

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Дмитровградский инженерно-технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель руководителя

_____ Т.И. Романовская
«__» _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.02 Надежность и безопасность ЯЭУ

| | |
|---------------------------------------|--|
| Направление подготовки | <i>14.05.01 ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ И МАТЕРИАЛЫ</i> |
| Квалификация выпускника | <i>инженер-физик</i> |
| Специализация | <i>Ядерные реакторы</i> |
| Форма обучения | <i>очная</i> |
| Выпускающая кафедра | <i>Ядерных реакторов и материалов</i> |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | <i>Ядерных реакторов и материалов</i> |

| Семестр | Трудоемкость час. (ЗЕТ) | Лекций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час. | Форма промежуточного контроля (экз., час./зачет) |
|--------------|-------------------------|--------------|------------------------|----------------------|------------|--|
| 9 | 3(108) | 17 | 17 | | 74 | зачет |
| А | 5(180) | 16 | 32 | | 96 | Экзамен, 36 |
| Итого | 8 | 33 | 49 | | 170 | 36 |

Дмитровград
2020 г.

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины: формирование знаний и умений, реализуемых в практической деятельности связанной с вопросами надежности и безопасности эксплуатации ядерного реактора. **Задачи:** освоение специалистами теоретических и инженерных вопросов, связанных с процессами, протекающими в реакторе, формирование понимания ими современных требований к условиям работы ЯЭУ, умение обосновать безопасность эксплуатации элементов и узлов ядерного реактора, определение безопасных границ процессов, протекающих в реакторе, а также развитие аналитической способности оператора для анализа нейтронно-физических и теплотехнических процессов в ЯР, их особенности, возможных вариантов развития и последствий, с целью принятия мер, предотвращающих возникновение аварийной ситуации.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Надежность и безопасность ЯЭУ относится к вариативной (базовой или вариативной) части блока Б1 (блок 1, блок 2) профессионального модуля учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания, получаемые студентами из курсов математического анализа, общей физики, теории переноса нейтронов, материаловедения, основ проектирования и конструирования ЯЭУ, умения работать с литературой, пользоваться отраслевыми стандартами, правилами и нормами радиационной безопасности, а также уметь классифицировать системы безопасности ядерного реактора,

владение методами математического анализа и вероятностной оценки, численными методами анализа уравнений переноса нейтронов, а также основной терминологией.

Таблица 2.1 - Перечень предшествующих и последующих дисциплин, формирующих общекультурные и профессиональные компетенции

| Код | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины | Последующие дисциплины (группы дисциплин) |
|------------------------------|---|--|---|
| Общекультурные компетенции | | | |
| Профессиональные компетенции | | | |
| ПК-1 | способностью создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов | Математический анализ Векторный и тензорный анализ Интегральные уравнения Линейная алгебра Обыкновенные дифференциальные уравнения Теория функций комплексного переменного Техническая термодинамика Гидродинамика и теплообмен Теория переноса нейтронов Инженерные расчеты и проектирование ЯУ Теория переноса излучения Физическая теория реакторов Асимптотические методы в физике Высшие трансцендентные функции в физике Динамика и безопасность ЯЭУ | Методы проектирования Производственная практика |
| ПК-4 | способностью применять экспериментальные, теоретические и компьютер- | Физика Физический практикум Атомная физика Химия и химический практикум | Учебная практика Преддипломная практика Итоговая государственная аттестация |

| | | | |
|---------|---|---|---|
| | ные методы исследований в профессиональной области | Теоретическая механика Экология Квантовая механика и статистическая физика Сопротивление материалов Численные методы Основы электротехники Электротехника и электроника Компьютерный практикум Ядерная физика Материаловедение: материалы ядерных установок Исследовательские реакторы Методы и приборы физических измерений Курсовой проект: проектирование и выбор оборудования ЯЭУ, безопасность и экономичность ЯЭУ Основы алгоритмических языков программирования Асимптотические методы в физике | |
| ПК-6 | способностью самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования | Физика Физический практикум Атомная физика Химия и химический практикум Теоретическая механика Экология Квантовая механика и статистическая физика Сопротивление материалов Численные методы Основы электротехники Электротехника и электроника Компьютерный практикум Ядерная физика Материаловедение: материалы ядерных установок Исследовательские реакторы Методы и приборы физических измерений Курсовой проект: проектирование и выбор оборудования ЯЭУ, безопасность и экономичность ЯЭУ Основы алгоритмических языков программирования Асимптотические методы в физике Динамика и безопасность ЯЭУ | Методы проектирования Преддипломная практика НИР Итоговая государственная аттестация |
| ПК-31 | способностью разрабатывать и применять информационных технологий для обеспечения безопасности ядерных установок и материалов | Информатика Компьютерный практикум Система автоматического управления | Итоговая государственная аттестация |
| ПСК-1.9 | способностью выбирать критерии безопасной работы | Курсовой проект: проектирование и выбор оборудования ЯЭУ, безопасность и экономичность ЯЭУ | Производственная практика Преддипломная практика НИР |

| | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации | Динамика и безопасность ЯЭУ | Итоговая государственная аттестация |
|--|-----------------------------|-------------------------------------|

Приводятся предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование целевых компетенций в соответствии с матрицей компетенций ОП.

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности).

Таблица 3.1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

| Планируемые результаты освоения ОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина* | | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|--|---|
| Код компетенции | Содержание компетенции | Знать: Уметь: Владеть: |
| ПК-1 | способностью создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и теплопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов | <i>Знать: 31-Основные законы физики и математики, а также границы их применимости; 32- основные уравнения переноса нейтронов и законы распределения энерговыделения в активной зоне реактора</i> <i>Уметь: применять знания для составления и решения дифференциальных и интегральных уравнений, а также систем уравнений.</i> <i>Владеть: навыками использования основных физических и математических законов</i> <i>Владеть: навыками использования основных физических и математических законов</i> |
| ПК-4 | способностью применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области | <i>Знать: схему и методику построения модели, границы и критерии ее применимости</i> <i>Уметь: выбрать нужный метод исследования в соответствии с поставленной задачей</i> <i>Владеть: навыками применения необходимого метода исследования в ходе решения поставленной задачи</i> |
| ПК-6 | способностью самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования | <i>Знать: основные физические законы и методы расчета</i> <i>Уметь: указать, какие законы описывают данное физическое явление или эффект, проводить измерения, а также рассчитывать их погрешность погрешности</i> <i>Владеть: навыками применения физических законов и работы с физическими величинами</i> |
| ПК-31 | способностью разрабатывать и применять информационных технологий для обеспечения безопасности ядерных установок и материалов | <i>Знать: основные и потенциальные опасности ядерных технологий и установок</i> <i>Уметь: анализировать системы безопасности, выбрать наиболее оптимальный комплекс систем безопасности</i> <i>Владеть: навыками расчета современных</i> |

| | | |
|----------|---|--|
| | | систем, приборов и устройств, а так же критериями их выбора |
| ПСК -1.9 | способностью выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации | <i>Знать: принципы построения глубокоэшелонированной защиты ядерных реакторов, а также основные риски эксплуатации ЯЭУ</i> <i>Уметь: применять полученные знания при работе ядерной энергетической установки на мощности</i> <i>Владеть: методами оценки риска</i> |

