

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

Прочность и ресурс ядерных энергетических установок

название дисциплины

Специальность

14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Образовательная программа

Ядерные реакторы

Шифр, название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

- освоение основных представлений и понятий о методах расчетно-экспериментального определения характеристик прочности и надежности элементов оборудования АЭС.

Задачи изучения дисциплины:

После изучения курса студенты должны. В результате изучения дисциплины студент должен.

- овладеть методами расчета прочности и ресурса ядерных реакторов;
- знания об области применимости различных методов расчета прочности и алгоритмы, используемые в программных комплексах;

получить навыки пользования готовыми программными комплексами для расчетов моделей ядерных реакторов и навыки анализа полученных по расчетным программам результатов.

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

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля, дисциплины по выбору.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Физика,

Математика,

Теория сопротивления материалов (сопромат),

Основы тепломассообмена,

Методы мат. моделирования физических процессов (численные методы решения практических задач).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестрах.

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

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен 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	З-ПК-1 Знать 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 У-ПК-1 Уметь создавать теоретические и математические модели в профессиональной области В-ПК-1 Владеть навыками работы с современными расчетными программными средствами

	материалов	
УКЦ-1	Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	<p>З-УКЦ-1 Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий</p> <p>У-УКЦ-1 Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий</p> <p>В-УКЦ-1 Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий</p>
УКЦ-2	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	<p>З-УКЦ-2 Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>У-УКЦ-2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>В-УКЦ-2 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности</p>
УКЦ-3	Способен ставить себе образовательные цели под возникающие	З-УКЦ-3 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и

	жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций	самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств У-УКЦ-3 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств В-УКЦ-3 Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/цели и воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	- формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за научно-технические достижения России, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2. Использование воспитательного потенциала

		дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепления рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
<p>- формирование культуры информационной безопасности (B23)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уровне пользователям.</p>
<p>- формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (B24); - формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современных методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека (B25); - формирование ответственной позиции по применению ядерных</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2. Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная гигиена», «Атомное право», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по</p>

	<p>технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)</p>	<p>культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</p> <p>3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Информатика», «Принципы обеспечения безопасности АЭС», «Принципы обеспечения безопасности эксплуатации АЭС», «Критерии безопасности и оценки риска», «Ядерные технологии и экология топливного цикла», «Информационные и компьютерные технологии», «Физические основы получения информации», «Информационная безопасность», «Автоматизированная система управления технологическим процессом АЭС», «Системы управления и защиты ядерных энергетических установок» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработке ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла</p>
--	--	---

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

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)	
	Очная	Заочная
	Семестр	Курс
	№ 7	№ 1
	Количество часов на вид работы:	
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия (всего)	64	
В том числе:		
<i>практические занятия</i>	32	
<i>лабораторные занятия</i>	32	
Промежуточная аттестация		
В том числе:		
<i>зачет</i>	36	
Самостоятельная работа обучающихся	116	
Всего (часы):	216	
Всего (зачетные единицы):	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 в часах (вносятся данные по реализуемым формам)											
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения						
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО		
1.	Особенности работы реакторных материалов		20	20									
1.1.	Введение		2	2		10							
1.2.	Основы термоупругости		2	2		10							
1.3	Пластичность облучаемого тела		2	2		10							
1.4	Тепловая и радиационная ползучести		2	2		10							
1.5	Физические зависимости для облучаемого тела в вязко - пластической стадии деформирования с учетом распухания материала		2	2		10							
1.6	Температурные напряжения и термостойкость конструкций ЯЭУ		8	8		10							
1.7	Характеристики прочности и усталости облученного материала		2	2		10							
2.	Расчеты элементов ЯЭУ		12	12									
2.1.	Оценка ресурса работы конструкционных элементов ЯЭУ по накоплению повреждений		2	2		10							
2.2.	Прочность твэлов ядерных реакторов		2	2		10							
2.3	Работоспособность тепловыделяющих сборок (ТВС) ядерных реакторов		2	2		10							
2.4	Основы расчета на прочность оборудования АЭС		4	4		8							
2.5	Основные положения норм расчета на прочность элементов реакторов		2	2		8							
	Всего		32	32		116							

