

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 «На-
циональный 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 / Physics of Nuclear Reactors

Шифр, название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.03.01 "Ядерная энергетика и теплофизика"

Код и название направления подготовки

Образовательная программа

Nuclear Technologies

название профиля

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. 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:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-2	способность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения	Знать: основные закономерности нейтронно-физических процессов в активных зонах ядерных реакторов Владеть: методами нейтронно-физического расчета ядерных установок, расчета распределения нейтронного поля, энерговыделения, изменения изотопного состава и температур;
ОК-3	способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Знать: закономерности формирования пространственно-энергетического распределения нейтронов и удельного энерговыделения; Уметь: проводить предэскизное проектирование ядерных энергетических установок;
ОПСК-2	способность к анализу и управлению данными, характеризующими состояние ядерных материалов, на основе современных информационных технологий	Знать: выгорание и воспроизводство ядерного топлива Владеть: умением рассчитывать основные физические характеристики ядерных реакторов, включая критическую массу, температурные коэффициенты и эффекты реактивности, нуклидный состав топлива, температуры и напряжения в твэлах
ПСК-1	способность формулировать критерии для оценки условий безопасности обращения с ядерными материалами	Знать: эффективный коэффициент размножения нейтронов; Уметь: моделировать и рассчитывать основные характеристики ядерных установок различного назначения;
ПСК-3	способность к проведению физических экспериментов с целью определения характеристик ядерных материалов	Знать: нейтронный цикл в ядерном реакторе; теорию реактора с гомогенными зонами и гетерогенных решеток;

		<p>Уметь: проводить нейтронно-физические расчеты активной зоны ядерных установок и реакторного оборудования;</p> <p>Владеть: методами расчета эффективного коэффициента размножения нейтронов, методами гетерогенного расчета решеток ТВЭЛОВ.</p>
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина реализуется в рамках базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: технический английский язык, ядерный топливный цикл, оборудование АЭС.

Дисциплина изучается на 1 курсе.

3. 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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 7 зачетных единиц (з.е.), 252 академических часов.

3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Вид работы	Форма обучения	
	Заочная	
	Курс	
	№ 1	Всего
Количество часов на вид работы:		
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия (всего)	34	34
В том числе:		
<i>лекции (лекции в интерактивной форме)</i>	12	12
<i>практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)</i>	22	22
Промежуточная аттестация		
В том числе:		

	<i>зачет</i>	0	0
	<i>экзамен</i>	9	9
Самостоятельная работа обучающихся			
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		209	209
В том числе:			
<i>проработка учебного (теоретического) материала</i>		79	79
<i>подготовка к практическим занятиям</i>		70	70
<i>подготовка к контрольным работам</i>		20	20
<i>подготовка к зачету</i>		20	20
<i>подготовка к экзамену</i>		20	20
Всего (часы):		252	252
Всего (зачетные единицы):		7	7

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Общая трудоёмкость всего (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			Аудиторные учебные занятия			СРО	
			Лек	Сем/Пр	Лаб		
1.	Ядерный реактор как источник энергии и ионизирующего излучения						
1.1.	Основные конструктивные особенности		1			15	
1.2.	Особенности ЯР в привязке к компоновке АЭС		1			15	
1.3	Ядерные реакции		2	2		20	
1.4	Цепная реакция. Коэффициент размножения.		2	2		25	

1.5	Ядерный реактор. Энерговыделение в активной зоне.		2	2		25	
2.	Физические процессы, сопровождающие работу ядерного реактора						
2.1.	Выгорание ядерного топлива		0,5	2		15	
2.2.	Воспроизводство ядерного топлива		0,5	2		15	
2.3	Зашлаковывание ядерного топлива		0,5	2		16	
2.4	Стационарное и нестационарное отравление реактора ксеноном		1	3		16	
2.5	Стационарное и нестационарное отравление самарием		0,5	2		16	
2.6	Эффекты реактивности		0,5	2		16	
2.7	Кампания реактора		0,5	1		16	

Прим.: Лек – лекции, Сем/Пр – семинары, практические занятия, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся

4.2. 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 Xe. Зависимость стационарного отравления Xe от эксплуатационных характеристик ЯР. Нестационарное отравление реактора Xe 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 Xe 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/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
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.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Презентации курса;

