

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Нововоронежский политехнический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НВПИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДЕНА:

Руководителем НВПИ НИЯУ МИФИ


Е.Н. Булатова
« 14 » марта 2023 г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ **«Экспериментальные методы исследований на АЭС»**

Направление подготовки: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Нововоронеж 2023 г.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 кредита, 180 часов.

<i>Контактная работа</i>	<i>64</i>	<i>часов</i>
лекции	32	часа
практические занятия	16	часов
лабораторные занятия	16	часов
<i>Самостоятельная работа</i>	<i>62</i>	<i>часа</i>

Форма отчетности:

экзамен 7 семестр

Курсы: 4

Семестры: 7

Практическая подготовка 16 часов

Лекции практическая подготовка	4 часа
Практика практическая подготовка	4 часа
Самостоятельная работа практическая подготовка	4 часа
Контроль	4 часа

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины «Экспериментальные методы исследований на АЭС» являются формирование у будущих бакалавров знаний в области теоретических основ исследований преобразования внутренней, тепловой и механической энергии в электрическую в энергетических установках АЭС различного типа, а также основ проектирования и эксплуатации этих установок. Приобретение навыков расчета схем измерений на оборудовании атомных электростанций, составление тепловых балансов и расчет основных технико-экономических показателей электростанций на базе полученных измерений.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение основных способов и режимов экспериментальных работ на тепломеханическом оборудовании и системах АЭС;
- обоснование взаимосвязи и зависимости параметров режимов работы установки, анализ полученных результатов измерений и разработка способов их регулирования;
- формирование способности у студента анализировать параметры аварийных режимов, выявлять их причины, локализовать и ликвидировать аварийные ситуации;
- формирование способности у студента работать с нормативными документами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Экспериментальные методы исследований на АЭС» относится к Дисциплины (модули) по выбору 4 (ДВ.4) Блока 1., изучается в 7 семестре.

Для освоения данной дисциплины требуется знание следующих дисциплин:

Техническая термодинамика; Механика жидкости и газов; Теория переноса нейтронов; Атомные электростанции.

Данная дисциплина является специальной, одной из завершающих образовательный процесс, знания ее материалов необходимы для изучения таких дисциплин как Эксплуатация турбомашин АЭС, Теплообменные аппараты и парогенераторы, при выполнении выпускной квалификационной работы, а так же помогут студентам в научно-исследовательской работе и в дальнейшей профессиональной деятельности.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ПК-14, Способен участвовать в испытаниях и определении работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

ПК-18 - Способен участвовать в демонтаже, ремонте, проверке, монтаже, наладки оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования

ПК-2 – Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов

ПК-13 Способен к участию в планировании монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведении приемо-сдаточных испытаний оборудования

Согласно Рабочему учебному плану направления, в формировании данных компетенций участвуют дисциплины и виды практик:

ПК-14

Тепломассобмен

Насосы, вентиляторы, компрессоры

Вспомогательное оборудование АЭС

Испытание и наладка энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Технологические системы АЭС

Эксплуатация АЭС

Эксплуатация турбомашин АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ПК-18

Физика ядерных реакторов

Теплообменные аппараты и парогенераторы

Тепломассобмен

Техническое диагностирование технологического оборудования

Испытание и наладка энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ПК-2

Химия

Техническая термодинамика

Теория переноса нейтронов

Материаловедение и технология конструкционных материалов

Теплообменные аппараты и парогенераторы

Испытание и наладка энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ПК-13

Теоретическая механика

Общая энергетика

Атомные электростанции

Материаловедение и технология конструкционных материалов

Ядерные энергетические реакторы

Монтаж и ремонт энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования
- демонтаж, ремонт, проверку, монтаж, наладку оборудования
- методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов
- методы планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования

уметь:

- применять методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования
- проводить входной контроль поступившего оборудования
- проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды
- планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования

владеть:

- навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования
- навыками демонтажа, ремонта, проверки, монтажа, наладки оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования
- методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки соответствующих экспериментальных стендов
- навыками планирования монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практ. работы	Лаб. работы	В т.ч. в ИФ	Самостоятельная работа			
Семестр 7										
1	Введение.	1	2	2		-	2	-	-	10
2	Теоретические основы экспериментов в энергетических установках	2-7	8	8			8	УО	Т	10
3	Способы измерения теплотехнических параметров	8-9	4	4			8	УО	9ПР	10
4	Способы измерения нейтронно-физических параметров	10-11	4	4			8	УО	11ПР	10
5	Обработка результатов экспериментов. Погрешности	12-13	4	4			8	УО	Т	10

	и расчет доверительных интервалов									
6	Информационное обеспечение реакторов ВВЭР	14-16	6	6			8	УО	16ПР	10
7	Диагностика оборудования АЭС	17	4	4			8	17ПР	Т	10
8	Экзамен						12			30
9	Итого за 7 семестр		32	32	-	-	62			100

УО- устный опрос, ПР – контроль выполнения практических работ, Т – тест.

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1 Наименование тем, их содержание и объем в часах

Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (лекционные занятия)
1.	Введение 2 часа, СРС – 2 часа	<p>Преимущества атомных электрических станций по сравнению с тепловыми электростанциями. Тепловые схемы АЭС: <i>одноконтурная, двухконтурная и трехконтурная</i>. Понятие о <i>ядерных цепных реакциях</i>. Жизненный цикл оборудования, системы, установки и энергоблока в целом и его составные этапы. Изменение эксплуатационных характеристик оборудования и систем на разных этапах их жизненного цикла.</p> <p>Понятие о детали, сборочной единице, изделии (оборудовании). Понятие о коммуникациях, арматуре, системах.</p> <p>Определение установки в энергетике. Примеры энергоустановок. Понятие об энергоблоке, электростанции, энергогенерирующей компании.</p>
2.	Теоретические основы экспериментов в энергетических установках. 8 часов	<p>Классификация экспериментальных и испытательных работ, проводимых на АЭС.</p> <p>Эксперименты с новым оборудованием по проверке его соответствия до начала монтажа гарантированным параметрам заводов-изготовителей. Пуско-наладочные эксперименты оборудования в составе системы на соответствие проектным параметрам и задачам системы. Испытания на плотность, прочность и устойчивость к экстремальным воздействиям.</p> <p>Комплексные эксперименты и испытания оборудования и систем в составе энергетической установки. Контрольная сборка внутри корпусных устройств в собственном корпусе реактора. Эксперименты и отладка линейно-угловых и тепло-гидравлических параметров с использованием имитационных тепловыделяющих сборок. Холодно-горячая обкатка оборудования и объем дополнительных экспериментальных исследований.</p> <p>Первая загрузка активной зоны рабочими тепловыделяющими ТВС. Экспериментальная наладка оборудования и систем, участвующих в операциях с ядерным топливом. Экспериментальные работы при первом повышении давления теплоносителя в реакторе и первом контуре. Экспериментальные работы с органами регулирования энерговыделения реактора. Эксперименты на этапе физического пуска реактора.</p> <p>Экспериментальные работы с оборудованием второго контура. Включение схем циркуляционных и охлаждающих вод и эксперименты по определению тепловой эффективности конденсаторов, охладителей различного типа и их систем эксплуатационной очистки. Эксперименты</p>