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)

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Особенности работы реакторных материалов	
1.1.	Введение	Проблемы прочности и надежности в проектировании и эксплуатации оборудования АЭС. Условия работы и особенности нагружения элементов конструкций ЯЭУ. Безопасность работы ЯЭУ. Отклонения от нормальных условий эксплуатации. Аварийные ситуации.
1.2.	Основы термоупругости	Теория напряжений и деформаций. Тензоры напряжений и деформаций и их главные компоненты. Шаровой тензор и девиатор. Интенсивности напряжений и деформаций. Скорости перемещений и деформаций. Уравнения равновесия, совместности деформаций, граничные условия и физические зависимости между напряжениями и деформациями для упругого тела. Постановка и методы решения задачи термоупругости.
1.3	Пластичность облучаемого тела	Влияние облучения на механические свойства конструкционных материалов. Диаграммы деформирования облученных материалов, их аппроксимация. Гипотеза и основные уравнения деформационной теории пластичности и теории пластического течения облучаемого тела. Простое пропорциональное и сложное нагружения.
1.4	Тепловая и радиационная ползучести	Испытания на ползучесть. Стадии тепловой ползучести. Скорость ползучести и ее зависимость от температуры и напряжений. Особенности радиационной ползучести. Внутриреакторные испытания на ползучесть. Теории ползучести старения, течения и упрочнения. Особенности и области их применения. Гипотезы и основные уравнения. Особенности и область их применения. Гипотезы и основные уравнения теории ползучести течения облучаемого тела.
1.5	Физические зависимости для облучаемого тела в вязко - пластической стадии деформирования с учетом распухания материала	Распухание делящихся и конструкционных материалов. Модели распухания равновесных вакансионных пор. Модели газового распухания. Распухание дисперсионного топлива. Особенности распухания окисных топлив. Распухание конструкционных материалов. Обобщенные физические зависимости упруго - вязко - пластически деформируемого облучаемого тела с учетом распухания и изменения механических свойств материала. Постановка и методы решения задачи. Определения напряженно - деформированного состояния элементов активной зоны, внутри корпусных устройств ядерного реактора и другого оборудования АЭС
1.6	Температурные напряжения и термостойкость конструкций ЯЭУ	Напряжения от температурных полей и неоднородного распухания материала элементов конструкции ЯЭУ. Температурные и радиационные напряжения в стержнях и пластинах (различные случаи закрепления). Температурные напряжения в сферической и цилиндрической оболочках. Термические и радиационные напряжения в толстостенных трубах и круглых стержнях (топливные сердечники).

