

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**

Инженерный расчет и проектирование ядерных энергетических установок /  
Engineering and Design Calculation of Nuclear Power Plants

---

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

---

*код и название*

образовательная программа

Nuclear Technologies

---

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – дать представление будущему бакалавру об особенностях проведения ремонта типового оборудования АЭС, ремонтной документации и нормативных документах.

Задачи дисциплины:

- Научить некоторым основным методам инженерного прочностного расчета оборудования ЯЭУ для различных режимов работы реакторов
- Научить некоторым основным методам инженерного теплогидравлического расчета активных зон для номинальных режимов работы реакторов
- Познакомить с современными расчетными компьютерными методами теплогидравлики и прочности.
- Подготовить к самостоятельной работе в области инженерных и исследовательских расчетов реакторов.

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

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Конструкции ядерных реакторов», «Теория переноса нейтронов», «Физика ядерных реакторов», «Гидродинамика и теплообмен», «Системы автоматизированного проектирования», «Сопrotивление материалов», «Детали машин и основы конструирования». Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестре.

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

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

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4	Способен применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов.	З-ПК-4 – Знать: стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов. У-ПК-4 – Уметь: применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов. В-ПК-4 – Владеть: навыками работы со стандартными пакетами прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов.
ПК-10	Способен находить и принимать управленческие решения в области организации и	З-ПК-10 – Знать: основные управленческие решения в области организации и нормирования труда. У-ПК-10 – Уметь: находить и принимать

	нормирования труда.	управленческие решения в области организации и нормирования труда. В-ПК-10 – Владеть: навыками поиска управленческих решений в области организации и нормирования труда.
ПК-11	Способен к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.	З-ПК-11 – Знать: процедуру стандартизации и подготовки к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов. У-ПК-11 – Уметь: выполнять работу по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов. В-ПК-11 – Владеть: навыками работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.
ПК-12	Способен применять нормы и правила ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности.	З-ПК-112 – Знать: нормы и правила ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности. У-ПК-12 – Уметь: применять нормы и правила ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности. В-ПК-12 – Владеть: навыками применения норм и правил ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности.

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели 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 и трудовое воспитание	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16)	Использование воспитательного потенциала по дисциплинам, предусматривающим курсовые работы (проекты) для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений

		в условиях неопределенности через специальные задания с использованием программных пакетов.
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия <b>(B17)</b>	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.
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b>	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.
Профессиональное воспитание	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b>	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.
Профессиональное воспитание	<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</p> <p>- формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></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.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> </ul>
Профессиональное воспитание	<p>- формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b></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 уроне пользователям.</p>
Профессиональное воспитание	<p>- формирование культуры ядерной и радиационной безопасности <b>(B24)</b>;</p> <p>- формирование профессиональной</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности,</p>

	<p>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);</p> <p>- формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)</p>	<p>а также соблюдение государственных и коммерческих тайн.</p> <p>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 формирование личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по 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»,</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	Количество часов на вид работы по семестрам:		
	№ 7	№ 8	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>64</b>	<b>40</b>	<b>104</b>
В том числе:			
<i>лекции</i>	32	-	32
<i>практические занятия</i>	32	40	72
<i>лабораторные занятия</i>	-	-	
<b>Промежуточная аттестация</b>			

В том числе:			
	<i>экзамен</i>	+	+
	<i>курсовой проект</i>	54	-
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>26</b>	<b>104</b>	<b>130</b>
<b>Всего (часы):</b>	<b>144</b>	<b>180</b>	<b>324</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>9</b>

## 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)

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1. Моделирование теплогидравлических процессов						
1-2	Введение. Основные понятия	2	2			
3-5	Задачи теплогидравлического расчета активной зоны реактора	6	6			2
5-6	Расчет температур твэла и теплоносителя в изолированных ячейках и каналах активной зоны.	6	6			6
7-8	Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескасетных активных зон.	6	6			6
9-14	Теплогидравлический расчет активной зоны в стационарных режимах работы реактора.	6	6			6
15-16	Теплогидравлика активных зон с однофазными теплоносителями в нестационарных режимах.	6	6			6
<b>Итого за 7 семестр:</b>		<b>32</b>	<b>32</b>			<b>26</b>
2. Инженерные расчеты оборудования ЯЭУ						
1	Нормативные документы, используемые для инженерных расчетов в области атомной энергетики.		2			8
2	Основные понятия. Критерии прочности. Категории напряжений.		2			8
3	Расчет разъемных соединений сосудов.		4			8
4	Метод конечных элементов. Программы для численного моделирования процессов.		4			8
5	Построение расчетной модели		4			8

