

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.
16.12.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.11 Термогидравлическое оборудование АЭС

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.,

преподаватель базовой каф. «Атомные станции с водо-водяными энергетическими
реакторами» (АСВВЭР), Калмыков А.Н.

профессор кафедры ядерной физики, д.ф.м.н., доцент Любашевский Д.Е.

7. Рекомендована:

Научно - методическим советом физического факультета, протокол №2 от 29.02.2024 г.

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- изучению основ теплообмена, знать типы, принцип действия и назначение теплообменных аппаратов АЭС.
- изучению теоретических основ гидравлики, устройства и принципов действия насосного оборудования АЭС.
- изучению принципа действия трубопроводов, арматуры, фильтров и сосудов на АЭС.

Задачи учебной дисциплины:

- После изучения данной темы обучаемый будет способен объяснить основы теплообмена, знать типы, принцип действия и назначение теплообменных аппаратов АЭС.
- После изучения данной темы обучаемый будет способен продемонстрировать теоретические знания основ гидравлики, устройства и принципов действия насосного оборудования АЭС.
- По окончании изучения темы обучаемый будет способен описать назначение и принцип действия трубопроводов, арматуры, фильтров и сосудов на АЭС. Представить классификацию и основные элементы их конструкции.
- По окончании изучения темы обучаемый будет способен описать организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ при работах на ТМО.
- По окончании практического обучения по теме обучаемый будет способен, используя макеты арматуры, объяснить принцип работы регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры, указать основные конструкционные части регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры, назвать их назначение, определить готовность регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры к вводу в работу.
- По окончании практического обучения по теме обучаемый будет способен, используя макеты теплообменников, объяснить принцип работы теплообменников, указать конструкционные части теплообменников, определить проходимость и чистоту трубок кожухотрубного теплообменника, определить чистоту пластин и исправное состояние прокладок пластинчатого теплообменника, определить готовность теплообменников к вводу в работу.
- По окончании практического обучения по теме обучаемый будет способен, используя макеты насосов, определить тип насоса, объяснить принцип работы насосов, указать основные конструкционные части насосов и назвать их назначение, определить готовность насосного агрегата к вводу в работу, указать места визуального контроля оперативным персоналом за работающим насосом, указать места возможных неисправностей насосов, перечислить причины их возникновения и способы устранения этих неисправностей.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Термогидравлическое оборудование АЭС» относится к 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-3	Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях	ПК-3.1	Знает основы теплогидравлического расчета реактора и основные требования к конструкциям ЯЭР	Знания: - После изучения данной темы обучаемый будет способен объяснить основы теплообмена, знать типы, принцип действия и назначение теплообменных аппаратов АЭС. - После изучения данной темы обучаемый будет способен продемонстрировать теоретические знания основ гидравлики, устройства и принципов действия насосного оборудования АЭС. - По окончании изучения темы обучаемый будет способен описать назначение и принцип действия трубопроводов, арматуры, фильтров и сосудов на АЭС. Представить классификацию и основные элементы их конструкции. - По окончании изучения темы обучаемый будет способен описать организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ при работах на ТМО.
		ПК-3.2	Выполняет теплогидравлический расчет реакторов	
ПК-5	Способен осуществлять контроль, организацию и планирование безопасной эксплуатации тепло- и электрооборудования, трубопроводов, парогенераторов АЭС, а также основных фондов реакторного отделения АЭС	ПК-5.2	Осуществляет расчеты теплообменников и активных зон реакторов, проводит оценку теплогидравлических характеристик на основе простейших моделей; использует программы расчетов теплогидравлических характеристик ячейки реактора и реактора в целом	Умения: - Принцип работы регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры, указать основные конструкционные части регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры, назвать их назначение, определить готовность регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры к вводу в работу.
		ПК-5.3	Осуществляет поиск и анализирует научно-техническую информацию и выбирает необходимые данные для теплогидравлических расчетов; выбирает конструкционные материалы активной зоны реактора в зависимости от условий работы	- Принцип работы теплообменников, указать конструкционные части теплообменников, определить проходимость и чистоту трубок кожухотрубного теплообменника, определить чистоту пластин и исправное состояние прокладок пластинчатого теплообменника, определить готовность теплообменников к вводу в работу. - Используя макеты насосов, определить тип насоса, объяснить принцип работы насосов, указать основные конструкционные части насосов и назвать их назначение, определить готовность насосного агрегата к вводу в работу, указать места визуального контроля оперативным персоналом за работающим насосом, указать места возможных неисправностей насосов, перечислить причины их возникновения и способы устранения этих неисправностей.
		ПК-5.5	Рассчитывает потери на трение и местные сопротивления	- Проведение организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность работ при работах на ТМО.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации - зачет (4 семестр).

