

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
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы контроля, управления и диагностики оборудования

Шифр, название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Шифр, название направления

профиля

Ядерные реакторы и энергетические установки

Шифр, название профиля

Форма обучения: заочная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирования навыков проектирование и конструирования оборудования с использованием пакетов и элементов автоматического проектирования.

Задачи дисциплины:

- изложить принципы разработки заданий на этапе проектирования;
- научить выбирать из повременных пакетов САПР необходимое и достаточное приложение для решения конкретных задач.
- изучить основные нормативные документы в сфере деятельности.
- овладеть общими принципами изложения и оформления технической документации.

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

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к профессиональному модулю; изучается на 2 курсе в (во) установочную, зимнюю и летнюю сессии.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: физика ядерных реакторов; ядерный топливный цикл.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: производственная практика: преддипломная практика; производственная практика: технологическая (проектно- технологическая) практика.

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

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

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-5.1	Способен производить анализ технического состояния реакторного оборудования, технологических систем и трубопроводов	З-ПК-5.1 Знать системы контроля, управления и диагностики оборудования; Знать основные этапы обоснования безопасности при эксплуатации реакторов различных типов; У-ПК-5.1 Уметь выполнять расчетное обоснование эксплуатации реакторов; Уметь Моделировать процессы в оборудовании АЭС; В-ПК-5.1 Владеть специализированными расчетными комплексами, применяемыми для обоснования эксплуатации реакторов; Владеть программными кодами моделирования процессов в оборудовании АЭС.
УКЦ-1	Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том	З-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных

	числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий
УКЦ-2	Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	3-УКЦ-2 Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках освоения ОП магистратуры программа воспитания не реализуется.

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	Количество часов на вид работы по семестрам:				
	2 курс, установ. сессия	2 курс, зимняя сессия	2 курс, летняя сессия		Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем					
Аудиторные занятия (всего)	16	16			32
В том числе:					
<i>лекции</i>	6	6			12
<i>практические занятия</i>					
<i>лабораторные занятия</i>	10	10			20
Промежуточная аттестация					
В том числе:					
<i>зачет</i>		4			4
<i>зачет с оценкой</i>					
<i>экзамен</i>			9		9
Самостоятельная работа обучающихся	56	88	27		171
Всего (часы):	72	108	36		216
Всего (зачетные единицы):	2	3	1		6

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 (час)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Ведение	1				10
2.	Статистические методы обработки информации для анализа состояния оборудования	2		20		50
3.	Системы контроля, управления и диагностики ЯЭР	7				51
4.	Методы и алгоритмы диагностики оборудования АЭС по данным оперативного технологического контроля	2				60
	Всего:	12		20		171

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

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Введение	Содержание дисциплины, основная литература
2	Статистические методы обработки информации для анализа состояния оборудования.	Флуктуационные составляющие сигналов параметров оборудования. Коэффициенты корреляции. Авто и взаимокорреляционные функции. Спектральная плотность мощности. Взаимная спектральная плотность мощности. Использование шумов параметров для диагностики оборудования АЭС.
3	Системы контроля, управления и диагностики ЯЭР.	Модернизация системы внутриреакторного контроля в новых проектах АЭС. Системы контроля вибраций элементов оборудования. Система контроля течей теплоносителя первого контура. Система обнаружения свободных предметов в ГЦК. Система автоматизированного контроля остаточного ресурса. Система комплексного диагностирования.
4	Методы и алгоритмы диагностики оборудования АЭС по данным оперативного технологического контроля.	Опыт аварий и инцидентов на АЭС. Методы и алгоритмы диагностирования АЭС. Параметрические методы. Логические модели. Опыт внедрения и эксплуатации систем поддержки оператора. Модели классификации и распознавания аномалий в состоянии оборудования.

Лабораторные работы

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Статистические методы обработки результатов измерений.	Коэффициенты корреляции. Авто и взаимно корреляционные функции и их анализ. Интерпретация полученных результатов обработки.
2.	Системы контроля вибраций оборудования	Измерения вибраций насосов на насосном стенде кафедры ОиЭ ЯЭУ. Определение спектральных характеристик вибраций насосов в различных режимах их работы.