	в среде ПК Зенит-95				
6-8	Расчет статической прочности		10		32
8-10	Расчет сейсмостойкости и вибропрочности		10		32
11	Методы расчета типовых узлов		4		8
	<b>Итого за 8 семестр:</b>		40		104
	<b>Всего:</b>	<b>32</b>	72		<b>130</b>

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

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-2	Введение. Основные понятия	Ядерный реактор как теплообменная система. Основные типы реакторов. Классификация реакторов по используемым теплоносителям и способам теплоотвода. Особенности теплогидравлики реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН.
3-5	Задачи теплогидравлического расчета активной зоны реактора	Тепловыделение в активной зоне и в других элементах реактора. Энергонапряженность активной зоны реактора. Нейтронная мощность и остаточное тепловыделение. Роль гидродинамических процессов в теплопереносе в активной зоне. Структурные элементы гидравлического тракта реактора: элементарная гидравлическая ячейка, канал активной зоны, ТВС, канал СУЗ, активная зона и т.д.
5-6	Расчет температур твэла и теплоносителя в изолированных ячейках и каналах активной зоны.	Выделение элементарной изолированной ячейки и изолированного канала активной зоны. Подогрев теплоносителя в канале. Определяющие температуры оболочки и топлива твэла. Гидравлическое сопротивление канала. Скорость и расход теплоносителя в канале. Влияние неравномерности тепловыделения по длине канала на температуры твэла и теплоносителя.
7-8	Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескассетных активных зон.	Представление ТВС гидравлической сетью каналов. Расчет распределения расхода по каналам ТВС. Характеристики температурной и гидравлической неравномерностей в ТВС. Средне смешанная температура теплоносителя на выходе ТВС и ее связь с максимальными температурами. Гидравлическое профилирование ТВС. Учет межканального теплогидравлического взаимодействия при расчете температур теплоносителя. Методы решения уравнений,

		описывающих распределения температур теплоносителя в ТВС с учетом межканального взаимодействия.
9-14	Теплогидравлический расчет активной зоны в стационарных режимах работы реактора.	Распределение расхода теплоносителя по тепловыделяющим сборкам активной зоны, каналам СУЗ, байпасам. Гидравлическая и температурная неравномерность в активной зоне. Гидравлическое профилирование активной зоны.
15-16	Теплогидравлика активных зон с однофазными теплоносителями в нестационарных режимах.	Расчет динамики расхода теплоносителя и температур твэлов в переходных режимах. Динамика расхода теплоносителя и температур в аварийных режимах и режимах расхолаживания. Расчет естественной циркуляции теплоносителя в активной зоне и теплообменных петлях. Связь нестационарных теплогидравлических процессов с нейтронной мощностью через температурные коэффициенты реактивности.

### Практические занятия

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
	<b>1. Моделирование теплогидравлических процессов</b>	
1-2	Задачи теплогидравлического расчета активной зоны реактора	Предварительный тепловой расчет. Применение математического моделирования в задачах вычислительной теплогидравлики
3-5	Расчет температур твэла и теплоносителя в изолированных ячейках и каналах активной зоны.	Знакомство с возможностями программного комплекса Ansys CFX. Применение отдельных модулей среды Workbench ПК Ansys. Связь модуля Desing modeler с ПК САПР. Применение метода конечных элементов и конечных объемов. Различия методов. Модули среды Workbench ПК Ansys применяющие данные методы. Тепловой расчет элементарной ячейки.
5-6	Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескасетных активных зон.	Теплогидравлический расчет с применением поканального метода.
7-8	Теплогидравлический расчет активной зоны в стационарных режимах работы реактора.	Теплогидравлический расчет с применением поканального метода, стационарный режим.
9-14	Теплогидравлика активных зон с однофазными теплоносителями в нестационарных режимах.	Теплогидравлический расчет с применением поканального метода, нестационарный режим.
15-16	Задачи теплогидравлического расчета активной зоны реактора	Предварительный тепловой расчет. Применение математического моделирования в задачах вычислительной теплогидравлики
	<b>2. Инженерные расчеты оборудования ЯЭУ</b>	
1	Нормативные документы, используемые для инженерных расчетов в области атомной энергетики.	Изучение нормативных документов применимых к прочностным расчетам оборудования ЯЭУ.
2	Основные понятия. Критерии	Нахождение допустимых напряжений для

