МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ядерной физики и технологий

Утверждено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы технической диагностики АЭС

название дисциплины

для направления подготовки

12.04.01 Приборостроение

код и название направления подготовки

образовательная программа

Неразрушающий контроль, техническая диагностика оборудования и компьютерная поддержка оператора АЭС

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2026 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины - изучение методов технической диагностики, понятие о диагностике сложных технических систем; особенностей, преимуществ и недостатков различных методов диагностики; требований к диагностической аппаратуре

2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачи изучения дисциплины:

- дать обзор примеров диагностики в атомной промышленности, машиностроении, в нефтегазовой промышленности;
- привести оценки качества, состояния и прогнозирование возможности дальнейшей эксплуатации систем технического диагностирования АЭС.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Оборудование АЭС», «Надежность приборов и систем», «Физические методы контроля», «Методы и алгоритмы технической диагностики АЭС», «Физическая диагностика ЯЭУ». Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре магистратуры.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОПОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	**Результаты освоения ООП** ***Содержание компетенций****	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине****
ПК-8	Способен к проведению технических расчетов по проектам, техникоэкономическому и функциональностоимостному анализу эффективности проектируемых приборов и систем, включая оценку инновационных рисков коммерциализации проектов	**Знать:** ● методологию технических расчетов по проектам, техникоэкономического и функциональностоимостного анализа эффективности проектируемых приборов и систем, включая оценку инновационных рисков коммерциализации проектов; **Уметь:** ● проводить техникоэкономический и функционально стоимостной анализ эффективности проектируемых приборов и систем, включая оценку инновационных рисков коммерциализации проектов; **Владеть:** ● компьютерными средствами и инструментами для технических расчетов по проектам, техникоэкономического и функциональностоимостного анализа

		эффективности проектируемых приборов и систем, включая оценку инновационных рисков коммерциализации проектов.
ПК-9	Способен к составлению технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний, технические условия и другие	**Знать**: ● назначение, структуру АСУ ТП и подсистем АСУ; особенности АСУ ТП различных типов реакторов – ВВЭР, РБМК, БН; ● структуру щитов управления АЭС и энергоблока; значение человеческого фактора в управлении энергоблоком АЭС и методы минимизации его влияния на возникновение нештатных ситуаций; ● особенности управления энергоблоком на разных этапах его эксплуатации; **Уметь**: ● различать структуры АСУ ТП для реакторов различных типов, анализировать состояние систем управления реакторных установок; **Владеть**: ● иметь навыки понимания особенностей протекания нормальной эксплуатации и аварийных режимов реакторных блоков.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	**Форма обучения** (вносятся данные по реализуемым формам)				
	Очная				
	Семестр				
	№ 1				**Всего**
	Количество часов на вид работы:				
Контактная работа обучающихся с преподавателем					
Аудиторные занятия *(всего)*	32				64
В том числе:					
лекции	16				32
практические занятия	16				16
лабораторные занятия					
Промежуточная аттестация					
В том числе:					
зачет	-				-
Экзамен	+				+

Самостоятельная работа обучающихся	112				112
Всего (часы):	180				180
Всего (зачетные единицы):	5				5

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	**Введение**	2	2			14
1.1.	**Тема 1:**Основные понятия о физической диагностике оборудования АЭС.	2	2			14
2.	**Раздел 1. Физическая диагностика реакторных установок**	6	6			42
2.1.	**Тема 1.** Система СВРК.	2	2			14
2.2.	**Тема 2.** Датчики системы СВРК	1	1			7
2.3.	**Тема 3.** Алгоритмы работы СВРК.	1	1			7
2.4.	**Тема 4.** Диагностирование активной зоны ядерного реактора.	2	2			14
3.	**Раздел 2. Методы диагностики оборудования АЭС**.	8	8			56
3.1.	Виброшумовая диагностика	2	2			14
3.2.	Виброакустическая диагностика	2	2			14
3.3.	Акустическая диагностика	2	2			14
3.4.	Оптическая диагностика	2	2			14
	Итого за 1 семестр:	**16**	**16**			**112**