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

1. Казанский Ю. А. Кинетика ядерных реакторов. Коэффициенты реактивности. Введение в динамику : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. А. Казанский, Я. В. Слекеничс. - М. : НИЯУ МИФИ, 2012. - 300 с. : ил.(275экз.)
2. Арнольдов М. Н. Основы метрологического обеспечения температурного контроля реакторных установок : учеб. пособие для студ. вузов / М. Н. Арнольдов, В. А. Каржавин, А. И. Трофимов. - М. : МЭИ, 2012. - 248 с. : ил.(50экз.)
3. Иванова Г. М. Теплотехнические измерения и приборы : учеб. для студ. вузов / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. - 3-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2007. - 460 с. : ил.(5экз.)
4. Слекеничс Я. В. Системы контроля, управления и защиты АЭС : учеб. пособие для слушателей ФПК / Я. В. Слекеничс. - Обнинск : ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2010. - 124 с. (30экз.)
5. Системы внутриреакторного контроля АЭС с реакторами ВВЭР. М.: Энергоатомиздат, 1987 г.

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	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущий контроль			
1.	Статистические методы обработки информации для анализа состояния оборудования.	3-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2	Контроль и оценка активности каждого обучающегося на практических занятиях. Вопросы фронтального опроса студентов после изучения темы.
Промежуточный контроль			
	Зачет	3-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2	Вопросы на зачет.
	Экзамен	3-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2	Вопросы на экзамен.

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

- а) типовые вопросы (задания):
- б) критерии оценивания компетенций (результатов):
- в) описание шкалы оценивания:

8.2.1. Вопросы для подготовки к экзамену (зачету)

1. Случайные процессы. Классификация случайных процессов.
2. Эргодический случайный процесс.
3. Авто- и взаимно-корреляционные функции.
4. Спектральная плотность мощности.
5. Взаимная спектральная плотность.
6. Функция когерентности.
7. Соотношения между входным и выходным сигналами линейной системы.
8. Требования к составу СКУД.
9. Требования к системе внутриреакторного контроля.
10. Требования к системе контроля вибраций (СКВ).
11. Требования к системам контроля течей в первом контуре.
12. Методы контроля течей в первом контуре.

13. Требования к системе обнаружения свободных и слабозащищенных предметов в ГЦК (СОСП).
14. Требования к системе автоматизированного контроля остаточного ресурса (САКОР).
15. Требования к системе комплексного диагностирования (СКУД).
16. Требования к системе комплексного анализа.
17. Параметрические методы диагностирования оборудования АЭС.
18. Логические модели диагностирования оборудования АЭС.
19. Примеры систем диагностики, использующих логические модели.
20. Методы распознавания образов в задаче диагностики оборудования АЭС.
21. Принципы анализа состояния активной зоны ВВЭР 1000 по данным систем контроля температур и энерговыделения в активной зоне.
22. Принципы анализа данных технологического контроля для оценки состояния оборудования АЭС.

Оценочное средство промежуточного контроля (зачет).

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено (от 100 до 90 баллов)	полно раскрыто содержание материала вопросов зачета; – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; - продемонстрировано глубокое знание материала программы курса (части курса) – точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; – ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; – допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.
Зачтено (от 89 до 75 баллов)	– вопросы зачета изложены систематизированно и последовательно; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - допущены один – два недочета при освещении основного

	содержания отчета, исправленные по замечанию комиссии; - допущены ошибка или более двух недочетов при освещении материала задания, которые могут быть относительно просто исправлены по замечанию преподавателя, демонстрационный материал (схемы, графики, чертежи) по теме индивидуального задания не в полном объеме.
Зачтено (от 74 до 60 баллов)	– неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; - выявлены пробелы в знаниях основных алгоритмов и измерительным системам АЭС; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Не зачтено (менее 60 баллов)	– ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; – допущены грубые ошибки в описании алгоритмов расчета основных контролируемых параметров технологических систем, или структура и конструкции измерительных систем АЭС описана неверно; – лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.

хорошо	75 - 89	– материал экзаменационного билета изложен систематизированно и последовательно; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - допущены один – два недочета при освещении основного материала билета, исправленные по замечанию экзаменатора; - допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных (дополнительных) вопросов, которые исправляются после наводящих вопросов.
---------------	----------------	---

Удовлетворительно	60 -74	– при ответе на вопросы экзаменационного билета неполно или непоследовательно изложено содержание материала, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего материала – даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы экзаменатора(ов); – имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; – выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков; - выявлены пробелы в знаниях по основным системам и оборудованию АЭС; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Неудовлетворительно	Менее 60	– при ответе на вопросы экзаменационного билета не раскрыто содержание учебного материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании компетенций учебного курса; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после наводящих вопросов экзаменатора(ов). – не сформированы компетенции, умения и навыки.

