергетические, эксплуатационные и экономические показатели ; принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты, но допускает отдельные ошибки</p>	<p>энергетические, эксплуатационные и экономические показатели ; принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты, но допускает много мелких ошибок</p>	<p>оходов ТЭС и АЭС; энергетические, эксплуатационные и экономические показатели; принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты, и допускает грубые ошибки</p>
<p>уметь:</p>						
		<p>определять потребности во вспомогательном оборудовании; проводить расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполнять анализ результатов расчета; выбирать тип, марку, мощность вспомогательного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям;</p>	<p>может правильно определять потребности и во вспомогательном оборудовании; проводить расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполнять анализ результатов в расчета; выбирать тип, марку,</p>	<p>умеет определять потребности и во вспомогательном оборудовании; проводить расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполнять анализ результатов в расчета; выбирать тип, марку,</p>	<p>определяет потребности во вспомогательном оборудовании; проводит расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполняет анализ результатов в расчета; выбирает тип, марку, мощность вспомогате</p>	<p>не может определять потребности во вспомогательном оборудовании; проводить расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполнять анализ результатов в расчета; выбирать</p>

		<p>аргументировать свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные показатели, технико-экономические обоснования; читать и анализировать технические паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию; уметь связывать теоретические знания с практической задачей выбора оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока.</p>	<p>мощность вспомогательного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям; аргументировать свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные показатели, технико-экономические обоснования; читать и анализировать техническое паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию; уметь связывать теоретические знания с практической задачей выбора оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока</p>	<p>мощность вспомогательного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям; аргументировать свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные показатели, технико-экономические обоснования; читать и анализировать техническое паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию; уметь связывать теоретические знания с практической задачей выбора оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока, но делает это с мелкими ошибками</p>	<p>льного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям; аргументировать свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные показатели, технико-экономические обоснования; читает и анализирует техническое паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию; умеет связывать теоретические знания с практической задачей выбора оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока с ошибками</p>	<p>тип, марку, мощность вспомогательного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям; аргументировать свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные показатели, технико-экономические обоснования; читать и анализировать технические паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию. уметь связывать теоретические знания с практической задачей выбора оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока</p>
--	--	--	---	---	---	---

		владеть:				
	методиками технико-экономической оценки различных вариантов вспомогательного оборудования; критериями оптимизации работы вспомогательных систем (снижение потерь, повышение надежности); владеть программными комплексами для расчетов и моделирования; владеть навыками принятия обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования.	хорошо владеет методикам и технико-экономической оценки различных вариантов вспомогательного оборудования; критериям и оптимизации работы вспомогательных систем; владеть программными комплексами для расчетов и моделирования; владеть навыками принятия обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования.	не всегда полностью владеет методикам и технико-экономической оценки различных вариантов вспомогательного оборудования; критериям и оптимизации работы вспомогательных систем; владеть программными комплексами для расчетов и моделирования; владеть навыками принятия обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования.	допускает ошибки при технико-экономической оценке различных вариантов вспомогательного оборудования; оптимизации работы вспомогательных систем; использовании программными комплексами для расчетов и моделирования; принятии обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования.	плохо владеет методиками технико-экономической оценки различных вариантов вспомогательного оборудования; критериям и оптимизации работы вспомогательных систем; владеть программными комплексами для расчетов и моделирования; владеть навыками принятия обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования.	