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 8 зачетных единиц (ЗЕТ), 288 академических часов.

Таблица 4.1

Объем дисциплины по видам учебных занятий (в соответствии с учебным планом)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад. часов) | Семестр* | |
|---|--|-----------|-------------|
| | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 8 (288) | 9 | А |
| Контактная работа с преподавателем: | | | |
| занятия лекционного типа | | 18 | 17 |
| занятия семинарского типа | | | |
| в том числе: семинары | | | |
| практические занятия | | 18 | 34 |
| практикумы | | | |
| лабораторные работы | | | |
| другие виды контактной работы | | | |
| в том числе: курсовое проектирование | | | |
| групповые консультации | | | |
| индивидуальные консультации | | | |
| иные виды внеаудиторной контактной работы | | | |
| Самостоятельная работа обучающихся**: | 165 | 72 | 93 |
| изучение теоретического курса | 165 | 72 | 93 |
| расчетно-графические задания, задачи | | | |
| реферат, эссе | | | |
| курсовое проектирование | | | |
| Вид промежуточной аттестации (зачет***, экзамен) | | зачет | Экзамен(36) |

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 4.2

| № модуля образовательной программы* | № раздела | Наименование раздела дисциплины | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, акад. часы | | | | | Формируемые компетенции |
|-------------------------------------|-----------|---|---|----------------------|---------------------|------------------------|-------------|--|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов | |
| | 1 | Технические ошибки, приводящие к аварийным ситуациям на объектах атомной энергетики. Основные причины отказов технических систем. Комплексные мероприятия по обеспечению безопасности объектов атомной энергетики, барьеры безопасности. Роль неразрушающего контроля в обеспечении безопасности ЯЭУ. Понятие надежности технических объектов. Характеристики надежности. Факторы, обеспечивающие надежность ЯЭУ. Анализ крупных аварий на отечественных и зарубежных атомных станциях. Сравнительная характеристика неразрушающих методов контроля и диагностики, используемых в атомной энергетике. | 2 | 2 | | 10 | 14 | ПК-1 ПК-4 |
| | 2 | Классификация акустических методов контроля, их достоинства и недостатки. Применение акустических методов контроля в ядерной энергетике. Характеристики акустических волн. Классификация волн по форме волнового фронта. Волновое уравнение. Характеристики акустического поля. Упругие волны в твердых телах, их типы и скорость распространения. Смещение частиц в продольных и сдвиговых волнах. Волны в ограниченных твердых телах. Нормальные волны. Особенности распространения нормальных волн. Применение нормальных волн для дефектоскопии технических объектов. | 3 | 3 | | 10 | 16 | ПК-6 ПК-31 |
| | 3 | Акустические свойства сред. Рассеяние и поглощение упругих волн в твердых телах. Отражение и преломление волн на границе сред. Прохождение волны через слой. Наклонное падение волн на границу раздела сред. Способы возбуждения и регистрация акустических волн. Механический способ возбуждения акустических волн. Термоакустический способ возбуждения акустических волн. Магнитострикционный способ возбуждения и регистрации акустических волн. Электромагнитный акустический способ возбуждения и регистрации акустических волн. | 2 | 2 | | 10 | 14 | ПКС-1.9 |
| | 4 | Пьезоэлектрический способ возбуждения и регистрации акустических волн. Основы пьезоэлектричества. Уравнения пьезоэффекта. Искусственные пьезоэлектрики. Эквивалентная схема пьезопреобразователя. Режим работы пьезопреобразователя в качестве резонатора. Эквивалентная схема пьезопреобразователя вблизи резонансной частоты. Акустическое поле пьезоизлучателя. Ближняя и | 3 | 3 | | 10 | 16 | ПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-31 ПКС-1.9 |

| | | | | | | | | |
|--|----|--|---|---|--|----|----|--|
| | | дальняя зона излучателя. Акустическое поле наклонного излучателя. Требования к излучателям УЗ-колебаний. | | | | | | |
| | 5 | Классификация и краткая характеристика акустических методов контроля. Активные методы контроля. Пассивные методы контроля. Общие положения УЗ-дефектоскопии. Способы ввода и приема упругих волн в объект контроля. Классификация преобразователей. Основные требования к преобразователям. | 2 | 3 | | 10 | 15 | ПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-31 ПСК-1.9 |
| | 6 | Методы расширения полосы пропускания преобразователей. Фазированные решетки. Ультразвуковые дефектоскопы. Структурная схема УЗ-дефектоскопа. Типы разверток УЗ-дефектоскопов. Способы измерения координат дефектов в УЗ-дефектоскопах. Обнаружение дефектов, неблагоприятно расположенных относительно преобразователей. | 2 | 3 | | 10 | 15 | ПК-1 ПК-4 ПСК-1.9 |
| | 7 | Основные этапы при контроле эхо-методом. Помехи при контроле эхо-методом. Ложные сигналы. Типичные виды ложных сигналов. Способы выявления ложных сигналов. Предельная чувствительность эхо-метода. Факторы, определяющие предельную чувствительность эхо-метода. | 2 | 3 | | 15 | 20 | ПК-6 ПК-31 ПСК-1.9 |
| | 8 | Методы прохождения УЗ дефектоскопии. Помехи при контроле методами прохождения. Предельная чувствительность методов прохождения. Сравнительная характеристика эхо- и теневого метода дефектоскопии. Методика дефектоскопии изделий. Рекомендации по выбору активных акустических методов контроля. Рекомендации по выбору типов акустических волн. Методы контроля физико-механических свойств материалов. Системы контроля элементов и конструкций атомной энергетики. | 2 | 5 | | 10 | 17 | ПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-31 ПСК-1.9 |
| | 9 | Акустико-эмиссионный метод контроля. Физические основы акустико-эмиссионного контроля. Виды акустической эмиссии. Основные источники акустической эмиссии в металлах. Эффект Кайзера. Информативные параметры акустической эмиссии. Факторы, оказывающие влияние на амплитуду импульсов АЭ. Акустико-эмиссионное диагностическое оборудование. Требования к датчикам АЭ-сигналов. Требования к аппаратуре для АЭ-контроля. | 2 | 3 | | 10 | 15 | ПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-31 ПСК-1.9 |
| | 10 | Акустико-эмиссионная диагностика объектов атомной энергетики. Методические особенности акустико-эмиссионной диагностики объектов использования атомной энергии. Разработка методики и программы диагностического обследования конструкций и оборудования ОИАЭ. Классификация источников акустической эмиссии. | 2 | 3 | | 10 | 15 | |