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			4 семестр	
Аудиторные занятия		60		
в том числе:	лекции	24	24	
	практические			
	лабораторные	36	36	
Самостоятельная работа		48	48	
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации			Зачет	
Итого:		108	108	

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Теплообмен. Теплообменные аппараты АЭС	Описать механизмы теплопередачи. Изложить основные положения теплового расчета теплообменников. Описать классификацию теплообменных аппаратов. Описать типы, принцип действия и назначение теплообменных аппаратов АЭС.	
1.2	Трубопроводы, промышленная арматура, фильтры, сосуды АЭС	Описать основные элементы конструкции трубопроводов и их назначение. Описать назначение трубопроводной арматуры и основных составляющих элементов. Описать приводы, используемые для управления арматурой. Назвать требования, предъявляемые к арматуре. Описать классификацию и назначение оборудования систем очистки, фильтрации и принцип их действия. Описать конструкцию сосудов. Изложить требования к сосудам, работающим под давлением.	
1.3	Основы гидравлики. Насосное оборудование АЭС	Объяснить основные физические свойства жидкостей и газов. Объяснить основные понятия гидравлики. Объяснить основные определения и параметры насосов. Объяснить классификацию насосов. Объяснить принцип действия и области применения насосов различных видов.	
1.4	Безопасность проведения работ в ограниченных и замкнутых пространствах	Обучение по безопасности работ в ограниченных и замкнутых пространствах.	
2. Практические занятия			
2.1	Теплообмен. Теплообменные аппараты АЭС	Объяснить принцип работы кожухотрубных и пластинчатых теплообменников. Указать основные конструктивные части кожухотрубных и пластинчатых теплообменников, и назвать их назначение. Определить, при помощи визуального осмотра,	

		<p>проходимость и чистоту трубок и трубных досок кожухотрубного теплообменника</p> <p>Определить, при помощи визуального осмотра, чистоту пластин и исправное состояние прокладок пластинчатого теплообменника</p> <p>Определить, при помощи визуального осмотра, готовность кожухотрубного и пластинчатого теплообменников к вводу в работу.</p> <p>Техническое обслуживание пластинчатого теплообменника</p> <p>Техническое обслуживание кожухотрубчатого теплообменника GreenTube™ STX 300</p>	
2.2	<p>Трубопроводы, промышленная арматура, фильтры, сосуды АЭС</p>	<p>Уплотнение фланцевых соединений</p> <p>Объяснить принцип работы регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры</p> <p>Указать основные конструкционные части регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры, назвать их назначение</p> <p>Определить, при помощи визуального осмотра, готовность регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры к вводу в работу</p> <p>Указать места возможных неисправностей регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры, перечислить причины их возникновения и способы устранения этих неисправностей</p> <p>Определить открытием и закрытием регулирующих клапанов и запорной арматуры их исправное состояние</p> <p>Указать места возможных неисправностей вентиляторов, перечислить причины их возникновения и способы устранения этих неисправностей</p> <p>Испытания и настройка предохранительных клапанов на стенде ИПГ 11-24-2</p> <p>Ремонт крана шарового КШ 50.25.4 120</p> <p>Ремонт клапана обратного 912-100-0</p> <p>Ремонт клапана импульсного amk.iv.asx.25.80.295.(83.6)</p> <p>Ремонт клапана запорного amk.lv.s.100.10.M</p> <p>Ремонт клапана дроссельного amk.RG.150.86.300.(90.0).3</p> <p>Ремонт запорных вентилей серии 588-10-0, 588-20-0, 589-10-0, 998-20-0, 999-20-0</p> <p>Ремонт задвижки Ду 150 30с 64нж разных типов</p> <p>Ремонт задвижки amk.LVG.f.100.25.450.M</p> <p>Локализация свищей и течей рабочей среды с установкой страхующих приспособлений и запрессовке полимерных материалов (компаундов)</p>	
2.3	<p>Основы гидравлики. Насосное оборудование АЭС</p>	<p>Техника измерений линейных величин с помощью штангенциркуля, микрометра, нутромера</p> <p>Определить визуальным осмотром тип насоса</p> <p>Объяснить принцип работы динамических и объемных насосов</p> <p>Указать основные конструкционные части насосов и назвать их назначение</p> <p>Определить визуальным осмотром готовность насосного агрегата к вводу в работу</p> <p>Указать места визуального контроля оперативным персоналом за работающим насосом</p> <p>Указать места возможных неисправностей насосов, перечислить причины их возникновения и способы устранения этих неисправностей</p> <p>Центровка валов насосного оборудования</p> <p>Ремонт насоса Д200-36</p> <p>Ремонт насоса 1K100-65-250-T</p>	