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
1.	Зачет по разделу №1: «Ядерный реактор как источник энергии и ионизирующего излучения»	<p>ОК-2 – способность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения;</p> <p>ОК-3 – способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;</p> <p>ОПСК-2 – способность к анализу и управлению данными, характеризующими состояние ядерных материалов, на основе современных информационных технологий.</p> <p>ПСК-1 – способность формулировать критерии для оценки условий безопасности обращения с ядерными материалами.</p> <p>ПСК-3 – способность к проведению физических экспериментов с целью определения характеристик ядерных материалов.</p>	Вопросы к зачету.
2.	Экзамен по разделам №1 и №2: «Ядерный реактор как источник энергии и ионизирующего излучения» и «Физические процессы, сопровождающие работу ядерного реактора»	<p>ОК-2 – способность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения;</p> <p>ОК-3 – способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;</p> <p>ОПСК-2 – способность к анализу и управлению данными, характеризующими состояние ядерных материалов, на основе современных информационных технологий.</p> <p>ПСК-1 – способность формулировать критерии для оценки условий безопасно-</p>	Экзаменационный билет

		сти обращения с ядерными материалами. ПСК-3 – способность к проведению физических экспериментов с целью определения характеристик ядерных материалов.	
--	--	---	--

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. Экзамен 2 семестр

а) типовые вопросы:

1. Возможность управления цепной реакцией без наличия запаздывающих нейтронов.
2. Пространственный эффект и способы его учета.
3. Температурный коэффициент реактивности для гомогенного реактора. Составляющая, связанная с зависимостью средней энергии тепловых нейтронов от температуры активной зоны в приближении формулы 4-х сомножителей.
4. Особенность доплер-эффект для делящегося нуклида.
5. Особенности мощностного коэффициента реактивности. Асимптотический мощностной коэффициент реактивности.
6. Коэффициенты реактивности для реакторов типа ВВЭР.
7. Коэффициенты реактивности для реакторов типа РБМК.
8. Коэффициенты реактивности для реакторов типа БН.
9. Запас реактивности и его компенсация.
10. Энерговыделение на единицу массы сожженного топлива.
11. Накопление радиоактивности при работе реактора.
12. Эффективный коэффициент размножения и реактивность.
13. Расчет $k_{эфф}$ и ρ через скорости процессов.
14. Формула 4-х сомножителей для реакторов на тепловых нейтронах.
15. Влияние гетерогенного расположения на значение множителей формулы 4-х сомножителей.
16. Предельные значения $k_{эфф}$ и ρ .
17. Понятие критической массы и критического размера реактора.
18. Формула вычисления скоростей протекания ядерных реакций.
19. Утечка нейтронов из реактора. Вероятность избежать утечки в процессе замедления.
20. Причины изменения нуклидного состава топлива при работе реактора.
21. Динамика состава осколков деления во время работы реактора.
22. Отравление реактора ядрами ^{135}I изотопом ксенона при резком изменении мощности и его значения.
23. Стационарное отравление реактора ^{135}I изотопом ксенона.
24. Глубина иодной ямы в зависимости от плотности потока нейтронов.

25. Отравление реактора ядрами ^{149}Sm изотопом самария при резком изменении мощности и его значения.
26. Оценка времени достижения стационарного отравления изотопом самария.
27. Количество ядер самария после останова реактора.
28. «Прометиевая смерть» реактора. Нептуниевый эффект.
29. Поведение реактивности во времени после останова реактора.
30. Принципиальная возможность воспроизводства делящихся ядер.
31. Необходимые и достаточные условия расширенного воспроизводства делящихся ядер.
32. Коэффициенты конверсии и воспроизводства.
33. Связь коэффициентов воспроизводства с временем удвоения развития ядерной энергетики.
34. Влияние плотности топлива на коэффициент воспроизводства.
35. Обратные связи на АЭС и в реакторе. Примеры.
36. Что такое запас реактивности.
37. Основные причины необходимости иметь запас реактивности.
38. Способы компенсации запаса реактивности.
39. Недостатки создания запаса реактивности введением в активную зону реактора поглощающих стержней.
40. Выгорающие поглотители – в качестве запаса реактивности.
41. Поток и ток нейтронов. Закон Фика.
42. Летаргия и замедление нейтронов. Среднелогарифмическая потеря энергии нейтроном.
43. Понятие возраста и длины диффузии нейтронов.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по экзамену входят:

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

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой;

	- уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 25-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 24 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

6.2.3. Зачет 1 семестр

а) типовые вопросы:

1. Перечислите основные реакции нейтрона с ядром.
2. Дайте определение микросечения.
3. В каких единицах измеряются микросечения?
4. Как связаны микросечение и макросечение одного нуклида?
5. Как связаны макросечение и длина свободного пробега?
6. Нарисуйте примерную зависимость микросечений от энергии.
7. Сколько энергии выделяется в акте деления?
8. Сколько нейтронов выделяется в акте деления (примерно)?
9. В каких единицах измеряется плотность потока нейтронов?
10. Как связаны плотность потока и ток нейтронов (закон Фика)?
11. Нарисуйте примерную зависимость спектра нейтронов от E .

