

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**

Утверждено на заседании

Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 28.08.2023 № 23.8

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

Физическая теория реакторов

---

*название дисциплины*

Специальность

**14.05.01 Ядерные реакторы и материалы**

---

Образовательная программа

**Ядерные реакторы**

---

*Шифр, название специализации*

Форма обучения: очная

**Обнинск 2023 г.**

## **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Физическая теория 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 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 компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

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

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-2	Способен к созданию новых методов расчета современных реакторных установок и физических устройств, методов исследования теплофизических процессов и свойств реакторных материалов и теплоносителей; разработке новых систем преобразования тепловой и ядерной энергии в электрическую, методов и методик оценки количественных характеристик ядерных материалов	З-ПК-2 Знать методы исследования и расчета процессов, происходящих в реакторных установках У-ПК-2 Уметь рассчитывать и проводить исследования процессов, протекающих в реакторных установках В-ПК-2 Владеть навыками применения информационных технологий при разработке новых установок, материалов и приборов

### 1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП

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	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
<b>Текущий контроль, 7 семестр</b>			
1.	Принципы работы ядерного реактора.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа 1
2.	Цепной процесс деления.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
3.	Изменение нуклидного состава топлива при работе реактора	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа 2
4.	Воспроизводство ядерного топлива.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
5.	Обратные связи.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа 3
6.	Запас реактивности и его компенсация.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
<b>Промежуточный контроль, 7 семестр</b>			
	зачет	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Вопросы к зачету
<b>Текущий контроль, 8 семестр</b>			
1.	Уравнения переноса нейтронов, УПН, и его сопряженное уравнение в операторной форме.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа 1
2.	Односкоростное, стационарное уравнение переноса нейтронов.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
3.	Спектр нейтронов для стационарной, гомогенной, бесконечной среды размножающей среды.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа 2
4.	Вывод уравнений кинетики с использованием нестационарного уравнения переноса нейтронов и сопряженного условно-критического уравнения.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	
5.	Вывод уравнения кинетика исходя из баланса «средних» нейтронов.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа 1
6.	Аналитические решения уравнений кинетики.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа 1, Лабораторная работа 1-5
7.	Коэффициенты реактивности и их оценка для идеализированного гомогенного реактора.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа 1
8.	Коэффициенты реактивности и запасы реактивности для реакторов ВВЭР, РБМК, БН.	З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Контрольная работа 1

<b>Промежуточный контроль,8 семестр</b>		
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
<b>Высокий</b> <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
<b>Продвинутый</b> <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
<b>Пороговый</b> <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
<b>Ниже порогового</b>	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	<b>высокий</b>	<b>высокий</b>
	<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>
	<b>продвинутый</b>	<b>продвинутый</b>
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	<b>пороговый</b>	<b>пороговый</b>
ниже порогового	<b>пороговый</b>	<b>ниже порогового</b>
	<b>ниже порогового</b>	-

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков 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:

7 семестр

контрольная точка № 1 (контрольная работа 1) и контрольная точка № 2 (контрольная работа 2).

8 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.

7 семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	<b>Контрольная точка № 1</b>	18	30
	Контрольная работа 1	18	30
	<b>Контрольная точка № 2</b>	18	30
	Контрольная работа 2	18	30
Промежуточный	<b>Зачет</b>	24	40
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20

<b>ИТОГО по дисциплине</b>	60	100
----------------------------	----	-----

8 семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	<b>Контрольная точка № 1</b>	25	40
	Контрольная работа 1	10	20
	Лабораторная работа 1-5	15	20
	<b>Контрольная точка № 2</b>	11	20
	Контрольная работа 2	11	20
Промежуточный	<b>Экзамен</b>	24	40
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		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 несвоевременную сдачу (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(экзамена) 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**

### **4.1 Экзаменационные билеты 8 семестр**

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)**

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»

Образовательная программа «Ядерные реакторы»

Дисциплина Физическая теория реакторов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

1. Качественный вывод уравнений кинетики. Основная переменная – количество нейтронов, количество делений, мощность.
2. Формула обратного умножения.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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)**

Специальность	<b>14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы»</b>
Дисциплина	<b>Физическая теория реакторов</b>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2**

1. Использование формулы обратного умножения при контроле за набором критмассы.
2. Решение точечного уравнения кинетики без учета запаздывающих нейтронов.

Составитель \_\_\_\_\_ **Ю.А. Казанский**  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ **Д.С. Самохин**  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

Специальность **14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»**

Образовательная программа **«Ядерные реакторы»**

Дисциплина **Физическая теория реакторов**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3**

1. Возможность управления цепной реакцией без наличия запаздывающих нейтронов.
2. Решение точечного уравнения кинетики в приближении одной группы запаздывающих нейтронов (общий вид).