| | | | | | | | | |
|--|----|---|---|---|--|----|----|---|
| | | <p>Рекомендуемые действия при обнаружении источников АЭ различного класса. Оформление результатов диагностического обследования.</p> <p>Пример организации и проведения диагностики конструкций и оборудования ОИАЭ. Характеристика диагностируемых объектов. Главные циркуляционные трубопроводы. Патрубки температурного контроля. Схема расположения оборудования при диагностике сварных швов ГЦТ. Схема расположения датчиков оборудования при диагностике сварных швов патрубков ГЦТ. Результаты АЭ-диагностики.</p> | | | | | | |
| | 11 | <p>Магнитные и вихретоковые методы неразрушающего контроля. Магнитные методы контроля. Классификация магнитных методов контроля. Основные характеристики магнитных материалов. Магнитное поле дефектов. Способы намагничивания объектов контроля. Размагничивание деталей. Магнитные преобразователи. Феррозондовый преобразователь. Преобразователи Холла. Индукционные дефектоскопы. Феррозондовые дефектоскопы.</p> | 2 | 3 | | 10 | 15 | <p>ПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-31 ПСК-1.9</p> |
| | 12 | <p>Помехи при контроле феррозондовым дефектоскопом. Применение магнитных методов контроля в энергетическом комплексе. Вихретоковый метод контроля. Сущность и область применения вихретокового метода. Достоинства, ограничения и предельная чувствительность вихретокового метода контроля. Классификация вихретоковых методов контроля. Вихретоковые преобразователи (ВТП).</p> | 2 | 3 | | 10 | 15 | <p>ПК-1 ПК-4 ПК-6</p> |
| | 13 | <p>Физические основы вихретокового контроля. Понятие годографа. Закон подобия. ЭДС во вторичной катушке. Изменение положения точек годографа при изменении физических параметров объекта контроля.</p> <p>Взаимосвязь параметров измерительной катушки с эффективной магнитной проницаемостью. Выбор рабочих параметров для контроля методом вихревых токов. Вид годографа изделий из ферромагнитных материалов. Чувствительность ВТП к параметрам контролируемого объекта. Применение вихретокового контроля для оценки качества материалов и изделий. Особенности применения магнитных и вихретокового методов контроля в ядерной энергетике.</p> | 2 | 3 | | 10 | 15 | <p>ПК-6 ПК-31 ПСК-1.9</p> |
| | 14 | <p>Радиационные методы контроля. Классификация радиационных методов контроля. Радиография. Радиоскопия (радиационная интроскопия). Радиографический контроль с использованием рентгеновской пленки. Влияние размеров, формы и вида дефекта и его расположения относительно направления просвечивания. Применение фильтров и компенсаторов. Особенности основных радиационных методов контроля. Использование</p> | 2 | 3 | | 10 | 15 | <p>ПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-31 ПСК-1.9</p> |

| | | | | | | | | |
|----|--|--|---|---|----|----|--|--|
| | | <p>радиационных методов контроля в ядерной энергетике.</p> <p>Обзор применения электрических, тепловых, капиллярных и шумовых методов неразрушающего контроля в топливно-энергетическом комплексе. Оптические методы контроля. Электрические методы. Тепловые методы. Капиллярные методы. Шумовые методы — электрический шум, электрохимический шум, электромагнитный шум (электромагнитная эмиссия).</p> | | | | | | |
| 15 | | <p>Основные положения Федерального закона «Об использовании атомной энергии». Основные задачи правового регулирования. Категории ОИАЭ и объекты применения Закона. Распределение полномочий при осуществлении государственной политики в области использования атомной энергии. Распределение полномочий по организации деятельности и обеспечение безопасности. Распределение полномочий при авариях и чрезвычайных ситуациях. Основные положения Федерального закона «О радиационной безопасности населения». Принципы обеспечения радиационной безопасности. Оценка состояния радиационной безопасности. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными отходами.</p> <p>Государственное управление использованием атомной энергии. Компетенция, основные задачи и функции Минатома России. Концерн «Росэнергоатом» — пример эксплуатирующей организации. Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Федеральные нормы и правила ядерной и радиационной безопасности (технические аспекты): размещение, проектирование, конструирование, сооружение, эксплуатация, вывод из эксплуатации, обоснование безопасности. Система нормативных документов Госатомнадзора России. Общие положения обеспечения безопасности АЭС. Правила ядерной безопасности. Обоснование безопасности.</p> | 2 | 6 | 10 | 18 | ПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-31 ПСК-1.9 | |
| 16 | | <p>Организация лицензирования. Виды деятельности и объекты применения. Проблемы и перспективы лицензионной деятельности. Экспертиза безопасности. Организация надзора за ядерной и радиационной безопасностью, учетом и контролем ядерных материалов и физической защитой ядерных установок. Комплексная, целевая и оперативная инспекция безопасности. Санкции Госатомнадзора России. Физическая защита ядерных материалов.</p> <p>Организация работ в системе сертификации оборудования, изделий и технологий для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения. Цели и структура Системы сертификации оборудования, изделий и технологий.</p> | 3 | 6 | 10 | 19 | ПК-1 ПК-4 ПК-6 ПК-31 ПСК-1.9 | |

| | | | | | | | | |
|--------|--|---|----|----|--|-----|-----|--|
| | | Схемы сертификации. Требования органа государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии к обеспечению качества для ОИАЭ. Блоки АЭС, исследовательские реакторы, ядерные энергетические установки судов, предприятия топливного цикла и пункты хранения. Тенденции в области обеспечения качества в руководствах МАГАТЭ и стандартах ИСО серии 9000. Аттестации программных средств. Организационная структура и процедура аттестации. | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| ИТОГО: | | | 35 | 54 | | 165 | 254 | |

4.2 Содержание дисциплины

Удельный вес проводимых в активных и интерактивных формах проведения аудиторных занятий по дисциплине составляет 100 %.

