

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ТФ НИЯУ МИФИ

Протокол № 6

от 23.12.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	5	180	32	0	16		64	32	Э
Итого	5	180	32	0	16	16	64	32	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина основана на подготовке студентов по ядерной физике, тепловым измерениям, термодинамике, гидродинамике и теплопередаче, основам безопасности жизнедеятельности и экономики, осуществляемой на предшествующих курсах.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями дисциплины является ознакомление студентов с основными принципами внутриреакторного контроля, датчиками контроля и системами контроля параметров ЯЭУ на действующих АЭС. Обучение студентов умениям применять полученные знания в производственной и научной деятельности, приобретение навыков работы с научной, справочной и электронной литературой, применению современных компьютерных технологий при подготовке курсовой работы.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа соответствует требованиям ОС НИЯУ МИФИ.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
наладочный			
монтаж и наладка, эксплуатацию и сервисное обслуживание, ремонт и модернизацию технических средств по производству теплоты	тепловые и атомные электрические станции; системы энергообеспечения промышленных; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии; реакторы и парогенераторы	ПК-5.1 [1] - способен участвовать в монтажных и наладочных работах, а также обслуживать основное технологическое оборудование тепловых и атомных станций <i>Основание:</i>	З-ПК-5.1[1] - Знать методы проведения монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию теплотехнического оборудования; У-ПК-5.1[1] - Уметь проводить испытания и сдачу-приемку

	атомных электростанций; паровые турбины, энергоблоки, тепловые насосы; установки водородной энергетики; вспомогательное теплотехническое оборудование; тепло- и массообменные аппараты различного назначения; теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий; установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел; технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.	Профессиональный стандарт: 20.022	теплотехнического оборудования; В-ПК-5.1[1] - Владеть основами эксплуатации теплотехнического оборудования тепловых и атомных станций
сервисно-эксплуатационный			
монтаж и наладка, эксплуатацию и сервисное обслуживание, ремонт и модернизацию технических средств по производству теплоты	тепловые и атомные электрические станции; системы энергообеспечения промышленных; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии;	ПК-5.2 [1] - Способен проводить оптимизацию режимов работы при эксплуатации теплотехнического оборудования на атомных и тепловых электростанциях	З-ПК-5.2[1] - Знать основные закономерности тепло-гидравлических процессов; У-ПК-5.2[1] - Уметь выбирать выбор применяемых технический

	реакторы и парогенераторы атомных электростанций; паровые турбины, энергоблоки, тепловые насосы; установки водородной энергетики; вспомогательное теплотехническое оборудование; тепло- и массообменные аппараты различного назначения; теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий; установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел; технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.	<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 20.023	решений при эксплуатации теплотехнического оборудования; В-ПК-5.2[1] - Владеть методами тепло-гидравлических расчетов
монтаж и наладка, эксплуатацию и сервисное обслуживание, ремонт и модернизацию технических средств по производству теплоты	тепловые и атомные электрические станции; системы энергообеспечения промышленных; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной	ПК-11 [1] - Способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических	3-ПК-11[1] - Знать: основные виды задач при оценке технического состояния технологического объекта; основную нормативную документацию;

	теплотехнологии; реакторы и парогенераторы атомных электростанций; паровые турбины, энергоблоки, тепловые насосы; установки водородной энергетики; вспомогательное теплотехническое оборудование; тепло- и массообменные аппараты различного назначения; теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий; установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел; технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; нормативно- техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.	осмотров и текущего ремонта оборудования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 20.024	этапы организационно- технической подготовки и выполнения технической диагностики и ремонтных работ; У-ПК-11[1] - Уметь: разрабатывать мероприятия по повышению эффективности эксплуатации оборудования на основе данных о надежности оборудования; использовать методики для оценки технического состояния технологического объекта; В-ПК-11[1] - Владеть: современными средствами диагностирования для контроля и прогнозирования технического состояния оборудования и принятия решения о необходимости ремонта
--	---	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для

	ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их

		вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственной экологической позиции (B26)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы

		экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их
--	--	---

		целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Физические принципы контроля мощности. Физические принципы термометрии.	1-8	16/0/8		25	СК-8	3-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1, 3-ПК-5.2, У-ПК-5.2, В-ПК-5.2, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11
2	Контроль теплоносителей ЯЭУ. Водородная безопасность и	9-16	16/0/8		25	СК-16	3-ПК-5.1, У-ПК-

	диагностика ЯЭУ.						5.1, В- ПК- 5.1, 3-ПК- 5.2, У- ПК- 5.2, В- ПК- 5.2, 3-ПК- 11, У- ПК- 11, В- ПК- 11
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/0/16		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	3-ПК- 5.2, У- ПК- 5.2, 3-ПК- 5.1, У- ПК- 5.1, В- ПК- 5.1, В- ПК- 5.2, 3-ПК- 11, У- ПК- 11, В- ПК- 11

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозна	Полное наименование
--------	---------------------

чение	
СК	Семестровый контроль
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	0	16
1-8	Физические принципы контроля мощности. Физические принципы термометрии.	16	0	8
1 - 2	Введение Предпосылки создания систем диагностики и контроля. Особенности измерений в реакторных условиях. Классификация измерений в ядерных реакторах.	Всего аудиторных часов		
		3	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
2	Физические принципы контроля мощности Источники энерговыделения в ядерном реакторе. Распределение теп-ловыделе-ния в активной зоне. Принципы и методы контроля тепловыде-ления. Принци-пиальные отличия различных методов контроля.	Всего аудиторных часов		
		3	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Датчики контроля тепловыделения Датчики теплотехнического контроля тепловыделения по параметрам первого и второго контуров. Калориметры. Активационные индикаторы. Детекторы прямого заряда. Ионизационные камеры. Нейтринный детек-тор.	Всего аудиторных часов		
		3	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
5	Физические принципы термометрии Начала термодинамики. Законы идеального газа. Статистические законы. Формула Лапласа. Теорема Найквиста. Термомагнитные явления. Термоэлектрические явления. Законы теплового излучения. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса	Всего аудиторных часов		
		3	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
6	Способы измерения температуры Термодинамическая и международная практическая температурные шкалы. Манометрические преобразователи. Термоэлектрические преобразователи. Термометры сопротивления. Термошумовая термометрия. Пирометрия. Прочие способы.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
7	Датчики температуры в ядерных энергетических установках Датчики для внутризонных измерений. Датчики для внезонных изме-рений в первом контуре. Датчики температуры для измерений во втором и третьем контурах.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Контроль теплоносителей ЯЭУ. Водородная безопасность и диагностика ЯЭУ.	16	0	8
8	Контроль теплоносителей ЯЭУ Принципы измерения температуры, давления, расхода, уровня, паросодержания теплоносителей. Используемые датчики и особенности их эксплуатации на энергетических аппаратах различных типов.	Всего аудиторных часов		
		3	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
9 - 10	Водородная безопасность и диагностика ЯЭУ	Всего аудиторных часов		

	Радиолиз воды и водяного пара. Реакции водяного пара с металлами. Режимы горения водородных смесей. Скорость и пределы распространения детонации водородных смесей. Химический контроль содержания водорода. Методы и средства измерения содержания водорода. Подавление источников образования водорода.	3	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
11	Измерение химического состава сред Методы контроля примесей в водном, натриевом и гелиевом теплоносителе, в воздухе АЭС. Анализ отложений со вскрываемого оборудования, жидких и твердых отходов, энергетических масел и т.д. Системы пробоотбора энергетических реакторов.	Всего аудиторных часов		
		3	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
12	Технологический контроль элементов ЯЭУ Способы измерения деформаций и линейных перемещений. Анализ вибраций конструкций реактора. Контроль герметичности оболочек твэлов. Методы обнаружения ТВС с негерметичными твэлами. Методы контроля металла и трубопроводов первого контура.	Всего аудиторных часов		
		3	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
13	Послереакторный контроль топлива и оборудования активной зоны Определение содержания изотопов урана и трансурановых элементов в отработавшем топливе. Измерение технологических, теплофизических, прочностных характеристик элементов конструкций активной зоны. Измерения в горячих камерах.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 16	Системы внутриреакторного контроля Водо-водяные реакторы. Атомная станция теплоснабжения. Канальные реакторы. Реакторы на быстрых нейтронах. Высокотемпературные реакторы с гелиевым теплоносителем. Особенности контроля и диагностики автономных ЯЭУ.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	7 Семестр
1 - 2	1. Разработка диагностического паспорта для объекта