		Ремонт насоса Ш80-2,5 Ремонт насоса ЦНСГ 60-66 с Ремонт насоса НД Резка труб и снятие фаски при помощи переносного станка типа ISF-168	
2.4	Безопасность проведения работ в ограниченных и замкнутых пространствах	Практическое обучение по безопасности работ в ограниченных и замкнутых пространствах на полигоне	
3	Контроль знаний (Зачет)	Вопросы к тесту.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Теплообмен. Теплообменные аппараты АЭС	6		10	10	26
1.2	Трубопроводы, промышленная арматура, фильтры, сосуды АЭС	6		12	12	30
1.3	Основы гидравлики. Насосное оборудование АЭС	6		12	14	32
1.4	Безопасность проведения работ в ограниченных и замкнутых пространствах	6		2	12	20
	Итого:	24		36	48	108

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 поставленные задачи и анализировать решение на технических средствах обучения.

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.	НП 001-15 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Общие

№ п/п	Источник
	положения обеспечения безопасности атомных станций».
2.	Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций, утвержденный постановлением Минтруда России и Минобразования России от 13 января 2003 года № 1/29
3.	«Правила по охране труда при работе в ограниченных и замкнутых пространствах» от 15.12.2020 № 902н. от 15.12.2020 № 902н. 15.12.2020 № 902н. 15.12.2020 № 902н
4.	Руководство по эксплуатации «Агрегаты электронасосные центробежные конденсатные типа 1КсВ» Н11.3.706.00.000РЭ
5.	Руководство по эксплуатации «Насос дозировочный» 1.025.00.00 РЭ
6.	Руководство по эксплуатации «Насос шестеренный типа Ш80-2,5» 867.010.00.1РЭ
7.	Руководство по эксплуатации «Насосы центробежные двустороннего входа типа Д» Н03.3.302.00.00.000РЭ
8.	Руководство по эксплуатации «Насос двухкорпусной питательный ПЭ 38-44Д» 2.038.00.00 РЭ
9.	Руководство по эксплуатации «Насос трехвинтовой А1 3В 16/25» Н41.164.00.000РЭ
10.	Руководство по эксплуатации «Газодувки ротационные Е21» Е21-00.РЭ
11.	Руководство по эксплуатации «Насосы центробежные двустороннего входа типа Д» Н03.3.302.00.00.000РЭ
12.	Руководство по эксплуатации «Агрегаты электронасосные центробежные конденсатные типа 1КсВ» Н11.3.706.00.000РЭ
13.	Руководство по эксплуатации «Насос дозировочный одноплунжерный НД 1.0- 25/40» 1.025.00.00 РЭ
14.	Руководство по эксплуатации «Насос шестеренный типа Ш80-2.5» 867-010-00- 1РЭ
15.	Руководство по эксплуатации «Агрегаты электронасосные центробежные консольные типа 1К» Н49.899.00.000 РЭ
16.	Стенд для испытаний и настройки предохранительных клапанов ИПГ 11-24-2. Руководство по эксплуатации ИПГ-11.24.00.000 РЭ.
17.	Переносное устройство для ремонта вентилей. Переносное устройство для ремонта запорных клапанов DN 32-200 мм без удаления их из трубопровода ПШ- 6. Руководство по эксплуатации ПШ-6.00.00.000 РЭ.
18.	Переносной станок для ремонта задвижек без удаления их из трубопровода ПШ-5.00.00.000 РЭ.
19.	Клапаны обратные. Руководство по эксплуатации АМ.004.1 РЭО.
20.	Клапаны запорные сильфонные DN25. Руководство по эксплуатации 25.3202 РЭО.
21.	Затворы обратные. Руководство по эксплуатации АМ.024.1.М.
22.	Задвижки. Руководство по эксплуатации АМ.005 РЭО.
23.	Клан шаровый КШ 50.25.4120. Руководство по эксплуатации АМК.КШ.3202 РЭО
24.	Клапан главный предохранительный 1408-250/400-0. Руководство по эксплуатации АМ. 1408-250/400 РЭО.
25.	Задвижки. Руководство по эксплуатации АМ.005 РЭО.
26.	Затворы обратные. Руководство по эксплуатации АМ.024.1.М.
27.	Клапан запорный сильфонный DN100. Руководство по эксплуатации АМ.LV.S.100 РЭО.
28.	Клапан импульсный 25.80.295. Руководство по эксплуатации АМ.014 РЭО.
29.	Клапаны дросельные. Руководство по эксплуатации АМ. 1239.3202 РЭО.
30.	Аппараты теплообменные кожухотрубные. Руководство по эксплуатации РЭ- Reinnolc-2018.
31.	Аппарат теплообменный пластинчатый разборный типа НН №19 (083Р5324). Комплект эксплуатационных документов.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
32.	Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» от 21.11.1995 № 170-ФЗ (с изменениями и дополнениями);
33.	Программа проведения и обеспечения безопасности опытно-промышленной эксплуатации технологии локализации течей и свищей на АЭС, разработанной филиалом АО «Концерн
34.	Комплект типовых технологических документов «Тренировочный стенд УТП НВАЭС. Технологический пакет для освоения технологии локализации течей и свищей на трубопроводах и арматуре АЭС с
35.	Плотников П. Н. Запорная задвижка с приводной головкой. Расчет и конструирование: учебно-методическое пособие / П. Н. Плотников, Т. А. Недошивина ; [науч. ред. В. И. Брезгин]. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2015. — 136 с. — ISBN 978-5-7996-1392-1.
36.	ГОСТ Р 53672-2009. Арматура трубопроводная. Общие требования безопасности.