		<p>на этапе набора вакуума.</p> <p>Исследования смонтированных систем маслоснабжения подшипников турбины, генератора и возбуждителя на пропускную и охлаждающую способность. Исследования смонтированных систем масло-водородных уплотнений. Экспериментальные работы при постановке валопровода «турбина – генератор – возбуждитель» на волоповорот.</p> <p>Экспериментальные работы и исследования на холостом ходу турбогенератора. Настройка, исследования и снятие статической и динамической характеристик системы регулирования турбины.</p> <p>Настройка и исследования механизмов автомата безопасности турбины.</p> <p>Экспериментальные работы и исследования на этапе энергетического пуска энергоблока.</p> <p>Экспериментальные исследования на этапе ступенчатого освоения мощности энергоблоком. Комплексные экспериментальные работы и исследования на полной мощности. Подконтрольная эксплуатация.</p> <p>Понятие об аномалии, критическом состоянии, работоспособном и неработоспособном состоянии оборудования.</p> <p>Плановые работы по экспериментальным исследованиям при эксплуатации энергоблока. Предремонтные и послеремонтные экспериментальные исследования. Расчеты по этим испытаниям. Экспериментальные исследования после реконструкции или модернизации оборудования и систем.</p> <p>Экспериментальные исследования при окончании гарантированного заводского срока эксплуатации оборудования. Разработка предложений о продлении срока эксплуатации оборудования и выработка компенсирующих мероприятий для сохранения высокого уровня надежности оборудования при работе его на этапе продления эксплуатации.</p>
3.	<p>Способы измерения теплотехнических параметров.</p> <p>4 часа</p>	<p>Экспериментальные работы при первом повышении давления теплоносителя в реакторе и первом контуре.</p> <p>Основы <i>теплого расчета парогенератора</i> с водо-водяным энергетическим реактором.</p> <p>Расчетное обеспечение эксплуатации ВВЭР.</p>
4	<p>Способы измерения нейтронно-физических параметров.</p> <p>4 часа</p>	<p>Эксперименты и отладка линейно-угловых и тепло-гидравлических параметров с использованием имитационных тепловыделяющих сборок. Первая загрузка активной зоны рабочими тепловыделяющими ТВС.</p> <p>Экспериментальная наладка оборудования и систем, участвующих в операциях с ядерным топливом.</p> <p>Экспериментальные работы с органами регулирования энерговыделения реактора. Эксперименты на этапе физического пуска реактора.</p> <p>Экспериментальное обоснование безопасности</p>

		<p>эксплуатации реактора на различных режимах мощности. Экспериментальные работы и исследования на этапе энергетического пуска энергоблока.</p> <p>Экспериментальные исследования на этапе ступенчатого освоения мощности энергоблоком. Комплексные экспериментальные работы и исследования на полной мощности. Подконтрольная эксплуатация.</p> <p>Основы <i>физического расчета</i> ядерного реактора. Глубина выгорания ядерного топлива.</p>
5	<p>Обработка результатов экспериментов. Погрешности и расчет доверительных интервалов.</p> <p>4часа</p>	<p>Обработка данных и линеаризация их по времени при децентрализованном эксперименте. Обработка данных и линеаризация их по времени при пассивном эксперименте. Расчёт средне-квадратичных ошибок измерений и оценка погрешностей по каждому каналу измерения.</p>
6	<p>Информационное обеспечение реакторов ВВЭР 6часов,</p>	<p>Физические особенности реакторов ВВЭР. Расчетное обеспечение эксплуатации.</p> <p>Основные задачи и этапы нейтронно-физических расчетов в эксплуатации. Краткая характеристика расчетных программ, составляющих комплекс программ эксплуатационных нейтронно-физических расчетов реакторов ВВЭР.</p> <p>Программы подготовки констант. Назначение и характеристика программ "УНИРАСОС", "КАССЕТА".</p> <p>Комплекс программ имитации работы реактора ВВЭР (БИПР). Назначение и использование для эксплуатации.</p> <p>Требования к расчетным программам, используемым в эксплуатации, и анализ результатов расчетов.</p> <p>Система внутрореакторного контроля (СВРК). Назначение и функции системы.</p> <p>Контроль распределения энерговыделения в активной зоне. Детекторы прямого заряда. Классификация. Конструкция ДПЗ и канала нейтронных измерений.</p> <p>Диагностика системы измерения энерговыделения в активной зоне в процессе эксплуатации.</p> <p>Температурный контроль. Диагностика системы температурного контроля.</p> <p>Программное обеспечение СВРК. Структура. Назначение основных разделов.</p> <p>Содержание и алгоритмы раздела оперативных расчетов.</p> <p>Содержание и алгоритмы раздела физических расчетов.</p> <p>Состояние дел и перспективы развития систем внутрореакторного контроля.</p> <p>Экспериментальное обоснование безопасности эксплуатации.</p> <p>Вывод реактора в критическое состояние. Ограничения и начало работы энергоблока.</p> <p>Измерения на минимально контролируемом уровне мощности. Определение максимального тока камеры.</p> <p>Определение эффективности ОР СУЗ и симметричности</p>