Составитель \_\_\_\_\_ **Ю.А. Казанский**  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ **Д.С. Самохин**  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

Специальность **14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»**

Образовательная программа **«Ядерные реакторы»**

Дисциплина **Физическая теория реакторов**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4**

1. Частный случай решения при введении в критический реактор (без источника) реактивности.
2. Решение точечного уравнения кинетики с учетом одной группы запаздывающих нейтронов при введении в критический реактор нейтронного импульса.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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)**

Специальность **14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»**

Образовательная программа **«Ядерные реакторы»**

Дисциплина **Физическая теория реакторов**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5**

1. Обращенное решение точечного уравнения кинетики. Реактиметры.
2. Пространственный эффект и способы его учета.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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)**

Специальность	<b>14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы»</b>
Дисциплина	<b>Физическая теория реакторов</b>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6**

1. Решение точечного уравнения кинетики с одной группой запаздывающих нейтронов в приближении мгновенного скачка (дифференциальная и интегральная формы).
2. Температурный коэффициент реактивности для гомогенного реактора. Составляющая, связанная с изменениями размеров и плотности ядер в активной зоне реактора в В2 – приближении.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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)**

Специальность	<b>14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы»</b>
Дисциплина	<b>Физическая теория реакторов</b>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7**

1. Температурный коэффициент реактивности для гомогенного реактора. Составляющая, связанная с зависимостью средней энергии тепловых нейтронов от температуры активной зоны в приближении формулы 4-х сомножителей.
2. 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.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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)**

Специальность	<b>14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы»</b>
Дисциплина	<b>Физическая теория реакторов</b>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №8**

1. Особенность доплер-эффект для делящегося нуклида.
2. Особенности мощностного коэффициента реактивности. Асимптотический мощностной коэффициент реактивности.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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)**

Специальность **14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»**

Образовательная программа **«Ядерные реакторы»**

Дисциплина **Физическая теория реакторов**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9**

1. Коэффициенты реактивности для реакторов типа ВВЭР.
2. Коэффициенты реактивности для реакторов типа РБМК.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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)**

Специальность	<b>14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы»</b>
Дисциплина	<b>Физическая теория реакторов</b>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №10**

1. Коэффициенты реактивности для реакторов типа БН.
2. Запас реактивности и его компенсация.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

Специальность **14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»**

Образовательная программа  
**«Ядерные реакторы»**

Дисциплина **Физическая теория реакторов**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №11**

1. Дифференциальные уравнения динамики реакторов при обратных связях по температуре топлива и теплоносителя.
2. Дифференциальные уравнения динамики реакторов при обратных связях по мощности.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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)**

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»

Образовательная программа «Ядерные реакторы»

Дисциплина Физическая теория реакторов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №12**

1. Уравнения динамики реакторов при обратных связях по мощности в приближении скачка на мгновенных нейтронах.
2. дифференциальные уравнения динамики реакторов при обратных связях по температуре топлива и теплоносителя в приближении скачка на мгновенных нейтронах.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

Специальность 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»

Образовательная программа «Ядерные реакторы»

Дисциплина Физическая теория реакторов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №13**

1. Уравнение динамики в приближении мгновенного скачка. Решение для случая обратной связи по мощности и наличии потери реактивности из-за выгорания топлива.
2. 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.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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)**

Специальность	<b>14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы»</b>
Дисциплина	<b>Физическая теория реакторов</b>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №14**

1. Качественное описание поведения мощности реактора во времени при введении положительной реактивности и обратной связи по мощности (положительной и отрицательной).
2. Качественное описание поведения мощности реактора во времени при введении отрицательной реактивности и обратной связи по мощности (положительной и отрицательной).

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

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)**

Специальность	<b>14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы»</b>
Дисциплина	<b>Физическая теория реакторов</b>

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №15**

1. Уравнение динамики в приближении мгновенного скачка. Решение для случая обратной связи по мощности и наличии потери реактивности из-за выгорания топлива.
2. Авария на IV блоке Чернобыльской АЭС. Причины аварии, связанные с особенностями нейтронно-физических характеристик активной зоны РБМК. Мероприятия, реализованные на реакторах РБМК после аварии.