Прим.: Лек – лекции, Сем/Пр – семинары, практические занятия, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Введение	
1.1.	**Тема 1.**Основные понятия о физической	Основные понятия и определения. Основные этапы технического диагностирования. ЯЭУ различных типов как объекты диагностирования. Основные этапы разработки и

	диагностике оборудования АЭС.	функциональная схема системы диагностирования. Построение физических моделей диагностирования. Диагностирование состояния защитных барьеров на пути распространения радиоактивности.
2.	**Раздел 1.** Физическая диагностика реакторных установок	
2.1.	**Тема 1.** Система СВРК.	Типы систем СВРК. Структура СВРК.
2.2.	**Тема 2.** Датчики системы СВРК	Типы датчиков СВРК. Устройство датчиков СВРК. Увеличение надежности датчиков.
2.3.	**Тема 3.** Алгоритмы работы СВРК.	Алгоритмы работы СВРК. Последовательность срабатывания элементов СВРК.
2.4.	**Тема 4.** Диагностирование активной зоны ядерного реактора.	Организация диагностирования. Измерение реактивности и периода. Аварии при эксплуатации ядерного реактора. Методы диагностирования реактивностных аномалий в ядерных реакторах. Эффекты реактивности. Сведение баланса и определения аномальной реактивности. Методы температурного контроля активной зоны. Восстановление поля энерговыделения. Баланс нейтронной и тепловой мощности. Распределения теплообмена по петлям охлаждения.
3.	**Раздел 2.** Методы диагностики оборудования АЭС	
3.1.	**Тема 1.** Шумовая диагностика.	Основные характеристики случайных процессов. Определение спектральных и корреляционных функций. Основы нейтронно-шумовой диагностики. Измерение нейтронных шумов. Задачи диагностирования, решаемые методами нейтронно-шумовой диагностики.
3.2.	**Тема 2.** Виброакустическая диагностика.	Вибрации в технике. Измеряемые параметры вибраций. Свойства и принцип действия датчиков вибрации. Функции и алгоритмы системы контроля вибраций на АЭС. Система Обнаружения Свободных Предметов (СОСП). Система Контроля Вибрации (СКВ)
3.3.	**Тема 3.** Контроль течей	Система Контроля Течи Теплоносителя (СКТ). Система Акустического Контроля Течей (САКТ), Система Контроля Течей Влажностная (СКТВ)
3.4.	**Тема 4.** Контроль Остаточного Ресурса основного оборудования РУ	Система Автоматизированного Контроля Остаточного Ресурса основного оборудования РУ (САКОР)

Семинары/ практические занятия

№	**Наименование раздела /темы дисциплины**	**Содержание**
1.	Введение	
1.1.	**Тема 1.**Основные понятия о физической диагностике оборудовани АЭС.	Этапы разработки систем диагностирования, нормативная документация. Конструкционные особенности различных типов РУ с точки зрения диагностирования оборудования.
2.	**Раздел 1.** Физическая диагностика реакторных установок	
2.1.	**Тема 1.**Система СВРК.	Последовательность срабатывания элементов СВРК при изменении реактивности. Дерево событий.
2.2.	**Тема 2.** Датчики	Последовательность подключения. Сигналы с датчиков**.**

	системы СВРК	
2.3.	**Тема 3.** Алгоритмы работы СВРК.	Работа СВРК при штатной и аварийной ситуации.
2.4.	**Тема 4.** Диагностирование активной зоны ядерного реактора.	Расчет эффектов реактивности. Градуировочная характеристика СУЗ.
3.	**Раздел 2.** Методы диагностики оборудования АЭС	
3.1.	**Тема 1.** Шумовая диагностика.	Определение параметров и расчет СПМ и корреляционной функции случайных процессов. Задачи определения кипения теплоносителя и колебания шахты реактора.
3.2.	**Тема 2.** Виброакустическая диагностика.	Определение физических параметров вибраций.
3.3.	**Тема 3.** Контроль течей	Анализ данных систем контроля течи
3.4.	**Тема 4.** Контроль Остаточного Ресурса основного оборудования РУ	Качественная и количественная оценка ресурса оборудования. Определение основных характеристик влияющих на ресурс оборудования АЭС

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Посещение лекционных занятий и конспектирование рассматриваемых на них материалов является недостаточным условием для усвоения необходимых знаний по предмету. Каждый студент должен индивидуально готовиться по темам дисциплины, читая конспекты лекций и рекомендуемую литературу, заучивая базовые определения, классификации, схемы и типологии. Самостоятельная работа позволяет студенту в спокойной обстановке подумать, разобраться с информацией по теме, при необходимости обратиться к справочной литературе. Внимательное чтение и повторение прочитанного помогает в полном объеме усвоить содержание темы, структурировать знания.

Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась надолго, целесообразно изучать ее поэтапно - по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы, как правило, опираются на предыдущие. Именно поэтому большая часть самостоятельной работы приурочена к практическим занятиям. При подготовке к семинарам целесообразно прочитать материал изучаемой темы, попытавшись разобраться со всеми теоретическими положениями и примерами. Если возникли трудности, обратиться за помощью к учебной, справочной литературе или к преподавателю за консультацией.

Для получения более глубоких и устойчивых знаний студентам рекомендуется изучать дополнительную литературу, список которой приведен в рабочей программе дисциплины.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: поисковые сайты, базы данных химических соединений, электронные библиотеки.

- ВВЭР-1000. Физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность / А. М. Афров, С. А. Андрушечко, В. Ф. Украинцев и др. – М. : Логос, 2006. (библиотека, материал в электронном виде)
- Карташов Б. А. и др. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech. – 2017.

- Пожаркова И. Н. и др. Моделирование технологического процесса в среде визуального моделирования SimInTech //Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2018. – №. 2. – С. 29-37.
- Баум Ф. И. и др. Программное обеспечение SimInTech для программирования приборов систем управления //Атомная энергия. – 2012. – Т. 113. – №. 6. – С. 354-357.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 1 семестр			
1.	Раздел 1.Физическая диагностика реакторных установок	ПК-8	Допуск и защита практических заданий
2.	Раздел 2.Методы диагностики оборудования АЭС	ПК-9	Допуск и защита практических заданий
Промежуточный контроль, 1 семестр			
	Экзамен	ПК-8, ПК-9	Вопросы

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

8.2.1. Экзамен или зачет

а) типовые вопросы (задания):

1. Аналоговые методы и алгоритмы определения статистических характеристик случайных процессов в ЯЭУ.
2. Термопары. Типы. Особенности работы. Погрешность измерения.
3. Внешние источники шума реактивности. Температурный источник шума реактивности
4. Цифровые способы обработки информации в системе внутриреакторного контроля ЯЭУ. Прямое и обратное преобразования Фурье.
5. Термометры сопротивления. Типы. Особенности работы. Погрешность измерения.
6. Внешние источники шума реактивности. Барометрический источник шума реактивности
7. Система внутриреакторного контроля реакторов ВВЭР.
8. Цифровые способы обработки информации в системе внутриреакторного контроля ЯЭУ. Квантование.
9. Типы систем внутриреакторного контроля ЯЭУ. Характеристика систем внутриреакторного контроля ЯЭУ.
10. Динамические характеристики физических систем.
11. Датчики нейтронного потока в системе внутриреакторного контроля ЯЭУ.
12. Полупроводниковые датчики радиоактивности. Принцип работы. Погрешность измерения.
13. Внешние источники шума реактивности. Гидравлический источник шума реактивности.
14. Условия дифференцирования и интегрирования электрических сигналов в системе внутриреакторного контроля ЯЭУ.
15. Ионизационная камера. Особенности работы. Устройство.
16. Частотные характеристики энергетического реактора
17. Прохождение прямоугольных импульсов через RC-цепи систем внутриреакторного контроля ЯЭУ.