		<p>загрузки. Температурный барометрический, барометрический эффекты реактивности. Измерения на энергетическом уровне мощности. Эффективность ОР СУЗ. Мощностной эффект реактивности. Стационарное и нестационарное отравление ксеноном.</p>
7	<p>Диагностика оборудования АЭС 4 часа</p>	<p>Анализ шумов параметров реактора. Понятие о случайном процессе. Эргодический случайный процесс. Автокорреляционная функция и ее применение. Спектральная плотность мощности. Взаимно корреляционная функция и ее применение. Взаимная спектральная плотность. Функция когерентности. Основные соотношения между выходными и входными сигналами системы. Измерение случайных процессов. Понятие о частоте среза. Вычисления характеристик случайных процессов. Анализ шумов энергетического реактора. Частотные характеристики процессов. Обнаружение кипения теплоносителя. Анализ вибраций внутрикорпусных устройств. Диагностика течи в парогенераторах натрий-вода по шумам магнитного расходомера. Анализ данных оперативного технологического контроля. Состояние дел и методы диагностирования ЯЭУ. Опыт разработки систем поддержки операторов. Представление ЯЭУ как сложной системы. Методы оценки состояния сложных систем. Кластерный анализ. Распознавание образов. Оценка информативности данных. Решение практических задач анализа данных оперативного контроля для диагностирования оборудования АЭС: - оценка состояния активной зоны ВВЭР 1000 по данным СВРК; - идентификация предаварийного состояния парогенераторов натрий-вода; - диагностика ГЦН ВВЭР 1000.</p>

4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объем в часах

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ		
	Наименование практического занятия	выполнение (час)	
		аудитор- ных	Сам рабо- та сту- дента
Общие законы и формы познания мира и методы проведения исследований	Выборки (математическое ожидание, дисперсии, и др. оценки). Проверка нормальности закона распределения	4	4
Классификация методов исследований	Метод наименьших квадратов. Парная корреляция. Уравнение регрессии. Проверка регрессионного уравнения на значимость и адекватность	4	4
Проведение экспериментальных исследований и обработка полученных результатов	Построение планов полного и дробного факторного экспериментов	4	4
Организация и проведение научно-технического исследования	Нахождение экстремума при планировании эксперимента	4	4
ВСЕГО:		16	16

4.3 Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и рекомендуемой литературы для подготовки теоретического материала, решения тестов и практических задач. Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 60 часов в 7 семестре.

Самостоятельная работа студента (СРС)	
Семестр 7	
Изучение теоретического материала (задания лектора), в т.ч. подготовка к зачету	44
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	18
Итого за 7 семестр	62

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Экспериментальные методы исследований на АЭС» используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в форме лекций с применением компьютерного проектора, комплекта настенных плакатов, макетов основного оборудования и макета главного корпуса АЭС с ВВЭР – 1000 с разрезами в аудиториях института и УТП. Для контроля усвоения студентом модулей данного курса широко используются тестовые технологии, то есть банк вопросов в открытой и закрытой форме, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного модуля курса или всего курса в целом.