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций / Учебное пособие для вузов / Л.А. Рихтер, Д.П. Елизаров, В.М. Лавыгин. М.: Энергоатомиздат, 1987, - 216 с.
2. Назмеев Ю. Г. Теплообменные аппараты ТЭС : учебное пособие / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин. - 4-е изд., доп. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - 269 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011935.html>. - ISBN 978-5-383-01193-5. - Текст : электронный.
3. Рогалев, Н. Д. Тепловые электрические станции : учебник / Н. Д. Рогалев, А. А. Дудолин, Е. Н. Олейникова ; под ред. Н. Д. Рогалева. - Москва : МЭИ, 2022. - 768 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/307250>. - ISBN 978-5-7046-2623-7. - Текст : электронный.
4. Тепловые электрические станции: учебник для вузов / В. Д. Буров, Е. В. Дорохов, Д. П. Елизаров [и др.] ; под ред. В. М. Лавыгина, А. С. Седлова, С. В. Цанева. - 3-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2009. - 466 с.
5. Основы современной энергетики : учебник для вузов : в 2 томах / под общ. ред. Е. В. Аметистова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский дом МЭИ, 2008. - Текст : непосредственный. Т. 1 : Современная теплоэнергетика / под ред. А. Д. Трухня. - 2008. - 472 с.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Подготовка к работе и пуск вспомогательного оборудования блока ПГУ-450 МВт : практикум / сост. С. Р. Сайтов. - Казань : КГЭУ, 2020. - 54 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - ~Б. ц. - Текст : электронный.
2. Компьютерный тренажер энергоблока ВВЭР-1000 : учебное пособие / Н. Д. Чичирова, А. Ш. Низамова, И. В. Евгеньев [и др.]. - Казань : Астор и я, 2021. - 280 с. - ISBN 978-5-6047119-1-0. - Текст : непосредственный.
3. Ледуховский, Г. В. Деаэрационные установки тепловых электрических станций : учебное пособие / Г. В. Ледуховский, Е. В. Зиновьева, С. Д. Горшенин ; науч. ред.: Г. В. Ледуховский, Е. В. Барочкин. - Иваново : ИГЭУ, 2021. - 116 с. - URL: <https://elib.ispu.ru/node/8761>. - ISBN 978-5-00062-451-7. - Текст : электронный.
4. Прикладные задачи тренажёра энергоблока ПГУ-410 : практикум / Н. Д. Чичирова [и др.] ; под общ. ред. Н. Д. Чичириной. - Казань : КГЭУ, 2018. - 275 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>. - Текст : электронный.
5. Исследование режимов работы газоздушного тракта конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт на компьютерном тренажере. Метод. указания к лаб. работам по дисциплине "Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций". / Сост.: А.М.

Грибков. 2011. – Казань : КГЭУ, 2011. - 31 с.

6. 6. Отключение группы ПВД на компьютерном тренажере конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт : лабораторная работа по дисциплине "Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций" / сост.: А. М. Грибков. - Казань : КГЭУ, 2009. - 23 с. - 3380. - Текст : непосредственный.

7. Отключение ПВД-3,4 на компьютерном тренажере конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт. Метод. указания к лаб. работам по дисциплине "Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций" / Сост.: А.М. Грибков, А.В. Шашкин. - Казань : КГЭУ, 2011. - 23 с.

8. Аварийное отключение основного питательного насоса конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт на компьютерном тренажере. Метод. указания к лаб. работам по дисциплине "Тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электростанций" / Сост.: А.М. Грибков, А.А. Елисеев. - Казань : КГЭУ, 2011. - 24 с.

9. Грибков, А. М. Тепловой расчет подогревателя высокого давления : учебно-методическое пособие / А. М. Грибков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Казань : КГЭУ, 2021. - 53 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - Текст : электронный.

10. Грибков А.М., Выбор оптимальных размеров дымовых труб и внешних газоходов [электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Грибков. Электрон. текстовые дан. – Казань: КГЭУ, 2016 – 83 с., 2МБ – Режим доступа: <http://lib.kgeu.ru>.

11. Грибков А.М. Основы проектирования и эксплуатации тепловых электростанций: учебное пособие / А.М. Грибков, Е.И. Гаврилов, В.М. Полтавец. Казань: КГЭУ, 2004 – 142 с.

12. Грибков А.М. Системы диагностирования элементов ТЭС: учебное пособие. Казань; Казанский гос. энерг. ун-т, 2018. – 136 с.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Электронно-библиотечная система «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»	https://www.studentlibrary.ru
5	• <u>Энциклопедии, словари, справочники</u>	http://www.rubricon.com
6	• Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru
7	• Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru
8	• Научная электронная библиотека.	http://elibrary.ru

5.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	https://minenergo.gov.ru/opensource	Свободный
2	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	По авторизации
3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	По авторизации
4	WebofScience	https://webofknowledge.com/	По авторизации
5	Платформа SpringerLink	www.link.springer.com	По авторизации
6	Scopus	https://www.scopus.com	По авторизации
7	КиберЛенинка	https://cyberleninka.ru	Свободный
8	eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru	По авторизации
9	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH	http://www.zbmath.org	По авторизации

5.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Apps	По авторизации
2	«Гарант»	http://www.garant.ru/	По авторизации
3	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	По авторизации