Лекционный курс

Таблица 4.3

| № лекции | Номер раздела | Тема лекции и перечень дидактических единиц* | Трудоемкость, акад. часов | |
|----------|---------------|--|---------------------------|---|
| | | | всего | в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий |
| 1 | 1 | Основные причины аварий на технических объектах. Основные типы используемых энергетических реакторных установок. Международная шкала ядерных событий. Меры и принципы обеспечения безопасности при проектировании и строительстве ЯЭУ. Барьеры безопасности АЭС. | 1 | 1 |
| 2 | 1 | Надежность технических объектов. Основные принципы и задачи неразрушающего контроля и технической диагностики. | 1 | 1 |
| 3 | 2 | Акустические методы контроля. Классификация акустических методов контроля. Характеристики акустических волн | 1 | 1 |
| 4 | 2 | Характеристики акустического поля. Смещение частиц в продольных и сдвиговых волнах. Волны в ограниченных твердых телах. | 1 | 1 |
| 5 | 2 | Упругие волны в твер- | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| | | дых телах, их типы и скорость распространения. Особенности распространения нормальных волн. Нормальные волны в стержнях. | | |
| 6 | 3 | Акустические свойства сред. Рассеяние упругих волн в твердых телах. Отражение и преломление волн на границе сред. Наклонное падение волн на границу раздела сред. | 1 | 1 |
| 7 | 3 | Возбуждение и регистрация акустических волн. Способы возбуждения и регистрация акустических волн. | 1 | 1 |
| 8 | 4 | Пьезоэлектрический способ возбуждения и регистрации акустических волн. Основы пьезоэлектричества. Уравнения пьезоэффекта в разных переменных. | 1 | 1 |
| 9 | 4 | Эквивалентная схема и акустическое поле. Пьезоизлучателя. Эквивалентная схема пьезопреобразователя. Режим работы пьезопреобразоват в качестве резонатора. | 1 | 1 |
| 10 | 4 | Эквивалентная схема пьезопреобразователя вблизи резонансной частоты. Акустическое поле пьезоизлучателя. Требования к излучателям УЗ-колебаний. | 1 | 1 |
| 11 | 5 | Классификация и краткая характеристика акустических методов контроля. Активные методы контроля. Пассивные методы контроля. | 1 | 1 |
| 12 | 5 | Общие положения УЗ-дефектоскопии. Способы ввода и приема упругих волн в объект контроля. Классификация преобразователей. Основные требования к преобразователям. | 1 | 1 |
| 13 | 6 | Методы расширения полосы пропускания преобразователей. Фазированные | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| | | решетки. | | |
| 14 | 6 | Ультразвуковые дефектоскопы. Структурная схема УЗ-дефектоскопа. Типы разверток УЗ-дефектоскопов. Способы измерения координат дефектов в УЗ-дефектоскопах. Обнаружение дефектов, неблагоприятно расположенных относительно преобразователей. | 1 | 1 |
| 15 | 7 | Основные этапы при контроле эхо-методом. Помехи при контроле эхо-методом. | 1 | 1 |
| 16 | 7 | Ложные сигналы. Типичные виды ложных сигналов. Способы выявления ложных сигналов. Предельная чувствительность эхо-метода. Факторы, определяющие предельную чувствительность эхо-метода. | 1 | 1 |
| 17 | 8 | Методы прохождения УЗ дефектоскопии. Помехи при контроле методами прохождения. Предельная чувствительность методов прохождения. Сравнительная характеристика эхо- и теневого метода дефектоскопии. | 1 | 1 |
| 18 | 8 | Методика дефектоскопии изделий. Рекомендации по выбору активных акустических методов контроля. Рекомендации по выбору типов акустических волн. Методы контроля физико-механических свойств материалов. Системы контроля элементов и конструкций атомной энергетики. | 1 | 1 |
| 19 | 9 | Акустико-эмиссионный метод контроля. Физические основы акустико-эмиссионного контроля. Виды акустической эмиссии. Основные источники акустической эмиссии в металлах. Эффект Кайзера. | 1 | 1 |
| 20 | 9 | Информативные пара- | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|----|---|---|---|
| | | метры акустической эмиссии. Факторы, оказывающие влияние на амплитуду импульсов АЭ. Акустико-эмиссионное диагностическое оборудование. Требования к датчикам АЭ-сигналов. Требования к аппаратуре для АЭ-контроля. | | |
| 21 | 10 | Акустико-эмиссионная диагностика объектов атомной энергетики. Методические особенности акустико-эмиссионной диагностики объектов использования атомной энергии. Разработка методики и программы диагностического обследования конструкций и оборудования ОИАЭ. Классификация источников акустической эмиссии. Рекомендуемые действия при обнаружении источников АЭ различного класса. Оформление результатов диагностического обследования. | 1 | 1 |