18. Датчики прямого заряда. Устройство. Принцип работы. Погрешность измерения
19. Принципы электронно-шумовой диагностики ЯЭУ. Поиск и идентификация источника шума реактивности.
20. Промышленные термопары. Типы. Особенности работы.
21. Основные статистические характеристики случайного процесса.
22. Измеряемые параметры вибраций
23. Расходомеры. Принцип работы. Типы.
24. Внешние источники шума реактивности ЯЭУ. Температурный источник шума реактивности ЯЭУ.
25. Цифровые способы обработки информации. Прямое и обратное преобразования Фурье.
26. Отравление реактора ксеноном.
27. Внешние источники шума реактивности ЯЭУ. Барометрический источник шума реактивности ЯЭУ.
28. Цифровые способы обработки информации. Квантование.
29. Эргодические случайные процессы.
30. Внешние источники шума реактивности ЯЭУ. Гидравлический источник шума реактивности ЯЭУ.
31. Динамические характеристики физических систем
32. Шумы реактивности, связанные с прохождением через активную зону неоднородного теплоносителя
33. Анализ простейших цепей для дифференцирования и интегрирования сигналов
34. Условия дифференцирования и интегрирования
35. Расход однофазного теплоносителя. Влияние расхода теплоносителя на реактивность.
36. Виброакустическая диагностика ЯЭУ.
37. Расход двухфазного теплоносителя. Влияние расхода теплоносителя на реактивность.
38. Мощность остаточногоэнерговыделения.
39. Теория случайных процессов и шумов в ЯЭУ.
40. Тепловой поток от теплоносителя в толстостенных трубах
41. Эргодические случайные процессы в ЯЭУ.
42. Датчики нейтронного потока системы внутриреакторного контроля ЯЭУ.
43. Компенсатор объема. Переходные процессы.
44. Основные статистические характеристики случайного процесса в ЯЭУ.
45. Тепловой поток от теплоносителя в тонкостенных трубах
46. Гидравлические характеристики кассет реакторов.
47. Метрологическое обеспечение системы внутриреакторного контроля ЯЭУ.
48. Термоэлектрические преобразователи системы внутриреакторного контроля ЯЭУ.
49. Тепловой поток в трубках парогенератора.
50. Анализ простейших цепей для дифференцирования и интегрирования сигналов
51. Термометры сопротивления. Типы. Особенности работы. Погрешность измерения.
52. Частотные характеристики энергетического реактора
53. Шумы реактивности, связанные с прохождением через активную зону неоднородного теплоносителя
54. Динамические характеристики физических систем
55. Мощность остаточногоэнерговыделения.
56. Расход двухфазного теплоносителя. Влияние расхода теплоносителя на реактивность.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Эталонный (планируемый) параметр соответствует критерию 5 по шкале оценки (точность, правильность, соответствие). Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять тестовые задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Критерии 1-4 — показатели степени отклонения от эталона.

Критерии 1и 2 обозначают, что соответствующий результат обучения не достигнут

(*неспособен, не знает и т.д.)*. Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой тестирований. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий.

Критерий 3 описывает минимальный приемлемый уровень сформированности результата, т. е. эталонный параметр проявляется частично (*допускает ошибки и т.д.*).Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с тестированием, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на зачете, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Критерий 4 описывает средний приемлемый уровень сформированности результата, т. е. эталонный параметр проявляется не полностью (*ответы не всегда точны, изредка допускает ошибки и т.д.*).Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе тесты, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

в) описание шкалы оценивания:

Качество освоения дисциплины, баллы	**Отметка в системе «зачтено – не зачтено»**	**Средняя итоговая отметка**
100-90	зачтено	5 «отлично»
89-70	зачтено	4 «хорошо»
69-60	зачтено	3 «удовлетворительно»
менее 60	не зачтено	2 «не удовлетворительно»

8.2.2. Промежуточный контроль №1

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Аналоговые методы и алгоритмы определения статистических характеристик случайных процессов в ЯЭУ.
2. Термопары. Типы. Особенности работы. Погрешность измерения.
3. Внешние источники шума реактивности. Температурный источник шума реактивности
4. Цифровые способы обработки информации в системе внутриреакторного контроля ЯЭУ. Прямое и обратное преобразования Фурье.
5. Термометры сопротивления. Типы. Особенности работы. Погрешность измерения.
6. Внешние источники шума реактивности. Барометрический источник шума реактивности
7. Система внутриреакторного контроля реакторов ВВЭР.
8. Цифровые способы обработки информации в системе внутриреакторного контроля ЯЭУ. Квантование.
9. Типы систем внутриреакторного контроля ЯЭУ. Характеристика систем внутриреакторного контроля ЯЭУ.
10. Динамические характеристики физических систем.
11. Датчики нейтронного потока в системе внутриреакторного контроля ЯЭУ.
12. Полупроводниковые датчики радиоактивности. Принцип работы. Погрешность измерения.
13. Внешние источники шума реактивности. Гидравлический источник шума реактивности.
14. Условия дифференцирования и интегрирования электрических сигналов в системе внутриреакторного контроля ЯЭУ.
15. Ионизационная камера. Особенности работы. Устройство.
16. Частотные характеристики энергетического реактора
17. Прохождение прямоугольных импульсов через RC-цепи систем внутриреакторного контроля ЯЭУ.

