

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**

**Экспериментальная реакторная физика**  
*название дисциплины*

---

для направления подготовки

**14.04.02 Ядерные физика и технологии**  
*код и название направления подготовки*

---

образовательная программа

**Физика и технологии реакторов на быстрых нейтронах**

---

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2023 г.**

## **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Экспериментальная реакторная физика» 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 «Экспериментальная реакторная физика» решаются следующие задачи:

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

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

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

| Код компетенций | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                             | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-20.1         | Способен провести инженерно-физическое сопровождение и контроль обеспечения ядерной безопасности, надежности и экономической эффективности в процессе эксплуатации, ремонта перегрузок и пуска реакторной установки. | З-ПК-20.1 Знать основы технологий обращения с жидкометаллическими теплоносителями; особенности физических расчетов ядерных реакторов с жестким спектром нейтронов<br>У-ПК-20.1 Уметь осуществлять расчетное обеспечение эксплуатации ядерных реакторов<br>В-ПК-20.1 Владеть основами управления ядерными энергетическими установками; основными расчетными комплексами для проведения нейтронных физических расчетов реакторных установок с жидкометаллическим теплоносителем. |

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

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

| №<br>п/п                             | Контролируемые разделы<br>(темы) дисциплины<br>(результаты по разделам) | Код контролируемой<br>компетенции (или её<br>части) / и ее<br>формулировка | Наименование<br>оценочного средства |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Текущий контроль                     |                                                                         |                                                                            |                                     |
| 1.                                   | Определение интенсивности<br>спонтанного деления                        | З-ПК-20.1, У-ПК-20.1,<br>В-ПК-20.1                                         | Домашняя работы                     |
| 2.                                   | Детекторы нейтронов и камеры<br>деления                                 |                                                                            |                                     |
| 3.                                   | Измерение нейтронно-<br>физических характеристик                        |                                                                            |                                     |
| II Промежуточный контроль, 3 семестр |                                                                         |                                                                            |                                     |
|                                      | зачет                                                                   | З-ПК-20.1, У-ПК-20.1,<br>В-ПК-20.1                                         | Вопросы к зачету                    |

## 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><br><i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>         | Творческая деятельность                                                                                                                                         | <i>Включает нижестоящий уровень.</i><br>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/<br>Отлично/<br>Зачтено                          |
| <b>Продвинутый</b><br><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><br>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/<br>Очень хорошо/<br>Зачтено                     |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 75-84           | C/<br>Хорошо/<br>Зачтено                           |
| <b>Пороговый</b><br><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/<br>Зачтено                    |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 60-64           | E/Посредственно<br>/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/<br>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: контрольная точка № 1 (Лабораторные работы 1-5) и контрольная точка № 2 (Лабораторные работы 6-10).

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

| Вид контроля | Этап рейтинговой системы<br>Оценочное средство | Балл    |          |
|--------------|------------------------------------------------|---------|----------|
|              |                                                | Минимум | Максимум |
| Текущий      | <b>Контрольная точка № 1</b>                   |         |          |
|              | Домашняя работа 1                              | 3       | 6        |
|              | Домашняя работа 2                              | 3       | 6        |
|              | Домашняя работа 3                              | 3       | 6        |
|              | Домашняя работа 4                              | 3       | 6        |
|              | Домашняя работа 5                              | 4       | 6        |
|              | <b>Контрольная точка № 2</b>                   |         |          |
|              | Домашняя работа 6                              | 4       | 6        |
|              | Домашняя работа 7                              | 4       | 6        |
|              | Домашняя работа 8                              | 4       | 6        |

|                            |                    |           |            |
|----------------------------|--------------------|-----------|------------|
|                            | Домашняя работа 9  | 4         | 6          |
|                            | Домашняя работа 10 | 4         | 6          |
| <b>Промежуточный</b>       | <b>Зачет</b>       |           |            |
|                            | Вопрос 1           | 12        | 20         |
|                            | Вопрос 2           | 12        | 20         |
| <b>ИТОГО по дисциплине</b> |                    | <b>60</b> | <b>100</b> |

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

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

Зачет 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 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.

