

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

**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

## **ОТДЕЛЕНИЕ Ядерной физики и технологий**

Одобрено на заседании

УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол № 1-8/2022 от 30.08.2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕХНИКА ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ**

---

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

**14.04.01 ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОФИЗИКА**

---

*название специальности/направления подготовки*

образовательная программа

**Эксплуатация атомных станций и установок**

---

*название специализации/профиля*

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2022 г.**

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

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4	способен использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии и алгоритмы	З-ПК-4 знать основы компьютерных и информационных технологий; У-ПК-4 уметь обобщать и анализировать информацию В-ПК-4 владеть информацией по перспективам развития атомной энергетики

## **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры**

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Общая физика.

Химия.

Физическая теория реакторов.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Производственная практика: преддипломная практика.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

**3. 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 6	Курс 3
	№ 1	№
	Количество часов на вид работы:	
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>32</b>	
В том числе:		
лекции (в интерактивной форме)	16 (16)	
практические занятия (в интерактивной форме)	16 (16)	
лабораторные занятия	-	
<b>Промежуточная аттестация</b>		
В том числе:		
зачет	-	
экзамен	36	
Самостоятельная работа обучающихся		
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	<b>112</b>	
В том числе:		
проработка учебного материала	32	
подготовка к практическим работам	40	
подготовка к экзамену	40	
<b>Всего (часы):</b>	<b>180</b>	
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>5</b>	

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

**4.1. 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
<b>1.</b>	<b>Взаимодействие ядерных излучений с веществом</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	-		<b>56</b>					
1.1.	Введение	2	1	-		14					
1.2.	Механизм ионизационных потерь тяжелых заряженных частиц в среде	2	2	-		16					
1.3.	Основные виды взаимодействия гамма-излучения с веществом	2	1	-		13					
1.4.	Замедление нейтронов	2	2	-		13					
<b>2.</b>	<b>Типы детекторов ядерных излучений</b>	<b>8</b>	<b>10</b>			<b>56</b>					
2.1.	Детекторы ядерных излучений	2	2	-		14					
2.2.	Детекторы	2	3	-		16					
2.3.	Сцинтилляторы	2	2	-		13					
2.4.	Анализаторы	2	3	-		13					
	<b>Всего:</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-		<b>112</b>					

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

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

### Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
<b>1.</b>	<b>Взаимодействие ядерных излучений с веществом</b>	
1.1.	Введение	Роль ядерно-физических методов в проблеме контроля за процессами в ядерных реакторах и других размножающих средах, о методах их регистрации.
1.2.	Механизм ионизационных потерь тяжелых заряженных частиц в среде	Зависимость потерь от рода частиц и параметров среды. Пробег тяжелых заряженных частиц, зависимость от их энергии и заряда. Особенности ионизационных потерь электронами, пробег электронов.
1.3.	Основные виды взаимодействия гамма-излучения с веществом	Фотоэффект. Комптон-эффект, сечение рассеяния, зависимость от энергии и угла рассеяния фотона. Спектр электронов отдачи. Рождение пар. Пробег гамма-излучения в веществе.
1.4.	Замедление нейтронов	Распределение ядер отдачи по энергии. Реакции на легких ядрах. Прохождение нейтронов через вещество. Способы регистрации нейтронов.
<b>2.</b>	<b>Типы детекторов ядерных излучений</b>	
2.1.	Детекторы ядерных излучений	Ионизационные камеры. Емкость. Ток через камеру. Токовые камеры. Импульсные камеры Газовое усиление. Пропорциональные счетчики.
2.2.	Детекторы	Полупроводниковые детекторы для измерения спектров $\gamma$ -лучей. Поверхностно-барьерные кремниевые детекторы.
2.3.	Сцинтилляторы	Органические сцинтилляторы, механизм испускания света. Неорганические сцинтилляторы. Предназначение разных типов сцинтилляторов. Фотоэлектронные умножители. Импульсы тока и напряжения. Функция отклика для гамма-квантов и нейтронов с неорганическими и органическими сцинтилляторами. Метод совпадений.
2.4.	Анализаторы	Амплитудные анализаторы. Измерение амплитудных распределений от детекторов. Флуктуации потерь энергии. Энергетическое разрешение детекторов. Сравнительные характеристики и предназначение ионизационных детекторов (камер, счетчиков), полупроводниковых детекторов и сцинтилляционных детекторов.

