

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
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика ядерных реакторов

название дисциплины

для студентов направления подготовки

03.03.02 Физика

профиль:

Ядерно-физические технологии в медицине

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – Обучить студентов особенностям физики ядерных реакторов различных типов и методам проведения нейтронно-физических расчётов.

Задачи дисциплины:

- Обучение студентов принципиальным основам цепной реакции деления, ее количественным характеристикам и происходящим изменениям в ядерном реакторе, требующим специальных решений при конструировании реактора.
- Дать представление об уравнениях переноса нейтронов и ценности нейтронов среды.
- Научить использовать уравнения кинетики для решения задач в области мощностей таких, которые практически не оказывают влияния на технологические параметры реактора (температуру, давление, положение стержней и т.п.) и для построения реагиметра.
- Формализовать обратные связи на основе коэффициентов реактивности и построение уравнений динамики на основе точечных уравнений кинетики.

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

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к общепрофессиональному модулю.

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

- Математический анализ.
- Дифференциальные и интегральные уравнения.
- Ядерная физика.
- Физика атомного ядра и элементарных частиц.

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

- Научно-исследовательская работа студентов.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

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

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

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способен использовать профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	З-ПК-1 – Знать: основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории физики, основные методы теоретического и экспериментального исследования, методы измерения различных физических величин. У-ПК-1 – Уметь: разбираться в физических принципах, используемых в изучаемых специальных дисциплинах, решать физические задачи

		<p>применительно к изучаемым специальным дисциплинам и прикладным проблемам будущей специальности.</p> <p>В-ПК-1 – Владеть: методами проведения физических измерений с оценкой погрешностей, а также методами физического описания типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов.</p>
ПК-6	Способен принимать участие в составе коллектива в создании и использовании физической аппаратуры	<p>З-ПК-6 – Знать: знать основные организационные принципы коллективной научной деятельности и современную физическую аппаратуру и технологии.</p> <p>У-ПК-6 – Уметь: использовать личностные качества и знания в рамках выполнения работы по коллективным проектам.</p> <p>В-ПК-6 – Владеть: навыками создания и использования современной физической аппаратуры и технологий, владеть приемами планирования и организации работы в рамках научных групп, способен эффективно выполнять отведенную роль в научных исследованиях.</p>

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	<p>- становление и развитие мировоззрения, обеспечивающего радиационную безопасность медицинском использовании источников ионизирующего неионизирующего излучения (В31)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для:</p> <p>при</p> <p>и</p> <p>- формирования культуры работы с приборами дозиметрического контроля, радиационной и экологической безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий по вопросам биобезопасности</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:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	48
В том числе:	
лекции (в интерактивной форме)	16
практические занятия (в интерактивной форме)	16
лабораторные занятия	16
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
зачет	+
экзамен	-
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся(всего)	24
В том числе:	
проработка учебного материала	7
подготовка к контрольным точкам	7
подготовка зачету	10
Всего (часы):	72
Всего (зачетные единицы):	2

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕНОГО 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				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Ядерный реактор как источник энергии и ионизирующего излучения	5	6	6		10
1.1.	Основные конструктивные особенности	1	0	0		2
1.2.	Особенности ЯР в привязке к компоновке АЭС	1	0	2		2
1.3	Ядерные реакции	1	2	0		2
1.4	Цепная реакция. Коэффициент размножения.	1	2	2		2
1.5	Ядерный реактор. Энерговыделение в активной зоне.	1	2	2		2
2.	Физические процессы, сопровождающие работу ядерного реактора	11	10	10		14
2.1.	Выгорание ядерного топлива	2	2	2		2
2.2.	Воспроизводство ядерного топлива	1	2	0		2
2.3	Зашлаковывание ядерного топлива	2	2	2		2
2.4	Стационарное и нестационарное отравление реактора ксеноном	1	1	1		2
2.5	Стационарное и нестационарное отравление самарием	1	1	1		2
2.6	Эффекты реактивности	2	1	2		2
2.7	Кампания реактора	2	1	2		2
Итого за 7 семестр:		16	16	16		24
Всего:		16	16	16		24