Составитель \_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский  
(подпись)

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Критерии оценки:**

- 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:**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки</b>
Отлично 36-40	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>- продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;</li><li>- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал;</li><li>- правильно формулировать определения;</li><li>- продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой;</li><li>- уметь сделать выводы по излагаемому материалу.</li></ul>
Хорошо 30-35	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;</li><li>- продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;</li><li>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;</li><li>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li></ul>
Удовлетворительно 25-29	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li><li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li><li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li><li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li></ul>
Неудовлетворительно 24 и меньше	Студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"><li>- незнание значительной части программного материала;</li><li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li><li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li><li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li><li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li></ul>

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

Специальность	<b>14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы»</b>
Дисциплина	<b>Физическая теория реакторов</b>

**Вопросы для зачета 6 семестр**

1. Прямые и сопряженные операторы и их свойства.
2. Физический смысл уравнения для ценности нейтронов.
3. Общее, асимптотическое и условно-критическое решения УПН.
4. Уравнение обратных часов. Алгоритм вывода.
5. Физический смысл и способы вычисления средних (однотрупповых сечений взаимодействия нейтронов с ядрами).
6. Формализм вычисления коэффициентов чувствительности. «Прямой» способ вычисления малых возмущений.
7. Приближенные и грубые способы оценки коэффициентов чувствительности.
8. Вывод односкоростного стационарного уравнения переноса нейтронов.
9. Пространственные распределения плотности потока нейтронов и ценности в плоском гомогенном и «слоеном» реакторе.
10. Пространственные распределения плотности потока нейтронов и ценности в цилиндрическом реакторе.
11. Оценка эффективности отдельных поглощающих стержней.
12. Оценка эффективности системы поглощающих стержней (приближение парной интерференции).
13. Упрощенное уравнение переноса нейтронов для решения спектральной задачи.
14. Уравнение переноса в групповом представлении.
15. Групповые константы увода, перевода, замедления нейтронов и их физический смысл.
16. Аналитическое решение группового уравнения переноса нейтронов для гомогенной бесконечной среды в случае изотропного рассеяния нейтронов. Возможность реализации решения рекуррентным алгоритмом.
17. «Транспортная» поправка к сечениям рассеяния.
18. Получение уравнения кинетики из прямого и сопряженного уравнений переноса нейтронов. Алгоритм вывода.
19. Необходимость введения предположения о возможности разделения переменных.
20. Точечное уравнение кинетики и его интегральные параметры.

21. Область применения точечных уравнений кинетики. Зависимость условий применения от способа введения реактивности.

### **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.

### **Описание шкалы оценивания:**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки</b>
Отлично 36-40	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;</li> <li>- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал;</li> <li>- правильно формулировать определения;</li> <li>- продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой;</li> <li>- уметь сделать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
Хорошо 30-35	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;</li> <li>- продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;</li> <li>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;</li> <li>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
Удовлетворительно 25-29	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li> <li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li> </ul>
Неудовлетворительно 24 и меньше	Студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнание значительной части программного материала;</li> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> </ul>

	- 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)

Специальность	<b>14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»</b>
Образовательная программа	<b>«Ядерные реакторы»</b>
Дисциплина	<b>Физическая теория реакторов</b>

**Вопросы для зачета 7 семестр**

1. Энерговыведение 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  $\rho$  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  $\rho$ .
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-ым изотопом ксенона при резком изменении мощности и его значения.
19. Стационарное отравление реактора 135-ым изотопом ксенона.
20. Глубина иодной ямы в зависимости от плотности потока нейтронов.
21. Отравление реактора ядрами 149-ым 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.

### **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.

### **Описание шкалы оценивания:**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки</b>
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	Студент должен:

30-35	<ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;</li> <li>- продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;</li> <li>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;</li> <li>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
Удовлетворительно 25-29	<p>Студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li> <li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li> </ul>
Неудовлетворительно 24 и меньше	<p>Студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнание значительной части программного материала;</li> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**Комплект заданий для контрольной работы №1 6 семестр**  
по дисциплине Физическая теория реакторов  
(наименование дисциплины)

**Вариант 1**

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=33%.
2. В результате радиационного захвата нейтронов ядрами  $^{238}\text{U}$  образуется нестабильное ядро  $^{239}\text{U}$  с достаточно коротким периодом полураспада. В конце-концов устанавливается равновесное отношение количества ядер  $^{239}\text{U}$  к количеству ядер  $^{238}\text{U}$ . Каково это равновесное отношение в плотности потока нейтронов  $2.10^{14} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$ . Период полураспада ядер  $^{239}\text{U}$  равен 23.5 минуты. Сечение радиационного захвата нейтронов ядрами  $^{238}\text{U}$  равно 2,7 барна.
3. В надкритический ( $\rho_0 = 0.5\beta_{\text{эфф}}$ ) ввели отрицательную реактивность  $\rho_1$  такую, что эффективный коэффициент размножения стал равным  $k_{\text{эфф}} = 0.98$ . Найдите значение  $k_{\text{эфф}}$  надкритического реактора и введенную реактивность в единицах  $\beta_{\text{эфф}}$  ( $\beta_{\text{эфф}} = 0.65\%$ ).