12. Какова средняя энергия нейтронов деления?
13. Чему равна тепловая точка (в электрон- Вольтах)?
14. Как связаны летаргия и энергия?
15. Каковы характерные величины потоков в тепловых реакторах?
16. Каковы характерные величины потоков в быстрых реакторах?
17. Что такое флюэнс нейтронов?
18. Запишите выражение для ступеньки замедления.
19. Запишите уравнение диффузии (в любой известной форме).
20. Чему равен коэффициент диффузии?
21. Назовите физический смысл длины диффузии.
22. Что такое коэффициент размножения нейтронов?
23. Чем отличается $k_{эфф}$ и k^∞ ?
24. Сформулируйте условие критичности реактора через геометрический и материальный параметры.
25. С какой целью в реактор вводится отражатель?
26. Что происходит с реактором, если его $k_{эфф} > 1$?
27. Что происходит с реактором, если его $k_{эфф} < 1$ и $k^\infty > 1$?
28. Что такое реактивность?
29. В чём измеряется реактивность?
30. Что такое β ?
31. Назовите формулу четырёх сомножителей.
32. Что такое возраст нейтронов?
33. В чём измеряется возраст нейтронов?
34. Зачем в реактор вводится замедлитель?
35. На каком замедлителе потеря энергии наибольшая?
36. Какой замедлитель является наилучшим?
37. Чем отличается упругое и неупругое рассеяния?
38. Почему невозможна цепная реакция на ^{238}U ?
39. Чему равно сечение разбавления?
40. Запишите путь образования ^{239}Pu из ^{238}U .
41. Запишите путь образования ^{233}U из ^{232}Th .
42. Каково обогащение природного урана?
43. Назовите основные типы распадов.
44. Существует ли в природе плутоний?
45. Что такое активность?
46. Меняются ли микросечения в ходе выгорания?
47. Меняется ли поток в ходе выгорания?
48. Как рассчитать ядерную концентрацию циркония?
49. Как рассчитать ядерные концентрации изотопов в UO_2 ?
50. Как меняется со временем концентрация ^{235}U , если поток постоянен?
51. Как меняется со временем концентрация ^{235}U , если мощность постоянна?
52. Как рассчитать массу изотопа, зная его концентрацию и объём реактора?
53. Что такое коэффициент воспроизводства?
54. Чем отличается КВ от КК?
55. Нарисуйте распределение осколков деления по массам.
56. Сколько осколков образуется в акте деления?

57. Чем отличается деление от аннигиляции?
 58. Какие эффекты реактивности вы знаете?
 59. Меняется ли площадь резонанса при Доплер-эффекте?
 60. Меняется ли высота резонанса при Доплер-эффекте?
 61. Что вам не нравится в ^{240}Pu ?
 62. Как связаны мощность реактора и поток?
 63. Что больше: концентрация ядер или концентрация нейтронов?
 64. Взаимодействуют ли нейтроны друг с другом?
 65. Важно ли учитывать внешний источник при расчёте реакторов с большой мощностью?
 66. Как отличаются $k_{\text{эфф}}$ двух реакторов, работающих стационарно на мощности W и $0,5*W$, соответственно?

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по зачету входят:

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

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно	Студент должен:

25-29	<ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 24 и меньше	<p>Студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

6.2.4 Контрольная работа №1 1 сессия

а) типовые задания - образец:

Вариант 0

1. Электрическая мощность АЭС 1ГВт. Какая масса осколков деления накапливается в топливе за один год работы? Насколько отличается масса осколков от массы разделившихся ядер? При делении выделяется 200 МэВ энергии. КПД=32%.
2. Чему равняется полное макроскопическое сечение взаимодействия тепловых нейтронов с ядрами гомогенной смеси γ (U-235) = 18 г/см³, γ (Be-9) = 1.8 г/см³ ϵ (U-235) = 0.3, ϵ (Be-9) = 0.7.
3. Найти длину миграции нейтрона при замедлении от энергии $E_1=2$ МэВ до энергии $E_2=0,025$ эВ, в следующей среде: γ (U-235) = 18 г/см³, γ (Be-9) = 1.8 г/см³ ϵ (U-235) = 0.3, ϵ (Be-9) = 0.7.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний на контрольной работе входят:

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

в) описание шкалы оценивания:

Задача 1 оценивается в 6 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 7 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 3 оценивается в 7 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

6.2.7 Контрольная работа №1 2 сессия

а) типовые задания - образец:

Вариант 0

1. Найти вероятность избежать резонансного захвата в процессе замедления, при температуре замедлителя:

а) $T_{\text{зам}}=300^{\circ}\text{K}$;

б) $T_{\text{зам}}=600^{\circ}\text{K}$;

в среде из однородной смеси урана и H_2O с объемными долями и обогащением по U^{235} .