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**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»

## **Вопросы для зачета**

1. Чем удобна временная зависимость потока нейтронов для определения состояния размножающей среды? В чём её ограниченность?  
Определение абсолютных эффективностей камер деления и Ge детекторов.
2. Особенность асимптотического поведения реактора во времени (разделение переменных).
3. Ограниченность формулы обратных часов
4. Отличие методов Cf источника и Росси- $\alpha$  в измерениях величины  $\beta_{\text{эфф}}$
5. Основные отличия метода «стреляющего» источника и метода сброса стержня.
6. Причина появления пространственных эффектов при определении подкритичности.
7. Какие (мгновенные, запаздывающие) нейтроны несут информацию о состоянии размножающей среды в методах асимптотического периода и обращенного уравнения кинетики?
8. Оценка пространственных эффектов в методах сброса стержня и «стреляющего» источника.
9. Какие (мгновенные, запаздывающие) нейтроны несут информацию о состоянии размножающей среды в методах сброса стержня и «стреляющего» источника?
10. Временное распределение ИНГа. Требования к длительности источника.
11. Какие (мгновенные, запаздывающие) нейтроны несут информацию о состоянии размножающей среды в  $\alpha$ -методе измерения реактивности (подход Симонса – Кинга) и в методе площадей?
12. Какие (мгновенные, запаздывающие) нейтроны несут информацию о состоянии размножающей среды в методе измерения реактивности с применением калифорниевой камеры? Сходство и отличие от метода ИНГа. Область применения.
13. Ограничения метода измерения реактивности с применением калифорниевой камеры.
14. Интегральный импульсный метод ИНГа. Что надо сделать, если  $T_A < T_G$ ? Причина пространственных эффектов.

15. Метод калифорниевой камеры. Временное распределение.  $\alpha$  - метод измерения реактивности.
16. Интегральный метод  $C_f$  камеры. Особенности, область применения. Особенности временной зависимости фона. Причина отсутствия пространственных эффектов.
17. Метод Росси -  $\alpha$ . Временное распределение. Сходство и отличие от метода калифорниевой камеры. Форма временного распределения (спектра) Росси -  $\alpha$  с задержкой по счётному входу и его причина.  $\alpha$  - метод измерения реактивности.
18. Интегральный метод Росси -  $\alpha$ . Связь параметров временного распределения с интенсивностью делений  $C_f$  в неразмножающей среде и с интенсивностью делений  $C_f$  и умножением мгновенных нейтронов в размножающей. Пространственный корреляционный фактор, его особенности.
19. Детекторы быстрых нейтронов. Метод двойных нейтрон- нейтронных совпадений. Форма спектра на временном анализаторе.
20. Метод двойных и тройных нейтрон- нейтронных совпадений. Техническая реализация.
21. Способы измерения мощности на критсборках.
22. Способы измерения мощности энергетических реакторов.

#### **Критерии оценки:**

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

#### **Описание шкалы оценивания:**

15-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

8-14 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

1-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**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»

## **Задания для домашних работ**

по дисциплине Экспериментальная реакторная физика

(наименование дисциплины)

Лабораторная работа 1 «Определение абсолютной интенсивности делений в источнике из спонтанно делящегося изотопа  $^{252}\text{Cf}$ »

А) Метод калифорниевой камеры.

Б) Метод Росси -  $\alpha$ .

Лабораторная работа 2 «Определение абсолютной интенсивности делений в слое спонтанно делящегося изотопа  $^{252}\text{Cf}$ , помещённого в камеру»

Лабораторная работа 3 «Полупроводниковый поверхностно-барьерный детектор»

Лабораторная работа 4 «Полупроводниковый особоочистый германиевый детектор»

Лабораторная работа 5 «Принцип работы и устройство пропорционального счетчика нейтронов»

Лабораторная работа 6 «Принцип работы и устройство ионизационной камеры деления»

Лабораторная работа 7 «Разделение импульсов от нейтронов и гамма-лучей в органических сцинтилляторах»

Лабораторная работа 8 «Метод измерения спектров»

Лабораторная работа 9 «Определение отношений скоростей реакций деления ядер трансактинидов»

Лабораторная работа 10 «Определение отношений скоростей реакций деления методом калибровки в тепловой колонне»

### **Критерии оценки:**

Показатели и критерии оценки лабораторных работ:

5-6 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:**

Для лабораторных работ 1-5

3-6 баллов – лабораторная работа зачтена;

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

Для лабораторных работ 2-6

4-6 баллов – лабораторная работа зачтена;

0-3 – баллов – лабораторная работа отдается на доработку.