5.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование ПО	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Компас-3D V13	Программное обеспечение для трёхмерного моделирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №33659/KZN12 от 04.05.2012 Неискл. право. Бессрочно
2	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	LMS Moodle2	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	32 посадочных мест, экран, доска аудиторная, проектор, моноблок (7 шт.), 5 компьютеров с монитором
2	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Компьютер в комплекте с 2 мониторами (12 шт.), телевизор (3 шт.), стойка с сенсорными экранами (8 шт.), МФУ (1 шт.)
3	Самостоятельная работа обучающегося	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
 - педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
 - действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
 - печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении

профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с

ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;
- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- повышение познавательной активности обучающихся.

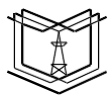
Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

Приложение к рабочей программе дисциплины



КГУУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС и АЭС

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) Технология производства электрической и тепловой энергии на тепловых и атомных электростанциях

Квалификация _____ Магистр
(Бакалавр / Магистр)

Оценочные материалы по дисциплине «Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС и АЭС» предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 2

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1. «Вспомогательное оборудование и его классификация» Раздел 2. «Вспомогательное оборудование пароводяного тракта» (темы 3 – 8)	ТК1	15	0-15					15-30	15-30
Тест или письменный опрос		5							
Защита лабораторной работы		5							
Отчет по самостоятельной работе		5							
Раздел 2. «Вспомогательное оборудование пароводяного тракта» (темы 9 – 12) Раздел 3. «Вспомогательное оборудование газоздушного тракта»	ТК2			20	0-15			20-30	20-30
Тест или письменный опрос				5					
Защита лабораторной работы				10					
Отчет по самостоятельной работе				5					
Раздел 4. «Топливное хозяйство и системы подготовки топлива» Раздел 5. «Системы обращения с радиоактивными отходами» Раздел 6. «Водоподготовка и оборудование химводоочистки» Раздел 7. «Оборудование систем локализации аварий»	ТК3					25	0-15	25-40	25-40
Тест или письменный опрос						5			
Защита лабораторной работы						5			
Отчет по самостоятельной работе						15			

Промежуточная аттестация (экзамен)	ОМ								0-40
Задание промежуточной аттестации									0-10
В письменной форме по билетам									0-30

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК 2	ПК-2.1	знать:				
		типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС; энергетические, эксплуатационные и экономические показатели; принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты.	знает типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС; энергетические, эксплуатационные и экономические показатели; принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного и вспомогат	знает типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС; энергетические, эксплуатационные и экономические показатели; принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного и	знает типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС; энергетические, эксплуатационные и экономические показатели; принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного и	плохо знает типы, конструкции, назначение вспомогательного оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС; энергетические, эксплуатационные и экономические показатели; принципы работы, методику тепловых и гидравлических расчетов; схемы, взаимосвязь основного

			ельного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты и не допускает ошибок	вспомогательного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты, но допускает отдельные ошибки	ельного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты, но допускает много мелких ошибок	и вспомогательного оборудования; правила и нормы проектирования, эксплуатации, стандарты, и допускает грубые ошибки
уметь:						
		определять потребности во вспомогательном оборудовании; проводить расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполнять анализ результатов расчета; выбирать тип, марку, мощность вспомогательного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям; аргументировать свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные показатели, технико-экономические обоснования; читать и анализировать технические паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию; уметь связывать теоретические знания с практической задачей выбора	может правильно определять потребности и во вспомогательном оборудовании; проводить расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполнять анализ результатов в расчета; выбирать тип, марку, мощность вспомогательного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям; аргументировать свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные показатели, технико-	умеет определять потребности и во вспомогательном оборудовании; проводить расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполнять анализ результатов в расчета; выбирать тип, марку, мощность вспомогательного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям; аргументировать свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные показатели, технико-	определяет потребности и во вспомогательном оборудовании; проводит расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполняет анализ результатов в расчета; выбирает тип, марку, мощность вспомогательного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям; аргументирует свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные показатели, технико-экономические обосновани	не может определять потребности во вспомогательном оборудовании; проводить расчеты тепловых и гидравлических режимов; выполнять анализ результатов в расчета; выбирать тип, марку, мощность вспомогательного оборудования и материал трубопроводов по заданным условиям; аргументировать свой выбор, опираясь на энергетические и эксплуатационные