18. Датчики прямого заряда. Устройство. Принцип работы. Погрешность измерения
19. Принципы электронно-шумовой диагностики ЯЭУ. Поиск и идентификация источника шума реактивности.
20. Промышленные термопары. Типы. Особенности работы.
21. Основные статистические характеристики случайного процесса.
22. Измеряемые параметры вибраций
23. Расходомеры. Принцип работы. Типы.
24. Внешние источники шума реактивности ЯЭУ. Температурный источник шума реактивности ЯЭУ.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Эталонный (планируемый) параметр соответствует критерию 5 по шкале оценки (точность, правильность, соответствие). Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять тестовое задание по теме, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Критерии 1-4 — показатели степени отклонения от эталона.

Критерии 1и 2 обозначают, что соответствующий результат обучения не достигнут (*неспособен, не знает и т.д.)*. Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренного программой тестирования. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий.

Критерий 3 описывает минимальный приемлемый уровень сформированности результата, т. е. эталонный параметр проявляется частично (*допускает ошибки и т.д.*).Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с тестированием, знакомый с основной литературой по теме, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на тестировании, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Критерий 4 описывает средний приемлемый уровень сформированности результата, т. е. эталонный параметр проявляется не полностью (*ответы не всегда точны, изредка допускает ошибки и т.д.*).Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренный в программе тест, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по теме и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

в) описание шкалы оценивания:

Качество освоения темы, баллы	**Средняя отметка**
5	5 «отлично»
4	4 «хорошо»
3	3 «удовлетворительно»
2	2 «не удовлетворительно»

8.2.3. Промежуточный контроль №2

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Внешние источники шума реактивности ЯЭУ. Гидравлический источник шума реактивности ЯЭУ.
2. Динамические характеристики физических систем
3. Шумы реактивности, связанные с прохождением через активную зону неоднородного теплоносителя
4. Анализ простейших цепей для дифференцирования и интегрирования сигналов

5. Условия дифференцирования и интегрирования
6. Расход однофазного теплоносителя. Влияние расхода теплоносителя на реактивность.
7. Виброакустическая диагностика ЯЭУ.
8. Расход двухфазного теплоносителя. Влияние расхода теплоносителя на реактивность.
9. Мощность остаточногоэнерговыделения.
10. Теория случайных процессов и шумов в ЯЭУ.
11. Тепловой поток от теплоносителя в толстостенных трубах
12. Эргодические случайные процессы в ЯЭУ.
13. Датчики нейтронного потока системы внутриреакторного контроля ЯЭУ.
14. Компенсатор объема. Переходные процессы.
15. Основные статистические характеристики случайного процесса в ЯЭУ.
16. Тепловой поток от теплоносителя в тонкостенных трубах
17. Гидравлические характеристики кассет реакторов.
18. Метрологическое обеспечение системы внутриреакторного контроля ЯЭУ.
19. Термоэлектрические преобразователи системы внутриреакторного контроля ЯЭУ.
20. Тепловой поток в трубках парогенератора.
21. Анализ простейших цепей для дифференцирования и интегрирования сигналов
22. Частотные характеристики энергетического реактора
23. Шумы реактивности, связанные с прохождением через активную зону неоднородного теплоносителя
24. Динамические характеристики физических систем
25. Мощность остаточногоэнерговыделения.
26. Расход двухфазного теплоносителя. Влияние расхода теплоносителя на реактивность.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Эталонный (планируемый) параметр соответствует критерию 5 по шкале оценки (точность, правильность, соответствие). Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять тестовое задание по теме, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Критерии 1-4 — показатели степени отклонения от эталона.