$X(\text{U-235}) = 3.5\%$, $V_{\text{U}} = 0,335$, $V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,665$. $\gamma_{\text{U}} = 19 \text{ г/см}^3$, $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1.01 \text{ г/см}^3$.

2. Найти коэффициент размножения на быстрых нейтронах. В среде $\gamma(\text{UO}_2) = 10.4 \text{ г/см}^3$. $x(\text{U-235}) = 2\%$.

3. Рассчитайте групповое макросечение замедления и его вклад в макросечение увода при замедлении на ядрах водорода в зависимости от ширины энергетической группы. Рассмотреть область энергий вблизи 100 эВ (микросечения взять из справочников).

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний на контрольной работе входят:

1. знание теоретического материала;

2. умение применить данные знания при решении практических задач;

3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;

4. умение проанализировать полученный результат.

в) описание шкалы оценивания:

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

Задача 2 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 3 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

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

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется один раз в сессию:

1 сессия

контрольная точка № 1 (контрольная работа 1).

2 сессия

контрольная точка № 1 (контрольная работа 1).

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

1 сессия

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	36	60
	Контрольная работа 1	36	60
Промежуточный	Зачет	24	40
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

2 сессия

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	36	60
	Контрольная работа 1	36	60
Промежуточный	Экзамен	24	40
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце сессии за активную и регулярную работу на занятиях, за 5 баллов

По Положению бонус (премиальные баллы) не может превышать **5 баллов**.

Штрафы: за несвоевременную сдачу реферата максимальная оценка может быть снижена на 20 %;

при повторном написании контрольной работы максимальная оценка может быть снижена на 20 % .

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Контрольная работа проводится на практических занятиях и включают задачи по предыдущим разделам. Баллы формируются согласно критериям.

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

Зачет(экзамен) предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

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

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта : науч. издание / С. А. Андрушечко [и др.]. - М. : Логос, 2010. (150 экз)

2. Безопасность АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. / Под общей редакцией члена-корреспондента АН РФ В.И. Рачкова / Кузнецов И.А., Поплавский В.М. – М.: ИздАт, 2012. – 632 с. (120 экз.)

б) дополнительная учебная литература:

1. Основы теории и методы расчета ядерных реакторов. Под редакцией Г.А. Батя. Москва, Энергоиздат, 1982. (149 экз)

2. Ганев И.Х. Физика ядерных реакторов. Москва, Энергоатомиздат, 1992.

3. Фейнберг С.М., Шихов С.Б., Троянский В.Б. Теория ядерных реакторов. В 2-х томах. М.: Атомиздат, 1970. (95 экз)

4. Белл Д., Глестон С. Теория ядерных реакторов. Атомиздат, 1974. (10 экз)
 5. Марчук Г.И. Методы расчета ядерных реакторов. Госатомиздат, 1961.
 6. Вейнберг А., Вигнер Е. Физическая теория ядерных реакторов. ИЛ, 1961. (1 экз)

8. Перечень ресурсов* информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

- <http://ibooks.ru/>
<http://e.lanbook.com/>
<http://www.biblio-online.ru/>
<http://kuperbook.biblioclub.ru>
<http://www.studentlibrary.ru>
<http://library.mephi.ru>

9. 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; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	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 задать 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	<p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет.</p> <p>Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «зачивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.</p>
-------------------------------	---

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень информационных технологий

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

10.2. Перечень программного обеспечения

– Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).

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

11. 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 2-321.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Основные конструктивные особенности.	лекции	1	Лекция, лекция-беседа, диспут.
2	Особенности ЯР в	Лекции	1	Лекция, лекция-

	привязке к компоновке АЭС.			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
6	Выгорание ядерного топлива	лекции /практические занятия	2,5	Лекция, лекция-беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
7	Воспроизводство 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	1,5	Лекция, лекция-

		/практические занятия		беседа, диспут, визуальный семинар с разбором конкретных задач
--	--	-----------------------	--	--

12.2. 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

Программу составил:

_____ Д.С. Самохин, доцент, к.т.н.

Рецензент:

_____ В.В. Коробейников, д.ф.-м.н., профессор