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)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Ядерный реактор как источник энергии и ионизирующего излучения	
1.1.	Основные конструктивные особенности	Принцип работы АЭС на примере реакторной установки ВВЭР-1000. Основные технологические параметры и особенности внутриреакторной компоновки оборудования.
1.2.	Особенности ЯР в привязке к компоновке АЭС	Основное оборудование первого и второго контуров ядерного реактора на примере установки ВВЭР-1000. Особенности компоновки оборудования и пути увеличения характеристик показателей АЭС в целом.
1.3	Ядерные реакции	Типы взаимодействий нейтронов с ядрами среды. Обзор величин, описывающих ядерные реакции.
1.4	Цепная реакция. Коэффициент размножения.	Понятие цепной ядерной реакции. Необходимые условия существования самоподдерживающейся цепной реакции деления (СЦР). Спектр нейтронов в реакторе ВВЭР, РБМК и реакторов типа БН. Схема замедления и диффузии нейтронов. Геометрические и материальные параметры сред. Схемы размножения нейтронов.
1.5	Ядерный реактор. Энерговыделение в активной зоне.	Тепловой поток. Удельная топливная мощность. Удельная объемная мощность. Распределение энерговыделения по активной зоне. Эффективная добавка. Профилирование топлива.
2.	Физические процессы, сопровождающие работу ядерного реактора	
2.1.	Выгорание ядерного топлива	Ядерное топливо. Выгорание ядерного топлива. Удельное энерговыделение (удельная энерговыработка). Компания топлива.
2.2.	Воспроизводство ядерного топлива	Коэффициент воспроизводства. Коэффициент конверсии. Топливный цикл. Выгорание тяжелых ядер. Время удвоения топлива.
2.3	Зашлаковывание ядерного топлива	Обзор продуктов деления. Выделения осколков деления в группы «отравителей». Концентрация осколков деления. Особенности отравителей.
2.4	Стационарное и нестационарное отравление реактора ксеноном	Динамика установления стационарного отравления Хе. Зависимость стационарного отравления Хе от эксплуатационных характеристик ЯР. Нестационарное отравление реактора Хе при увеличении и снижении мощности ЯР. Время разотравления ЯР.
2.5	Стационарное и нестационарное отравление самарием	Динамика установления стационарного отравления Sm. Зависимость стационарного отравления Sm от эксплуатационных характеристик ЯР. Нестационарное отравление реактора Хе при увеличении и снижении мощности ЯР. Динамика отравления ЯР самарием.
2.6	Эффекты реактивности	Температурный коэффициент реактивности. Характерные зависимости температурных эффектов реактивности для различных типов ЯР. Нептуниевый и натриевой пустотный эффекты реактивности в реакторах БН.
2.7	Кампания реактора	Номинальная мощность. Перегрузка активной зоны. Энерговыработка. Определение оставшегося энергозапаса.

Практические занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название практической работы
1.	Ядерный реактор как источник энергии и ионизирующего излучения	
1.3	Ядерные реакции	Определение длин рассеяния, поглощения и переноса. Определение отношения масс тяжелых ядер. Оценка количества делений и радиационного захвата.
1.4	Цепная реакция. Коэффициент размножения.	Оценка вероятности столкновения нейтронов между собой в топливе. Определение плотности потока нейтронов. Оценка вероятности утечки нейтронов.
1.5	Ядерный реактор. Энерговыделение в активной зоне.	Определение коэффициента неравномерности энерговыделения по объему, радиусу и высоте активной зоны. Определение средней по объему активной зоне плотности потока нейтронов при различной загрузке ЯР топливом.
2.	Физические процессы, сопровождающие работу ядерного реактора	
2.1.	Выгорание ядерного топлива	Определение удельного и полного расхода топлива, глубины выгорания, удельный и полный расход топлива. Учет числа перегрузок АР топливом.
2.2.	Воспроизводство ядерного топлива	Оценка вклада каждого делящегося нуклида в энерговыработку АЭС. Оценка наработки вторичных делящихся изотопов в ЯР.
2.3	Зашлаковывание ядерного топлива	Оценка скорости наработки шлаков с учетом и без учета наработки вторичных тяжелых изотопов.
2.4	Стационарное и нестационарное отравление реактора ксеноном	Оценка отравления ЯР ксеноном после выведения реактора на мощность. Оценка времени работы реактора на постоянном уровне мощности с учетом отравления ЯР ксеноном. Оценка возможности выведения ЯР на номинальный уровень мощности после внепланового останова.
2.5	Стационарное и нестационарное отравление самарием	Оценка отравления ЯР самарием после выведения реактора на мощность. Оценка времени работы реактора на постоянном уровне мощности с учетом отравления ЯР ксеноном. Понятие прометьевого провала.
2.6	Эффекты реактивности	Изменение запаса реактивности и динамических свойств ядерного реактора при проявлении различных эффектов реактивности.
2.7	Кампания реактора	Поиск путей повышения энергозапаса за счет изменения нейтронно-физических характеристик активной зоны ЯР.