Критерии 1и 2 обозначают, что соответствующий результат обучения не достигнут (*неспособен, не знает и т.д.)*. Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренного программой тестирования. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий.

Критерий 3 описывает минимальный приемлемый уровень сформированности результата, т. е. эталонный параметр проявляется частично (*допускает ошибки и т.д.*).Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с тестированием, знакомый с основной литературой по теме, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворительно" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на тестировании, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Критерий 4 описывает средний приемлемый уровень сформированности результата, т. е. эталонный параметр проявляется не полностью (*ответы не всегда точны, изредка допускает ошибки и т.д.*).Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренный в программе тест, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по теме и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

в) описание шкалы оценивания:

Качество освоения темы, баллы	Средняя отметка
5	5 «отлично»
4	4 «хорошо»
3	3 «удовлетворительно»
2	2 «не удовлетворительно»

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	**Контрольная точка № 1**		
	Оценочное средство № 1.1	20	30
	Контрольная точка № 2		
	Оценочное средство № 2.1	20	30
Промежуточный	**Зачет**		
	Оценочное средство	20	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Студент набравший в семестре менее 40 баллов может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того чтобы быть допущенным до зачета, однако на экзамене он может претендовать только на оценку «удовлетворительно».

Студент, набравший за текущую работу менее 40 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы по разделам, выносимым на зачет, а также предлагается дополнительно к разрешению две практические задачи, что позволить определить сформированность компетенций и получить дополнительные баллы, однако на зачете он может претендовать только на оценку «удовлетворительно».

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета, студент может претендовать только на оценку «удовлетворительно».

Структура бально-рейтинговой оценки:

· качество подготовки к тестированию (правильность изложения при ответе на устные вопросы, наличие выполненных заданий, задач и т.д.), корректность и вежливость при ответе на вопрос, а также в ходе дискуссии между студентами при обсуждении темы занятия, общая

активность в течение семестра, нестандартность ответа на занятии – до 5 баллов за одно занятие, но более 45 баллов за семестр

· выступление с докладом – от 0 до 5 баллов за доклад, но не более 5 баллов за семестр

· выполнение тестовых работ, от 0 до 15 баллов за каждую контрольную работу, но не более 30 баллов за семестр

· зачет – 40 баллов (оценивается в баллах от 0 до 40).

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

- Г.В. Аркадов, В.И. Павелко, Б.М. Финкель. Системы диагностирования ВВЭР. Энергоатомиздат. М., 2010.
- Технические средства диагностирования. Справочник. Под общей редакцией чл.-кор. АН СССР В.В. Клюева, 2012.

б) дополнительная учебная литература:

- Журнал “Дефектоскопия”
- Журнал “Контроль и диагностика”
- Журнал “В мире НК”
- ВВЭР-1000. Физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность / А. М. Афров, С. А. Андрушечко, В. Ф. Украинцев и др. – М. : Логос, 2006. (библиотека, материал в электронном виде)
- Карташов Б. А. и др. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech. – 2017.
- Пожаркова И. Н. и др. Моделирование технологического процесса в среде визуального моделирования SimInTech //Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2018. – №. 2. – С. 29-37.
- Баум Ф. И. и др. Программное обеспечение SimInTech для программирования приборов систем управления //Атомная энергия. – 2012. – Т. 113. – №. 6. – С. 354-357.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- Расчетно-измерительная система диагностики состояния активной зоны ЯЭУ.
http:// dslib.net/raschetno-izmeritelnaja-sistema-diagnostiki-sostojanija- aktivnoj-zony-jajeu.html
- О задаче классификации спектра шумов в диагностике ЯЭУ.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции имеют цель – систематизация основы научных знаний по дисциплине, сконцентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых моментах методологии.

При проведении зачета используется как устная, так и письменная форма отчетности.