**Вариант 2.**

1. Какую массу  $^{235}\text{U}$  надо превратить в осколки деления на АЭС, чтобы с помощью кипятильника нагреть 10 литров воды на  $90^\circ\text{C}$ ? КПД=33%. При делении выделяется энергия 200 МэВ.
2. Какой может быть максимальная активность накопленных ядер  $^{198}\text{Au}$  в результате облучения образца  $^{197}\text{Au}$  массой 10 г в плотности потока тепловых нейтронов  $5.10^{13}$ ? При расчете считать, что сечение поглощения нейтронов ядрами  $^{197}\text{Au}$  равно 90 барн, а период полураспада 2,7 суток. Исчезновением ядер  $^{198}\text{Au}$  в результате поглощения нейтронов можно пренебречь.
3. В результате радиационного захвата нейтронов ядрами  $^{238}\text{U}$  образуется нестабильное ядро  $^{239}\text{U}$  с достаточно коротким периодом полураспада. В конце-концов устанавливается равновесное отношение количества ядер  $^{239}\text{U}$  к количеству ядер  $^{238}\text{U}$ . Каков период полураспада ядер  $^{239}\text{U}$ , если в плотности потока тепловых нейтронов  $2.10^{14}$  равновесное отношение равно  $1.10.10^{-6}$ , а сечение радиационного захвата равно 2.7 барн.

**Вариант 3.**

1. Известно, что на АЭС за год в топливе образовалось 500 кг осколков в результате деления ядер  $^{235}\text{U}$ . Определите электрическую мощность данной АЭС. КПД=40%.

2. Мощность реактора 3000МВт. Сколько делений происходит в реакторе в секунду и сколько испускается мгновенных и запаздывающих нейтронов в секунду? Расчет провести для  $\nu = 3,0$ ;  $\beta=0,5\%$ . Принять, что в одном акте деления в реакторе реализуется 200МэВ.
3. Каким должно быть отношение количества ядер водорода к количеству ядер  $^{235}\text{U}$  в водяной гомогенной среде, чтобы  $k_{\infty}=1$ . При расчете по формуле 4-х сомножителей принять следующие сечения взаимодействия нейтронов с ядрами: сечение деления 580 барн,  $\alpha = 0.17$ ,  $\nu = 2.45$ . Сечение поглощения нейтронов ядрами водорода 0.32 барна. Считать  $\mu=1.01$  и вероятности избежать поглощения нейтронов при замедлении – 0.97.

#### **Критерии оценки:**

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

#### **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.

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**Комплект заданий для контрольной работы №2 6 семестр**

по дисциплине Физическая теория реакторов

(наименование дисциплины)

**Вариант 1.**

1. Известно, что в реакторе, работающем на мощности 3200 МВт, за время кампании исчезли 5% тяжелых ядер. Полная загрузка реактора 66 тонн топлива в виде обогащенной (4,5%) двуокиси урана (UO<sub>2</sub>). 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  $\Phi_1 = 10^{15} \text{ н/см}^2 \text{ с}$ ,  $T_1 = 3$  года и  $\Phi_2 = 5 \cdot 10^{12} \text{ н/см}^2 \text{ с}$ ,  $T_2 = 0,03$  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  $^{149}\text{Sm}$  равная 0,9 от асимптотической. Сечение поглощения нейтронов ядрами  $^{149}\text{Sm}$  считать равной  $6 \cdot 10^4$  барн.