		<p>оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока.</p>	<p>экономические обоснования; читать и анализировать техническое паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию; уметь связывать теоретические знания с практической задачей выбора оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока</p>	<p>экономические обоснования; читать и анализировать техническое паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию; уметь связывать теоретические знания с практической задачей выбора оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока, но делает это с мелкими ошибками</p>	<p>я; читает и анализирует техническое паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию; умеет связывать теоретические знания с практической задачей выбора оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока с ошибками</p>	<p>показатели, технико-экономические обоснования; читать и анализировать техническое паспорта, каталоги, проектную и нормативную документацию. уметь связывать теоретические знания с практической задачей выбора оборудования, обеспечивая эффективность и безопасность работы энергоблока</p>
<p>владеть:</p>						
		<p>методиками технико-экономической оценки различных вариантов вспомогательного оборудования; критериями оптимизации работы вспомогательных систем (снижение потерь, повышение надежности); владеть программными комплексами для расчетов и</p>	<p>хорошо владеет методиками и технико-экономической оценки различных вариантов вспомогательного оборудования; критериями оптимизации работы вспомогательных систем;</p>	<p>не всегда полностью владеет методиками и технико-экономической оценки различных вариантов вспомогательного оборудования; критериями оптимизации работы вспомогательных</p>	<p>допускает ошибки при технико-экономической оценке различных вариантов вспомогательного оборудования; оптимизации работы вспомогательных систем; использовании программ</p>	<p>плохо владеет методиками технико-экономической оценки различных вариантов вспомогательного оборудования; критериями оптимизации работы вспомогательных</p>

		<p>моделирования; владеть навыками принятия обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования.</p>	<p>владеть программными комплексами для расчетов и моделирования; владеть навыками принятия обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования</p>	<p>систем; владеть программными комплексами для расчетов и моделирования; владеть навыками принятия обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования</p>	<p>ыми комплексами для расчетов и моделирования; принятия обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования</p>	<p>систем; владеть программными комплексами для расчетов и моделирования; владеть навыками принятия обоснованных технических решений при выборе и модернизации оборудования</p>
--	--	--	---	---	---	---

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий.*

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине: «Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС и АЭС».

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Доклад (Дкл), сообщение (Сбщ)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Темы докладов: 2. Работа газовоздушного тракта. 3. Горелочные устройства котлов. 4. Насосное оборудование энергоблока. 5. Исследование режима работы дымовой трубы. 6. Сравнение конструкций 7. конденсаторов различных турбин.
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины: Вспомогательное оборудование, регенеративный подогреватель, Сетевые подогреватели, Деаэраторы, Испарительные установки, Водогрейные котлы. Трубопроводы. Насосы. Градирни и брызгальные бассейны. Газовоздушные тракты. Золоуловители. Тягодутьевые машины.
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите назначение и основные характеристики ДВ. 2. Назовите назначение и основные характеристики ДРГ. 3. Назовите назначение и основные характеристики ДС. 4. Назовите назначение и основные характеристики РВП. 5. Назовите назначение и основные характеристики РВП. 6. Какие горелки установлены на котле? 7. Как распределяется воздух по горелкам? 8. Что такое взрывные клапаны и где они находятся? 9. Почему после отключения ДВ по этой же нитке нужно отключить и дымосос? 10. Каким образом обеспечивается надежная работа подшипников

		<p>вращающихся механизмов газовоздушного тракта?</p> <p>11. Какие блокировки срабатывают при аварийном отключении одного дымососа?</p> <p>12. Почему при этом имеет место резкое снижение температуры среды высокого давления?</p> <p>13. Чем опасно аварийное отключение ДС и почему этот метод нельзя использовать для быстрого сброса нагрузки блоком?</p> <p>14. В каких случаях ДВ или ДРГ должны быть немедленно остановлены?</p> <p>15. В каких случаях РВП должен быть немедленно остановлен и какие основные операции при этом должны быть сделаны?</p> <p>17. В каких случаях ДС должен быть немедленно остановлен?</p> <p>18. Какую нагрузку блок может нести при отключенной одной нитке газовоздушного тракта и почему?</p> <p>19. Зачем требуется максимальная загрузка остающегося в работе ДРГ?</p> <p>20. Почему после перехода блока на ПЭН требуется поддерживать постоянное давление пара за котлом?</p> <p>21. Каждый студент выполняет свой вариант задания. Отчет готовится каждым студентом индивидуально. Защиты тоже индивидуально.</p>
<p>Практическое задание (ПЗ)</p>	<p>Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий</p>	<p>Комплект задач и заданий:</p> <p>Классификация регенеративных подогревателей.</p> <p>ПНД поверхностного типа. ПНД смешивающего типа. Встроенные обратные клапаны смешивающих ПНД.</p> <p>Сравнительная характеристика поверхностных и смешивающих подогревателей.</p> <p>Схемы включения смешивающих подогревателей.</p> <p>Принцип действия и конструкция ПВД коллекторного типа.</p> <p>Сравнительная характеристика коллекторных и камерных ПВД. Схема защиты ПВД.</p> <p>Выносные пароохладители ПВД.</p> <p>Принцип действия и конструкция сетевых подогревателей.</p> <p>Тепловой расчет регенеративных подогревателей.</p>