| 22 | 10 | Пример организации и проведения диагностики конструкций и оборудования ОИАЭ. Характеристика диагностируемых объектов. Главные циркуляционные трубопроводы. Патрубки температурного контроля. Схема расположения оборудования при диагностике сварных швов ГЦТ. Схема расположения датчиков оборудования при диагностике сварных швов патрубков ГЦТ. Результаты АЭ-диагностики. | 1 | 1 |
| 23 | 11 | Магнитные и вихретоковые методы неразрушающего контроля. Магнитные методы контроля. Классификация магнитных методов контроля. Основные характеристики магнитных материалов. Магнитное поле дефектов. Способы намагничивания объектов контроля. Размагничивание | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|----|--|---|---|
| | | деталей. | | |
| 24 | 11 | Магнитные преобразователи. Феррозондовый преобразователь. Преобразователи Холла. Индукционные дефектоскопы. Феррозондовые дефектоскопы. | 1 | 1 |
| 25 | 12 | Помехи при контроле феррозондовым дефектоскопом. Применение магнитных методов контроля в энергетическом комплексе. | 1 | 1 |
| 26 | 12 | Вихретоковый метод контроля. Сущность и область применения вихретокового метода. Достоинства, ограничения и предельная чувствительность вихретокового метода контроля. Классификация вихретоковых методов контроля. Вихретоковые преобразователи (ВТП). | 1 | 1 |
| 27 | 13 | Физические основы вихретокового контроля. Понятие годографа. Закон подобия. ЭДС во вторичной катушке. Изменение положения точек годографа при изменении физических параметров объекта контроля. | 1 | 1 |
| 28 | 13 | Взаимосвязь параметров измерительной катушки с эффективной магнитной проницаемостью. Выбор рабочих параметров для контроля методом вихревых токов. Вид годографа изделий из ферромагнитных материалов. Чувствительность ВТП к параметрам контролируемого объекта. Применение вихретокового контроля для оценки качества материалов и изделий. Особенности применения магнитных и вихретоковых методов контроля в ядерной энергетике. | 1 | 1 |
| 29 | 14 | Радиационные методы контроля. Классификация радиационных методов контроля. Радиография. Радиоскопия (радиационная | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|----|--|---|---|
| | | интроскопия). Радиографический контроль с использованием рентгеновской пленки. Влияние размеров, формы и вида дефекта и его расположения относительно направления просвечивания. Применение фильтров и компенсаторов. Особенности основных радиационных методов контроля. Использование радиационных методов контроля в ядерной энергетике. | | |
| 30 | 14 | Обзор применения электрических, тепловых, капиллярных и шумовых методов неразрушающего контроля в топливно-энергетическом комплексе. Оптические методы контроля. Электрические методы. Тепловые методы. Капиллярные методы. Шумовые методы — электрический шум, электрохимический шум, электромагнитный шум (электромагнитная эмиссия). | 1 | 1 |
| 31 | 15 | Основные положения Федерального закона «Об использовании атомной энергии». Основные задачи правового регулирования. Категории ОИАЭ и объекты применения Закона. Распределение полномочий при осуществлении государственной политики в области использования атомной энергии. Распределение полномочий по организации деятельности и обеспечение безопасности. Распределение полномочий при авариях и чрезвычайных ситуациях. Основные положения Федерального закона «О радиационной безопасности населения». Принципы обеспечения радиационной безопасности. Оценка состояния радиационной безопасности. Обеспечение радиационной без- | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|----|--|---|---|
| | | опасности при обращении с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными отходами. | | |
| 32 | 15 | Государственное управление использованием атомной энергии. Компетенция, основные задачи и функции Минатома России. Концерн «Росэнергоатом» — пример эксплуатирующей организации. Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Федеральные нормы и правила ядерной и радиационной безопасности (технические аспекты): размещение, проектирование, строительство, сооружение, эксплуатация, вывод из эксплуатации, обоснование безопасности. Система нормативных документов Госатомнадзора России. Общие положения обеспечения безопасности АЭС. Правила ядерной безопасности. Обоснование безопасности. | 1 | 1 |
| 33 | 16 | Организация лицензирования. Виды деятельности и объекты применения. Проблемы и перспективы лицензионной деятельности. Экспертиза безопасности. Организация надзора за ядерной и радиационной безопасностью, учетом и контролем ядерных материалов и физической защитой ядерных установок. Комплексная, целевая и оперативная инспекция безопасности. Санкции Госатомнадзора России. Физическая защита ядерных материалов. | 1 | 1 |
| 34 | 16 | Организация работ в системе сертификации оборудования, изделий и технологий для ядерных устано- | 1 | 1 |