6.2.3. Типовые вопросы текущего контроля.

Тема 1. Статистические методы обработки информации для анализа состояния оборудования

- 1.1. Что означает коррелированность случайных величин?
- 1.2. В каких случаях коррелированность случайных величин можно интерпретировать как линейную зависимость?
- 1.3. Признаки эргодичности случайного процесса.
- 1.4. Как меняется вид автокорреляционной функции в зависимости от частотного содержания случайного процесса?
- 1.5. Что можно сказать о процессе, если при очень больших временах задержки автокорреляционная функция не стремится к нулю?
- 1.6. Физическая интерпретация спектральной плотности мощности.

- 1.7. Что можно сказать о содержательности информации, представленной в автокорреляционной функции и спектральной плотности мощности?
- 1.8. Что такое частота среза?
- 1.9. Какие условия при измерении спектральной плотности мощности должны быть соблюдены при дискретизации реализации случайного процесса.
- 1.10. Приведите примеры использования шумов различных параметров для целей диагностики оборудования.
- 1.11. В каких интервалах частот проявляются различные физические процессы в оборудовании АЭС?

Тема 2. Методы и алгоритмы диагностики оборудования АЭС по данным оперативного технологического контроля.

- 2.1. Назовите признаки по которым определяется появление течи теплоносителя в первом контуре.
- 2.2. Назовите признаки появления в ГЦК свободных предметов.
- 2.3. Какие параметры используются для оценки остаточного ресурса.
- 2.4. Как вы объясните, почему в первый момент проявления аварийной ситуации даже опытные операторы предпринимают ошибочные действия.
- 2.5. Назовите недостатки систем диагностики, использующих параметрические модели обработки информации.
- 2.6. Назовите недостатки систем диагностики, использующих логические модели диагностики.
- 2.7. Почему операторы ЯЭР с недоверием относятся к информации, предоставляемой им системами поддержки операторов?
- 2.8. Какая из рассмотренных нами систем поддержки оператора, на Ваш взгляд наиболее полезна?
- 2.9. Не смотря на совершенствование систем безопасности, внедрение новых систем контроля, аварии все таки происходят. Что делать?
- 2.10. Какие особенности эксплуатации оборудования положены в основу алгоритмов диагностики при представлении оборудования сложной системой?
- 2.11. Какую информацию исходного пространства параметров мы сохраняем при проекции вектора параметров в пространство 2-х главных компонент?

Оценочное средство текущего контроля.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
10	Студент активно воспринимает информацию на лекции. Задает вопросы по существу. Внятно и правильно отвечает на вопросы лектора.
10	Студент активно участвует в работе практического занятия. По ответам на вопросы преподавателя очевидно, что он готовился к практическому занятию.

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).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	1. Текущий контроль за освоением лекционного материала студентами. Оценка персональной активности студентов.	18	30
	2. Текущий контроль за практическим освоением теоретического материала. На вопросы преподавателя отвечает правильно. Задания выполняет без особых затруднений.	18	30
Промежуточный	Зачет (экзамен)	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, 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»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо 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»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, 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		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной

	вно»/ «не зачтено»		части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине
--	-----------------------	--	--

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

а) основная учебная литература:

1. Казанский Ю. А. Кинетика ядерных реакторов. Коэффициенты реактивности. Введение в динамику : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. А. Казанский, Я. В. Слекеничс. - М. : НИЯУ МИФИ, 2012. - 300 с. : ил.(275экз.)
2. Арнольдов М. Н. Основы метрологического обеспечения температурного контроля реакторных установок : учеб. пособие для студ. вузов / М. Н. Арнольдов, В. А. Каржавин, А. И. Трофимов. - М. : МЭИ, 2012. - 248 с. : ил.(50экз.)
3. Иванова Г. М. Теплотехнические измерения и приборы : учеб. для студ. вузов / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. - 3-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2007. - 460 с. : ил.(5экз.)
4. Слекеничс Я. В. Системы контроля, управления и защиты АЭС : учеб. пособие для слушателей ФПК / Я. В. Слекеничс. - Обнинск : ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2010. - 124 с. (30экз.)
5. Аркадов Г. В., Павелко В. И., Усанов А. И. Виброшумовая диагностика ВВЭР – М.; Энергоатомиздат, 2004. – 344с.: ил. (3экз.)