		<p>Расчет к-та теплопередачи в ПВД. Конструктивный расчет подогревателей. Гидравлический расчет подогревателей. Проверочный расчет теплообменников. Типы деаэраторов и их назначение. Конструкция и принцип действия струйного деаэраторов. Охладитель выпара деаэратора. Тепловой расчет струйных деаэраторов. Струйный деаэратор с барботажной ступенью. Пленочные деаэраторы с неупорядоченной насадкой.</p>
		<p>Предохранительные устройства деаэраторов. Схемы включения деаэраторов. Конструкция и принцип действия испарителя. Расчет поверхности нагрева. Испарительная установка. Многоступенчатые испарительные установки. Схемы питания испарителей МИУ. Борьба с накипью в испарителях. Основные характеристики трубопроводов, классификация. Расчет трубопроводов на самокомпенсацию. Определение напряжений в трубопроводах. Критический диаметр теплоизоляции трубопроводов. Расчет толщины теплоизоляции трубопроводов. Маркировка трубопроводов. Главная и универсальная характеристики насосов. Работа насоса на сеть. Регулирование производительности. Совместная работа насосов. Параллельное и последовательное включение насосов. Привод насосов. Кавитация в насосах. Борьба с кавитацией в насосах. Основные характеристики питательных насосов. Основные характеристики конденсатных насосов. Основные характеристики сетевых насосов. Основные характеристики циркуляционных насосов. Водогрейные котлы. Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях умеренной влажности.</p>

		<p>Принципиальная схема газовоздушного тракта для котлов, работающих на углях высокой влажности.</p> <p>Принципиальная схема газовоздушного тракта для котлов, работающих на углях с малым выходом летучих. Принципиальная схема газовоздушного тракта газомазутных котлов.</p> <p>Преимущества схемы под наддувом.</p> <p>Потери напора в газовоздушных трактах.</p> <p>Рациональное выполнение основных элементов газовоздушного тракта.</p> <p>Сухие инерционные золоуловители.</p> <p>Мокрые инерционные золоуловители.</p> <p>Электрофильтры. КПД электрофильтров.</p> <p>Основные типы дымовых труб.</p> <p>Конструкции одностовольных дымовых труб.</p> <p>Дымовые трубы с прижимной футеровкой.</p> <p>Дымовые трубы с вентилируемым зазором.</p> <p>Дымовые трубы с проходным зазором.</p> <p>Многостовольные дымовые трубы.</p> <p>Конструкция стволов многостовольной дымовой трубы. Методы сооружения дымовых труб. Расчет высоты дымовой трубы.</p> <p>Тягодутьевые машины котлов.</p> <p>Безразмерные характеристики тягодутьевых машин.</p> <p>Аэродинамическая схема рабочего колеса.</p> <p>Шумовые характеристики тягодутьевых машин.</p> <p>Регулирование тягодутьевых машин.</p>
Собеседование (Сбс)	<p>Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.</p>	<p>Комплект задач и заданий:</p> <p>Классификация регенеративных подогревателей.</p> <p>ПНД поверхностного типа. ПНД смешивающего типа. Встроенные обратные клапаны смешивающих ПНД.</p> <p>Сравнительная характеристика поверхностных и смешивающих подогревателей.</p> <p>Схемы включения смешивающих подогревателей.</p> <p>Принцип действия и конструкция ПВД коллекторного типа.</p> <p>Сравнительная характеристика коллекторных и камерных ПВД. Схема защиты ПВД.</p>