37.	Локалов Г. А. Осевые и центробежные насосы тепловых электрических станций : учебное пособие / Г. А. Локалов, В. М. Марковский ; [научный редактор К. Э. Аронсон]. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. — 140 с. — ISBN 978-5-7996-1624-3
38.	Кижнер А.Х. Ремонт трубопроводной арматуры электростанций: Учеб. пособие для проф. обучения рабочих на производстве. — М.: Высш.школа, 1986 — 144 с., ил.

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

№ п/п	Ресурс
39.	www.lib.vsu.ru - ЗНБ ВГУ.
40.	https://edu.vsu.ru - Электронный университет ВГУ
41.	https://e.lanbook.com - ЭБС «Лань»
42.	https://www.studentlibrary.ru - ЭБС «Консультант студента»
43.	https://urait.ru - Образовательная платформа «ЮРАЙТ»
44.	https://rucont.ru - Информационно-телекоммуникационная система «Контекстум»
45.	https://elib.biblioatom.ru/ - Электронная библиотека /// История Росатома
46.	https://sdo.rosatomtech.ru/ - Система дистанционного обучения АНО ДПО «Техническая академия Росатома»

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
47.	ГОСТ 5762-2002 Арматура трубопроводная промышленная. Задвижки на номинальное давление не более PN 250 Общие технические условия. – Введ. 2003-07-01. – М.: Стандартиформ, 2000 – 29 с.
48.	С.В. Сейнов. Трубопроводная арматура. Исследование. Производство. Ремонт. Москва: Машиностроение, 2002
49.	ГОСТ 33258-2015. Арматура трубопроводная. Наплавка и контроль качества наплавленных поверхностей. Технические требования. – Введ. 2015-03-27. – М.: Стандартиформ, 2016 – 46 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:

1. активные и интерактивные формы проведения занятий;
2. компьютерные технологии при проведении занятий;
3. презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
4. специализированное оборудование при проведении практических работ;
5. 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 методам.

Для самостоятельной работы используется ЭБС <https://sdo.rosatomtech.ru> - система дистанционного обучения АНО ДПО «Техническая академия Росатома».

Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Astra Linux, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

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

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория А215 Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации).

Аудитории тренажерного корпуса Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (для проведения занятий практического обучения и промежуточной аттестации).

Специализированная мебель, ноутбук, проектор

Astra Linux, LibreOffice, Adobe Reader

Аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель.

Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы с предустановленными Компьютерными обучающими системами (КОС).

№ КОС	Наименование КОС
1.	Ремонт трубопроводов
2.	Ремонт клиновых задвижек с электроприводом и выдвижным шпинделем (на примере 30с941нж)
3.	Ремонт импульсного предохранительного устройства компенсатора давления (УФ50024-100-12)
4.	Ремонт электродвигателя 0,4кВ
5.	Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ при работах на ТМО
6.	Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением
7.	Общие правила безопасности АЭС.