**Вариант 2.**

1. В реакторах с плутониевым топливом и с урановым топливом происходят деления в основном ядре  $^{235}\text{U}$  и  $^{239}\text{Pu}$  (пренебрегаем делением сырьевых и других ядер). Глубина выгорания за кампанию между перегрузками топлива в этих реакторах одинакова и составляет 50 МВт-суток/кг, а масса загруженного в урановый реактор топлива равна 30 тонн, а в плутониевый реактор 35 тонн. Рассчитайте глубины выгорания в этих реакторах, выраженные в % т.я. Необходимо принять во внимание, что энергия, выделяемая при делении  $^{235}\text{U}$  равна 202 МэВ, а при делении ядер  $^{239}\text{Pu}$  – 210 МэВ.
2. При какой плотности потока нейтронов равновесные концентрации ядер  $^{135}\text{Xe}$  ( $\gamma_{\text{Xe}}$ ) и  $^{135}\text{I}$  ( $\gamma_{\text{I}}$ ) будут равными, т.е.  $\gamma_{\text{I}}/\gamma_{\text{Xe}}$ . Сечение поглощения нейтронов ядрами  $^{135}\text{Xe}$  принять равным  $1,5 \cdot 10^6$  барн. Периоды полураспада  $^{135}\text{Xe}$  и  $^{135}\text{I}$  равны соответственно 9,1 часа и 6,7 часа. Независимые выходы на одно деление осколков  $^{135}\text{Xe}$  и  $^{135}\text{I}$  равны соответственно  $\xi_{\text{Xe}} = 0,3\%$ ,  $\xi_{\text{I}} = 6\%$ .
3. Реактор работал длительное время на мощности, при которой средняя плотность потока тепловых нейтронов равнялась  $3 \cdot 10^{13} \text{ н/см}^2 \text{ с}$ . За это время установилась равновесная удельная

концентрация ядер  $^{149}\text{Sm}$   $\gamma_0$ . После останова реактора концентрация ядер  $^{149}\text{Sm}$  изменилась и стала  $\gamma_1$ . Найдите отношение  $\gamma_1/\gamma_0$ , если сечение поглощения нейтронов ядрами  $^{149}\text{Sm}$  равно  $6,6 \cdot 10^4$  барн, постоянная распада ядер  $^{149}\text{Sm}$  равна  $3,75 \cdot 10^{-6} \text{с}^{-1}$ . Выходом ядер самария непосредственно при делении ядер можно пренебречь. Найдите время  $T_{0,999}$  после останова реактора, за которое будет достигнуто значение  $\gamma_1/\gamma_0$ , отличающееся от асимптотического на 0,1%.

### Вариант 3.

1. Масса выгруженного уранового топлива оказалась меньше загруженной на 1 кг. Известно, что глубина выгорания топлива составила 5% т.я.  
Определите массу загруженного топлива и глубину выгорания в единицах МВтсутки/кг. Выделяемая энергия на один акт деления, составляет 200 МэВ.
2. В реакторе установилась равновесная потеря реактивности в результате накопления равновесной концентрации осколков деления  $^{135}\text{Xe}$  ( $\gamma_{\text{Xe}}$ ) и  $^{149}\text{Sm}$  ( $\gamma_{\text{Sm}}$ ). Найдите эту равновесную потерю реактивности, принимая во внимание следующие исходные данные: кумулятивные выходы для  $^{135}\text{Xe}$  и  $^{149}\text{Sm}$  равны соответственно 6,3% и 1,3%,  $\nu = 2,5$ . Отношение  $^{135}\text{Xe} \sigma_a \Phi / \lambda_{\text{Xe}} = 2,0$ . Указание: используйте определение эффективного коэффициента размножения  $k_{\text{эфф}} = \nu \Sigma_f / \Sigma_a$ ; до появления ядер  $^{135}\text{Xe}$  и  $^{149}\text{Sm}$   $k_{\text{эфф}} = 1$ .
3. Реактор работал длительное время на мощности, при которой средняя плотность потока тепловых нейтронов равнялась  $3 \cdot 10^{13}$  н/см<sup>2</sup>с. За это время установилась равновесная удельная концентрация ядер  $^{149}\text{Sm}$   $\gamma_0$ . После останова реактора концентрация ядер  $^{149}\text{Sm}$  изменилась и стала  $\gamma_1$ . Найдите отношение  $\gamma_1/\gamma_0$ , если сечение поглощения нейтронов ядрами  $^{149}\text{Sm}$  равно  $6,6 \cdot 10^4$  барн, постоянная распада ядер  $^{149}\text{Sm}$  равна  $3,75 \cdot 10^{-6} \text{с}^{-1}$ . Выходом ядер самария непосредственно при делении ядер можно пренебречь. Найдите время  $T_{0,999}$  после останова реактора, за которое будет достигнуто значение  $\gamma_1/\gamma_0$ , отличающееся от асимптотического на 0,1%.

### Критерии оценки:

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

### 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.

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)**

**Комплект заданий для контрольной работы №3 6 семестр**  
по дисциплине Физическая теория реакторов  
(наименование дисциплины)

**Вариант 1.**

1. Оцените зависимость значений избыточного коэффициента воспроизводства от отношения количества ядер  $^{239}\text{Pu}$  к количеству ядер  $^{238}\text{U}$  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 (потеря реактивности из-за накопления осколков деления компенсируется накоплением делящихся ядер плутония).