б) дополнительная учебная литература:

1. Бендат Дж, Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. М: Мир 1989-540с. Ил.
2. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2006. – 816с. : ил. (40 экз.).

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

Рекомендуемые интернет ресурсы для освоения дисциплины:

электронно-библиотечная система <http://elibrary.ru>,

электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий

<http://www.IQlib.ru>,

электронно-библиотечная система «Издательство Лань» www.e.lanbook.com,

электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ www.library.mephi.ru.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения;

	помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовки к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю
Лабораторные занятия	При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК.
Доклад	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Индивидуальное домашнее задание	При выполнении индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

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

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

Не требуется.

12.2. Перечень программного обеспечения

Программа для разработки моделей и выполнения чертежей / объемов (Компас 3D и тд.).

12.3. Перечень информационных справочных систем

Не требуется

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

Для наглядного представления лекционного материала используется компьютерная презентация по всем темам рабочей программы дисциплины.

Кроме этого, используются макеты основного оборудования и схемы, имеющиеся в специализированных классах кафедры, тренажерный центр функционально-аналитических тренажеров блоков с реакторами ВВЭР-1000, РБМК-1000, БН-800, тренажер учебной лаборатории «Реакторная физика, конструкция, управление и безопасная эксплуатация ЯЭУ».

При проведении практических занятий используется Гидродинамический испытательный стенд насосов ГИСН 16/18.

А также многоканальный синхронный регистратор и анализатор вибросигналов для исследования:

- вибрационного состояния насосных агрегатов
- обнаружения аномалий в работе насосных агрегатов во данным вибродиагностики).

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Статистические методы обработки информации для анализа состояния оборудования	Лекция	2	Дискуссии. Обсуждение практического использования статистических методов для анализа эксплуатационной информации.
2	Системы контроля, управления и диагностики ЯЭР	Лекция Практические занятия	10 32	Обсуждение необходимости модернизации систем контроля и управления для новых проектов. Обсуждение практических особенностей виброизмерений, обработки и анализа результатов.
3	Методы и алгоритмы диагностики оборудования АЭС по данным оперативного технологического контроля	Лекция	4	Дискуссии и сравнение достоинств и недостатков различных методов и моделей диагностирования оборудования. Дискуссия о практической полезности систем поддержки оператора, использующих различные модели

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

Знания полученные студентом при самостоятельном изучении темы проверяются дополнительными вопросами при сдаче зачета.

Для самостоятельного изучения, обучающимся предлагается тема:

«Виброшумовая диагностика ВВЭР».

Вопросы для самоконтроля:

1. Инциденты, обусловленные аномально вибрирующими ВКУ и ТВС.
2. Зарубежный опыт виброшумовой диагностики в эксплуатационных условиях.
3. Особые свойства системы виброшумовой диагностики.
4. Общие методы выделения диагностической информации из реакторных шумов.

14.3. Краткий терминологический словарь

АкЗ – активная зона

АКНП – аппаратура контроля нейтронного потока

АКФ – автокорреляционная функция

АЗ - аварийная защита

АСПМ - автоспектральная плотность мощности

АЧХ - амплитудно-частотная характеристика

АЭС – атомная электрическая станция

БЗТ – блок защитных труб
БПФ – быстрое преобразование Фурье
БЩУ – блочный щит управления
ВКУ – внутрикорпусные устройства
ВКФ – взаимнокорреляционная функция
ВРК – внутривреакторный контроль
ВСПМ – взаимная спектральная плотность мощности
ГЦН – главный циркуляционный насос
ДПЗ – детектор прямого заряда
ИК – ионизационная камера
КГО – контроль герметичности оболочек
КД – компенсатор давления
КНИ – канал нейтронных измерений
ПГ – парогенератор
ПНИ – пусконаладочные испытания
ПО – программное обеспечение
ППР – планово – предупредительный ремонт
РУ – реакторная установка
СВРК – система внутривреакторного контроля
СВШД – система виброшумовой диагностики
СУЗ – система управления и защиты
ТВС – тепловыделяющая сборка
ТН – теплоноситель
ТП – термопара

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 так же, 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 так же 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 литература 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:

С.Т. Лескин, зав. кафедрой ОиЭ ЯЭУ, д.т.н., профессор

Рецензент:

О.Ю. Кочнов, д.т.н., профессор ОЯФиТ