Аудитории тренажерного корпуса Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (для проведения занятий практического обучения и промежуточной аттестации) со стендами, тренажерами и техническими средствами обучения для проведения практических и лабораторных работ.

Практические занятия проводятся с использованием спецоборудования и стенда-тренажера.

Наименование ТСО или стенда или макета	Для практических занятий
Полигон для обучения по безопасности работ в ограниченных и замкнутых пространствах	Обучение безопасности работ в ограниченных и замкнутых пространствах
Стенд локализации свищей	Локализация свищей и течей рабочей среды с установкой страхующих приспособлений и запрессовке полимерных материалов (компаундов)
Макет пластинчатого теплообменника типа НН Макет теплообменника GreenTube™ STX 300 Cond FH Стенд ИПГ 11-24-2	Техническое обслуживание и ремонт теплообменников и трубопроводной арматуры
Макет фланцевых соединений Макет задвижки amk.LVG.f.100.25.450 Макет крана шарового КШ 50.25.4 120 Макет клапана обратного 912-100-0 Макет клапана импульсного amk.iv.asx.25.80.295.(83.6) Макет клапана запорного amk.lv.s.100.10.M Макет Клапана дроссельного amk.RG.150.86.300.(90.0).3 Макет запорных вентилей серии 588-10-0, 588-20-0, 589-10-0, 998-20-0, 999-20-0 Макет задвижки Ду150 30с64нж	Техническое обслуживание и ремонт фланцевых соединений и трубопроводной арматуры
Система лазерная для центровки валов VIBRO-LASER РВПД 4389-001 Переносной станок ISF-168 Макет насоса Д200-36 Макет насоса 1K100-65-250-Т Макет насоса Ш80-2,5	Техническое обслуживание и ремонт насосного оборудования общестанционных систем

Макет насоса ЦНСГ 60-66 с Макет насоса тип «НД» Мерительный инструмент: штангенциркуль, микрометр, нутромер	
Необходимые приспособления и инструменты для практического занятия и расходными материалами.	

Специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома».
Astra Linux, 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	Теплообмен. Теплообменные аппараты АЭС	ПК-3 ПК-5	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.2 ПК-5.3 ПК-5.5	Зачет и промежуточный контроль
2	Трубопроводы, промышленная арматура, фильтры, сосуда АЭС			
3	Основы гидравлики. Насосное оборудование АЭС			
4	Безопасность проведения работ в ограниченных и замкнутых пространствах			
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				

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:

Контроль качества освоения программы

Метод контроля	Оценочные материалы
Текущий контроль (опрос)	Перечень контрольных вопросов в соответствие с учебными целями.
Итоговая аттестация (тестирование)	Тестовые задания по разработанным вопросам в соответствии с учебными целями

Система оценки достижения планируемых результатов:

Показатель (объект оценивания)	Критерии достижения показателя	Значение показателя
Количество правильных ответов по итоговому тестированию	Процент правильных ответов	70% и более - зачтено Менее 70% - не зачтено

Текущий контроль проходить в виде опроса и выполнения практической работы.

Опрос проводится в виде тестового опроса по разработанным контрольным вопросам в соответствии с учебными целями.

Выполнение текущей практической работы: обучаемый выполняет действия, которые ему ранее продемонстрировал инструктор. Всё делается в соответствии с требованиями плана практического занятия. Результаты фиксируются в лист оценки (приложено к программе). Шкала - выполнил/не выполнил.

Итоговая аттестация проходит в виде тестирования. В итоговый тест включаются вопросы по всем разделам/темам курса. Успешным считается результат, при котором слушатель дал правильные ответы на 70% и более предложенных ему вопросов.

По результатам выполнения практического задания экзаменуемый оформляет оценочные формы (заключения металлографических исследований и металлографического контроля), критерием достижения показателя является отсутствие значимых ошибок и достоверность полученных результатов контроля.

Итоговая аттестация (экзамен) проводится комиссией Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома», решение комиссии оформляется протоколом.

Лицам, успешно прошедшим итоговую аттестацию (экзамен) выдается **протокол**. Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию (экзамен) выдается **справка об обучении**.

Пример контрольно-измерительного материала (КИМ)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующий баз. каф.