**Вариант 2.**

1. Каким должен быть избыточный коэффициент воспроизводства в системе ядерных реакторов на уран-плутониевом топливе, чтобы увеличение мощности системы составляло 5% годовых. Длительность нахождения топлива в реакторе составляет 3 года, время переработки топлива 5 и 10 лет.
2. Полагая коэффициенты реактивности по температуре топлива и теплоносителя постоянными и равными  $-2 \cdot 10^{-5}$  и  $-3 \cdot 10^{-4}$  соответственно, найдите запас реактивности для вывода реактора на номинальную мощность, если средняя температура топлива вырастет на  $1500^\circ\text{C}$ . Заданы расход теплоносителя и мощность реактора.

**Критерии оценки:**

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

**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)**

**Комплект заданий для контрольной работы №1 7 семестр**

по дисциплине Физическая теория реакторов

(наименование дисциплины)

**Вариант 1.**

1. Выведите формулу чувствительности кэфф к макроскопическому сечению поглощения. Примените ее для вычисления потери реактивности, обусловленной максимальным стационарным отравлением ядрами ксенона.
2. Используя шестигрупповые данные для урана-235 и заданный период удвоения мощности (35с и 120с) найдите реактивность реактора.
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 10 эВ (микросечения взять из справочников).

**Вариант 2.**

1. Оцените эффективность поглощающего нейтроны стержня в реакторе на быстрых нейтронах. Состав топлива – 10% плутония- 239 в уране-238. Макросечение плутония: деления  $0,009 \text{ см}^{-1}$ ,  $\alpha = 0,1$ . Макросечение поглощения нейтронов ураном, теплоносителем и конструкционными элементами –  $0,015 \text{ см}^{-1}$ . Макросечение поглотителя –  $0,001$ .
2. Два одинаковых по составу и размерам поглощающих стержня. Один находится в центре активной зоны в виде пластины, а другой на половине расстояния между границей пластины и ее центром. Каково отношение эффективностей этих стержней.
3. Три стержня, введенные поодиночке в активную зону, вносят реактивность,  $-\rho_0$ . Какова их суммарная реактивность если два одновременно введенные стержня вносят реактивность  $-1,90\rho_0$ . Стержни расположены симметрично относительно центра активной зоны. Используйте приближение парной интерференцию.

**Критерии оценки:**

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

**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.

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**Комплект заданий для контрольной работы №2 7 семестр**  
по дисциплине Физическая теория реакторов  
(наименование дисциплины)

**Вариант 1.**

1. Вычислите и сравните критические массы сферического и цилиндрического реактора (при отношении высоты цилиндра к его радиусу 0,25; 0,5; 1,0 и 2,0).
2. Вычислите отношение критической массы топлива цилиндра минимального объема к критической массе топлива сферического реактора.
3. Полагая материальный параметр для реакторов разной формы одинаковым, найдите форму реактора с максимальной утечкой нейтронов.

**Вариант 2.**

1. Вычислите отношение высоты к диаметру цилиндрического без отражателя критического реактора для получения минимального его объема.
2. Оцените влияние отражателя на реактивность цилиндрического реактора в зависимости от его радиуса.
3. Полагая материальный параметр для реакторов разной формы одинаковым, найдите форму реактора с минимальной утечкой нейтронов.

**Критерии оценки:**

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

**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.

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**Комплект заданий для контрольной работы №1 8 семестр**

по дисциплине Физическая теория реакторов

(наименование дисциплины)

**Вариант 1.**

1. Установлено, что количество нейтронов растет в реакторе по экспоненциальному закону:  $n(t) = n(0) \exp(\omega t)$  с периодом удвоения мощности  $T_2 = 20$  с. В приближении одной группы запаздывающих нейтронов найдите  $c(t)$  и вычислите отношение  $c(t)/n(t)$  при следующих значениях параметров:  $\lambda = 0,1$  с<sup>-1</sup>;  $\Lambda = 4 \cdot 10^{-4}$  с;  $\beta = 0,5\%$ . Вычислите также  $c(t)/n(t)$  для стационарного состояния реактора. Указание. Используйте интегральную форму уравнения для  $c(t)$ .

2. В реактор была введена реактивность  $0,005\beta$ . К моменту времени  $t^*$  мощность реактора достигла 100 Вт. Используя приближение мгновенного скачка, найдите мощность реактора в момент времени  $t^* + 600$  с, если в момент времени  $t^*$  в реактор начали вводить дополнительно линейно во времени реактивность  $\alpha\beta$  с<sup>-1</sup>. Рассмотрите два случая  $\alpha_1 = 0$  и  $\alpha_2 = 5 \cdot 10^{-5}$ . Среднее значение постоянной распада запаздывающих нейтронов  $l = 0,1$  с<sup>-1</sup>.