	прочности. Категории напряжений.	материала оборудования ЯЭУ.
3	Расчет разъемных соединений сосудов.	Расчет резьбовых соединений сосудов.
4	Построение расчетной модели в среде ПК Зенит-95	Изучение интерфейса отечественного ПК для расчетов в сфере атомной энергетики Зенит – 95. Построение расчетной модели в среде программного комплекса Зенит-95.
5	Расчет статической прочности	Расчет на статическую прочность с применением ПК Зенит-95 в соответствии с нормативными документами в области атомной энергетики.
6-8	Расчет сейсмостойкости и вибропрочности	Расчет сочетания режимов нормальной эксплуатации и сейсмического воздействия с применением ПК Зенит-95 в соответствии с нормативными документами в области атомной энергетики.
8-10	Методы расчета типовых узлов	Проектные расчеты типовых узлов оборудования ЯЭУ.

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

1. Раздаточный материал справочных таблиц.
2. Статьи в периодических изданиях: «Атомная энергия», «Известия вузов. Ядерная энергетика».
3. Руководство пользователя ПК Зенит-95. Научно-техническое предприятие ДИП. Санкт-Петербург, 2015 г.
4. В.С.Чиркин. Теплофизические свойства материалов ядерной техники. М.: Атомиздат, 1967. — 474 с.
5. Гераскин, Н.И. Курсовое проектирование ядерно-энергетических установок [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для вузов / Н. И. Гераскин, В. И. Наумов. - Москва: МИФИ, 2008. [http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Geraskin,\\_Naumov\\_Kursovoe\\_proektirovanie\\_yaderno-energeticheskikh\\_2008.pdf](http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Geraskin,_Naumov_Kursovoe_proektirovanie_yaderno-energeticheskikh_2008.pdf).
6. Ansys help.

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

### 8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
<b>Текущий контроль, 7 семестр</b>			
1.	Введение. Основные понятия	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Домашнее задание Курсовой проект
2.	Задачи	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Домашнее задание

	теплогидравлического расчета активной зоны реактора		Курсовой проект
3.	Расчет температур твэла и теплоносителя в изолированных ячейках и каналах активной зоны.	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Домашнее задание Курсовой проект
4.	Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескассетных активных зон.	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Домашнее задание Курсовой проект
5.	Теплогидравлический расчет активной зоны в стационарных режимах работы реактора.	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Домашнее задание Курсовой проект
6.	Теплогидравлика активных зон с однофазными теплоносителями в нестационарных режимах.	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Домашнее задание Курсовой проект
<b>Промежуточный контроль, 7 семестр</b>			
	зачет		Вопросы на зачет
	курсовой проект		
<b>Текущий контроль, 8 семестр</b>			
1.	Нормативные документы, используемые для инженерных расчетов в области атомной энергетики.	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Практическая работа, коллоквиум
2.	Основные понятия. Критерии прочности. Категории напряжений.	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Практическая работа, коллоквиум
3.	Расчет разъемных соединений сосудов.	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Практическая работа, коллоквиум
4.	Метод конечных элементов. Программы для численного моделирования процессов.	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Практическая работа, коллоквиум
5.	Построение расчетной модели в среде ПК Зенит-95	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Практическая работа, коллоквиум
6.	Расчет статической прочности	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Практическая работа, коллоквиум
7.	Расчет сейсмостойкости и вибропрочности	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Практическая работа, коллоквиум
8.	Методы расчета типовых узлов	ПК-4; ПК-10; ПК-11; ПК-12	Практическая работа, коллоквиум
<b>Промежуточный контроль, 8 семестр</b>			
	зачет		Вопросы на зачет

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

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

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

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
  - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

7 семестр

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Практическая работа	8	18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Коллоквиум	15	18	30
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Экзамен	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

8 семестр

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-11</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Домашнее задание	8	18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>10</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Домашнее задание	10	18	30
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Экзамен	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

#### 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
<b>90-100</b>	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
<b>85-89</b>	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
<b>75-84</b>		C	
<b>70--74</b>		D	
<b>65-69</b>	3 - «удовлетворительно»/	D	Оценка «удовлетворительно»

60-64	«зачтено»	E	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
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. В.М. Зорин Атомные электростанции: учебное пособие / В.М. Зорин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 672 с.: ил. - 250 экз.
2. ПНАЭ Г-7-002-86 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. – М.: Энергоатомиздат. 1989.
3. А.Н. Бирбраер, С.Г. Шульман. Прочность и надежность конструкций АЭС при особых динамических воздействиях. – М.: Энергоатомиздат. 1989.
4. И.А. Бригер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1979, — 702 с.
5. Зенкевич О., Чанг И. Метод конечных элементов в теории сооружений и в механике сплошных сред. Нью-Йорк, 1967. Пер. с англ. А. П. Троицкого и С. В. Соловьёва под ред. докт. техн наук Ю- К. Зарецкого. М., «Недра» 1974. 240 с.
6. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов - М.: Мир, 1979. - 392 с

### б) дополнительная учебная литература:

1. Эксплуатационные режимы АЭС: учебное пособие / Р.П. Баклушин. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом МЭИ, 2012, - 532 с., ил. . 250 экз.
2. Мультимедийная Информационная Система КСКУЗ 3-го энергоблока. Курская атомная станция. ОАО «Концерн Росэнергоатом». Годразработки: 2011.
3. Владимиров В.И. Физика ядерных реакторов. Практические задачи по их эксплуатации. Изд. 5-е, переработанное и доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 480 с. – 40 экзempl.
4. Физический расчёт Ядерного реактора Г.Я. Румянцев, В.Ф. Украинцев Обнинск 1995. – 11 экз.

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

Не требуется.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Подготовка к реферату	При подготовке к реферату необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет.
Подготовка к докладу	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 7 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. При подготовке ознакомиться со структурой и оформлением доклада.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

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

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

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения.

Система реализует следующие основные функции:

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

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования.

Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### **12.1. Перечень информационных технологий**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- Интерактивное общение с помощью программы skype;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

### **12.2. Перечень программного обеспечения**

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «WindowsMediaPlayer»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («MicrosoftPowerPoint»).
- Программа для разработки моделей и выполнения чертежей / объемов (Компас 3D).

### **12.3. Перечень информационных справочных систем**

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK);
- 2) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 3) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, <https://.book.ru>;
- 4) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary), <https://elibrary.ru>;
- 5) Базовая версия ЭБС IPRbooks, <https://.iprbooks.ru>;
- 6) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» <https://.studentlibrary.ru>;
- 7) Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru», <https://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>;
- 8) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <https://urait.ru/>.

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

Лекционные занятия:

Учебная аудитория для лекционных занятий оборудована 30 посадочными местами. Аудитория оборудована мультимедийным оборудованием.

## **14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

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

Применяемые на лекционных занятиях:

- Технология концентрированного обучения (лекция-беседа, привлечение внимания студентов к наиболее важным вопросам темы, содержание и темп изложения учебного материала определяется с учетом особенностей студентов)

- Технология активного обучения (визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций)

Применяемые на практических занятиях:

- Технология активного обучения (визуальный семинар с разбором конкретных задач).

- Технология интерактивного обучения (мозговой штурм: группа получает задание, далее предполагается высказывать как можно большее количество вариантов решения, затем из общего числа высказанных идей отбираются наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике).

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

##### **Темы для самостоятельного рассмотрения:**

1. Термические напряжения и циклы
2. Хрупкое разрушение под влиянием облучения нейтронами и термоциклирования
3. Собственные формы колебаний элементов конструкции изделий
4. Задачи теплогидравлического расчета активной зоны реактора.
5. Расчет температуры твэла и теплоносителя в изолированных ячейках и каналах активной зоны.
6. Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескасетных активных зон.
7. Методы расчета теплогидравлики ТВС и активных зон. Основание на мно-гомерных моделях сплошной среды.
8. Теплотехническая надежность активных зон реакторов.
9. Теплогидравлика активных зон с однофазными теплоносителями в нестационарных режимах.
10. Методика расчета распределений температур твэлов в ТВС с использованием поканальной методики.
11. Расчет распределения расхода теплоносителя по кассетам (ТВС) активной зоны на основе методики параллельных каналов.
12. Учет межканального теплового взаимодействия при расчете температур в ТВС по методике параллельных каналов.

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

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

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

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

Оценка знаний 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 так же 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:**

\_\_\_\_\_ Зевякин А.С., старший преподаватель отделения ЯФиТ

**Рецензент:**

\_\_\_\_\_ Саболев А.В., старший преподаватель отделения ЯФиТ