«Атомные станции с водо-водяными энергетическими реакторами» (АСВВЭР)
_____ Иванченко А. И.

Направление подготовки:

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Дисциплина: **Б1.X.OX** Термогидравлическое оборудование АЭС

Вид контроля: Зачет в виде теста

Контрольно-измерительный материал №1

1. Вопрос 1.
2. Вопрос 2.

Преподаватель _____ . _____
подпись расшифровка подписи

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольные вопросы:

- 1 Назовите основные детали клапана обратного
- 2 Назовите основные параметры, для которых предназначен клапан запорный сильфонный 100.10.200М
- 3 Укажите типы фланцевых соединений
- 4 Назовите вероятную причину негерметичности сальникового уплотнения обратного клапана
- 5 Укажите назначение клапана импульсного 25.80.295
- 6 Поясните, что происходит при перемещении шибера относительно седла клапана дросельного 1239-150-3А

- 7 Укажите назначение аппарата теплообменного пластинчатого разборного
 - 8 Дайте определение теплообменного аппарата
 - 9 Назовите для чего предназначен насос питательный ПЭ 38-44Д
 - 10 Назовите значения подачи и давления на входе и выходе насоса трехвинтового
- A1-3В 16/25
- 11 Укажите назначение газодувки Е21
 - 12 Укажите назначение насосов центробежных двустороннего входа типа Д
 - 13 Назовите назначение станда ИГП 11-24-2
 - 14 Назовите, что является рабочим органом переносного устройства для ремонта клапанов ПШ-6
 - 15 Укажите назначение переносного станка ПШ-5-1
 - 16 Опишите применение вентиля ДуЮ
 - 17 Поясните работу клапана обратного 1524-32
 - 18 Назовите назначение запорной арматуры
 - 19 Назовите структуру условного обозначения кранов шаровых
 - 20 Назовите вероятную причину негерметичности затвора обратного клапана
 - 21 Назовите в состав какого устройства входит главный предохранительный клапан
- 1408- 250/400
- 22 Укажите назначение задвижки
 - 23 Укажите, что обозначают буквы в маркировке насоса ЦНСГ
 - 24 Назовите, где применяются в технологическом процессе насосы дозаторные НД
 - 25 Укажите, что указывается в обозначении электронасосного агрегата 11180-2,5-
- 37,5/2,5
- Укажите температуру перекачиваемой жидкости для насоса центробежного консольного типа 1К
- 26 Назовите условия применения технологии локализации свищей и течей рабочей среды с установкой страхующих приспособлений и запрессовке полимерных материалов (компаундов)
 - 27 Перечислите возможные места возникновения течей (разгерметизаций)
 - 28 Опишите этапы технологии устранения течей
 - 29 Опишите основное оборудования, применяемое для локализации течей
- Назовите параметры течи на основе которых производится выбор компаунда
- 30 Определить визуальным осмотром тип насоса
 - 31 Объясните принцип работы динамических и объемных насосов
 - 32 Объясните основные конструкционные части насосов и назвать их назначение
 - 33 Объясните, как определить визуальным осмотром готовность насосного агрегата к вводу в работу
 - 34 Укажите места визуального контроля оперативным персоналом за работающим насосом
 - 35 Указать места возможных неисправностей насосов, перечислить причины их возникновения и способы устранения этих неисправностей
 - 36 Объясните принцип работы кожухотрубных и пластинчатых теплообменников
 - 37 Расскажите про основные конструкционные части кожухотрубных и пластинчатых теплообменников, и назвать их назначение
 - 38 Объясните, как определить при помощи визуального осмотра, проходимость и чистоту трубок и трубных досок кожухотрубного теплообменника

39 Объясните, как определить при помощи визуального осмотра, чистоту пластин и исправное состояние прокладок пластинчатого теплообменника

40 Определить, при помощи визуального осмотра, готовность кожухотрубного и пластинчатого теплообменников к вводу в работу

41 Объясните принцип работы регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры

42 Расскажите про основные конструкционные части регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры, назвать их назначение

43 Объясните, как определить при помощи визуального осмотра, готовность регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры к вводу в работу

44 Расскажите про места возможных неисправностей регулирующих, предохранительных, обратных клапанов и запорной арматуры, перечислить причины их возникновения и способы устранения этих неисправностей

45 Расскажите, как определить открытием и закрытием регулирующих клапанов и запорной арматуры их исправное состояние

46 Расскажите про места возможных неисправностей вентиляторов, перечислить причины их возникновения и способы устранения этих неисправностей

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) открытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл - указан верный ответ;
- 0 баллов - указан неверный ответ, в том числе частично.