*Практические/семинарские занятия*

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
<b>1.</b>	<b>Взаимодействие ядерных излучений с веществом</b>	
1.2.	Механизм ионизационных потерь тяжелых заряженных частиц в среде	Знакомство с устройством КС МАТР-2. Зависимость потерь от рода частиц и параметров среды. Пробег тяжелых заряженных частиц, зависимость от их энергии и заряда. Особенности ионизационных потерь электронами, пробег электронов.
1.3.	Основные виды взаимодействия гамма-излучения с веществом	Выход критсборки в критическое состояние путем залива замедлителя с построением кривой обратного умножения.
1.4.	Замедление нейтронов	Измерение реактивности методом обращенного решения уравнения кинетики (ОРУК).
<b>2.</b>	<b>Типы детекторов ядерных излучений</b>	
2.2.	Детекторы	Распределение Росси-альфа.
2.3.	Сцинтилляторы	Метод “мгновенных (быстрый нейтрон – осколок деления)” совпадений.
2.4.	Анализаторы	Твердотельные трековые детекторы.

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. презентации курса.

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
<b>Текущий контроль</b>			
1.	Введение	ПК-1, ПК-2	Коллоквиум
2.	Механизм ионизационных потерь тяжелых заряженных частиц в среде		
3.	Основные виды взаимодействия гамма-излучения с веществом		

4.	Замедление нейтронов	ПК-1, ПК-2	Реферат
5.	Детекторы ядерных излучений		
6.	Детекторы		
7.	Сцинтилляторы		
8.	Анализаторы		
<b>Промежуточный контроль</b>			
	Экзамен	ПК-1, ПК-2	Экзаменационный билет
Всего:			

**6.2. 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**

**6.2.1. Экзамен**

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  $\beta_{эфф}$ .
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 теоретические знания при выполнении заданий и задач;

– обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

в) описание шкалы оценивания:

В экзаменационный билет входит 2 вопроса. Максимальная сумма баллов за ответ на один вопрос билета - 20 баллов.

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

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;

- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета;

- 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;
  - выполнил одну из двух задач в индивидуальной работе.
- 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.

### 6.2.2. Коллоквиум

а) типовые вопросы - образец:

1. Зависимость потерь от рода частиц и параметров среды.
2. Ядерно-физические методы контроля за процессами в ядерных реакторах.
3. Ядерно-физические методы контроля за процессами в размножающих средах.
4. Методы регистрации процессов в ядерных реакторах.
5. Особенности регистрации нейтронных параметров среды.
6. Пробег тяжелых заряженных частиц, зависимость от их энергии и заряда.
7. Особенности ионизационных потерь электронами, пробег электронов.
8. Фотоэффект.
9. Комптон-эффект.
10. Процесс рассеяния частиц.
11. Зависимость от энергии и угла рассеяния фотона.
12. Спектр электронов отдачи.
13. Рождение пар.
14. Пробег гамма-излучения в веществе.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по коллоквиуму 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.

в) описание шкалы оценивания:

Каждому студенту задается 3 вопроса в произвольном порядке из списка вопросов к коллоквиуму. Каждый вопрос оценивается от 0 до 10 баллов.

7-10 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который :

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических основ вопроса.

4-6 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-3 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
  - раскрывает содержание не всех теоретических основ вопроса;
- 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 обладает достаточным объемом знаний.

### 6.2.3. Реферат

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Способы регистрации нейтронов.
2. Ионизационные камеры.
3. Токовые камеры.
4. Импульсные камеры.
5. Пропорциональные счетчики.
6. Полупроводниковые детекторы.
7. Поверхностно-барьерные кремниевые детекторы.
8. Органические сцинтилляторы.
9. Неорганические сцинтилляторы.
10. Фотоэлектронные умножители.
11. Амплитудные анализаторы.
12. Сцинтилляционные детекторы

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Показатели оценки	Критерии оценки	Баллы (max)
1. Новизна реферированного текста	<ul style="list-style-type: none"> <li>- актуальность проблемы и темы;</li> <li>- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;</li> <li>- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.</li> </ul>	6

