

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 от 30.08.2022 № 1-8/2022

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Физическая теория ядерных реакторов

название дисциплины

для направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

код и название направления подготовки

образовательная программа

Физика и технологии реакторов на быстрых нейтронах

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Физическая теория ядерных реакторов» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Физическая теория ядерных реакторов» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

<i>Код компетенций</i>	<i>Наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-20.1	Способен провести инженерно-физическое сопровождение и контроль обеспечения ядерной безопасности, надежности и экономической эффективности в процессе эксплуатации, ремонта перегрузок и пуска реакторной установки.	З-ПК-20.1 Знать основы технологий обращения с жидкометаллическими теплоносителями; особенности физических расчетов ядерных реакторов с жестким спектром нейтронов У-ПК-20.1 Уметь осуществлять расчетное обеспечение эксплуатации ядерных реакторов В-ПК-20.1 Владеть основами управления ядерными энергетическими установками; основными расчетными комплексами для проведения нейтронных физических расчетов реакторных установок с жидкометаллическим теплоносителем.
ПК-20.2	Способен организовывать и контролировать выполнение работ, связанных с учетом и контролем ядерных материалов и обеспечением ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	З-ПК-20.2 знать методы расчета защиты; правовые и международные аспекты ядерного нераспространения; основные библиотеки ядерных данных; основные системы управления и защиты ядерных энергетических установок; автоматизированные системы управления технологическими процессами ядерных энергетических установок У-ПК-20.2 уметь моделировать состояний атомных электрических станций в аварийных и переходных режимах; В-ПК-20.2 владеть физическими расчетами ядерных реакторов с жестким спектром нейтронов

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП магистратуры

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций, которая приводится в Приложении.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;

- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;

- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см.п. 4 рабочей программы дисциплины).

1.3. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 1 семестр			
1.	Принципы работы ядерного реактора.	З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Контрольная работа 1
2.	Цепной процесс деления.	З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	
3.	Изменение нуклидного состава топлива при работе реактора	З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Контрольная работа 2
4.	Воспроизводство ядерного топлива.	З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	
5.	Обратные связи.	З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Контрольная работа 3 Лабораторная работа 1-3
6.	Запас реактивности и его компенсация.	З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	
Промежуточный контроль, 1 семестр			
	экзамен	З-ПК-20.1, У-ПК-20.1, В-ПК-20.1	Экзаменационные билеты
Текущий контроль, 2 семестр			
7.	Уравнения переноса нейтронов, УПН, и его сопряженное уравнение в операторной форме.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Контрольная работа 1
8.	Односкоростное, стационарное уравнение переноса нейтронов.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Контрольная работа 1
9.	Спектр нейтронов для стационарной, гомогенной, бесконечной среды размножающей среды.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Контрольная работа 1
10.	Вывод уравнений кинетики с использованием нестационарного уравнения переноса нейтронов и сопряженного условно-критического уравнения.	З-ПК-20.2, У-ПК-20.2, В-ПК-20.2	Контрольная работа 2, Лабораторная работа 1-3

Промежуточный контроль, 2 семестр

	Экзамен		Экзаменационный билет
--	---------	--	-----------------------

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно/ Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Не зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

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

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

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

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

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр:

1 семестр

контрольная точка № 1 (*контрольная работа 1*) и контрольная точка № 2 (*контрольная работа 2, 3*).

2 семестр

контрольная точка № 1 (*контрольная работа 1*) и контрольная точка № 2 (*контрольная работа 2, лабораторная работа 1-3*).

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

1 семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	12	20
	Контрольная работа 1	12	20
	Контрольная точка № 2	24	40
	Контрольная работа 2	12	20
	Контрольная работа 3	12	20
Промежуточный	Зачет	24	40

	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

2 семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	25	40
	Контрольная работа 1	10	20
	Лабораторная работа 1-5	15	20
	Контрольная точка № 2	11	20
	Контрольная работа 2	11	20
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

семестра за активную и регулярную работу на занятиях 5 баллов (но суммарно за семестр не больше чем 60)

Штрафы: за несвоевременное участие в коллоквиуме максимальная оценка может быть снижена на 20%.

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

Лабораторная работа проводится в дисплейных классах кафедры РКР АЭС. Лабораторная работа установлена на персональных компьютерах.

По окончании освоения дисциплины в 1 семестре проводится промежуточная аттестация в виде зачета, а во 2 семестре проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

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).