**Вариант 2**

1. Рассчитайте значения реактивности в долях  $\beta$ , используя формулу обратных часов для периода 50 с., для одной и 6 групп запаздывающих нейтронов. Расчеты выполнить для  $^{235}\text{U}$ .

2. Каков вклад в показания реактивности ( $Dg/\beta$ ), измеряемой на основе обращенного решения уравнений кинетики, будет вносить источник нейтронов ( $q = 2 \cdot 10^8$  н/с), если известны мощность реактора  $W = 10$  кВт, доля запаздывающих нейтронов  $\beta = 0,5\%$  и  $n = 2,5$ .

**Вариант 3**

1. Установлено, что количество нейтронов растет в реакторе по экспоненциальному закону:  $n(t) = n(0) \exp(\omega t)$  с периодом удвоения мощности  $T_2 = 20$  с. В приближении одной группы запаздывающих нейтронов найдите  $c(t)$  и вычислите отношение  $c(t)/n(t)$  при следующих значениях параметров:  $\lambda = 0,1$  с<sup>-1</sup>;  $\Lambda = 4 \cdot 10^{-4}$  с;  $\beta = 0,5\%$ . Вычислите также  $c(t)/n(t)$  для стационарного состояния реактора. Указание. Используйте интегральную форму уравнения для  $c(t)$ .

3. Каков вклад в показания реактивности ( $Dg/\beta$ ), измеряемой на основе обращенного решения уравнений кинетики, будет вносить источник нейтронов ( $q = 2 \cdot 10^8$  н/с), если известны мощность реактора  $W = 10$  кВт, доля запаздывающих нейтронов  $\beta = 0,5\%$  и  $n = 2,5$ .

**Вариант 4**

1. Рассчитайте значения реактивности в долях  $\beta$ , используя формулу обратных часов для периода 50 с., для одной и 6 групп запаздывающих нейтронов. Расчеты выполнить для  $^{235}\text{U}$ .
2. В реактор была введена реактивность  $0.005\beta$ . К моменту времени  $t^*$  мощность реактора достигла 100 Вт. Используя приближение мгновенного скачка, найдите мощность реактора в момент времени  $t^* + 600\text{с}$ , если в момент времени  $t^*$  в реактор начали вводить дополнительно линейно во времени реактивность  $\alpha\beta$  с $^{-1}$ . Рассмотрите два случая  $\alpha_1 = 0$  и  $\alpha_2 = 5 \cdot 10^{-5}$ .
3. Среднее значение постоянной распада запаздывающих нейтронов  $\lambda = 0.1$  с $^{-1}$ .

#### **Критерии оценки:**

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

#### **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.

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)**

**Комплект заданий для контрольной работы №2 8 семестр**  
по дисциплине Физическая теория реакторов  
(наименование дисциплины)

**Вариант 1.**

1. С помощью обращенного решения уравнения кинетики для реактора нашли реактивность равную  $r/b = 0,1$ . 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 0,5%, постоянная распада запаздывающих нейтронов равна  $0,07\text{с}^{-1}$  и  $\Lambda = 10^{-3}\text{с}$ .
2. Реактор с источником ( $q = 5 \cdot 10^7 \text{ н/с}$ ) находится в подкритическом состоянии. Каковы будут показания реактиметра в двух случаях. (1). В программное обеспечение реактиметра не введена составляющая, содержащая источник нейтронов ( $r1/b$ ). (2). В программном обеспечении имеется составляющая, содержащая источник нейтронов ( $r2/b$ ). Расчеты ( $r1/b$ ) и ( $r2/b$ ) надо выполнить в приближении обращенного решения уравнений кинетики, используя следующие данные:  $\rho = 2,5$ ;  $\beta = 5 \cdot 10^{-3}$ ; мощность реактора 10Вт; для получения энергии 1Дж  $3,1 \cdot 10^{10}$  делений.

**Вариант 2**

1. При введении в реактор реактивности 0,0005 его асимптотическая мощность изменилась на 10% от начальной. Как будет изменяться мощность реактора во времени в дальнейшем, если потеря реактивности происходит линейно и составляет 10% за год.
2. Насколько изменится мощностной коэффициент реактивности, если расход теплоносителя изменить на 20%, полагая температурные коэффициенты реактивности по топливу и теплоносителю независимыми от температуры.