5.2. Информационные технологии

В учебном процессе применяются:

- мультимедийные средства (компьютер, проектор, учебные фильмы);
- презентации отдельных тем разделов дисциплины;
- электронный УМКД;
- электронные пособия по конструкциям реакторов разного типа;
- электронные архивы и библиотеки

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

6.1.1 Модели контролируемых компетенций

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ПК-14, Способен участвовать в испытаниях и определении работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

ПК-18 - Способен участвовать в демонтаже, ремонте, проверке, монтаже, наладки оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования

ПК-2 – Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов

ПК-13 Способен к участию в планировании монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведении приемо-сдаточных испытаний оборудования

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

31- методы проведения испытаний и определения работоспособности

установленного и ремонтируемого оборудования

32- демонтаж, ремонт, проверку, монтаж, наладку оборудования

33- методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов

34- методы планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования

уметь:

У1- применять методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

У2- проводить входной контроль поступившего оборудования

У3- проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды

У4- планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования

владеть:

В1- навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

В2- навыками демонтажа, ремонта, проверки, монтажа, наладки оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования

В3- методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки соответствующих экспериментальных стендов

В4- навыками планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования

6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Введение.	-	-	
2	Теоретические основы экспериментов в энергетических установках	ПК-13	УО	Т
3	Способы измерения теплотехнических параметров	ПК-13, ПК-14 ПК-18 ПК-2	УО	9ПР
4	Способы измерения нейтронно-физических параметров	ПК-13, ПК-14 ПК-18 ПК-2	УО	11ПР
5	Обработка результатов экспериментов. Погрешности и расчет доверительных интервалов	ПК-13, ПК-14 ПК-18 ПК-2	УО	Т
6	Информационное обеспечение реакторов ВВЭР	ПК-13, ПК-14 ПК-18 ПК-2	УО	16ПР
7	Диагностика оборудования АЭС	ПК-13, ПК-14	17ПР	Т

		ПК-18 ПК-2		
--	--	------------	--	--

Формами аттестации по дисциплине являются УО-устный опрос, Т-тест.

6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация).

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Практическая работа	Цель проведения практических занятий по дисциплине – выработка и закрепление навыков решения оптимизационных задач В начале каждого занятия студентам отводится 5-10 минут на повторение теоретического материала по теме практического занятия. Затем преподаватель вкратце напоминает алгоритм решения разбираемого на занятии типа задач (5 минут). Первая из предлагаемых к решению задач разбирается у доски с подробными комментариями каждого шага. Решение у доски может проводиться либо преподавателем, либо одним из наиболее успевающих студентов под руководством преподавателя. (В зависимости от типа решаемых задач – от 5 до 15 минут).	Фонд практических заданий
2	Устный опрос	вербально-коммуникативный метод оценки знаний, заключающийся в осуществлении взаимодействия между преподавателем и студентом посредством получения от субъекта ответов на заранее сформулированные вопросы.	Комплект вопросов по разделам дисциплины
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Методы обработки результатов ядерно-физического эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Г. Л. Деденко [и др.] ; ред. : В. Т. Самосадный. - Москва : МИФИ, 2008. – Режим доступа: http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0&Z21ID=2012092420&PATH=book-mephi%2FDedenko_Metody_obrabotki_rezultatov_yadernofizicheskogo_2008.pdf
2. Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи [Электронный ресурс] : (учебное пособие к лабораторному практикуму по курсу "Теория теплообмена") / ред. : В. И. Деев. - Москва : МИФИ, 2008. - (Инженерно-физический практикум). - ISBN 978-5-7262-1083-4.- URL: http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%93%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=VITI0001&PATH=book-mephi%2FDeev_Eksperimentalnye_metody_izucheniya_processov_teploperedachi_2008.pdf

Дополнительная литература

3. Бежко, М.П. Применение ЭВМ в экспериментальных исследованиях [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / М. П. Бежко, И. Ю. Безотосный. - Москва : НИЯУ МИФИ. Ч.1 : учебное пособие для вузов. - [Б. м.], 2011. – Режим доступа: http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0&Z21ID=2012092420&PATH=book-mephi%2FBezhko_Primenenie_EVM_v_eksperimentalnyh_issledovaniyah_2011.pdf
4. Деденко, Г.Л. Методы обработки результатов ядерно-физического эксперимента [Электронный ресурс] : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / Г. Л. Деденко, В. В. Кадилин, Е. В. Рябева. - Москва : МИФИ, 2008. – Режим доступа: http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0&Z21ID=2012092420&PATH=book-mephi%2FDedenko_Metody_obrabotki_rezultatov_yadernofizicheskogo_eksperimenta_2008.pdf
5. Маслов, Ю.А. Моделирование теплогидравлических процессов в реакторных установках и элементах теплообменного оборудования ЯЭУ [Электронный ресурс] : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / Ю. А. Маслов, И. Г. Меринов, Н. О. Рябов. - Москва : МИФИ, 2008. – Режим доступа: http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0&Z21ID=2012092420&PATH=book-mephi%2FMaslov_Modelirovanie_teplogidravlicheskih_processov_v_reaktornyh_ustanovkakh_2008.pdf