		Термостойкость элементов конструкций ЯЭУ. Поведение хрупких и пластичных материалов при мягком и жестком нагружениях. Термостойкость материалов при однократном нагреве.
1.7	Характеристики прочности и усталости облученного материала	Длительная прочность и пластичность материала. Испытания с постоянным напряжением и постоянной скоростью деформирования. Основные экспериментальные зависимости. Внутрореакторные испытания на длительную прочность. Многоцикловая и малоцикловая усталость конструкционных материалов. Испытания на усталость. Явление приспособляемости конструкций. Термоусталость. Нормативные расчетные зависимости.
2.	Расчеты элементов ЯЭУ	
2.1.	Оценка ресурса работы конструкционных элементов ЯЭУ по накоплению повреждений	Расчет на длительную прочность и длительную пластичность. Коэффициенты запаса прочности по времени и по напряжениям или деформациям. Расчеты элементов конструкций ЯЭУ на усталость по накоплению повреждений. Коэффициенты запаса по числу циклов и по деформациям. Суммирование квазистатических и усталостных повреждений. Деформационно-кинетический критерий накопления повреждений.
2.2.	Прочность твэлов ядерных реакторов	Стержневые твэлы с оксидным топливом. Газовая модель и модель жесткого контакта топлива с оболочкой. Давление газовых продуктов под оболочкой. Определение напряженно-деформированного состояния оболочки твэла с оксидным топливом. Основные уравнения и результаты решения. Коэффициенты запаса прочности и формоизменения.
2.3	Работоспособность тепловыделяющих сборок (ТВС) ядерных реакторов	Прочность и формоизменение шестигранных чехлов ТВС быстрых реакторов. Усилия взаимодействия ТВС и элементов органов СУЗ, составляющих активную зону быстрого реактора, в процессе эксплуатации. Двухмерная и трехмерная задачи. Деформации бескассетной ТВС теплового реактора типа ВВЭР. Влияние на жесткость ТВТ осевой сжимающей силы, решеток и сил трения в местах дистанционирования твэлов. Искривления ТВС в активной зоне реактора ВВЭР и проблема затирания СУЗ.
2.4	Основы расчета на прочность оборудования АЭС	Теория изгиба и растяжения элементов оборудования ЯЭУ, имеющих форму круглых, симметрично нагруженных пластин. Основные уравнения граничные условия и методы решения. Осемитричная деформация изгиба и растяжения элементов конструкции ЯЭУ, имеющих форму цилиндрических оболочек. Уравнения совместности деформации и равновесия. Физические зависимости, разрешающие уравнения и граничные условий.
2.5	Основные положения норм расчета на прочность элементов реакторов	Общие положения. Выбор основных размеров конструкций. Понятие о проверочных расчетах на статистическую прочность и устойчивость, на циклическую и длительную циклическую прочность, на сопротивление хрупкому разрушению и прогрессирующее формоизменение, на сейсмическое воздействие и вибропрочность.

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Особенности работы реакторных материалов	
1.1.	Введение.	Расчет силовых факторов, напряжений и деформаций в стержне. Расчет силовых факторов, напряжений и деформаций в круглой пластине. Расчет напряженно-деформированного состояния в цилиндрической оболочке с учетом краевых условий.
1.2.	Основы термоупругости	Расчет температурных напряжений в заземленном с краев стержне.
1.6	Температурные напряжения и термостойкость конструкций ЯЭУ	Расчет температурных и радиационных напряжений в стержнях и пластинах (различные случаи закрепления). Расчет температурных напряжений в сферической и цилиндрической оболочках. Расчет термических и радиационных напряжений в толстостенных трубах и круглых стержнях (топливные сердечники).
1.7	Характеристики прочности и усталости облученного материала	Расчет стержня на многоцикловую и малоцикловую усталость
2.	Расчет элементов ЯЭУ	
2.2	Прочность твэлов ядерных реакторов	Расчет температурных полей в оболочке и топливном сердечнике твэла быстрого и теплового реакторов. Расчет температурных напряжений в оболочке и топливном сердечнике твэла быстрого реактора (полый сердечник). Расчет температурных напряжений в оболочке и топливном сердечнике твэла теплового реактора (сплошной сердечник).
2.4	Основы расчета на прочность оборудования АЭС	Расчет радиационных напряжений от неоднородного распухания в элементах активных зон ядерного реактора. Расчет релаксации температурных и радиационных напряжений в элементах оборудования АЭС Приближенный расчет на прочность стержневого твэла с окисным топливом по газовой модели. Расчет на прочность твэла по уточненной модели.
2.5	Основные положения норм расчета на прочность элементов реакторов	Расчет толщин стенок корпуса, эллиптического днища и плоской крышки реактора ВВЭР по нормам прочности. Поверочный расчет на малоцикловую усталость корпуса реактора ВВЭР по нормам прочности. Поверочный расчет корпуса реактора типа ВВЭР на трещиностойкость по нормам прочности.

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

Презентации курса.