| | | | | |
|--------|----|--|----|----|
| | | вок, радиационных источников и пунктов хранения. Цели и структура Системы сертификации оборудования, изделий и технологии. Схемы сертификации. Требования органа государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии к обеспечению качества для ОИАЭ. | | |
| 35 | 16 | Блоки АЭС, исследовательские реакторы, ядерные энергетические установки судов, предприятия топливного цикла и пункты хранения. Тенденции в области обеспечения качества в руководствах МАГАТЭ и стандартах ИСО серии 9000. Аттестации программных средств. Организационная структура и процедура аттестации. | 1 | 1 |
| Итого: | | | 35 | 35 |

Практические занятия

Таблица 4.4

| № Занятия | Номер раздела | Тема лекции и перечень дидактических единиц* | Трудоемкость, акад. часов | |
|-----------|---------------|--|---------------------------|---|
| | | | всего | в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий |
| 1 | 1 | Основные причины аварий на технических объектах. Основные типы используемых энергетических реакторных установок. Международная шкала ядерных событий. Меры и принципы обеспечения безопасности при проектировании и строительстве ЯЭУ. Барьеры безопасности АЭС. | 1 | 1 |
| 2 | 1 | Надежность технических объектов. Основные принципы и задачи неразрушающего контроля и технической диагностики. | 1 | 1 |
| 3 | 2 | Акустические методы контроля. Классификация акустических методов контроля. Характеристики аку- | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| | | стических волн | | |
| 4 | 2 | Характеристики акустического поля. Смещение частиц в продольных и сдвиговых волнах. Волны в ограниченных твердых телах. | 1 | 1 |
| 5 | 2 | Упругие волны в твердых телах, их типы и скорость распространения. Особенности распространения нормальных волн. Нормальные волны в стержнях. | 1 | 1 |
| 6 | 3 | Акустические свойства сред. Рассеяние упругих волн в твердых телах. Отражение и преломление волн на границе сред. Наклонное падение волн на границу раздела сред. | 1 | 1 |
| 7 | 3 | Возбуждение и регистрация акустических волн. Способы возбуждения и регистрация акустических волн. | 1 | 1 |
| 8 | 4 | Пьезоэлектрический способ возбуждения и регистрации акустических волн. Основы пьезоэлектричества. Уравнения пьезоэффекта в разных переменных. | 1 | 1 |
| 9 | 4 | Эквивалентная схема и акустическое поле. Пьезоизлучателя. Эквивалентная схема пьезопреобразователя. Режим работы пьезопреобразователя в качестве резонатора. | 1 | 1 |
| 10 | 4 | Эквивалентная схема пьезопреобразователя вблизи резонансной частоты. Акустическое поле пьезоизлучателя. Требования к излучателям УЗ-колебаний. | 1 | 1 |
| 11 | 5 | Классификация и краткая характеристика акустических методов контроля. Активные методы контроля. Пассивные методы контроля. | 1 | 1 |
| 12 | 5 | Общие положения УЗ-дефектоскопии. Способы | 2 | 2 |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| | | ввода и приема упругих волн в объект контроля. Классификация преобразователей. Основные требования к преобразователям. | | |
| 13 | 6 | Методы расширения полосы пропускания преобразователей. Фазированные решетки. | 1 | 1 |
| 14 | 6 | Ультразвуковые дефектоскопы. Структурная схема УЗ-дефектоскопа. Типы разверток УЗ-дефектоскопов. Способы измерения координат дефектов в УЗ-дефектоскопах. Обнаружение дефектов, неблагоприятно расположенных относительно преобразователей. | 2 | 2 |
| 15 | 7 | Основные этапы при контроле эхо-методом. Помехи при контроле эхо-методом. | 1 | 1 |
| 16 | 7 | Ложные сигналы. Типичные виды ложных сигналов. Способы выявления ложных сигналов. Предельная чувствительность эхо-метода. Факторы, определяющие предельную чувствительность эхо-метода. | 2 | 2 |
| 17 | 8 | Методы прохождения УЗ дефектоскопии. Помехи при контроле методами прохождения. Предельная чувствительность методов прохождения. Сравнительная характеристика эхо- и теневого метода дефектоскопии. | 2 | 2 |
| 18 | 8 | Методика дефектоскопии изделий. Рекомендации по выбору активных акустических методов контроля. Рекомендации по выбору типов акустических волн. Методы контроля физико-механических свойств материалов. Системы контроля элементов и конструкций атомной энергетики. | 3 | 3 |
| 19 | 9 | Акустико-эмиссионный | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|----|---|---|---|
| | | метод контроля. Физические основы акустико-эмиссионного контроля. Виды акустической эмиссии. Основные источники акустической эмиссии в металлах. Эффект Кайзера. | | |
| 20 | 9 | Информативные параметры акустической эмиссии. Факторы, оказывающие влияние на амплитуду импульсов АЭ. Акустико-эмиссионное диагностическое оборудование. Требования к датчикам АЭ-сигналов. Требования к аппаратуре для АЭ-контроля. | 2 | 2 |
| 21 | 10 | Акустико-эмиссионная диагностика объектов атомной энергетики. Методические особенности акустико-эмиссионной диагностики объектов использования атомной энергии. Разработка методики и программы диагностического обследования конструкций и оборудования ОИАЭ. Классификация источников акустической эмиссии. Рекомендуемые действия при обнаружении источников АЭ различного класса. Оформление результатов диагностического обследования. | 1 | 1 |
| 22 | 10 | Пример организации и проведения диагностики конструкций и оборудования ОИАЭ. Характеристика диагностируемых объектов. Главные циркуляционные трубопроводы. Патрубки температурного контроля. Схема расположения оборудования при диагностике сварных швов ГЦТ. Схема расположения датчиков оборудования при диагностике сварных швов патрубков ГЦТ. Результаты АЭ-диагностики. | 2 | 2 |
| 23 | 11 | Магнитные и вихревые методы неразрушающего контроля. Магнит- | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|----|---|---|---|
| | | ные методы контроля. Классификация магнитных методов контроля. Основные характеристики магнитных материалов. Магнитное поле дефектов. Способы намагничивания объектов контроля. Размагничивание деталей. | | |
| 24 | 11 | Магнитные преобразователи. Феррозондовый преобразователь. Преобразователи Холла. Индукционные дефектоскопы. Феррозондовые дефектоскопы. | 2 | 2 |
| 25 | 12 | Помехи при контроле феррозондовым дефектоскопом. Применение магнитных методов контроля в энергетическом комплексе. | 2 | 2 |
| 26 | 12 | Вихретоковый метод контроля. Сущность и область применения вихретокового метода. Достоинства, ограничения и предельная чувствительность вихретокового метода контроля. Классификация вихретоковых методов контроля. Вихретоковые преобразователи (ВТП). | 1 | 1 |
| 27 | 13 | Физические основы вихретокового контроля. Понятие годографа. Закон подобия. ЭДС во вторичной катушке. Изменение положения точек годографа при изменении физических параметров объекта контроля. | 2 | 2 |
| 28 | 13 | Взаимосвязь параметров измерительной катушки с эффективной магнитной проницаемостью. Выбор рабочих параметров для контроля методом вихревых токов. Вид годографа изделий из ферромагнитных материалов. Чувствительность ВТП к параметрам контролируемого объекта. Применение вихретокового контроля для оценки качества материалов и изделий. Особенности применения магнитных и вих- | 1 | 1 |

| | | | | |
|----|----|---|---|---|
| | | ретокового методов контроля в ядерной энергетике. | | |
| 29 | 14 | Радиационные методы контроля. Классификация радиационных методов контроля. Радиография. Радиоскопия (радиационная интроскопия). Радиографический контроль с использованием рентгеновской пленки. Влияние размеров, формы и вида дефекта и его расположения относительно направления просвечивания. Применение фильтров и компенсаторов. Особенности основных радиационных методов контроля. Использование радиационных методов контроля в ядерной энергетике. | 1 | 1 |
| 30 | 14 | Обзор применения электрических, тепловых, капиллярных и шумовых методов неразрушающего контроля в топливно-энергетическом комплексе. Оптические методы контроля. Электрические методы. Тепловые методы. Капиллярные методы. Шумовые методы — электрический шум, электрохимический шум, электромагнитный шум (электромагнитная эмиссия). | 2 | 2 |
| 31 | 15 | Основные положения Федерального закона «Об использовании атомной энергии». Основные задачи правового регулирования. Категории ОИАЭ и объекты применения Закона. Распределение полномочий при осуществлении государственной политики в области использования атомной энергии. Распределение полномочий по организации деятельности и обеспечение безопасности. Распределение полномочий при авариях и чрезвычайных ситуациях. Основные положения Федерального | 3 | 3 |

