

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

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая диагностика ядерных энергетических реакторов
название дисциплины

для направления подготовки

12.03.01 Приборостроение
код и название направления подготовки

образовательная программа

Приборы и методы контроля качества и диагностики

Форма обучения: заочная

г. Обнинск 2023 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций*</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-9	Способен внедрять новые методы и средства технического контроля	Знать: основные понятия о физической диагностике ЯЭУ, основы физической диагностики ЯЭУ. Уметь: пользоваться технической литературой, рассчитывать изменение реактивности. Владеть: навыками пользования справочной и технической литературой.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина реализуется в рамках профессиональной части. Индекс дисциплины Б.04.ДВ.02.01.

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», «Нормативно-техническая документация в неразрушающем контроле АЭС».

Дисциплина изучается на 5 курсе.

3. 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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единицы (з.е.), 144 академических часа.

3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)
------------	--

	Заочная				
	Курс				
	№ 5				Всего
	Количество часов на вид работы:				
Контактная работа обучающихся с преподавателем					
Аудиторные занятия (всего)	22				22
В том числе:					
лекции (лекции в интерактивной форме)	6				6
практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)	10				10
лабораторные занятия	6				6
Промежуточная аттестация					
В том числе:					
зачет с оценкой	+				+
Экзамен	-				-
Самостоятельная работа обучающихся					
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	122				122
В том числе:					
проработка учебного материала	41				41
Подготовка к практическим занятиям	41				41
Подготовка отчетов и сдача лабораторных работ	40				40
подготовка к зачету/экзамену					
Всего (часы):	144				144
Всего (зачетные единицы):	4				4

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. 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)
		Заочная форма обучения

		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	ВВЕДЕНИЕ	1	2	1		18
1.1.	Тема 1: Основные понятия о физической диагностике ЯЭУ.	1	2	1		18
2.	Раздел 1. Физическая диагностика ЯЭУ.	4	4	4		72
2.1.	Тема 1. Система СВРК.	1	1	1		18
2.2.	Тема 2. Датчики системы СВРК	1	1	1		18
2.3.	Тема 3. Алгоритмы работы СВРК.	1	1	1		18
2.4.	Тема 4. Диагностирование активной зоны ядерного реактора.	1	1	1		18
3.	Раздел 2. Методы диагностики ЯЭУ.	1	4	1		32
3.1.	Шумовая диагностика.	0.5	2	0.5		18
3.2.	Виброакустическая диагностика.	0.5	2	0.5		14
	Итого за 5 курс:	6	10	6		122

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

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Введение	
1.1.	Тема 1. Основные понятия о физической диагностике ЯЭУ.	Основные понятия и определения. Основные этапы технического диагностирования. ЯЭУ различных типов как объекты диагностирования. Основные этапы разработки и функциональная схема системы диагностирования. Построение физических моделей диагностирования. Диагностирование состояния защитных барьеров на пути распространения радиоактивности.
2.	Раздел 1. Физическая диагностика ЯЭУ.	
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 реактивных 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 ЯЭУ	
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 1. Виброакустическая диагностика.	Вибрации в технике. Измеряемые параметры вибраций. Свойства и принцип действия датчиков вибрации. Функции и алгоритмы системы контроля вибраций на АЭС.

Семинары/ практические занятия

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

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- ВВЭР-1000. Физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность / А. М. Афров, С. А. Андрущечко, В. Ф. Украинцев и др. – М. : Логос, 2006. (библиотека, материал в электронном виде)

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 5 курс			
1.	Раздел 1. Физическая диагностика ЯЭУ.	ПК-9	Допуск и защита лабораторных работ, вопросы на экзамене.
1.	Раздел 2. Методы диагностики ЯЭУ.	ПК-9	Допуск и защита лабораторных работ, вопросы на экзамене.
Промежуточный контроль, 5 курс			
	Зачет с оценкой	ПК-9	Вопросы на зачете

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. 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 остаточного энерговыделения.
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 остаточного энерговыделения.
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 1 и 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»
89-75	зачтено	4 «хорошо»
74-60	зачтено	3 «удовлетворительно»
менее 60	не зачтено	2 «не удовлетворительно»

6.2.2. Наименование оценочного средства

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 термомпары. 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 1 и 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»

6.2.3. Наименование оценочного средства

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 остаточного энерговыделения.
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 остаточного энерговыделения.
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 1 и 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»

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

Максимальное число баллов за семестр – 100. Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 60. Максимальное число баллов на зачете – 40.

Минимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 40. 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 позволяет 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 балльно-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).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Г.В. Аркадов, В.И. Павелко, Б.М. Финкель. Системы диагностирования ВВЭР. Энергоатомиздат. М., 2010.
2. Технические средства диагностирования. Справочник. Под общей редакцией чл.-кор. АН СССР В.В. Ключева, 2012.
3. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем [Электронный ресурс] [Текст] : учебное пособие / Березкин Е. Ф. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 260 с. <https://e.lanbook.com/book/115514>

4. Сапожников, В. В. Основы теории надежности и технической диагностики [Электронный ресурс] [Текст] : учебник / Сапожников В. В., Сапожников В. В., Ефанов Д. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 588 с. <https://e.lanbook.com/book/115495>
5. Солодов, В. С. Техническая диагностика радиооборудования и средств автоматики [Электронный ресурс] [Текст] : учебное пособие / Солодов В. С., Калитёнков Н. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 156 с. <https://e.lanbook.com/book/123673>

б) дополнительная учебная литература:

- Журнал “Дефектоскопия”
- Журнал “Контроль и диагностика”
- Журнал “В мире НК”

8. 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-diaagnostiki-sostojanija- aktivnoj-zony-jajeu.html](http://dslib.net/raschetno-izmeritelnaja-sistema-diaagnostiki-sostojanija-aktivnoj-zony-jajeu.html)
- О задаче классификации спектра шумов в диагностике ЯЭУ.

Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.

iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/09/350/9350101.pdf

9. 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.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

MicrosoftOffice.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лаборатория кафедры «Автоматика, контроль и диагностика», оснащённая специализированными приборами, компьютерами.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. 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.

12.2. 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.