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

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1.	Введение	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Защита лабораторных, устный опрос
2.	Основы термоупругости	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Защита лабораторных, устный опрос
3.	Пластичность облучаемого тела	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Устный опрос
4.	Тепловая и радиационная ползучести	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Устный опрос
5.	Физические зависимости для облучаемого тела в вязко - пластической стадии деформирования с учетом набухания материала	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Устный опрос
6.	Температурные напряжения и термостойкость конструкций ЯЭУ	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Защита лабораторных, устный опрос
7.	Характеристики прочности и усталости облученного материала	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Защита лабораторных, устный опрос
8.	Оценка ресурса работы конструктивных элементов ЯЭУ по накоплению повреждений	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Доклад, устный опрос

9.	Прочность твэлов ядерных реакторов	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Защита лабораторных, устный опрос
10.	Работоспособность тепловыделяющих сборок (ТВС) ядерных реакторов	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Доклад, устный опрос
11.	Основы расчета на прочность оборудования АЭС	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Защита лабораторных, доклад, устный опрос
12.	Основные положения норм расчета на прочность элементов реакторов	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Защита лабораторных, доклад, устный опрос
Промежуточный контроль			
	экзамен	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	вопросы к экзамену

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

8.2.1. Экзамен

а) типовые вопросы:

1. Деформации упругие, не упругие. Закон Гука и область его применимости.
2. Основные закономерности пластических деформаций. Зависимость деформаций от скорости нагружения и температуры материала.
3. Представление пластических свойств материалов. Упрочнение при пластических деформациях.
4. Радиационное охрупчивание материалов. Понятие краснотомкости.
5. Деградация механических свойств материалов при воздействии ионизирующего излучения. Физика и методы восстановления механических свойств.
6. Циклы нагружения. Понятие циклической прочности. Базовое число циклов нагружения.
7. Особенности работы толстостенных элементов конструкций. Малоцикловая прочность.
8. Критерии работоспособности по прочности для элементов нагруженных температурными полями. Учет температурных напряжений совместно с напряжениями от приложенных силовых факторов.
9. Нормы расчета на прочность для ЯЭУ. Критерии работоспособности. Запасы прочности.
10. Особенности расчета оболочки ТВЭЛ с керамическим топливом.. С учетом контакта топлива с оболочкой и без контакта.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

15-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

8-14 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- сделал все, что требуется для получения оценки «отлично», однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний

8.2.2. Задачи

а) типовые задания:

Вариант 0

1) Найти напряжения в оболочке ТВЭЛ при давлении в газовом зазоре 2 МПа, толщине оболочки 0,1 мм и ее диаметре 9,1 мм. Модуль упругости материала оболочки $1,7 \times 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона 0,27. Краевыми эффектами в местах закрепления пренебречь.

2) Найти температурные напряжения в цилиндрической оболочке, диаметром 3 м, и толщиной стенки 70 мм. Коэффициент линейного температурного расширения материала оболочки $\alpha = 2,7 \times 10^{-5}$ м/К, модуль упругости $2,0 \times 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона 0,3. Температуре внутри 300 °С, - снаружи 30 °С.

Вариант 1

1) Найти напряжения цилиндрического корпуса газового реактора при давлении теплоносителя 7 МПа, толщине стенки корпуса 50 мм и его диаметре 3,6 м. Модуль упругости материала корпуса $1,95 \times 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона 0,3. Краевыми эффектами в местах закрепления пренебречь.

2) Найти температурные напряжения в прямоугольной пластине, жестко закрепленной с двух противоположных сторон и не закрепленной с оставшихся сторон, если температура с одного закрепленного края изменилась на 700 °С, а на другом осталась исходной. Толщина пластины 12 мм, длина 2 м, ширина 1 м. Коэффициент линейного температурного расширения материала пластины $\alpha = 4,2 \times 10^{-5}$ м/К, модуль упругости $1,97 \times 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона 0,28.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний на контрольной работе входят:

1. знание теоретического материала;
2. умение применить данные знания при решении практических задач;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;

4. умение проанализировать полученный результат.

