

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Экспериментальная реакторная физика

---

*название дисциплины*

Специальность

**14.05.01 Ядерные реакторы и материалы**

---

Образовательная программа

**Ядерные реакторы**

---

*Шифр, название специализации*

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2023 г.**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель изучения дисциплины:

дать представление будущему магистру о контроле за процессами в ядерных реакторах и других размножающих средах, о методах их регистрации и приборной реализации этих методов.

### Задачи изучения дисциплины:

- научить обосновывать показания регистрирующих приборов для узнавания временного поведения нейтронных полей и их стационарных распределений
- показать принципы работы и основные характеристики детекторов ядерных излучений, важных для применения в реакторной технике, а именно – в важнейшей ее области – контроле за процессом умножения нейтронов и определения величины реактивности и приобрести навыки обращения с ними.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП)

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: физика ядерных реакторов, энергооборудование ЯЭУ.

Дисциплина изучается на 5 курсе в 10 семестр.

## 3. 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-4            | Способен применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области | З-ПК-4 Знать экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области<br>У-ПК-4 Уметь применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области<br>В-ПК-4 Владеть методами интерпретации (анализа) и презентации полученных результатов |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направление/цели и воспитания      | Задачи воспитания (код)  | Воспитательный потенциал дисциплин  |
|------------------------------------|--|---|
| <b>Интеллектуальное воспитание</b> | - формирование культуры умственного труда <b>(В11)</b>   | Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.   |
| <b>Профессиональное воспитание</b> | - формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия <b>(В17)</b>                      | 1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за научно-технические достижения России, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.<br>2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские проекты. |
|                                    | - формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(В18)</b>  | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  |
|                                    | - формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(В19)</b> | 1. Использование воспитательного потенциала дисциплин, профессионального модуля для:<br>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты.<br>2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для   |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий. |
| - формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b> ;<br>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b> ;<br>- формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b> | 1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.<br>2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:<br>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепления рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы. |  |
| - формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b>  | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уровне пользователям.   |  |
| - формирование культуры ядерной и радиационной безопасности <b>(B24)</b> ;<br>- формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также   | 1. Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн.   |  |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <p>применения современных методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека <b>(B25)</b>;</p> <p>- формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений <b>(B26)</b></p> | <p>2. Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная гигиена», «Атомное право», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.</p> <p>3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Информатика», «Принципы обеспечения безопасности АЭС», «Принципы обеспечения безопасности эксплуатации АЭС», «Критерии безопасности и оценки риска», «Ядерные технологии и экология топливного цикла», «Информационные и компьютерные технологии», «Физические основы получения информации», «Информационная безопасность», «Автоматизированная система управления технологическим процессом АЭС», «Системы управления и защиты ядерных энергетических установок» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.</p> <p>4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» для</p> |
|--|--|---|

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработке ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла |
|--|--|---|

**5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

| Вид работы  | Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам) |         |
|---|--|---------|
|   | Очная  | Заочная |
|   | Семестр  | Семестр |
|   | № 10   | №__     |
|   | Количество часов на вид работы:                        |         |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> |  |         |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                     | <b>64</b>  |         |
| В том числе:  |  |         |
| <i>лекции</i>   | 32   |         |
| <i>практические занятия</i>                           | 32   |         |
| <i>лабораторные занятия</i>                           | -  |         |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                       |  |         |
| В том числе:  |  |         |
| <i>Экзамен</i>  | 36   |         |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся</b>             | <b>44</b>  |         |
| <b>Всего (часы):</b>                                  | <b>144</b>   |         |
| <b>Всего (зачетные единицы):</b>                      | <b>4</b>   |         |

**6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

| № п/п | Наименование раздела /темы дисциплины         | Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам) |           |     |        |           |                        |    |     |        |     |
|-------|---|---|-----------|-----|--------|-----------|------------------------|----|-----|--------|-----|
|       |   | Очная форма обучения  |           |     |        |           | Заочная форма обучения |    |     |        |     |
|       |   | Лек   | Пр        | Лаб | Внеауд | СРО       | Лек                    | Пр | Лаб | Внеауд | СРО |
| 1.    | <b>Экспериментальная реакторная физика</b>    |   |           |     |        |           |                        |    |     |        |     |
| 1.1.  | Определение интенсивности спонтанного деления | 10  | 10        |     |        | 14        |                        |    |     |        |     |
| 1.2.  | Детекторы нейтронов и камеры деления          | 10  | 10        |     |        | 15        |                        |    |     |        |     |
| 1.3.  | Измерение нейтронно-физических характеристик  | 12  | 12        |     |        | 15        |                        |    |     |        |     |
|       | <b>Всего:</b>                                 | <b>32</b>   | <b>32</b> |     |        | <b>44</b> |                        |    |     |        |     |