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	14.04.02 «Ядерная физика и технологии»
Профиль	«Физика и технологии реакторов на быстрых нейтронах»
Дисциплина	Физическая теория ядерных реакторов

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ (2 семестр)

1. Качественный вывод уравнений кинетики. Основная переменная – количество нейтронов, количество делений, мощность.
2. Формула обратного умножения.
3. Использование формулы обратного умножения при контроле за набором критмассы.
4. Решение точечного уравнения кинетики без учета запаздывающих нейтронов.
5. Возможность управления цепной реакцией без наличия запаздывающих нейтронов.
6. Решение точечного уравнения кинетики в приближении одной группы запаздывающих нейтронов (общий вид).
7. Частный случай решения при введении в критический реактор (без источника) реактивности.
8. Решение точечного уравнения кинетики с учетом одной группы запаздывающих нейтронов при введении в критический реактор нейтронного импульса.
9. Обращенное решение точечного уравнения кинетики. Реактиметры.
10. Пространственный эффект и способы его учета.
11. Решение точечного уравнения кинетики с одной группой запаздывающих нейтронов в приближении мгновенного скачка (дифференциальная и интегральная формы).
12. Температурный коэффициент реактивности для гомогенного реактора. Составляющая, связанная с изменениями размеров и плотности ядер в активной зоне реактора в В2 – приближении.
13. Температурный коэффициент реактивности для гомогенного реактора. Составляющая, связанная с зависимостью средней энергии тепловых

- нейтронов от температуры активной зоны в приближении формулы 4-х сомножителей.
14. Температурный коэффициент реактивности для гомогенного реактора. Составляющая, связанная с доплер-эффектом. Изменения средних сечений поглощения нейтронов в зависимости от концентрации ядер данного нуклида и температуры.
 15. Особенность доплер-эффект для делящегося нуклида.
 16. Особенности мощностного коэффициента реактивности. Асимптотический мощностной коэффициент реактивности.
 17. Коэффициенты реактивности для реакторов типа ВВЭР.
 18. Коэффициенты реактивности для реакторов типа РБМК.
 19. Коэффициенты реактивности для реакторов типа БН.
 20. Запас реактивности и его компенсация.
 21. Дифференциальные уравнения динамики реакторов при обратных связях по температуре топлива и теплоносителя.
 22. Дифференциальные уравнения динамики реакторов при обратных связях по мощности.
 23. Уравнения динамики реакторов при обратных связях по мощности в приближении скачка на мгновенных нейтронах.
 24. Дифференциальные уравнения динамики реакторов при обратных связях по температуре топлива и теплоносителя в приближении скачка на мгновенных нейтронах.
 25. Уравнение динамики в приближении мгновенного скачка. Решение для случая обратной связи по мощности и наличии потери реактивности из-за выгорания топлива.
 26. Решение уравнения динамики при введении в реактор реактивности $\rho > \beta_{эфф}$ (приближение Нордгейма-Фукса). Зависимость мощности от реактивности. Зависимость мощности, реактивности и выделившейся энергии от времени.
 27. Качественное описание поведения мощности реактора во времени при введении положительной реактивности и обратной связи по мощности (положительной и отрицательной).
 28. Качественное описание поведения мощности реактора во времени при введении отрицательной реактивности и обратной связи по мощности (положительной и отрицательной).
 29. Авария на IV блоке Чернобыльской АЭС. Причины аварии, связанные с особенностями нейтронно-физических характеристик активной зоны РБМК. Мероприятия, реализованные на реакторах РБМК после аварии.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

Описание шкалы оценивания:

17-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;

- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета;
- умеет увязать теорию и практику.