в) описание шкалы оценивания:

Защита лабораторных 1 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Защита лабораторных 2 оценивается в 20 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

8.2.3. Курсовой проект

а) типовые задания - образец:

Вариант 1

МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ ТВЭЛОВ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

Расчёт на прочность стержневых ТВЭЛов с окисным топливом.

Задачи расчёта.

А. Разработать программу расчёта на ЭВМ напряжённо-деформированного состояния и характеристик прочности стержневого ТВЭЛа с окисным топливом.

Б. Провести расчёт напряжённо-деформированного состояния в опасном сечении ТВЭЛа.

В. Оценить характеристики прочности и формоизменение опасного сечения ТВЭЛа.

Входные данные для расчетов

Для расчетов используются следующие физико-механические свойства жаропрочной стали аустенитного класса X16H15M3B.

А. Упругие константы, усредненные для температурного диапазона (500°C – 700°C) $\mu=0.3$; $E = 1.8 \cdot 10^4$ (кг/мм²).

Коэффициент теплового расширения $\alpha = 18 \cdot 10^{-6}$ (1/°C).

Б. Константы тепловой и радиационной ползучести:

$A_{т0}=3 \cdot 10^{12}$, $Q=0.51 \cdot 10^5$, $A \phi_0=1.43 \cdot 10^{-5}$, $n=5.4$

В. Константы длительной прочности:

$D_0=10^{-63}$, $Q_1=1.64 \cdot 10^5$

m	10.5	6.5.	4.0
T ₀ (K)	873	973	1023

Г. Константы функции распухания:

$A_{s0}=2.8 \cdot 10^{-14}$, $\lambda_s=1.7$, $A_s(T)=10^{(1.55 \cdot 10^4/T - 5.99 \cdot 10^6/T^2)}$

$\mathcal{E}_B = 2\%$ для $T \leq 600$ °C

$\mathcal{E}_B = 1\%$ для $T > 600$ °C

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка	Критерии
25-30	1) полное раскрытие темы; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) приведение формул.
20-24	1) недостаточно полное, по мнению преподавателя,

	раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий, формулах и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
11-19	1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
0-10	1) нераскрытие темы; 2) большое количество существенных ошибок; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

в) описание шкалы оценивания:

20-30 индивидуальное домашнее задание засчитывается

0-19 индивидуальное домашнее задание отдается на доработку

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 (контрольная работа) и контрольная точка № 2 (индивидуальное домашнее задание).

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

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	20	30
	Защита лабораторных 1	6	10
	Защита лабораторных 2	14	20
	Контрольная точка № 2	20	30
	Курсовой проект	20	30
Промежуточный	Экзамен	20	40
	Вопрос 1	10	20
	Вопрос 2	10	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет

успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на экзамен для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом 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 студенту, 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 студенту, если он твёрдо 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»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, 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			
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, 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. Беляев, Н.М. Сборник задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.М. Беляев, Л.К. Паршин, Б.Е. Мельников [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 431 с. — http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2022 [Режим доступа: 29.05.2014]
2. Чернышов, Г.Г. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Г. Чернышов, Д.М. Шашин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 462 с. — http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=12938 [Режим доступа: 29.06.2018]
3. Лихачев Ю.И., Пупко В.Я., Прочность тепловыделяющих элементов ядерных реакторов. Атомиздат, 1975 г.
4. Лихачев Ю.И., Вашляев Ю.Н. Расчет на прочность твэлов ядерного реактора. Учебное пособие, Обнинск, ИАТЭ 2002 г.