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционные и практические занятия

| №    | Наименование раздела /темы дисциплины         | Название работы  |
|------|---|--|
| 1.   | <b>Экспериментальная физика реактора</b>      |  |
| 1.1  | Определение интенсивности спонтанного деления | Лабораторная работа 1 «Определение абсолютной интенсивности делений в источнике из спонтанно делящегося изотопа $^{252}\text{Cf}$ »<br>а)Метод калифорниевой камеры.<br>б)Метод Росси - $\alpha$ .<br>Лабораторная работа 2 «Определение абсолютной интенсивности делений в слое спонтанно делящегося изотопа $^{252}\text{Cf}$ , помещённого в камеру»                    |
| 1.2. | Детекторы нейтронов и камеры деления          | Лабораторная работа 3 «Полупроводниковый поверхностно-барьерный детектор»<br>Лабораторная работа 4 «Полупроводниковый особоочистый германиевый детектор»<br>Лабораторная работа 5 «Принцип работы и устройство пропорционального счетчика нейтронов»<br>Лабораторная работа 6 «Принцип работы и устройство ионизационной камеры деления»                                   |
| 1.3. | Измерение нейтронно-физических характеристик  | Лабораторная работа 7 «Разделение импульсов от нейтронов и гамма-лучей в органических сцинтилляторах»<br>Лабораторная работа 8 «Метод измерения спектров»<br>Лабораторная работа 9 «Определение отношений скоростей реакций деления ядер трансактинидов»<br>Лабораторная работа 10 «Определение отношений скоростей реакций деления методом калибровки в тепловой колонне» |

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методические рекомендации к выполнению практических и лабораторных работ.

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. 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</b>       |   |                                  |   |
| 1.                            | Определение интенсивности спонтанного деления | З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4           | Лабораторные работы   |
| 2.                            | Детекторы нейтронов и камеры деления          |                                  |   |
| 3.                            | Измерение нейтронно-физических характеристик  |                                  |   |
| <b>Промежуточный контроль</b> |   |                                  |   |
|                               | зачет   | З-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4           | Вопросы к зачету  |

Всего:

## **8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **8.2.1. Зачет**

а) типовые вопросы (задания):

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 Cf 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 Cf в неразмножающей среде и с интенсивностью делений Cf 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.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

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

в) 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.

### **8.2.2. Лабораторные работы**

а) типовые задания (вопросы) - образец:

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

Ионизационные камеры со слоями изотопов делящихся элементов предназначены для регистрации нейтронов путём использования ионизации, производимой в газе осколками деления.

**Цель работы:** Изучение принципа работы , устройства и характеристик ионизационной камеры деления.

**Вопросы.**

1. Почему отрицательный полюс источника напряжения соединён с электродом - диском, а положительный – с корпусом камеры?
2. Почему  $\alpha$ -частицы и их наложения оставляют в газе энергию, меньшую на порядок?
3. Что такое “плато”?

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

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.

в) 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.

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

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

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

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

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: 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>                   |           |            |
|                            | Лабораторная работа 1                          | 3         | 6          |
|                            | Лабораторная работа 2                          | 3         | 6          |
|                            | Лабораторная работа 3                          | 3         | 6          |
|                            | Лабораторная работа 4                          | 3         | 6          |
|                            | Лабораторная работа 5                          | 4         | 6          |
|                            | <b>Контрольная точка № 2</b>                   |           |            |
|                            | Лабораторная работа 6                          | 4         | 6          |
|                            | Лабораторная работа 7                          | 4         | 6          |
|                            | Лабораторная работа 8                          | 4         | 6          |
|                            | Лабораторная работа 9                          | 4         | 6          |
|                            | Лабораторная 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.

#### 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

| Сумма баллов | Оценка по 4-х балльной шкале                  | Оценка ECTS | Требования к уровню освоения учебной дисциплины  |
|--------------|---|-------------|--|
| 90-100       | 5- «отлично»/<br>«зачтено»                    | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы                                     |
| 85-89        | 4 - «хорошо»/<br>«зачтено»                    | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос   |
| 75-84        |   | C           |  |
| 70-74        |   | D           |  |
| 65-69        | 3 -<br>«удовлетворительно»/<br>«зачтено»      | E           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала  |
| 60-64        |   |             |  |
| 0-59         | 2 -<br>«неудовлетворительно»/<br>«не зачтено» | F           | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине |

#### 9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

##### а) основная учебная литература:

1. Королев, С.А. Датчики и детекторы физико-энергетических установок [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С. А. Королев, В. П. Михеев. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. [Режим доступа [http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Korolev\\_Datchiki\\_i\\_detektory\\_fiziko-energeticheskikh\\_ustanovok\\_2011.pdf](http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Korolev_Datchiki_i_detektory_fiziko-energeticheskikh_ustanovok_2011.pdf) ]

