

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании

Ученого совета ИАТЭ

НИЯУ МИФИ

Протокол от 24.04.2023 №23.4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Физика ядерных реакторов

название дисциплины

для направления подготовки

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

код и направления подготовки

образовательная программа

Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС

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:

<i>Код компетенций</i>	<i>Наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-12	Способен применять нормы и правила ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности	З-ПК-12 Знать: нормы и правила ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности; У-ПК-12 Уметь: применять нормы и правила ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности; В-ПК-12 Владеть: навыками применения норм и правил ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности.

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	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 6 семестр			
1.	Раздел 1	З-ПК-12; У-ПК-12; В-ПК-12	Контрольная работа №1

2.	Раздел 2	З-ПК-12; У-ПК-12; В-ПК-12	Контрольная работа №2
Промежуточная аттестация, 6 семестр			
	Экзамен	З-ПК-12; У-ПК-12; В-ПК-12	Вопросы к экзамену

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 (60% от 30)	30
Контрольная работа № 1	8	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
Контрольная работа № 2	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Экзамен	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20

ИТОГО по дисциплине		60	100
----------------------------	--	-----------	------------

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

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

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 подготовки	14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»
Образовательная программа	«Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС»
Дисциплина	Физика ядерных реакторов

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

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 мощностях 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;
- 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;

	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Студент должен:</p> <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.

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 подготовки	14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»
Образовательная программа	«Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС»
Дисциплина	<u>Физика ядерных реакторов</u>

МАТЕРИАЛЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

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.

4.3 Контрольная работа №2

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 гомогенной 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.