2. Степень раскрытия сущности проблемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие плана теме реферата;</li> <li>- соответствие содержания теме и плану реферата;</li> <li>- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;</li> <li>- обоснованность способов и методов работы с материалом;</li> <li>- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.</li> </ul>	10
3. Обоснованность выбора источников	<ul style="list-style-type: none"> <li>- круг, полнота использования литературных источников по проблеме;</li> <li>- привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).</li> </ul>	6
4. Соблюдение требований к оформлению	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильное оформление ссылок на используемую литературу;</li> <li>- грамотность и культура изложения;</li> <li>- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;</li> <li>- соблюдение требований к объему реферата;</li> <li>- культура оформления: выделение абзацев.</li> </ul>	6
5. Грамотность	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей;</li> <li>- отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых;</li> <li>- литературный стиль.</li> </ul>	2

в) описание шкалы оценивания:

18-30 баллов контрольная точка считается выполненной.

0-17 баллов реферат отдается на доработку.

### ***6.3. 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 (Коллоквиум) и контрольная точка № 2 (Реферат).

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

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	<b>Контрольная точка № 1</b>		
	Коллоквиум	18	30
	<b>Контрольная точка № 2</b>		
	Реферат	18	30
Промежуточный	<b>Экзамен</b>		
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		60	100

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 экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен 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 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 экзамене.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

***а) основная учебная литература:***

1. Королев, С.А. Датчики и детекторы физико-энергетических установок : учебное пособие для вузов / С. А. Королев, В. П. Михеев. - Москв : НИЯУ МИФИ, 2011.
2. Бушуев, А.В. Экспериментальная реакторная физика : учебное пособие для вузов / А. В. Бушуев. - Москва: МИФИ, 2008.
3. Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Экспериментальная реакторная физика. М., Атомиздат, 1994.
4. Физика и эксплуатационные режимы реактора ВВЭР-1000: монография / В. И. Белозеров [и др.]. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2014.

***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., Можяев 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.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ": [Электронный ресурс] URL: [www.library.mephi.ru](http://www.library.mephi.ru) (Дата обращения: 15.06.2020).
2. E-learning for Nuclear Newcomers [Электронный ресурс] URL: <https://www.iaea.org/topics/infrastructure-development/e-learning-for-nuclear-newcomers> (Дата обращения: 15.06.2020).

3. Росатом [Электронный ресурс] URL:<http://www.rosatom.ru> (Дата обращения: 15.06.2020).

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

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	Группе задаётся определенная проблема для обсуждения, и каждый студент высказывает и аргументирует свои предложения. Затем проходит обсуждение высказанных предложений с целью определить наиболее сильные и слабые решения. По результатам работы по конкретной проблеме группа готовит и представляет презентацию по установленной форме.
Коллоквиум	При подготовке к коллоквиуму необходимо ориентироваться на материал лекционных занятий, изучить ответы к контрольным вопросам. Важно понимать базовые аспекты элементов курса.
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.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

### **10.1. Перечень информационных технологий**

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и

практических занятий.

### **10.2. Перечень программного обеспечения**

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
- Персональный компьютер со специальной программой для обработки экспериментальных данных.

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лекционные и практические занятия:

Учебная аудитория на 20 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.

### **12. Иные сведения и (или) материалы**

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

Применяемые на лекционных занятиях

- Технология концентрированного обучения (лекция-беседа, привлечение внимания студентов к наиболее важным вопросам темы, содержание и темп изложения учебного материала определяется с учетом особенностей студентов).
- Технология активного обучения (визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций).

14 часов проводятся в интерактивной форме в виде мозгового штурма.

<b>№ пп</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)</b>	<b>Количество ак. ч.</b>	<b>Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий</b>
1.	Введение	Лекция	4	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
2.	Механизм ионизационных потерь тяжелых заряженных частиц в среде	Лекция/ практическое занятие	8	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций

3.	Основные виды взаимодействия гамма-излучения с веществом	Лекция/ практическое занятие	8	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
4.	Замедление нейтронов	Лекция/ практическое занятие	8	лекция-беседа
5.	Детекторы ядерных излучений	Лекция	4	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
6.	Детекторы	Лекция/ практическое занятие	10	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, мозгового штурма
7.	Сцинтилляторы	Лекция/ практическое занятие	11	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, мозгового штурма
8.	Анализаторы	Лекция/ практическое занятие	1	лекция-беседа, визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций, мозгового штурма

Программу составил:

А.М. Терехова, старший преподаватель отд. ЯФиТ

Рецензент:

Ю.А. Казанский, д.ф.-м.н., профессор отд. ЯФиТ