2) задания с развернутым ответом:

- 5 баллов - указан верный ответ;
- 2 балла - указан частично верный ответ;
- 0 баллов - указан неверный ответ.

21. Фонд оценочных средств, рекомендуемых к использованию в ходе проверки остаточных знаний (оценке достижения результатов освоения дисциплины)

Тестовые задания с открытым ответом

Вопрос 1:

Какие процессы объединяет понятие "теплопередача"?

- a) Теплопроводность, конвекция, излучение
- b) Теплопроводность, конденсация, испарение
- c) Конвекция, испарение, излучение
- d) Конденсация, испарение, тепловое расширение

Правильный ответ: a

Вопрос 2:

Какие виды теплообменников существуют?

- a) Поверхностные, контактные, излучательные
- b) Рекуперативные, регенеративные, смешительные

- c) Прямоточные, противоточные, перекрестные
- d) Все перечисленные

Правильный ответ: d

Вопрос 3:

Какой закон описывает теплопроводность?

- a) Закон Ньютона-Рихмана
- b) Закон Фурье
- c) Закон Стефана-Больцмана
- d) Закон Ома

Правильный ответ: b

Вопрос 4:

Какой закон описывает конвективный теплообмен?

- a) Закон Фурье
- b) Закон Ньютона-Рихмана
- c) Закон Стефана-Больцмана
- d) Закон Ома

Правильный ответ: b

Вопрос 5:

Какой закон описывает тепловое излучение?

- a) Закон Фурье
- b) Закон Ньютона-Рихмана
- c) Закон Стефана-Больцмана
- d) Закон Ома

Правильный ответ: c

Вопрос 6:

Какие уравнения используются для теплового расчета теплообменников?

- a) Уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи
- b) Уравнение Бернулли и уравнение теплопередачи
- c) Уравнение теплового баланса и уравнение Бернулли
- d) Уравнение теплопроводности и уравнение излучения

Правильный ответ: a

Вопрос 7:

Какие схемы движения теплоносителя существуют в теплообменниках?

- a) Противоток, прямоток, перекрестный ток
- b) Противоток, параллельный ток, перекрестный ток
- c) Прямоток, параллельный ток, многоходовое течение
- d) Все перечисленные

Правильный ответ: d

Вопрос 8:

Какие теплообменники называются рекуперативными?

- a) Теплообменники с одновременным движением теплоносителей
- b) Теплообменники с попеременным движением теплоносителей
- c) Теплообменники с теплообменом через стенку
- d) Теплообменники с непосредственным контактом теплоносителей

Правильный ответ: c

Вопрос 9:

Какие теплообменники называются регенеративными?

- a) Теплообменники с одновременным движением теплоносителей
- b) Теплообменники с попеременным движением теплоносителей
- c) Теплообменники с теплообменом через стенку
- d) Теплообменники с непосредственным контактом теплоносителей

Правильный ответ: b

Вопрос 10:

Какие теплообменники называются смесительными?

- a) Теплообменники с теплообменом через стенку
- b) Теплообменники с непосредственным контактом теплоносителей
- c) Теплообменники с одновременным движением теплоносителей
- d) Теплообменники с попеременным движением теплоносителей

Правильный ответ: b

Вопрос 11:

Какие преимущества имеет прямоточная схема движения жидкостей?

- a) Высокая эффективность теплообмена
- b) Равномерное распределение температуры
- c) Простота конструкции

d) Высокая надежность

Правильный ответ: b

Вопрос 12:

Какие преимущества имеет противоточная схема движения жидкостей?

- a) Простота конструкции
- b) Высокая эффективность теплообмена
- c) Равномерное распределение температуры
- d) Низкая стоимость

Правильный ответ: b

Вопрос 13:

Какое назначение имеют градирни?

- a) Охлаждение воды с помощью воздуха
- b) Нагрев воды с помощью пара
- c) Очистка воды от примесей
- d) Перекачивание воды

Правильный ответ: a

Вопрос 14:

Какое назначение имеют деаэраторы?

- a) Охлаждение воды
- b) Удаление газов из воды
- c) Нагрев воды
- d) Перекачивание воды

Правильный ответ: b

Вопрос 15:

Какие виды насосов существуют?