| | | | | |
|----|----|--|---|---|
| | | закона «О радиационной безопасности населения». Принципы обеспечения радиационной безопасности. Оценка состояния радиационной безопасности. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными отходами. | | |
| 32 | 15 | Государственное управление использованием атомной энергии. Компетенция, основные задачи и функции Минатома России. Концерн «Росэнергоатом» — пример эксплуатирующей организации. Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Федеральные нормы и правила ядерной и радиационной безопасности (технические аспекты): размещение, проектирование, конструирование, сооружение, эксплуатация, вывод из эксплуатации, обоснование безопасности. Система нормативных документов Госатомнадзора России. Общие положения обеспечения безопасности АЭС. Правила ядерной безопасности. Обоснование безопасности. | 3 | 3 |
| 33 | 16 | Организация лицензирования. Виды деятельности и объекты применения. Проблемы и перспективы лицензионной деятельности. Экспертиза безопасности. Организация надзора за ядерной и радиационной безопасностью, учет и контролем ядерных материалов и физической защитой ядерных установок. Комплексная, целевая и оперативная инспекция безопасности. Санкции | 2 | 2 |

| | | | | |
|--------|----|---|----|----|
| | | Госатомнадзора России. Физическая защита ядерных материалов. | | |
| 34 | 16 | Организация работ в системе сертификации оборудования, изделий и технологий для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения. Цели и структура Системы сертификации оборудования, изделий и технологии. Схемы сертификации. Требования органа государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии к обеспечению качества для ОИАЭ. | 2 | 2 |
| 35 | 16 | Блоки АЭС, исследовательские реакторы, ядерные энергетические установки судов, предприятия топливного цикла и пункты хранения. Тенденции в области обеспечения качества в руководствах МАГАТЭ и стандартах ИСО серии 9000. Аттестации программных средств. Организационная структура и процедура аттестации. | 2 | 2 |
| Итого: | | | 54 | 54 |

Лабораторные работы

Таблица 4.5

| № занятия | Номер раздела | Наименование лабораторной работы и перечень дидактических единиц | Трудоемкость, акад. часов | |
|-----------|---------------|--|---------------------------|---|
| | | | всего | в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий |
| | | | | |
| | | <i>Учебным планом не предусмотрены</i> | | |
| Итого: | | | | |

Самостоятельная работа студента

Таблица 4.6

| Раздел дисциплины | № п/п | Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц | Трудоемкость, часов |
|-------------------|-------|--|---------------------|
| 1 | 1.1 | Технические ошибки, приводящие к аварийным ситуациям на объектах атомной энергетики. | 7,5 |
| | 1.2 | Классификация акустических методов контроля, их достоинства и недостатки | 7,5 |

| | | | |
|---------------|------|---|------------|
| 3 | 2.1 | Акустико-эмиссионный метод контроля | 7,5 |
| | 2.2 | Физические основы акустико-эмиссионного контроля | 7,5 |
| 5 | 5.1 | Магнитные и вихретоковые методы неразрушающего контроля. | 7,5 |
| | 5.2 | Классификация магнитных методов контроля. | 7,5 |
| | 353 | Применение вихретокового контроля для оценки качества материалов и изделий. | 7,5 |
| 7 | 7.1 | Чувствительность и предельная чувствительность радиационных методов контроля. | 7,5 |
| | 7.2 | Способы обработки и представления диагностической информации при использовании радиационных методов контроля. | 7,5 |
| | 7.3 | Использование радиационных методов контроля в ядерной энергетике. | 7,5 |
| 9 | 9.1 | Обзор применения электрических, тепловых, капиллярных и шумовых методов неразрушающего контроля в топливно-энергетическом комплексе | 7,5 |
| | 9.2 | Оптические методы контроля. Электрические методы. | 7,5 |
| | 9.3 | Тепловые методы. Капиллярные методы. Шумовые методы | 7,5 |
| 14 | 14.1 | Основные положения Федерального закона «Об использовании атомной энергии». Основные задачи правового регулирования | 7,5 |
| | 14.2 | Основные положения Федерального закона «О радиационной безопасности населения». | 7,5 |
| | 14.3 | Оценка состояния радиационной безопасности | 7,5 |
| 15 | 15.1 | Государственное управление использованием атомной энергии | 7,5 |
| | 15.2 | Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии. Ф | 7,5 |
| | 15.3 | Система нормативных документов Госатомнадзора России | 7,5 |
| 16 | 16.1 | Комплексная, целевая и оперативная инспекция безопасности | 7,5 |
| | 16.2 | Научные исследования, проводимые в поддержку регулирования безопасности ОИАЭ | 7,5 |
| | 16.3 | Блоки АЭС, исследовательские реакторы, ядерные энергетические установки судов, предприятия топливного цикла и пункты хранения | 7,5 |
| ИТОГО: | | | 165 |

Домашние задания, типовые расчеты и т.п. (при наличии в учебном плане)

Учебным планом не предусмотрены

Рефераты (при наличии в учебном плане)

Учебным планом не предусмотрены

Курсовые работы (проекты) по дисциплине (при наличии в учебном плане)

Учебным планом не предусмотрены

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины при проведении аудиторных занятий используются следующие образовательные технологии: лекции, практические занятия с использованием активных и интерактивных форм проведения занятий.

Интерактивное обучение реализуется как диалоговое обучение в ходе лекционных и практических занятий, что позволяет осуществлять взаимодействие между студентом и преподавателем, а также между самими студентами.

При выполнении практических работ преподаватель занимается лишь общей организацией и регулированием процесса интерактивного взаимодействия студентов в бригадах, на которые разбивается студенческая группа. Преподаватель, кроме того, готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы для успешной реализации заданий, даёт консультации, контролирует время и порядок выполнения намеченного плана практического занятия. При решении задач практического занятия, студентам приходится вступать в коммуникацию друг с другом, совместно решать поставленные задачи, преодолевать конфликты, находить общие точки соприкосновения, идти на компромиссы. В результате, практические занятия позволяют интегрировать теоретические знания и практические умения.

Достижение планируемых результатов освоения дисциплины осуществляется за счет использования следующих образовательных технологий:

1. Информационные технологии – при применении компьютеров для использования электронных версий учебников, учебных пособий, методических указаний, журнальных статей и нормативной документации;
2. Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды.
3. Case-study - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в ядерной энергетике и поиск вариантов лучших решений..

На всех видах контроля студент должен продемонстрировать стандартные профессиональные действия за счет самостоятельного добывания необходимых знаний, умений и компетенций для конкретной и ранее неизвестной ситуации, возникающей при эксплуатации реакторной техники

Применяются вопросы с ветвлением допустимых решений, задачи на формирование прогноза, т.е. предполагаемых изменений в исходном объекте: «Что будет, если сделать то-то?».