	диагностирования Разработка диагностического паспорта для объекта диагностирования
3 - 4	2. Оценка технического состояния механизма с помощью виброметра TV200 Оценка технического состояния механизма с помощью виброметра TV200
5 - 6	3. Оценка технического состояния механизма с помощью виброанализатора PCE VT 250 Оценка технического состояния механизма с помощью виброанализатора PCE VT 250
7 - 8	4. Оценка технического состояния механизма с помощью виброметра BALTECH VP-340 Оценка технического состояния механизма с помощью виброметра BALTECH VP-340
9 - 10	1. Оценка технического состояния подшипника с использованием метода пик-фактор с помощью виброанализатора PCE VT 250 и виброметра BALTECH VP-340 Оценка технического состояния подшипника с использованием метода пик-фактор с помощью виброанализатора PCE VT 250 и виброметра BALTECH VP-340
11 - 12	2. Построение контурной характеристики объекта диагностирования Построение контурной характеристики объекта диагностирования
13 - 14	3. Оценка технического состояния механизма с помощью локатора ультразвукового ULTRAPROBE Оценка технического состояния механизма с помощью локатора ультразвукового ULTRAPROBE
15 - 16	4. Тепловой неразрушающий контроль Тепловой неразрушающий контроль

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие
-------------	---------------------	----------------------------

		(КП 1)
ПК-11	З-ПК-11	Э, СК-8, СК-16
	У-ПК-11	Э, СК-8, СК-16
	В-ПК-11	Э, СК-8, СК-16
ПК-5.1	З-ПК-5.1	Э, СК-8, СК-16
	У-ПК-5.1	Э, СК-8, СК-16
	В-ПК-5.1	Э, СК-8, СК-16
ПК-5.2	З-ПК-5.2	Э, СК-8, СК-16
	У-ПК-5.2	Э, СК-8, СК-16
	В-ПК-5.2	Э, СК-8, СК-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без

			дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	---

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М29 The Physics of Nuclear Reactors : , Cham: Springer International Publishing, 2017
2. ЭИ Н 84 Диагностика машин и оборудования : учебное пособие для вузов, Санкт-Петербург: Лань, 2021
3. ЭИ Б 43 Диагностика теплоэнергетического оборудования : учебное пособие для вузов, Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ Т41 Разработка продукции для атомной энергетики : учебное пособие для вузов, А. С. Тимонин, Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К88 Диагностика ЯЭУ : , Москва: МИФИ, 2008
2. 621.039 Л12 Лабораторный практикум "Диагностика ЯЭУ" : учебное пособие для вузов, А. Н. Аблеев [и др.], Москва: МИФИ, 2008
3. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Диагностика ЯЭУ" : учебное пособие для вузов, А. Н. Аблеев [и др.], Москва: МИФИ, 2008
4. 621.039 Т41 Разработка продукции для атомной энергетики : учебное пособие для вузов, А. С. Тимонин, Москва: МИФИ, 2008
5. 621.039 Л88 Термометрия и расходомерия ядерных реакторов : , Б. В. Лыников, В. К. Прозоров, М.: Энергоатомиздат, 1985
6. 621.039 Л12 Лабораторный практикум по тепловым измерениям в энергетических установках : учебное пособие для вузов, В. В. Архипов [и др.], Москва: МИФИ, 2008
7. 621.039 А87 Водородная пожаровзрывобезопасность и диагностика ЯЭУ : Учеб. пособие, В. В. Архипов, А. М. Сальников, А. Ю. Цыганов, М.: МИФИ, 1990
8. 621.039 А87 Контроль и измерения в ядерных реакторах (контроль тепловыделения) : Учеб. пособие, В. В. Архипов, А. С. Тимонин, М.: МИФИ, 1989
9. 621.039 А65 Контроль и измерение температуры в ядерных энергетических установках : Учеб. пособие, В. К. Андреев, В. В. Архипов, А. С. Тимонин, М.: МИФИ, 1991
10. 621.3 С40 Системы внутриреакторного контроля АЭС с реакторами ВВЭР : , Под ред. Левина Г.Л., М.: Энергоатомиздат, 1987