		<p>Выносные пароохладители ПВД. Принцип действия и конструкция сетевых подогревателей. Тепловой расчет регенеративных подогревателей. Расчет к-та теплопередачи в ПВД. Конструктивный расчет подогревателей. Гидравлический расчет подогревателей. Поверочный расчет теплообменников. Типы деаэраторов и их назначение. Конструкция и принцип действия струйного деаэраторов. Охладитель выпара деаэратора. Тепловой расчет струйных деаэраторов. Струйный деаэратор с барботажной ступенью. Пленочные деаэраторы с неупорядоченной насадкой. Предохранительные устройства деаэраторов. Схемы включения деаэраторов в т/у. Конструкция и принцип действия испарителя. Расчет поверхности нагрева. Испарительная установка. Многоступенчатые испарительные установки. Схемы питания испарителей МИУ. Борьба с накипью в испарителях. Основные характеристики трубопроводов, классификация. Расчет трубопроводов на самокомпенсацию. Определение напряжений в трубопроводах. Критический диаметр теплоизоляции трубопроводов. Расчет толщины теплоизоляции трубопроводов. Маркировка трубопроводов. Главная и универсальная характеристики насосов. Работа насоса на сеть. Регулирование производительности. Совместная работа насосов. Параллельное и последовательное включение насосов. Привод насосов. Кавитация в насосах. Борьба с кавитацией в насосах. Основные характеристики питательных насосов. Основные характеристики конденсатных насосов. Основные характеристики сетевых насосов. Основные характеристики циркуляционных насосов. Водогрейные</p>
--	--	---

		<p>котлы.</p> <p>Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях умеренной влажности.</p> <p>Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях высокой влажности.</p> <p>Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях с малым выходом летучих.</p> <p>Принципиальная схема газоздушного тракта газомазутных котлов.</p> <p>Преимущества схемы под наддувом.</p> <p>Потери напора в газоздушных трактах.</p> <p>Рациональное выполнение основных элементов газоздушного тракта.</p> <p>Сухие инерционные золоуловители.</p> <p>Мокрые инерционные золоуловители.</p> <p>Электрофильтры. КПД электрофильтров.</p> <p>Основные типы дымовых труб.</p> <p>Конструкции одноствольных дымовых труб.</p> <p>Дымовые трубы с прижимной футеровкой.</p> <p>Дымовые трубы с вентилируемым зазором.</p> <p>Дымовые трубы с проходным зазором.</p> <p>Многоствольные дымовые трубы.</p> <p>Конструкция стволов многоствольной дымовой трубы. Методы сооружения дымовых труб.</p> <p>Расчет высоты дымовой трубы.</p> <p>Тягодутьевые машины котлов.</p> <p>Безразмерные характеристики тягодутьевых машин.</p> <p>Аэродинамическая схема рабочего колеса.</p> <p>Шумовые характеристики тягодутьевых машин.</p> <p>Регулирование тягодутьевых машин.</p>
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	<p>Комплект тестовых заданий</p> <p>Далее приводятся примеры тестов.</p> <p>I. Регенеративные и сетевые подогреватели</p> <p>1. Указать оборудование, относящееся к пароводяному тракту ТЭС:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Главный паропровод 2. Дымосос 3. Дутьевой вентилятор 4. Регенеративный подогреватель 5. Питательный насос

		<p>Ответ: 1, 4, 5.</p> <p>2. Указать оборудование, относящееся к газовоздушному тракту ТЭС:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Главный паропровод 2. Дымосос 3. Дутьевой вентилятор 4. Регенеративный подогреватель 5. Питательный насос <p>Ответ: 2, 3.</p> <p>3. В каком месте устанавливаются регенеративные подогреватели низкого давления</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. После дымососа 2. Между конденсатными насосами и деаэратором 3. Между питательным насосом и котлом 4. За сетевыми подогревателями 5. Перед калорифером <p>Ответ: 2.</p> <p>4. В каком месте устанавливаются регенеративные подогреватели высокого давления</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. После дымососа 2. Между конденсатными насосами и деаэратором 3. Между питательным насосом и котлом 4. За сетевыми подогревателями 5. Перед калорифером <p>Ответ: 3.</p>
Тренажер (Трн)	Техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретенных студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом	<p>Комплект заданий для работы на тренажере</p> <p>Исследование режимов работы газовоздушного тракта конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт на компьютерном тренажере.</p> <p>Отключение ПНД-3,4 на компьютерном тренажере конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт.</p> <p>Аварийное отключение основного питательного насоса конденсационного энергоблока мощностью 300 МВт на компьютерном тренажере.</p> <p>Прикладные задачи тренажёра энергоблока ПГУ-410.</p> <p>Включение в работу системы охлаждения блока.</p> <p>Включение в работу маслосистемы блока.</p> <p>Пуск системы уплотнения вала генератора, включение ВПУ ГТ и ПТ.</p> <p>Подготовка и пуск вакуумно-конденсационной установки Пуск</p>