При организации самостоятельной работы занятий используются методы самоуправляемой и самоконтролируемой познавательной деятельности через методы и технологии решения задач динамики и безопасности ЯЭУ.

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

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- устные и письменные опросы;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов.

Промежуточный контроль студентов производится в следующих формах:

- тестирование;
- коллоквиумы;
- другие

Итоговый контроль по результатам семестров по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и/или решения задач), зачета

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, перечислены в Приложении.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

| N п/ п | Автор | Название | Место издания | Наименование издательства | Год издания | Количество экземпляров |
|----------------------------------|-------------------------|---|------------------|------------------------------|-------------|--|
| Основная литература | | | | | | |
| 1 | Наумов, В.И | Физические основы без- опасности ядерных реак- торов | Москва | НИЯУ МИФИ | 2013 | 1 http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Naumov_Fizicheskie_osnovy_bezopasnosti_yadernyh_reaktorov_2013.pdf |
| 2 | Кудряв- цев,Е.М. | Динамика, безопасность и надежность ЯЭУ | Москва | НИЯУ МИФИ | 2008 | 1 http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/UMKD_Dinamika,_bezopasnost_i_nadezhnost_YaEU_Kudryavcev |
| 3 | <i>Ермолов И.Н.</i> | <i>Теория и практика ультразвуко- вого контроля</i> | <i>Москва</i> | <i>Машиностро- ение</i> | <i>1981</i> | <i>1 http://booktech.ru/books/defektoskopiya/2084-teoriya-i-praktika-ultrazvukovogo-kontrolya-1981-ermolov.html</i> |
| Дополнительная литература | | | | | | |
| 1 | А. Н. Аблеев | Лаборатор- ный практи- кум "Безопас- ность и надежность ЯЭУ" | Москва | НИЯУ МИФИ | 2007 | 1 http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Ableev_Laboratornyj_praktikum_Bezopasnost_2007&page=1&Z21ID=1460I5I9E1HP6M6T7D813 |

| | | | | | | |
|---|---------------|---|--------|------------------------------------|------|--|
| 2 | Окунев В.С. | Нейтронно-физический расчет решетки ядерного реактора на основе газокинетической теории переноса. | Москва | Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана | 2011 | 1 http://www.knigafund.ru/books/173964 |
| 3 | Баранов В.М. | Акустические измерения в ядерной энергетике | Москва | Энергоатомиздат | 1990 | 1 http://www.twirpx.com/file/1212304/ |
| 4 | Савандер, В.И | Физическая теория ядерных реакторов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. И. Савандер, М. А. Увакин. - Москва : МИФИ. Ч.1 : Однородная размножающая среда и теория гетерогенных структур : учебное пособие для вузов, | Москва | НИЯУ МИФИ | 2007 | 1 http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Savander_Fizicheskaya_teoriya_yadernyh_reaktov_2007&page=1&Z21ID=1265I9I0EIHNP2M6T8D816 |

7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. library.mephi.ru/ (Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ)
2. lanbook.com/ebs.php (Электронно-библиотечная система издательства «Лань»)
3. <http://www.atomndt.com> (Неразрушающий контроль и диагностика оборудования АЭС)

7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

Чтение лекций с использованием слайд-презентаций и графических объектов, выводимых на экран при проведении занятий всех форм.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитория 3-35, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- наглядные пособия в виде отдельных электронных изделий.

2. Практические занятия (семинарского типа):

- аудитория 3-35, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы),

3. Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

9 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр 9

| Информация о контр. точках | Текущий контроль(≤ 25) (ТК) | | | | | | | Промежуточный контроль (≤ 30) (ПК) | | Форма итогового контроля |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|-----------------|--------------------------|
| | ТК ₁ | ТК ₂ | ТК ₃ | ТК ₄ | ТК ₅ | ТК ₆ | ТК ₇ | ПК ₁ | ПК ₂ | |
| форма контроля | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | Тест | Тест | Зачет |
| неделя сдачи | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 8 | 16 | |
| макс. балл | 5 | 6 | 4 | 5 | 2 | 6 | 2 | 15 | 15 | 40 |

Семестр А

| Информация о контр. точках | Текущий контроль(≤ 25) (ТК) | | | | | | | Промежуточный контроль (≤ 30) (ПК) | | Форма итогового контроля |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|-----------------|--------------------------|
| | ТК ₁ | ТК ₂ | ТК ₃ | ТК ₄ | ТК ₅ | ТК ₆ | ТК ₇ | ПК ₁ | ПК ₂ | |
| форма контроля | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | ПЗ | Тест | Тест | Экзамен |
| неделя сдачи | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 8 | 16 | |
| макс. балл | 5 | 6 | 4 | 5 | 2 | 6 | 2 | 15 | 15 | 40 |

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.**

Внесенные изменения на 20__/20__ учебный год

УТВЕРЖДАЮ

Декан _____ факультета

(в состав которого входит кафедра-составитель)

« ____ » _____ 20 __ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата

Декан

наименование факультета, где производится обучение, личная подпись расшифровка подписи дата

Начальник УМУ

личная подпись расшифровка подписи дата

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Надежность и безопасность ядерных энергетических установок» является вариативной частью профессионального модуля дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы. Дисциплина реализуется на физико-техническом факультете ДИТИ НИЯУ МИФИ кафедрой «Ядерные реакторы и материалы».

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций ПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-31, ПСК-1.9 выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с нейтронно-физическими и теплогидравлическими процессами в активных зонах, сопровождающих работу реактора, условия их безопасного протекания. Рассматриваются вопросы надежности эксплуатации узлов и элементов ядерного реактора в различных условиях, а также вопросы управления и безопасности ядерных энергетических установок.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, коллоквиумы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме тестирования, устных и письменных вопросов, промежуточный контроль в форме коллоквиумов и тестирования и итоговый контроль в форме зачета и экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 254 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (35), практические (52) занятия и (165) самостоятельной работы студента.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов основывается на конспектах лекций, прочитанных преподавателем, основной и дополнительной литературе. При необходимости студенты могут консультироваться с преподавателем по тематике дисциплины, а также по другим смежным дисциплинам.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины
«(наименование дисциплины)»

Фонд оценочных средств дисциплины

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Трудоемкость освоения дисциплины составляет __288_ часов, из них _87_ часов аудиторных занятий и ___165_ часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|------------------------------|---|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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 | Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. |
| Подготовка зачету (экзамену) | При подготовке к зачету (экзамену) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу. |