13-16 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- Сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

10-12 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

0-9 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	14.04.02 «Ядерная физика и технологии»
Профиль	«Физика и технологии реакторов на быстрых нейтронах»
Дисциплина	Физическая теория ядерных реакторов

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ (1 семестр)

1. Энерговыделение на единицу массы сожженного топлива.
2. Плотность потока нейтронов и его интегральные представления.
3. Накопление радиоактивности при работе реактора.
4. Эффективный коэффициент размножения и реактивность.
5. Расчет $k_{эфф}$ и ρ через скорости процессов.
6. Формула 4-х сомножителей для реакторов на тепловых нейтронах.
7. Влияние гетерогенного расположения на значение множителей формулы 4-х сомножителей.
8. Предельные значения $k_{эфф}$ и ρ .
9. Понятие критической массы и критического размера реактора.
10. Формула вычисления скоростей протекания ядерных реакций.
11. Утечка нейтронов из реактора.
12. Причины изменения нуклидного состава топлива при работе реактора.
13. Аналитические решения односкоростных дифференциальных уравнений для нахождения состава тяжелых ядер в функции времени.
14. Приближенная связь между изменением реактивности и вариацией составляющих формулу для реактивности.
15. Динамика состава осколков деления во время работы реактора.
16. Приближенные решения накопления осколков деления в функции времени с использованием кумулятивного выхода.
17. Оценка радиоактивности данного осколка деления после останова реактора.
18. Отравление реактора ядрами ^{135}Xe изотопом ксенона при резком изменении мощности и его значения.
19. Стационарное отравление реактора ^{135}Xe изотопом ксенона.

20. Глубина иодной ямы в зависимости от плотности потока нейтронов.
21. Отравление реактора ядрами ^{149}Sm изотопом самария при резком изменении мощности и его значения.
22. Оценка времени достижения стационарного отравления изотопом самария.
23. Количество ядер самария после останова реактора.
24. «Прометиевая смерть» реактора.
25. Поведение реактивности во времени после останова реактора.
26. Принципиальная возможность воспроизводства делящихся ядер.
27. Необходимые и достаточные условия расширенного воспроизводства делящихся ядер.
28. Коэффициенты конверсии и воспроизводства.
29. Связь коэффициентов воспроизводства с временем удвоения развития ядерной энергетики.
30. Влияние плотности топлива на коэффициент воспроизводства.
31. Обратные связи на АЭС и в реакторе. Примеры.
32. Естественные и рукотворные обратные связи в ядерном реакторе.
33. Что такое запас реактивности.
34. Основные причины необходимости иметь запас реактивности.
35. Способы компенсации запаса реактивности.
36. Недостатки создания запаса реактивности введением в активную зону реактора поглощающих стержней.
37. Выгорающие поглотители – в качестве запаса реактивности.
38. Прямые и сопряженные операторы и их свойства.
39. Физический смысл уравнения для ценности нейтронов.
40. Общее, асимптотическое и условно-критическое решения УПН.
41. Уравнение обратных часов. Алгоритм вывода.
42. Физический смысл и способы вычисления средних (однотрупповых сечений взаимодействия нейтронов с ядрами).
43. Формализм вычисления коэффициентов чувствительности. «Прямой» способ вычисления малых возмущений.
44. Приближенные и грубый способы оценки коэффициентов чувствительности.
45. Вывод односкоростного стационарного уравнения переноса нейтронов.
46. Пространственные распределения плотности потока нейтронов и ценности в плоском гомогенном и «слоеном» реакторе.
47. Пространственные распределения плотности потока нейтронов и ценности в цилиндрическом реакторе.
48. Оценка эффективности отдельных поглощающих стержней.

49. Оценка эффективности системы поглощающих стержней (приближение парной интерференции).
50. Упрощенное уравнение переноса нейтронов для решения спектральной задачи.
51. Уравнение переноса в групповом представлении.
52. Групповые константы увода, перевода, замедления нейтронов и их физический смысл.
53. Аналитическое решение группового уравнения переноса нейтронов для гомогенной бесконечной среды в случае изотропного рассеяния нейтронов. Возможность реализации решения рекуррентным алгоритмом.
54. «Транспортная» поправка к сечениям рассеяния.
55. Получение уравнения кинетики из прямого и сопряженного уравнений переноса нейтронов. Алгоритм вывода.
56. Необходимость введения предположения о возможности разделения переменных.
57. Точечное уравнение кинетики и его интегральные параметры.
58. Область применения точечных уравнений кинетики. Зависимость условий применения от способа введения реактивности.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

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.