**Вариант 3**

1. С помощью обращенного решения уравнения кинетики для реактора нашли реактивность равную  $r/b = 0,1$ . 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 0,5%, постоянная распада запаздывающих нейтронов равна  $0,07\text{с}^{-1}$  и  $\Lambda = 10^{-3}\text{с}$ .
2. Насколько изменится мощностной коэффициент реактивности, если расход теплоносителя изменить на 20%, полагая температурные коэффициенты реактивности по топливу и теплоносителю независимыми от температуры.

#### Вариант 4

1. При введении в реактор реактивности  $0,0005$  его асимптотическая мощность изменилась на  $10\%$  от начальной. Как будет изменяться мощность реактора во времени в дальнейшем, если потеря реактивности происходит линейно и составляет  $10\%$  за год.

2. Реактор с источником ( $q = 5 \cdot 10^7$  н/с) находится в подкритическом состоянии. Каковы будут показания реактиметра в двух случаях. (1). В программное обеспечение реактиметра не введена составляющая, содержащая источник нейтронов ( $r_1/b$ ). (2). В программном обеспечении имеется составляющая, содержащая источник нейтронов ( $r_2/b$ ). Расчеты ( $r_1/b$ ) и ( $r_2/b$ ) надо выполнить в приближении обращенного решения уравнений кинетики, используя следующие данные:  $\rho = 2,5$ ;  $\beta = 5 \cdot 10^{-3}$ ; мощность реактора  $10$ Вт; для получения энергии  $1$ Дж  $3,1 \cdot 10^{10}$  делений.

#### Критерии оценки:

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

#### 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.

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)**

**Комплект лабораторных работ**  
по дисциплине Физическая теория реакторов  
(наименование дисциплины)

**Лабораторная работы №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  $\beta$ , 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  $\beta$  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.

**Лабораторная работа 2**

"Уравнение точечной кинетики без учета обратных связей. Ввод нейтронного импульса 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 до нейтронного импульса  $N_0$ ) для теплового реактора (например, РБМК).
2. На примере нескольких кривых изучите поведение реактора при вводе импульса нейтронов в реактор (3 кривые). Обратите внимание на то, сколько нейтронов стало в реакторе после завершения переходного процесса.
3. Изучите влияние величины среднего времени жизни нейтрона на поведение реактора (3 кривые).
4. Рассмотрите, как влияет величина  $\beta$  на поведение реактора (4 кривые).
5. По одной из кривых определите насколько увеличилось число нейтронов в реакторе.
6. 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.

Контрольные вопросы:

1. Почему происходит уменьшение числа нейтронов после импульса?
2. Какое соотношение между количеством нейтронов и количеством эммитеров запаздывающих нейтронов в реакторе (критическом, подкритическом, надкритическом)?
3. Решение точечного уравнения кинетики в рассматриваемом случае.
4. Как связаны между собой количество нейтронов в реакторе и поток?

### **Лабораторная работа 3**

"Уравнение точечной кинетики без учета обратных связей. Ввод нейтронного импульса в подкритический реактор"

Ход работы:

1. Исследуйте поведение реактора при различных значения параметров:  $\beta$ ,  $l$ ,  $r_0$ ,  $N_1$ .
2. 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.

Контрольные вопросы:

1. Какое соотношение между количеством нейтронов и количеством эмиттеров запаздывающих нейтронов в подкритическом реакторе?
2. Частный случай решения уравнения кинетики при введении в подкритический реактор (без источника) нейтронного импульса.

#### **Лабораторная работа 4**

"Уравнение точечной кинетики без учета обратных связей. Ввод источника нейтронов в критический реактор"

Ход работы:

1. Исследуйте поведение реактора при различных значения параметров:  $\beta$ ,  $l$ ,  $\Phi$ ,  $Q$ .
2. 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.

Контрольные вопросы:

1. Частный случай решения уравнения кинетики при введении в критический реактор источника нейтронов.

#### **Лабораторная работа 5**

"Уравнение точечной кинетики без учета обратных связей. Ввод реактивности в подкритический реактор с источником"

Ход работы:

1. Исследуйте поведение реактора при различных значения параметров:  $\beta$ ,  $l$ ,  $Q$ ,  $r_0$ ,  $D_r$ .
2. 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.

Контрольные вопросы:

1. В каких случаях в реакторе реализуется стационарное состояние?
2. Как связан уровень мощности при заданной интенсивности источника и Кэфф ?
3. Как связано количество нейтронов в подкритическом реакторе и реактивность?
4. Формула обратного умножения.

### **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.

### **Описание шкалы оценивания:**

3-5 баллов – лабораторная работа зачтена;

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