		деаэрационной установки Подготовка и заполнение котла- утилизатора. Пуск газового хозяйства энергоблока. Пуск комплексного воздухоподготовительного устройства. Подготовка к пуску ГТ Подготовка к пуску паровой турбины Нагружение газовой турбины
--	--	--

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Пример задания

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-2, ПК-2.1.

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Указать оборудование, относящееся к пароводяному тракту ТЭС	1. Главный паропровод
	2. Дымосос
	3. Дутьевой вентилятор
	4. Регенеративный подогреватель
В чем задача теплового расчета теплообменника	1. Определить размеры
	2. Найти площадь поверхности нагрева
	3. Найти гидравлическое сопротивление
	4. Определить коэффициент теплопередачи
В чем задача поверочного расчета теплообменника	1. Проверить условия поставки
	2. Проверить соответствие номинальному режиму
	3. Проверить габаритные размеры
	4. Проверить величину недогрева

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-2, ПК-2.1.

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Назовите основные нормативные документы	1. Правила технической эксплуатации
	2. Нормы расчета нагрузок на площадки котлов
	3. Правила контроля за осадками фундаментов
	4. Правила устройства трубопроводов
Что содержат Нормы технологического проектирования ТЭС	1. Выбор площадки ТЭС
	2. Обоснование мощности ТЭС
	3. Согласование режимов поставок топлива
	4. Расчет стоимости потребляемой воды
Что такое промышленная безопасность ТЭС	1. Предотвращение травм персонала
	2. Предупреждение повреждения оборудования
	3. Обеспечение экологических норм
	4. Контроль аварийных ситуаций
Какие компьютерные	1. Microsoft Office

средства необходимы для успешной работы	2. Photoshop
	3. InDesign
	4. Windows

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Как организован отвод паровоздушной смеси из регенеративных подогревателей	1. Из верхней части
	2. Над уровнем конденсата
	3. Из дренажной линии
	4. Из нижней части
Какие программы можно использовать при подготовке чертежей	1. Adobe Photoshop
	2. Adobe Acrobat
	3. Компас
	4. Средства Word
Как обеспечивается высокая надежность дымовой трубы	1. Наличием избыточных статических давлений.
	2. Наличием зазора с принудительной вентиляцией.
	3. Снижением температуры дымовых газов
	4. Применением кислотоупорной футеровки

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Назовите элементы арматуры трубопроводов	1. Задвижка
	2. Уголок
	3. Прокладка
	4. Предохранительный клапан
Назовите элементы фурнитуры трубопроводов	1. Дренаж
	2. Тройник
	3. Заглушка
	4. Дроссельная шайба
Из каких материалов изготавливаются главные трубопроводы ТЭС	1. Серый чугун
	2. Бронза
	3. Углеродистая сталь
	4. Легированная сталь
Что нужно для расчета диаметра трубопровода	1. Знать расход среды
	2. Знать температуру среды
	3. Знать скорость движения среды
	4. Знать длину трубопровода

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ПК-2, ПК-2.1.

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Что содержит инструкция по эксплуатации котла	1. Основные сведения о котле
	2. Подготовку котла к растопке
	3. Необходимое освещение на площадках котла
	4. Останов котла
Что содержат методические указания по проведению гидравлических испытаний	1. Уровни давления
	2. Температуру среды
	3. Допустимую концентрацию примесей

трубопроводов	4. Длительность испытаний
Какой документ имеет такой шифр: РД 153-34.0-21.524-98	1. Типовая инструкция по эксплуатации металлических дымовых труб
	2. Типовая инструкция по эксплуатации электрофильтров
	3. Типовая инструкция по эксплуатации деаэрационных установок
	4. Методические указания по эксплуатации вентиляторных градирен