6. Морено, Я.Л. Социометрия: Экспериментальный метод и наука об обществе [Текст] / Я. Л. Морено; пер. с англ. - М.: Академ. Проект, 2004. - 320 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://mon.gov.ru/> - официальный сайт Министерства образования и науки РФ;

<http://www.fepo.ru/> - Федеральный интернет-экзамен в сфере профессионального образования;

<http://www.viti-mephi.ru/> - официальный сайт ВИТИ НИЯУ МИФИ;

<http://www.mephi.ru/> - официальный сайт НИЯУ МИФИ (в том числе раздел сайта «Полезные ресурсы»);

www.rosatom.ru/ - официальный сайт госкорпорации «Росатом»;

www.rosenergoatom.ru - официальный сайт ОАО «Концерн Росэнергоатом»;

www.mephist.ru – портал студентов и выпускников МИФИ, учебные материалы;

<http://neo-chaos.narod.ru/books.htm>- книги, статьи, учебные материалы МИФИ;

<http://atomic-energy.ru/> - портал по атомной энергетике;

7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Раздел(тема)	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Теоретические основы экспериментов в энергетических установках	1. Научное исследование: методика проведения и оформление [Текст] / И. Н. Кузнецов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Дашков и К, 2007. - 460 с.	Кузнецов, И.Н.	2007	
2	Способы измерения нейтронно-физических параметров.	1. Методы обработки результатов ядерно-физического эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Г. Л. Деденко [и др.] ; ред. : В. Т. Самосадный. - Москва : МИФИ, 2008. – Режим доступа:	Г. Л. Деденко [и др.] ; ред. : В. Т. Самосадный. -	2008	Электронный ресурс

		http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Dedenko_Metody_obrabotki_rezultatov_yaderno-fizicheskogo_2008.pdf			
--	--	---	--	--	--

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно–методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети факультета и кафедры и находится в режиме свободного доступа для студентов. Допуск студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через компьютеры дисплейного класса (в стандартной комплектации).

Кабинет технологического обслуживания технических систем и оборудования атомных электростанций

Кабинет эксплуатации теплоэнергетического оборудования и технических систем атомных электростанций\1

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Стол ученический – 30 шт.;

Стул ученический –60 шт.;

Комплект мультимедийного оборудования:

мультимедиа-проектор, компьютер экран настенный.

- Виртуальный учебный комплекс "Схемотехника и оборудование АЭС"

- Виртуальный учебный комплекс "Турбинное отделение АЭС"

- Лабораторный стенд «Техническое обслуживание теплообменных аппаратов»

- Стенд тренажер «Монтаж и испытание трубопроводных соединений, ремонт трубопроводов" МиИ-ТС-РТр-020-4ЛР

- Лабораторный стенд "Гидравлическое сопротивление водопроводной арматуры"

Учебный центр Нововоронежской АЭС

- Тренажер местного щита управления «Оборудование технологических систем» (ТМЩ ОТС).

- Демонстрационные экспонаты оборудования ТЦ, РЦ, ЦТАИ

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов,

	<p>понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму. Выполнение поставленной задачи в компьютерном классе. Подготовка ответов к контрольным вопросам: просмотр конспекта лекций, рекомендуемой литературы.</p>
<p>Контроль лабораторной работы</p>	<p>Предполагает оформление отчетов по выполненным работам и ответы на вопросы по теме работы</p>