Лабораторные работы

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название практической работы
1.	Ядерный реактор как источник энергии и ионизирующего излучения	
1.2.	Особенности ЯР в привязке к компоновке АЭС	Основное оборудование первого и второго контуров ядерного реактора на примере установки ВВЭР-1000. Особенности компоновки оборудования и пути увеличения характеристик показателей АЭС в целом.
1.3	Ядерные реакции	Определение длин рассеяния, поглощения и переноса. Определение отношения масс тяжелых ядер. Оценка количества делений и радиационного захвата.
1.4	Цепная реакция.	Оценка вероятности столкновения нейтронов между

	Коэффициент размножения.	собой в топливе. Определение плотности потока нейтронов. Оценка вероятности утечки нейтронов.
1.5	Ядерный реактор. Энерговыделение в активной зоне.	Определение коэффициента неравномерности энерговыделения по объему, радиусу и высоте активной зоны. Определение средней по объему активной зоне плотности потока нейтронов при различной загрузке ЯР топливом.
2.	Физические процессы, сопровождающие работу ядерного реактора	
2.1.	Выгорание ядерного топлива	Определение удельного и полного расхода топлива, глубины выгорания, удельный и полный расход топлива. Учет числа перегрузок АР топливом.
2.2.	Воспроизводство ядерного топлива	Оценка вклада каждого делящегося нуклида в энерговыработку АЭС. Оценка наработки вторичных делящихся изотопов в ЯР.
2.3	Зашлаковывание ядерного топлива	Оценка скорости наработки шлаков с учетом и без учета наработки вторичных тяжелых изотопов.
2.4	Стационарное и нестационарное отравление реактора ксеноном	Оценка отравления ЯР ксеноном после выведения реактора на мощность. Оценка времени работы реактора на постоянном уровне мощности с учетом отравления ЯР ксеноном. Оценка возможности выведения ЯР на номинальный уровень мощности после внепланового останова.
2.5	Стационарное и нестационарное отравление самарием	Оценка отравления ЯР самарием после выведения реактора на мощность. Оценка времени работы реактора на постоянном уровне мощности с учетом отравления ЯР ксеноном. Понятие прометьевого провала.
2.6	Эффекты реактивности	Изменение запаса реактивности и динамических свойств ядерного реактора при проявлении различных эффектов реактивности.
2.7	Кампания реактора	Поиск путей повышения энергозапаса за счет изменения нейтронно-физических характеристик активной зоны ЯР.

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

1. Презентации курса.

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 (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущий контроль, 7 семестр			
1.	Ядерный реактор как источник энергии и ионизирующего излучения	3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	контрольная работа №1

2.	Физические процессы, сопровождающие работу ядерного реактора	3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	контрольная работа №2
Промежуточный контроль, 7 семестр			
	Зачет	3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; 3-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	Вопросы к зачету
Всего:			

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**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	18 (60% от 30)	30
контрольная работа №2	8	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
контрольная работа №2	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Зачет	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - 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

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
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	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
65-69		E	
60-64	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	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
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не засчитано»	F	

			дополнительных занятий по соответствующей дисциплине
--	--	--	---

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

а) основная учебная литература:

1. Баранник, А.А. Лекции по курсу "Теория переноса нейтрона" [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А. А. Баранник. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. - (Учебная книга инженера-физика).
2. Савандер, В.И. Физическая теория ядерных реакторов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. И. Савандер, М. А. Увакин. - Москва: НИЯУ МИФИ. Ч.2: Теория возмущений и медленные нестационарные процессы. - [Б. м.], 2013.
3. Савандер, В.И. Физическая теория ядерных реакторов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. И. Савандер, М. А. Увакин. - Москва: МИФИ. Ч.: Однородная размножающая среда и теория гетерогенных структур: учебное пособие для вузов. - [Б. м.], 2007.
4. Крючков, Э.Ф. Теория переноса нейтронов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Э. Ф. Крючков, Л. Н. Юрова. - Москва: МИФИ, 2007.
5. Владимиров В.И. Физика ядерных реакторов. Практические задачи по их эксплуатации. Изд. 5-е, переработанное и доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 480 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Белл Д., Глесстон С. Теория ядерных реакторов. М., Атомиздат, 1974.
2. Основы теории и методов расчета ядерных реакторов. Под ред. Г.А. Батя М.: Энергоатомиздат, 1989г.
3. Коробейников В.В., Клинов Д.А. Введение в нейтронно-физический расчет реакторов: учебное пособие / В.В. Коробейников, Д.А. Клинов - Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011.

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

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: [Электронный ресурс] URL: <http://elibrary.ru> (Дата обращения: 10.03.2023).
2. Электронно-библиотечная система издательство "Лань": [Электронный ресурс] URL: www.e.lanbook.com (Дата обращения: 10. 03.2023).
3. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ: [Электронный ресурс] URL: www.library.mephi.ru (Дата обращения: 10. 03.2023).
4. E-learning for Nuclear Newcomers [Электронный ресурс] URL: <https://www.iaea.org/topics/infrastructure-development/e-learning-for-nuclear-newcomers> (Дата обращения: 10. 03.2023).
5. Росатом [Электронный ресурс] URL:<http://www.rosatom.ru> (Дата обращения: 10. 03.2023).

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; 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 удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия и формулы по темам домашнего задания. Решая упражнения и задачи, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. Решить типовую задачу из данной темы на доске с преподавателем. Написать план решения задач, попробовать на его основе решить 1-2 аналогичные задачи самостоятельно. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задачи вопросы преподавателю
Контрольная работа	При выполнении домашних и 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.
Подготовка к зачету/ экзамену	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.

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 смешенном 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

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Интерактивное общение с помощью программы meet.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

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

Учебная аудитория на 20 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска. Лабораторные работы проводятся в дисплейном классе 3-405, 3-404.

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)	Количест во ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.	Основные конструктивные особенности	лекции	1	Лекция, лекция-беседа, диспут.
2.	Особенности ЯР в привязке к компоновке АЭС	Лекции	1	Лекция, лекция-беседа, диспут
3.	Ядерные реакции	лекции /практические занятия	4	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
4.	Цепная реакция. Коэффициент размножения	лекции /практические занятия	4	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
5.	Ядерный реактор. Энерговыделение в активной зоне	лекции /практические занятия	4	Лекция, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
6.	Выгорание ядерного топлива	лекции /практические занятия	2,5	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач

7.	Воспроизведение ядерного топлива	лекции /практические занятия	2,5	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
8.	Зашлаковывание ядерного топлива	лекции /практические занятия	2,5	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
9.	Стационарное и нестационарное отравление реактора ксеноном	лекции /практические занятия	4	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
10.	Стационарное и нестационарное отравление самарием	лекции /практические занятия	2,5	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
11.	Эффекты реактивности	лекции /практические занятия	2,5	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
12.	Кампания реактора	лекции /практические занятия	1,5	Лекция, лекция-беседа, диспут, 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

Краткий терминологический словарь

АЭС- атомная электростанция

СЦР – самоподдерживающаяся цепная реакция

ТВС –тепловыделяющая сборка

ТВЭЛ – тепловыделяющий элемент

ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор

РБМ-К – реактор большой мощности канальный

БН – быстрый натриевый реактор

УПН – уравнение переноса нейтронов

ЗН – запаздывающие нейтроны

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 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 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 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 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 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 обучающийся 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:

Д.С. Самохин, к.т.н., доцент отд. ЯФиТ

Рецензент:

В.В. Коробейников, д.ф.-м.н., профессор отд. ЯФиТ

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины разработана в отделении биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

<p>Рассмотрена на заседании отделения биотехнологий и рекомендована к одобрению Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ (протокол № <u>9/1</u> от «<u>21</u>» <u>04</u> <u>2023</u>г.)</p>	<p>Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ</p> <p> А.А. Котляров</p>
---	--