

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

МИФИПротокол от 24.04.2023 №

23.4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Физика ядерных реакторов

название дисциплины

для направления подготовки

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

код и название направления подготовки

образовательная программа

Эксплуатация атомных энергетических станций

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Физика ядерных реакторов» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

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 «Физика ядерных реакторов» решаются следующие задачи:

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

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

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3.1	Способен к изучению и анализу отечественного и зарубежного опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок, их оборудования, технологических схем и систем, обеспечивающих их функционирование.	З-ПК-3.1 Знать принципиальную схему атомной станции, нейтронно-физические измерения и расчеты, номенклатуру нейтронно-физических расчетов. Читать и понимать технологические схемы атомной станции и технологические регламенты безопасной эксплуатации атомных станций. У-ПК-3.1 Уметь использовать аппаратуру физического контроля, обрабатывать и анализировать результаты расчетов и измерений. Применять методы расчета эксплуатационных параметров реакторной установки и систем, обеспечивающих эксплуатацию АЭС. В-ПК-3.1 Владеть методиками реакторных расчетов, обработки нейтронно-физических и тепло-гидравлических измерений и параметров технологических систем на атомных электростанциях.

ПК-3.2	Способен проводить анализ процессов в оборудовании и алгоритмов технологических систем ядерных энергетических установок с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы.	3-ПК-3.2 Знать требования надзорных органов в части реализации трудовой функции персонала на АЭС. Знать принципы работы технологического оборудования и основные правила обеспечения безопасной эксплуатации АЭС. У-ПК-3.2 Уметь анализировать результаты контроля блокировочного, сигнального и контрольно-измерительного оборудования. Анализировать отказы и нарушения в работе оборудования и трубопроводов. Применять в работе передовой отечественный и зарубежный опыт эксплуатации реакторного оборудования. В-ПК-3.2 Владеть методиками обеспечения оперативных и качественных исследований, нарушений в работе оборудования и выявления причин, их вызвавших. Владеть навыками разработки корректирующих мероприятий по устранению причин отказа оборудования АЭС.
--------	---	---

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

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.

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. РПД).

1.3. 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
Текущий контроль			
1.	Общие характеристики взаимодействия нейтронов с ядрами	ПК-3.1, ПК-3.2	Контрольная работа №1
2.	Перенос нейтронов. Общая теория	ПК-3.1, ПК-3.2	
3.	Диффузия нейтронов	ПК-3.1, ПК-3.2	
4.	Замедление нейтронов в бесконечных средах		
5.	Термализация нейтронов	ПК-3.1, ПК-3.2	Контрольная работа №2
6.	Пространственное распределение замедляющихся нейтронов	ПК-3.1, ПК-3.2	
Промежуточный контроль			
	Экзамен	ПК-3.1, ПК-3.2	Экзаменационный билет
Всего:			

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/ Незачтено

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

- 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	30
<i>Теоретический вопрос № 1.1</i>	7-8	6	10

<i>Практическая задача № 1.2</i>	7-8	6	10
<i>Практическая задача № 1.3</i>	7-8	6	10
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>Теоретический вопрос № 2.1</i>	15-16	6	10
<i>Практическая задача № 2.2</i>	15-16	6	10
<i>Практическая задача № 2.3</i>	15-16	6	10
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен	-		
<i>Экзаменационный вопрос № 3.1</i>	-	12	20
<i>Экзаменационный вопрос № 3.2</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.
-
- Студент считается аттестованным по разделу, экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.
- Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.
-
- *Штрафы: за несвоевременную сдачу (указать вид работ) максимальная оценка может быть снижена на 10 %, но не ниже минимального балла за оценочное средство*
-

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

Форма экзаменационного билета

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

Направление	_____	<u>14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика</u>
Образовательная программа	_____	Эксплуатация атомных энергетических станций
Дисциплина	_____	<u>Физика ядерных реакторов</u>

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Ядерные реакции с нейтронами. Понятие о ядерных сечениях.
2. Поток и ток нейтронов. Закон Фика.

Составитель	_____	В.В. Коробейников
	(подпись)	
Начальник отделения ЯФиТ	_____	Д.С. Самохин
	(подпись)	

«____» _____ 20 ____ г.

Критерии и шкала 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 24-29	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 23 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.