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. • ЗАО "СНПО Импульс" (<http://www.imp.lg.ua/>)
2. • Внешний вид "Гиндукуша" (<http://nasledie.dubna.ru/detail.asp?id=697>)
3. ГОСТ 17137-87 (<http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=140654>)
4. ГОСТ 26635-85 (<http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=143187>)
5. История СВРК (<http://atesvrk.narod.ru/history.html>)
6. ОАО "СНИИП" (<http://www.sniip.ru/>)

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Принципы и методы реакторного контроля, внутриреакторные датчики, способы контроля параметров активной зоны и СВРК действующих энергетических реакторов описаны в пособии создателей курса: Архипов В.В., Тимонин А.С. Контроль и измерения в ядерных реакторах (контроль тепловыделения) - М.: МИФИ, 1989.

Особенности контроля температуры в ЯЭУ (физические принципы, датчики, способы расположения и конструктивные особенности, погрешности и тарировка) представлены в пособии Андреев В.К., Архипов В.В., Тимонин А.С. Контроль и измерение температуры в ядерных энергетических установках - М.:МИФИ, 1991.

Материалы по источникам водорода в ЯЭУ, безопасным концентрациям и способам подавления образования водорода представлены в пособии Архипов В.В., Сальников А.М., Цыганов А.Ю. Водородная пожаровзрывобезопасность и диагностика ЯЭУ - М.:МИФИ, 1990.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Техническая диагностика энергетического оборудования»

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основные материалы по средствам измерений и методам контроля в ядерных реакторах не нашли своего освещения в учебниках, изданных в России. Разработчиками СВРК действующих энергетических реакторов являются ИЯР Российского научного центра «Курчатовский институт», НИКИЭТ, ФЭИ и СНИИП. Основные методические материалы для

студентов (3 учебных пособия) подготовлены с привлечением материалов вышеназванных организаций, а также материалов организаций, эксплуатирующих действующие энергетические реакторы.

НА ЧТО НЕОБХОДИМО ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ: ЛЕКЦИИ

В связи с особенностями работы датчиков в реакторных условиях главное внимание должно быть уделено анализу возможностей использования известных физических принципов контроля применительно к условиям активных зон ядерных реакторов разных типов. Необходимо детально обсудить положительный опыт внутриреакторного контроля, накопленный за время эксплуатации реакторов ВВЭР-440, ВВЭР-1000, БН-350 и БН-600, проанализировать возможности использования найденных решений для других типов реакторов. Для будущих инженеров-исследователей крайне важно сформулировать нерешенные на сегодняшний день в мировой практике задачи, их значимость для повышения безопасности и эффективности работы ЯЭУ.

СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ (ЗАЩИТА КУРСОВЫХ РАБОТ)

Поскольку большинство реализуемых в настоящее время методов внутриреакторного контроля являются предметом изобретений, крайне важно дать студенту представление о полной реализации какого-нибудь конкретного метода из числа, рассматриваемых в курсе.

По теме курсовой работы студент использует помимо учебных пособий дополнительный материал (ссылки учебных пособий, кафедральные материалы, библиотеку МИФИ и интернет).

Защита курсовых работ проводится подобно научному семинару (с руководителем и оппонентами из числа студентов, вопросами, дискуссией и подведением выводов). С целью активизации студентов на занятиях рекомендуется включать содержание докладов студентов в перечень дополнительных вопросов на экзамене.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ

• ГОСТ 17137-87: Системы контроля, управления и защиты ядерных реакторов. Термины и определения

• ГОСТ 26635-85: Реакторы ядерные энергетические корпусные с водой под давлением. Общие требования к системе внутриреакторного контроля

- История СВРК
- Российский научный центр "Курчатовский институт"
- НИКИИЭТ
- ФЭИ
- ОАО "СНИИП"
- ОАО "Приборный завод "Тензор"
- ЗАО "СНПО Импульс"
- Внешний вид "Гиндукуша"

Автор(ы):

Архипов Виталий Владимирович, к.т.н., доцент

Рецензент(ы):

Куценко К.В., Харитонов В.С.