б) дополнительная учебная литература:

1. Забудько Л.М., Лихачев Ю.И., Прошкин А.А. Работоспособность ТВС быстрых реакторов. Энергоатомиздат, 1998 г.
2. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М., Изд. «Машиностроение», 1979.
3. Соловьев С.П., Хмелевская В.С. Механические, коррозионные и радиационные свойства материалов для ядерных энергетических установок. Учебное пособие, Обнинск, ИАТЭ, 1991.
4. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Энергоатомиздат, 1989.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости: Теоретическая физика. Учебное пособие для вузов в 10 томах – М.: ФизМатЛит. 2001-2005, том 7.
6. А. А. Тутнов. Методы расчета работоспособности элементов конструкций ядерных реакторов. М., Энергоатомиздат, 1987.

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

1. Научная электронная библиотека [Официальный сайт]. — URL: <http://elibrary.ru/> [Режим доступа: 29.06.2018]
2. Сопротивление материалов. — URL: <http://www.soprotmat.ru/> [Режим доступа: 29.06.2018]

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

	<p>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.</p>
Практические занятия	<p>При подготовке 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</p>
Лабораторные занятия	<p>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.</p>
Доклад	<p>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.</p>
Реферат	<p>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.</p>
Коллоквиум	<p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.</p>
Индивидуальное домашнее задание	<p>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.</p>
Подготовка к зачету	<p>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.</p>
Подготовка к экзамену	<p>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.</p>

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

- применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
- возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет(e-mail)

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

Учебная аудитория на 5 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.

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	Введение	лекции/практические занятия	5	семинар-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач
2	Основы термоупругости	лекции/практические занятия	3	семинар-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач
3	Пластичность облучаемого тела	лекции	1	визуальная семинар с разбором конкретных ситуаций
4	Тепловая и радиационная ползучести	лекции	1	визуальная семинар с разбором конкретных ситуаций
5	Физические зависимости для облучаемого тела в вязко - пластической стадии деформирования с учетом распухания материала	лекции	2	визуальная семинар с разбором конкретных ситуаций

6	Температурные напряжения и термостойкость конструкций ЯЭУ	лекции/практические занятия	9	семинар-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач
7	Характеристики прочности и усталости облученного материала	лекции/практические занятия	3	семинар-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач
8	Оценка ресурса работы конструктивных элементов ЯЭУ по накоплению повреждений	лекции	2	визуальная семинар с разбором конкретных ситуаций
9	Прочность твэлов ядерных реакторов	лекции/практические занятия	6	семинар-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач
10	Работоспособность тепловыделяющих сборок (ТВС) ядерных реакторов	лекции	2	визуальная семинар с разбором конкретных ситуаций
11	Основы расчета на прочность оборудования АЭС	лекции/практические занятия	12	семинар-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач
12	Основные положения норм расчета на прочность элементов реакторов	лекции/практические занятия	5	семинар-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач

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

Темы, выносимые для самостоятельного изучения

1. Сверхупругость. Деформации гиперупругих материалов типа латекс, силикон и т.п. Модель деформаций Нео-Гука и другие.
2. Динамические задачи прочности конструкций ядерных реакторов. Частотные характеристики элементов ядерного реактора.

3. Вынужденные колебания элементов ядерных реакторных установок. Задачи сейсмостойкости и вибропрочности. Резонансы.
4. Разрушение материалов. Физика разрушения хрупких и пластичных материалов. Модели зарождения и роста трещин. Качественное различие моделей разрушения. Их классификация, преимущества и недостатки.
5. Численные методы решения задач прочности. Общие подходы к решению. Решения с помощью метода конечных элементов. Метод Бубнова-Галеркина.

14.3. Краткий терминологический словарь

АЭС– атомная электростанция

ЯЭУ – ядерная энергетическая установка

РУ – реакторная установка

ТВЭЛ- тепловыделяющий элемент

ТВС- тепловыделяющая сборка

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

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

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

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

Оценка знаний студентов 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 студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

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

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

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента,

художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

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

При невозможности посещения практического занятия студент 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 студент 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 составил:

_____ А.С. Зевякин, старший преподаватель ОЯФиТ

Рецензент:
