

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**

Одобрено на заседании  
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол № 1-8/2022 от 30.08.2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Ядерные энергетические реакторы**

---

*название дисциплины*

для направления подготовки

**14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

---

*код и направления подготовки*

образовательная программа

**Эксплуатация атомных электрических станций и установок**

---

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2022 г.**

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель дисциплины – формирование и развитие у студентов компетенций в области решения технических задач, связанных с обслуживанием ядерных энергетических установок; формирование теоретических знаний в области современной энергетики, позволяющими выпускнику успешно работать в данной области профессиональной деятельности: научно-исследовательской и производственно-технологической.

Задачи дисциплины – формирование навыков в области решения задач, связанных с обслуживанием, эксплуатацией, ремонтом, управлением сроком службы ядерных установок; а также формирование необходимой базы знаний в области современной атомной энергетики.

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

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений и относится к профессиональному модулю.

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

- Ядерная физика.
- Механика жидкости и газа.
- Физика.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Атомные электростанции.
- Эксплуатация АЭС
- Производственная практика: преддипломная практика.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

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

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3	способен владеть основами проектирования и конструирования оборудования	З-ПК-3 знать основы компьютерных и информационных технологий У-ПК-3 уметь работать с документацией по эксплуатации систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматике, средств вычислительной техники В-ПК-3 владеть навыками оформления результатов проведенных измерений, расчетов и других работ при проектировании и конструировании оборудования
ПК-4	способен использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии и алгоритмы	З-ПК-4 знать основы компьютерных и информационных технологий; У-ПК-4 уметь обобщать и анализировать информацию В-ПК-4 владеть информацией по перспективам развития атомной энергетики

**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**

<b>Вид работы</b>	<b>Количество часов на вид работы:</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	
В том числе:	
<i>лекции</i>	32
<i>практические занятия</i>	32
<i>лабораторные занятия</i>	-
<b>Промежуточная аттестация</b>	
В том числе:	
<i>зачет</i>	-
<i>зачет с оценкой</i>	-
<i>экзамен</i>	36
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	112
<b>Всего (часы):</b>	<b>180</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>5</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	Введение.	2	2	-	-	12
2-3	Физические основы получения энергии в ядерном реакторе.	4	8	-	-	12
4-5	Физические основы эксплуатации ядерного реактора	4	6	-	-	13
6-7	Ядерные материалы.	4	2	-	-	13
8	Требования, предъявляемые к конструкции активной зоне ЯР.	2	2	-	-	12
9-11	Конструкции водо-водяных энергетических реакторов без кипения воды в активной зоне (ВВЭР, РWR).	6	4	-	-	12
12-13	Конструкция водо-графитовых реакторов РБМК.	4	4	-	-	12
14-15	Конструкции реакторов на быстрых нейтронах.	4	4	-	-	12
16	Обзор перспективных проектов ядерных реакторов	2	4			12
	<b>Итого за 2 семестр:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	-	-	<b>112</b>
	<b>Всего:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	-	-	<b>112</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	Введение.	Перспективы развития ядерной энергетики в России.
2-3	Физические основы получения энергии в ядерном реакторе.	<p>Определение энергетического ядерного реактора. Особенности ЯР как источника энергии.</p> <p>Критическое, надкритическое, подкритическое состояния реактора. Критическая масса.</p> <p>Размножающие свойства среды. Основные характеристики.</p> <p>Виды ядерных реакций. Сечения реакций. Физический смысл. Зависимость сечения от энергии.</p> <p>Эффективный коэффициент размножения</p>

		<p>нейтронов. Коэффициент размножения в бесконечной среде.</p> <p>Разделение нейтронов по энергиям. Понятие об энергетическом спектре нейтронов в реакторе.</p> <p>Замедлители. Требования, предъявляемые к замедлителям. Замедляющая способность. Коэффициент замедления. Характеристики замедлителей.</p>
4-5	Физические основы эксплуатации ядерного реактора	<p>Управление ядерным реактором. Понятие реактивности. Роль запаздывающих нейтронов.</p> <p>Период реактора. Зависимость периода реактора от времени жизни поколения нейтронов.</p> <p>Запаздывающие нейтроны. Предшественники запаздывающих нейтронов. Среднее время жизни запаздывающих нейтронов.</p> <p>Доля запаздывающих нейтронов. Ценность запаздывающих нейтронов. Понятие о мгновенной критичности реактора.</p> <p>Требования к материалам, используемым в органах управления и защиты реактора.</p> <p>Бор и его характеристики как поглотителя в сравнении с другими материалами.</p> <p>Выгорание ядерного топлива. Глубина выгорания. Понятие запаса реактивности.</p> <p>Кампания реактора. Процессы, сопровождающие работу реактора.</p> <p>Шлакование и отравление реактора.</p> <p>Воспроизводство ядерного топлива. Понятие о коэффициенте воспроизводства и времени удвоения.</p>
6-7	Ядерные материалы.	<p>Топливные материалы. Требования, предъявляемые к топливным материалам.</p> <p>Конструкционные материалы ядерного реактора. Основные требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Теплоносители. Требования, предъявляемые к теплоносителям ядерного реактора.</p>
8	Требования, предъявляемые к конструкции активной зоне ЯР.	<p>Требования к конструкции активной зоны реактора и ее характеристики.</p> <p>Тепловыделяющие элементы.</p> <p>Эксплуатационный предел повреждения твэлов в режимах нормальной эксплуатации</p>
9-11	Конструкции водо-водяных энергетических реакторов без кипения воды в активной зоне (ВВЭР, PWR).	<p><b>Реактор ВВЭР-1000.</b> Основные технические характеристики.</p> <p>Назначение и конструкция и бетонной шахты реактора.</p> <p>Назначение и конструкция корпуса реактора.</p> <p>Схема циркуляции теплоносителя в корпусе</p>

		<p>реактора.  Назначение внутрикорпусных устройств.  Назначение и конструкция внутрикорпусной шахты реактора.  Назначение и конструкция выгородки.  Комплекс ТВС. Картограмма активной зоны.  . Назначение и конструкция блока защитных труб.  Назначение и конструкция верхнего блока с крышкой.  Конструктивное исполнение главного разъема реактора.  Назначение и конструкция ТВС.  Назначение и конструкция тепловыделяющего элемента.  Назначение и конструкция пучков стержней СУЗ(ПС СУЗ).  Назначение и конструкция пучков стержней ВП(ПС ВП).  Контроль и управление энерговыделением в активной зоне.  Компоновка оборудования первого контура.  Схема крепления тепловыделяющих элементов в ТВС.  Назначение и конструкция дистанционирующих устройств ТВС.  Конструкция головки ТВС.  Кампания топлива и реактора. Схема перегрузки топлива.  Назначение и конструктивное исполнение направляющих каналов ПС СУЗ ТВС.  Назначение и конструктивное исполнение центральной трубки ТВС.  Назначение и конструктивные отличия пучков стержней СУЗ и выгорающего поглотителя.  Образцы свидетели. Их типы и места установки в реакторе.  <b>Реактор ВВЭР 1200.</b> Особенности конструкции ТВС.  Конструкция твэл.  Картограмма загрузки активной зоны.  Основные технические характеристики ТВС.  Основные технические характеристики твэл.  Основные технические характеристики активной зоны.</p>
12-13	Конструкция водо-графитовых реакторов РБМК	<p>. <b>Реактор РБМК-1000.</b> Основные технические характеристики.  Контур многократной принудительной циркуляции. Схема циркуляции теплоносителя. Организация подвода теплоносителя к технологическим каналам.  Общее устройство, основное оборудование</p>

		<p>РУ. Назначение металлоконструкций. Графитовая кладка реактора. Конструкция графитовой колонны. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «С». Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «ОР». Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «Л». Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «Д». Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «Е». Назначение и конструкция плитного настила ЦЗ. Картограмма активной зоны и типы ТК. Назначение и конструкция ТК. Схема установки энерговыделяющей кассеты в тракте технологического канала. Назначение и конструкция подвески кассеты. Назначение и конструкция энерговыделяющей кассеты. Назначение и конструктивное исполнение металлоконструкции схемы «КЖ». Конструкция тепловыделяющего элемента. Конструкция технологического канала. Биологическая защита реактора.</p>
14-15	Конструкции реакторов на быстрых нейтронах	<p><b>Реактор БН-600.</b> Схема циркуляции теплоносителя в первом контуре. Конструкция ЯР. Картограмма активной зоны реактора. Конструкция ТВС, тепловыделяющего элемента АЗ, конструкция ТВС и твэл зоны воспроизводства. Особенности конструкции БН 800. Перспективные проекты реакторов на быстрых нейтронах.</p>
16	Обзор перспективных проектов ЯР	<p>Реакторы малой, средней мощности, используемые для различных целей. СВБР, реакторы на сверхкритических параметрах и т.д.</p>



*Практические/семинарские занятия*

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-2	Перспективы ядерной энергетики.	Сравнение различных видов топлива по теплотворной способности. Преимущества ядерного топлива и производства энергии в ЯР.
3-8	Физические основы получения энергии в ядерном реакторе.	Критическое состояние реактора. Составляющие формулы четырех сомножителей. Критическая масса, критические размеры активной зоны ЯР.
9-14	Физические основы эксплуатации ядерного реактора	Кинетика ядерного реактора. Роль запаздывающих нейтронов в управлении реактором. Кампания реактора. Выгорание, отравление, шлакование. Воспроизводство ядерного топлива в реакторах различного типа. Энерговыделение в ядерном реакторе. Распределение температур в твэле.
15-16	Ядерные материалы.	Замедлители в ядерном реакторе. Сравнение характеристик замедлителей. Теплоносители. Сравнение характеристик теплоносителей. Поглощители. Сравнение характеристик поглощителей.

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

1. С.Т.Лескин, А.С.Шелегов, В.И.Слободчук. Физические особенности и конструкция реактора ВВЭР – 1000. Учебное пособие. М. ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011(20экз.).
2. А.С.Шелегов, С.Т.Лескин, В.И.Слободчук. Физические особенности и конструкция РБМК – 1000. Учебное пособие. М. ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011(20экз.).
3. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта: науч. издание / С. А. Андрущечко [и др.]. - М. : Логос, 2010. - 604 с. : ил.(150экз.).
4. Ядерная энергетика. Проблемы. Решения : В 2 ч. / М-во образ. и науки РФ, Нац. ядер. ун-т "МИФИ" ; ред. М. Н. Стриханов. - М. : НИЯУ МИФИ : ЦСПиМ Ч. 1 / В. В. Харитонов [и др.]. - 2011. - 424 с. : ил.(50экз.)
5. Ядерная энергетика. Проблемы. Решения : В 2 ч. / М-во образ. и науки РФ, Нац. ядер. ун-т "МИФИ" ; ред. М. Н. Стриханов. - М. : НИЯУ МИФИ : ЦСПиМ Ч. 2 / Б. А. Калинин [и др.]. - 2011. - 436 с. : ил.(50экз.).
6. А.М. Афров, С.А. Андрущечко, В.Ф. Украинцев и др. ВВЭР-1000. Физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность. М. Логос. 2006 (50 экз.).
7. Канальный ядерный энергетический реактор РБМК. Под общей редакцией Ю.М. Черкашова, М. ГУП НИКИЭТ, 2006 (15 экз.).
8. Нигматулин И. Н., Нигматулин Б. И. Ядерные энергетические установки. М. Энергоатомиздат, 1986, 168с. (2 экз.)
9. Ядерные энергетические установки. Ганчев Б.Г. и др. под общей ред. акад. Н.А. Доллежала. Учебное пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1983г., 1990 г. (19 экз.).
10. Будов В.М., Фараонов В.А. Конструирование основного оборудования АЭС. М. Энергоатомиздат, 1985, 264с. (95 экз.).

## 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>Текущая аттестация</b>			
1.	Физические основы получения энергии в ядерном реакторе.	З-ПК-3.1; У-ПК-3.1; В-ПК-3.1; З-ПК-3.2; У-ПК-3.2; В-ПК-3.2;	Контрольная работа 1
2.	Состав ядерного реактора	З-ПК-3.1; У-ПК-3.1; В-ПК-3.1; З-ПК-3.2; У-ПК-3.2; В-ПК-3.2;	
3.	Конструкции ядерных энергетических реакторов	З-ПК-3.1; У-ПК-3.1; В-ПК-3.1; З-ПК-3.2; У-ПК-3.2; В-ПК-3.2;	Контрольная работа 2
<b>Промежуточная аттестация</b>			
	Экзамен	З-ПК-3.1; У-ПК-3.1; В-ПК-3.1; З-ПК-3.2; У-ПК-3.2; В-ПК-3.2;	Вопросы к экзамену

### 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.

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>
Контрольная работа 1	8	18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Контрольная работа 2	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>

\* - 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 обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
<b>90-100</b>	<i>5- «отлично»/ «зачтено»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
<b>85-89</b>	<i>4 - «хорошо»/ «зачтено»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твёрдо 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>	<i>3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»</i>	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не
<b>60-64</b>		E	

			усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
<b>0-59</b>	<i>2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»</i>	<b>F</b>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

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

### ***а) основная учебная литература:***

1. С.Т.Лескин, А.С.Шелегов, В.И.Слободчук. Физические особенности и конструкция реактора ВВЭР – 1000. Учебное пособие. М. ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011(20экз.).
2. А.С.Шелегов, С.Т.Лескин, В.и.Слободчук. Физические особенности и конструкция РБМК – 1000. Учебное пособие. М. ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011(20экз.).
3. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта: науч. издание / С. А. Андрущечко [и др.]. - М. : Логос, 2010. - 604 с. : ил.(150экз.).
4. Ядерная энергетика. Проблемы. Решения : В 2 ч. / М-во образ. и науки РФ, Нац. ядер. ун-т "МИФИ" ; ред. М. Н. Стриханов. - М. : НИЯУ МИФИ : ЦСПиМ Ч. 1 / В. В. Харитонов [и др.]. - 2011. - 424 с. : ил.(50экз.).
5. Ядерная энергетика. Проблемы. Решения : В 2 ч. / М-во образ. и науки РФ, Нац. ядер. ун-т "МИФИ" ; ред. М. Н. Стриханов. - М. : НИЯУ МИФИ : ЦСПиМ Ч. 2 / Б. А. Калинин [и др.]. - 2011. - 436 с. : ил.(50экз.).

### ***б) дополнительная учебная литература:***

1. А.М. Афров, С.А. Андрущечко, В.Ф. Украинцев и др. ВВЭР-1000. Физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность. М. Логос. 2006 (50 экз.).
2. Канальный ядерный энергетический реактор РБМК. Под общей редакцией Ю.М. Черкашова, М. ГУП НИКИЭТ, 2006 (15 экз.).
3. Нигматулин И. Н., Нигматулин Б. И. Ядерные энергетические установки. М. Энергоатомиздат, 1986, 168с. (2 экз.)
4. Ядерные энергетические установки. Ганчев Б.Г. и др. под общей ред. акад. Н.А. Доллежала. Учебное пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1983г., 1990 г. (19 экз.).
5. Будов В.М., Фарафонов В.А. Конструирование основного оборудования АЭС. М. Энергоатомиздат, 1985, 264с. (95 экз.).

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

1. E-learning for Nuclear Newcomers [Официальный сайт]. URL: <https://www.iaea.org/topics/infrastructure-development/e-learning-for-nuclear-newcomers> [Режим доступа: 20.05.2023].
2. Росатом - корпорация знаний [Официальный сайт]. — URL: <https://www.youtube.com/user/MirnyAtom> [Режим доступа: 20.05.2023].
3. Энциклопедия атома Росатом - корпорация знаний [Официальный сайт]. — URL: [http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya\\_atoma /defDocument](http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya_atoma /defDocument) [Режим доступа: 20.05.2023].
4. Научная электронная библиотека [Официальный сайт]. — URL: <http://elibrary.ru/> [Режим доступа: 20.05.2023].
5. Журнал «Известия вузов. Ядерная энергетика» [Официальный сайт]. — URL: <http://journal.iate.obninsk.ru/> [Режим доступа: 20.05.2023].

## 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; 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. Уделить внимание следующим понятиям АЭС, ТВС, ТВЭЛ, парогенератор, турбомашин, ВВЭР, РБМК, реактор, БН, СУЗ, ГЦН, активная зона, топливо.
Практические занятия	При подготовки к практическим занятиям повторить основные понятия и схемам по темам лекционных занятий. Предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить для практического занятия. Обратиться за дополнительной информацией в интернет источники.
Контрольная работа	При подготовки повторить основные понятия и схемам по темам лекционных и практических занятий. Обратиться за дополнительной информацией в интернет источники.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по конструкция ядерных реакторов. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к экзамену 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.

## **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 знаний 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, видеосвязь, 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 он-лайн видеоконференции;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

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

- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

### **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?C23COM=F&I23DBN=BOOK&Z23ID=&P23DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C23COM=F&I23DBN=BOOK&Z23ID=&P23DBN=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.ру/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 и практические занятия:

Учебная аудитория для лекционных занятий оборудована 58 посадочными местами. Аудитория оборудована мультимедийным оборудованием.

Учебная аудитория для семинарских занятий оборудована 24 посадочными местами. Аудитория оборудована мультимедийным оборудованием.

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

Кроме этого, используются макеты основного оборудования и схемы, имеющиеся в специализированных классах кафедры, компьютерный класс кафедры, тренажерный центр функционально-аналитических тренажеров блоков с реакторами ВВЭР-1000, РБМК-1000, БН-800.

### **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 отбирают 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 изучения**

1. Ядерный топливный цикл.
2. Осколки деления, мгновенные и запаздывающие нейтроны.
3. Радиоактивность, возникающая при делении.
4. Преобразование теплоты в электроэнергию через механическую работу.
5. Прямое преобразование тепла в электричество.
6. Основные материалы топлива, конструкционных материалов, теплоносителя, замедлителя, поглотителя.
7. Типовая конструкция твэлов.
8. Классификация ядерных реакторов.

9. Водо-водяные реакторы с водой под давлением.
10. Кипящие водо-водяные реакторы.
11. Реакторы на быстрых нейтронах.

### ***14.3. Краткий терминологический словарь***

АР - автоматическое регулирование  
АЭС - атомная электростанция  
БН- быстрый натриевый  
ВВЭР - водо - водяной энергетический реактор  
ГЦН - главный циркуляционный насос  
КП - компенсирующий поглотитель  
РБМК - реактор большой мощности канальный  
СУЗ - система управления и защиты  
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 так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад также может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

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

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

Оценка знаний, обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной 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 обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад также 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 экзамена может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры экзамена. В таком случае экзамен 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.Ю. Пузаков, старший преподаватель отд. ЯФиТ

#### **Рецензент:**

А.С. Шелегов, к.т.н., доцент отд. ЯФиТ