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

Направление	_____	<u>14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика</u>
Образовательная программа	_____	Эксплуатация атомных энергетических станций
Дисциплина	_____	<u>Физика ядерных реакторов</u>

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Ядерные реакции с нейтронами. Понятие о ядерных сечениях.
2. Рассеяние нейтронов на ядрах.
3. Реакция поглощения нейтронов.
4. Деление ядра.
5. Среднее число вторичных нейтронов, приходящихся на один акт деления
6. Распределение энергии, освобождающейся при делении ядра
7. Запаздывающие нейтроны
8. Макроскопическое сечение.
9. Плотность потока и плотность ядерных реакций в среде.
10. Условия протекания самоподдерживающейся цепной реакции.
11. Баланс нейтронов в реакторе.
12. Формула для вычисления коэффициента размножения нейтронов.
13. Утечка нейтронов.
14. Регулирование реактора. Действие запаздывающих нейтронов.
15. Пространственно-энергетическое распределение нейтронов.
16. Баланс нейтронов и коэффициент размножения нейтронов.
17. Диффузионное уравнение баланса нейтронов.
18. Решения уравнения диффузии для простейших геометрий
19. Вероятность избежать утечки замедляющимся нейтронам
20. Замедляющая способность вещества.
21. Коэффициент замедления вещества.
22. Возраст нейтронов.
23. Вероятность избежать утечки замедляющимся нейтронам.
24. Общее соотношение условия критичности с учётом обеих утечек
25. Многоскоростные уравнения диффузии. Многогрупповой подход.
26. Виды взаимодействия нейтронов с ядрами. Макроскопические сечения среды, длина свободного пробега.
27. Плотность потока нейтронов, ток нейтронов, их физический смысл, единицы измерения, характерные значения.
28. Изменение изотопного состава в процессе работы реактора

29. Глубина выгорания
30. Коэффициент воспроизводства.
31. Мгновенные и запаздывающие нейтроны. Роль запаздывающих нейтронов в безопасной работе ядерного реактора
32. Плотность нейтронного потока в ядерном реакторе. Связь плотности потока с мощностью ядерного реактора.
33. Понятие ядерного топливного цикла. Открытый и замкнутый ядерные циклы.
34. Условие критичности ядерного реактора
35. Сечения взаимодействия нейтронов с ядрами. Зависимость сечений от энергии
36. Формула четырёх сомножителей для определения коэффициента размножения гомогенного ядерного реактора бесконечных размеров. Физический смысл каждого сомножителя.
37. Утечка нейтронов из реактора. Зависимость утечки нейтронов от геометрии ядерного реактора.
38. Зависимость критической массы топлива в гомогенном ядерном реакторе от его геометрии.

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

Направление _____ 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика
Образовательная _____ Эксплуатация атомных энергетических станций
программа _____
Дисциплина _____ Физика ядерных реакторов

Комплект заданий для контрольной работы 1

Вариант 1

1. Что такое макроскопическое сечение взаимодействия
2. Найти количество делений и поглощений без делений за 1с. В размножающей среде с ^{239}Pu плотность тепловых нейтронов $n=10^5$ нейтр/см³. Скорость тепловых нейтронов $2,2 \cdot 10^3$ м/с.
3. Найдите коэффициент диффузии при замедлении нейтронов в ^9Be , если плотность бериллия равняется $1,6$ г/см³.

Комплект заданий для контрольной работы 2

Вариант 1

1. Что такое вероятность избежать утечки замедляющимся нейтронам ?
2. Каким должно быть отношение количества ядер водорода к количеству ядер ^{239}Pu в водяной гомогенной среде, чтобы $k_{\infty} = 1$. При расчете по формуле 4-х сомножителей принять следующие сечения взаимодействия нейтронов с ядрами: для ^{239}Pu $\alpha = 0.23$; $\nu = 2.90$; $\sigma_f = 1025$ барн. Сечение поглощения нейтронов ядрами водорода 0.32 барна. Считать $\mu = 1.01$ и вероятности избежать поглощения нейтронов при замедлении – 0.97 .
3. Найти температуру нейтронного газа в смеси с температурой 1000K

U_2C_3 и Be-9	$\gamma (\text{U}_2\text{C}_3) = 12,9 \text{ г/см}^3$ $\gamma (\text{Be-9}) = 1.85 \text{ г/см}^3$	$x (\text{U-235}) = 4\%$	$\varepsilon (\text{U}_2\text{C}_3) = 0.2$ $\varepsilon (\text{Be-9}) = 0.8$
-------------------------------	---	--------------------------	---

Критерии оценки:

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 510 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Описание шкалы оценивания:

24-30 баллов - контрольная работа засчитывается

0-24 баллов – студент должен переписать контрольную работу. При переписывании студенту максимальное количество баллов, которые можно набрать -27.