2. Бушуев, А.В. Экспериментальная реакторная физика [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. В. Бушуев. - Москва : МИФИ, 2008 [Режим доступа [http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/UII/Bushuev\\_Eksperimentalnaya\\_reaktornaya\\_fizika.\\_Uchebnoe\\_posobie\\_\\_2008.pdf](http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/UII/Bushuev_Eksperimentalnaya_reaktornaya_fizika._Uchebnoe_posobie__2008.pdf) ]
3. Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Экспериментальная реакторная физика. М., Атомиздат, 1994. (150 шт)
4. Физика и эксплуатационные режимы реактора ВВЭР-1000 [Электронный ресурс] : монография / В. И. Белозеров [и др.]. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. [Режим доступа [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Belozerov\\_Fizika\\_i\\_ekspluatatsionnye\\_rezhimy\\_reaktora\\_VVER-1000\\_2014&page=1&Z21ID=1064A5E5E9HIP5M0T0I013](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Belozerov_Fizika_i_ekspluatatsionnye_rezhimy_reaktora_VVER-1000_2014&page=1&Z21ID=1064A5E5E9HIP5M0T0I013) ]

**б) дополнительная учебная литература:**

1. Д. Райли, Н. Энслин, Х. Смит мл. и др., Пассивный неразрушающий анализ ядерных материялов, БИНОМ, Москва, с. 334, с.525, 2000г.
2. Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Экспериментальная реакторная физика. М., Атомиздат, 1994.
3. Д.Белл, С.Глесстон Теория ядерных реакторов. М., Атомиздат, 1974.
4. В. А. Грабежной, В. А. Дулин, В. В. Дулин, Г. М. Михайлов К вопросу определения умножения нейтронов в глубоко подкритических системах, Известия высших учебных заведений, Ядерная энергетика, Обнинск, 2006, №3, с. 34- 42.
5. Дулин В.А., Дулин В.В., Определение умножения нейтронов утечки и массы делящегося вещества в глубоко подкритических системах. Атомная энергия, т.107, 2009, вып.1, с. 1-9.
6. Дулин В.А. Измерение  $\beta_{\text{eff}}$  методом  $\alpha$  - Росси в водородосодержащих средах. Атомная энергия, т. 100, 2006, вып.5, с.393 – 399 .
7. Михайлова И.В., Дулин В.А. Определение абсолютных скоростей деления младших актинидов. Известия Высших учебных заведений “Ядерная энергетика”. 1996, №3, с. 52-57.
8. Ефименко В.Ф., Можаяев В.К., Дулин В.А. Атомная энергия, т. 39, 1975. С.54-57.
9. В. А. Грабежной, В. В. Дулин, Г. М. Михайлов, О. Н. Павлова, Определение глубоко подкритических состояний размножающих сред методом  $\alpha$  - Росси, Атомная энергия, т.101, 2006, вып.2, с.140-148.
10. В.А Дулин., Г. М. Михайлов Измерение  $\beta_{\text{eff}}$  методом  $\alpha$  - Росси. Атомная энергия, т. 78, 1995, вып.3, с.151 – 155 .
11. В.А Дулин., Г. Д Сприггс К вопросу измерения  $\beta_{\text{eff}}$  методом  $\alpha$  - Росси в реакторе с отражателем-. Атомная энергия, т. 82, 1997, вып.2, с. 66-68.

**10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. E-learning for Nuclear Newcomers  
[<http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/elearning/index.html>]
2. Росатом - корпорация знаний [<https://www.youtube.com/user/MirnyAtom>]
3. Энциклопедия атома Росатом - корпорация знаний  
[[http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya\\_atoma/defDocumen](http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya_atoma/defDocumen)].

**11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и

практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

| Вид учебных занятий             | Организация деятельности студента  |
|---------------------------------|--|
| Лекция                          | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.            |
| Практические занятия            | При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю   |
| Лабораторные занятия            | При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК.   |
| Доклад                          | Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада.  |
| Реферат                         | Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.   |
| Коллоквиум                      | Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.  |
| Индивидуальное домашнее задание | При выполнении индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.  |
| Подготовка к зачету             | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации. |
| Подготовка к                    | При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты  |

|          |  |
|----------|--|
| экзамену | лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины. |
|----------|--|

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
2. Интерактивное общение с помощью программы skype.
3. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

## **13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Компьютерный класс на 10 мест со специальной программой для обработки экспериментальных данных

## **14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

### ***14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине***

Лабораторные работы

## **15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры

(наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

\_\_\_\_\_ А.М. Жуков, к.т.н.

Рецензент:

\_\_\_\_\_ Ю.А. Казанский, д.ф.-м.н., профессор