Вопросы к комплексному заданию

1. Классификация регенеративных подогревателей.
2. ПНД поверхностного типа.
3. ПНД смешивающего типа.
4. Встроенные обратные клапаны смешивающих ПНД.
5. Сравнительная характеристика поверхностных и смешивающих подогревателей.
6. Схемы включения смешивающих подогревателей.
7. Принцип действия и конструкция ПВД коллекторного типа.
8. Сравнительная характеристика коллекторных и камерных ПВД.
9. Схема защиты ПВД.
10. Выносные пароохладители ПВД.
11. Принцип действия и конструкция сетевых подогревателей.
12. Тепловой расчет регенеративных подогревателей.
13. Расчет коэффициента теплопередачи в ПВД.
14. Конструктивный расчет подогревателей.
15. Гидравлический расчет подогревателей.
16. Поверочный расчет теплообменников.
17. Типы деаэраторов и их назначение.
18. Конструкция и принцип действия струйного деаэраторов.
19. Охладитель выпара деаэратора.
20. Тепловой расчет струйных деаэраторов.
21. Струйный деаэратор с барботажной ступенью.
22. Пленочные деаэраторы с неупорядоченной насадкой.
23. Предохранительные устройства деаэраторов.
24. Схемы включения деаэраторов.
25. Типы и конструкции испарителей.
26. Тепло- гидравлический расчет испарителей.
27. Категории трубопроводов ТЭС и АЭС.
28. Специфическая арматура АЭС.
29. Основные типы и схемы градирен.
30. Основы теплового, конструктивного, поверочного и гидравлического расчетов подогревателей.
31. Система компенсации давления реакторной установки.
32. Основные характеристики газоздушных трактов.

33. Основы золоудаления. Степень улавливания. Типы золоуловителей, их конструкция.

Типовые задачи:

1. Расчет поверхности нагрева.
2. Расчет трубопроводов на самокомпенсацию.
3. Определение напряжений в трубопроводах.
4. Определение критического диаметра теплоизоляции трубопроводов.

Для промежуточной аттестации:

1. Главная и универсальная характеристики насосов.
2. Работа насоса на сеть. Регулирование производительности.
3. Совместная работа насосов. Параллельное и последовательное включение насосов.
4. Привод насосов.
5. Кавитация в насосах.
6. Борьба с кавитацией в насосах.
7. Основные характеристики питательных насосов.
8. Основные характеристики конденсатных насосов.
9. Основные характеристики сетевых насосов.
10. Основные характеристики циркуляционных насосов.
11. Вспомогательные системы главных циркуляционных насосов.
12. Насосы систем безопасности, аварийного охлаждения активной зоны.
13. Рациональные формы элементов газоздушных трактов. Газоздушные тракты ПГУ.
14. Водогрейные котлы.
15. Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях умеренной влажности.
16. Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях высокой влажности.
17. Принципиальная схема газоздушного тракта для котлов, работающих на углях с малым выходом летучих.
18. Принципиальная схема газоздушного тракта газомазутных котлов. Преимущества схемы под наддувом.
19. Потери напора в газоздушных трактах.
20. Рациональное выполнение основных элементов газоздушного тракта.
21. Сухие инерционные золоуловители.
22. Мокрые инерционные золоуловители.
23. Электрофильтры. КПД электрофильтров.
24. Основные типы дымовых труб.
25. Конструкции одноствольных дымовых труб.
26. Дымовые трубы с прижимной футеровкой.

27. Дымовые трубы с вентилируемым зазором.
28. Дымовые трубы с проходным зазором.
29. Многоствольные дымовые трубы.
30. Конструкция стволов многоствольной дымовой трубы.
31. Методы сооружения дымовых труб.
32. Расчет высоты дымовой трубы.
33. Тягодутьевые машины котлов.
34. Безразмерные характеристики тягодутьевых машин.
35. Аэродинамическая схема рабочего колеса.
36. Шумовые характеристики тягодутьевых машин.
37. Регулирование тягодутьевых машин.
38. Системы обращения с ядерным топливом.
39. Переработка жидких радиоактивных отходов (ЖРО).
40. Газоочистка и спецвентиляция на АЭС.
41. Предварительная очистка и обессоливание воды.
42. Оборудование систем водного режима и спецводоочистки.
43. Защитная оболочка и ловушка расплава реакторной установки.