Оценкой «зачтено» на зачете оценивается такое знание учебного курса, когда студент знает не только теоретические вопросы, свободно в них ориентируется, но и обнаруживает умение связывать теорию с практикой. Кроме того, экзаменуемый показывает знание, успешно владеет понятиями, категориями, умеет находить связи между событиями, способен на аналогии и сравнения, умело и обстоятельно отвечает на дополнительные вопросы, обнаруживает высокую

культуру речи. Ответ студента ниже уровня этих требований, показывающий наличие серьезных недоработок в его знаниях, плохое владение категориальным аппаратом, непонимание практического смысла теоретических вопросов, затруднение в понимании наиболее существенных теорий, на зачете оценивается «не зачтено». При этом экзаменатор должен объяснить студенту его недоработки, дать советы, как готовиться к пересдаче, чтобы успешно сдать повторный зачет.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает указания на самостоятельную работу.

Помимо основной литературы рекомендуется использовать дополнительную, а также самостоятельно находить необходимый материал в периодических изданиях.

В целях контроля знаний по каждому разделу проводятся проверочные тесты.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

12.1. Перечень программного обеспечения

– Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
– Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
– Программы для создания докладов и рефератов («Microsoft Office», «LibreOffice»).
– Среда динамического моделирования технических систем («SimInTech»)

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Кабинеты отделения ЯфиТ(О) с проектором и компьютером, на котором установлено необходимое для работы ПО.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При реализации настоящей программы изучения дисциплины предусматривается использование активных форм проведения занятий (ознакомление и оценка известных приборов и систем и др.), программы, обработка данных с построением таблиц, графиков, диаграмм.

При изучении материала курса по всем разделам материал излагается в виде компьютерных презентаций, снабжённых видеофрагментами.

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки

В конце очередной лекции лектор выдает задание на подготовку к практическим занятиям и на самостоятельную подготовку по изучению теоретического материала, состоящее из двух частей:

1. Проработать материал лекции по конспекту, учебникам, а также воспользоваться учебными материалами, представленными в локальной компьютерной сети.

2. Подготовиться к следующей лекции: прочитать, просмотреть по учебникам, учебным пособиям материал следующей лекции.

Обучающемуся в часы самостоятельной подготовки необходимо:

- внимательно прочитать конспект лекции;

- дополнить конспект материалом из учебных пособий, учебников;
- выделить основные понятия, рассмотренные на лекции, и хорошо проработать их;
- основные определения выучить наизусть;
- отметить неясные и трудные для себя вопросы и попытаться разобраться в них с помощью учебных пособий, товарищей по группе, обратиться за консультацией к преподавателю;
- обязательно получить ответы на непонятные вопросы у лектора на следующей лекции;
- для лучшего восприятия учебного материала следующей лекции необходимо ознакомиться с ним по учебным пособиям и учебникам. Выделить для себя интересные или непонятные вопросы и активно работать непосредственно на лекции.

В процессе самостоятельной работы учащийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:

- самоконтроль и самооценка обучающегося;
- контроль и оценка со стороны преподавателя.

14.3. Краткий терминологический словарь

СВБУ - система верхнего блочного уровня
СВО - спецводоочистка
САОЗ - система аварийного охлаждения зоны
САППЗ - система автоматической противопожарной защиты.
САПР - система автоматизированного проектирования
СБ - система безопасности
СВБУ - система верхнего блочного уровня
СВО - спецводоочистка
СВРК - подсистема внутриреакторного контроля
СВТ - средства вычислительной техники
СГО - спецгазоочистка
СИАЗ - система индустриальной антисейсмической защиты
СКВ - подсистема контроля вибрации
СКЗ - средне квадратичное значение
СКТ - подсистема контроля течей из первого контура в контаймент
СКУ - система контроля и управления
СКУД - система контроля, управления и диагностики РУ
СКУ ЭЧ - система контроля, управления электрическим оборудованием
СН - собственные нужды
СНЭ - система нормальной эксплуатации
СНЭ ВБ - система нормальной эксплуатации важная для безопасности
СОД - система оперативной диагностики
СПП - сепаратор-пароперегреватель
СРК - система радиационного контроля
СРТК - система радиационно-технологического контроля
СУЗ - система управления и защиты
СУПТ - система управления перегрузкой топлива

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью

оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа

Программу составили:

доцент отд. ЯФиТ, к.т.н., Д.А. Лукьянов
старший преподаватель отд. ЯФиТ, В.В. Шешукова

Рецензент:

профессор отд. ИКС, д.ф.-м.н, С.О. Старков