Описание шкалы оценивания:

Ответ на каждый вопрос оценивается в 20 баллов

17-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

13-16 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- Сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

10-12 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Задания для контрольных работ

по дисциплине Физическая теория ядерных реакторов
(наименование дисциплины)

Контрольная работа №1 1 семестр

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. В результате радиационного захвата нейтронов ядрами ^{238}U образуется нестабильное ядро ^{239}U с достаточно коротким периодом полураспада. В конце концов устанавливается равновесное отношение количества ядер ^{239}U к количеству ядер ^{238}U . Каково это равновесное отношение в плотности потока нейтронов $1 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$. Период полураспада ядер ^{239}U равен 23.5 минуты. Сечение радиационного захвата нейтронов ядрами ^{238}U равно 2,7 барна.
3. В надкритический ($\rho_0 = 0.5\beta_{\text{эфф}}$) ввели отрицательную реактивность ρ_1 такую, что эффективный коэффициент размножения стал равным $k_{\text{эфф}} = 0.99$. Найдите значение $k_{\text{эфф}}$ надкритического реактора и введенную реактивность в единицах $\beta_{\text{эфф}}$ ($\beta_{\text{эфф}} = 0.65\%$).

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.

Контрольная работа №2 1 семестр

а) типовые задания - образец:

Вариант 0

1. Известно, что в реакторе, работающем на мощности 3200 МВт, за время кампании исчезли 4% тяжелых ядер. Полная загрузка реактора 66 тонн топлива в виде обогащенной (5%) двуокиси урана (UO_2). Какова выработка энергии за кампанию (Дж). Какова длительность кампании (год). Какова глубина выгорания топлива, выраженная в единицах МВт-сут/кг. В одном акте деления выделяется энергия 200 МэВ.
2. Реактор находился на мощности T лет. Надо найти отношение количеств двух осколков деления (N_1/N_2), если эти осколки деления имеют следующие характеристики: кумулятивные выходы равны соответственно $\xi_1 = 0,5\%$ и $\xi_2 = 3,5\%$, сечения поглощения равны $\sigma_1 = 5000$ барн и $\sigma_2 = 50$ барн, постоянные распада равны $\lambda_1 = 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ и $\lambda_2 = 10^{-9} \text{ с}^{-1}$. Искомое отношение вычислить для двух значений плотностей потока нейтронов и времен работы реактора, равных соответственно $\Phi_1 = 10^{14} \text{ н/см}^2 \text{ с}$, $T_1 = 3$ года и $\Phi_2 = 5 \cdot 10^{11} \text{ н/см}^2 \text{ с}$, $T_2 = 0,03$ года.
3. Сколько времени потребуется, чтобы в реакторе со свежим топливом с плотностью потока нейтронов $10^8 \text{ н/см}^2 \text{ с}$ накопилась концентрация ядер ^{149}Sm равная 0,99 от асимптотической. Сечение поглощения нейтронов ядрами ^{149}Sm считать равной $6 \cdot 10^4$ барн.

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.

Контрольная работа №3 1 семестр

а) типовые задания - образец:

Вариант 0

1. Оцените зависимость значений избыточного коэффициента воспроизводства от отношения количеств ядер ^{239}Pu к количеству ядер ^{238}U для случая отсутствия утечки нейтронов. Принять, что 10% рождающихся нейтронов поглощается вне топлива, что сечение захвата нейтронов и сечения деления не зависят от обогащения топлива.
2. Оцените необходимый запас реактивности при заданной глубине выгорания топлива 5% тяжелых ядер, длительности нахождения топлива в реакторе 3 года, считая скорость потери реактивности постоянной, и темп потери обусловлен только уменьшением количества делящихся ядер (потери реактивности из-за накопления осколков деления компенсируется накоплением делящихся ядер плутония).

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.

Контрольная работа №1 2 семестр

а) типовые задания - образец:

Вариант 0

1. Установлено, что количество нейтронов растет в реакторе по экспоненциальному закону: $n(t)=n(0)\exp(\omega t)$ с периодом удвоения мощности $T_2=20\text{с}$. В приближении одной группы запаздывающих нейтронов найдите $c(t)$ и вычислите отношение $c(t)/n(t)$ при следующих значениях параметров: $\lambda = 0,07 \text{ с}^{-1}$; $\Lambda = 1 \cdot 10^{-4}\text{с}$; $\beta = 0,64\%$. Вычислите также $c(t)/n(t)$ для стационарного состояния реактора.

Указание. Используйте интегральную форму уравнения для $c(t)$.