- a) Динамические и объемные
- b) Центробежные и осевые
- c) Вихревые и струйные
- d) Все перечисленные

Правильный ответ: d

Вопрос 16:

Какие насосы относятся к динамическим?

- a) Центробежные и осевые
- b) Вихревые и струйные
- c) Поршневые и шестеренчатые
- d) Все перечисленные

Правильный ответ: a

Вопрос 17:

Какие насосы относятся к объемным?

- a) Центробежные и осевые
- b) Вихревые и струйные
- c) Поршневые и шестеренчатые
- d) Все перечисленные

Правильный ответ: c

Вопрос 18:

Какие насосы относятся к насосам трения?

- a) Центробежные и осевые
- b) Вихревые и струйные
- c) Поршневые и шестеренчатые
- d) Все перечисленные

Правильный ответ: b

Вопрос 19:

Какие преимущества имеют вихревые насосы?

- a) Высокий КПД
- b) Простота конструкции
- c) Высокий напор
- d) Низкая стоимость

Правильный ответ: c

Вопрос 20:

Какие преимущества имеют струйные насосы?

- a) Высокий КПД
- b) Простота конструкции
- c) Высокий напор
- d) Низкая стоимость

Правильный ответ: b

Вопросы с развернутыми ответами

Вопрос 1:

Опишите принцип работы рекуперативных теплообменников.

Ответ:

Рекуперативные теплообменники работают по принципу одновременного движения теплоносителей, которые обмениваются теплом через разделяющую стенку. Теплообмен происходит за счет конвекции, теплопроводности стенки и, в некоторых случаях, теплового излучения.

Вопрос 2:

Какие типы теплообменников используются на АЭС?

Ответ:

На АЭС используются кожухотрубные теплообменники, теплообменники "труба в трубе", конденсаторы, испарители и градирни. Выбор типа зависит от условий эксплуатации, требований к эффективности и надежности.

Вопрос 3:

Какие виды насосов применяются в системах безопасности АЭС?

Ответ:

В системах безопасности АЭС применяются насосы, которые обеспечивают циркуляцию теплоносителя в аварийных режимах, а также насосы для подачи питательной воды, конденсата и технического водоснабжения.

Вопрос 4:

Какие преимущества имеют центробежные насосы?

Ответ:

Центробежные насосы обладают высокой эффективностью, простотой конструкции и надежностью. Они широко применяются в энергетике благодаря своей способности создавать высокое давление при относительно небольших габаритах.

Вопрос 5:

Какие недостатки имеют вихревые насосы?

Ответ:

Вихревые насосы имеют низкий КПД (не более 45%), что ограничивает их применение при больших мощностях. Они также чувствительны к загрязнениям и не подходят для перекачивания вязких жидкостей.

Вопрос 6:

Какие особенности имеют струйные насосы?

Ответ:

Струйные насосы не имеют движущихся частей, что делает их надежными и простыми в обслуживании. Они малочувствительны к загрязнениям и могут перекачивать многокомпонентные среды. Однако их КПД не превышает 0,3.

Вопрос 7:

Какие типы теплообменников используются для охлаждения конденсаторов турбин?

Ответ:

Для охлаждения конденсаторов турбин используются градирни, в которых охлаждающая вода контактирует с атмосферным воздухом. Градирни могут быть с естественной или механической тягой.

Вопрос 8:

Какие требования предъявляются к арматуре АЭС?

Ответ:

Арматура АЭС должна быть надежной, устойчивой к коррозии, способной выдерживать высокие температуры и давления, а также обеспечивать герметичность и безопасность эксплуатации.

Вопрос 9:

Какие фильтры используются для очистки воды на АЭС?

Ответ:

На АЭС используются механические фильтры, ионитные фильтры, фильтры смешанного действия, а также магнитные и аэрозольные фильтры для очистки воды от примесей и загрязнений.

Вопрос 10:

Какие системы безопасности применяются в кабельных помещениях АЭС?

Ответ:

В кабельных помещениях АЭС применяются автоматические системы пожаротушения, системы сигнализации, а также кабели с особой изоляцией, которая имеет пониженные выделения токсических веществ.

Эти вопросы помогут глубже понять принципы работы термогидравлического оборудования АЭС и его роль в обеспечении безопасности и эффективности

эксплуатации.

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) открытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) закрытые задания (вопросы с развернутыми ответами, повышенный уровень сложности):

- 5 баллов – указан верный ответ;
- 2 балла – указан неверный ответ, но приведен верный ход решения;
- 0 баллов – указан неверный ответ.