2. В реактор была введена реактивность 0.05β . К моменту времени t^* мощность реактора достигла 1000 Вт . Используя приближение мгновенного скачка, найдите мощность реактора в момент времени $t^* + 500\text{с}$, если в момент времени t^* в реактор начали вводить дополнительно линейно во времени реактивность $\alpha\beta \text{ с}^{-1}$. Рассмотрите два случая $\alpha_1 = 0$ и $\alpha_2 = 1 \cdot 10^{-5}$. Среднее значение постоянной распада запаздывающих нейтронов $\lambda=0.1 \text{ с}^{-1}$.

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.

Контрольная работа №2 2 семестр

а) типовые задания - образец:

Вариант 0

1. С помощью обращенного решения уравнения кинетики для реактора нашли реактивность равную $\rho/\beta = 0,01$. В приближении одной группы запаздывающих нейтронов найдите период удвоения мощности реактора и вклад в измеряемую реактивность, вносимую составляющей содержащей производную количества нейтронов по времени, полагая, что доля запаздывающих нейтронов $0,64\%$, постоянная распада запаздывающих нейтронов равна $0,07\text{с}^{-1}$ и $\Lambda = 10^{-3}\text{с}$.

2. Реактор с источником ($q = 5 \cdot 10^8 \text{ н/с}$) находится в подкритическом состоянии. Каковы будут показания реактиметра в двух случаях. (1). В программное обеспечение реактиметра не введена составляющая, содержащая источник нейтронов (ρ_1/β). (2). В программном обеспечении имеется составляющая, содержащая источник нейтронов (ρ_2/β). Расчеты (ρ_1/β) и (ρ_2/β) надо выполнить в приближении

обращенного решения уравнений кинетики, используя следующие данные: $\nu = 2,4$; $\beta = 4 \cdot 10^{-3}$; мощность реактора 10Вт; для получения энергии 1Дж необходимо $3,1 \cdot 10^{10}$ делений.

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.

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

Задания для лабораторных работ

по дисциплине Физическая теория ядерных реакторов
(наименование дисциплины)

Лабораторные работы

а) типовые задания - образец:

Л.р. 1 "Уравнение точечной кинетики без учета обратных связей. Ввод реактивности в критический реактор"

Ход работы:

1. Задайте долю запаздывающих нейтронов, соответствующую U^{235} , время жизни нейтрона и поток нейтронов (программа автоматически произведет расчет числа нейтронов) для теплового реактора (например, ВВЭР).
2. На примере нескольких кривых изучите поведение реактора при вводе положительной и отрицательной реактивности (реактивность задается в долях β , построить по 4 кривых). Обратите внимание на то, как влияют мгновенные и запаздывающие нейтроны на поведение реактора.
3. Изучите влияние величины среднего времени жизни нейтрона на поведение реактора (3 кривые).
4. Рассмотрите, как влияет величина β на поведение реактора (4 кривые).
5. Повторите пункты 2 и 4 для случая, когда вводимая реактивность выражена в единицах $\Delta K/K$.
6. Смоделируйте разгон реактора без учета запаздывающих нейтронов.
7. Подготовьте индивидуальный отчет по работе. Отчет должен содержать: графические зависимости поведения реактора для различных вариантов расчета (можно дать качественное представление кривых, но с соблюдением масштаба и значений по осям); данные, по которым были получены кривые; также отчет должен содержать систематизированные результаты расчетов и аргументированные выводы из их сопоставления и анализа.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Показатели и критерии оценки лабораторных работ:

4-5 баллов:

- правильное выполнение лабораторной работы в соответствии с методикой, корректное применение полученных знаний на практике, своевременная сдача отчета, правильные ответы на вопросы во время защиты лабораторной работы.

3-4 баллов:

- правильное выполнение лабораторной работы в соответствии с методикой, хорошее знание теоретической базы, в целом верная постановка целей и задач, решение основных задач, своевременная сдача отчета.

1-2 баллов:

- слабое знание теории, несвоевременное выполнение работы, несвоевременная защита работы, незнание ответов на вопросы преподавателя.

0 баллов:

- невыполнение работы.

в) описание шкалы оценивания:

3-5 баллов – лабораторная работа зачтена;

0-2 – баллов – лабораторная работа отдается на доработку.

Критерии оценки:

Показатели и критерии оценки лабораторных работ:

10 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов лабораторной работы;
- умеет увязать теорию и практику.

8-9 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

6-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

0-5 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

Шкала оценивания:

6-10 баллов – лабораторная работа зачтена;

0-5 баллов – лабораторная работа отдается на доработку.