

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Дмитровградский инженерно-технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан физико-технического факультета

(в состав, которого входит кафедра-составитель)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Б1.В.ОД.2.6 Методы исследования структурно-фазового состояния материалов*

Направление подготовки \_\_\_\_\_ *14.04.02 Ядерные физика и технологии*

Квалификация выпускника \_\_\_\_\_ *Магистр*

Профиль \_\_\_\_\_ *"Реакторное материаловедение"*

Форма обучения \_\_\_\_\_ *очная*

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ *Кафедра ядерных реакторов и материалов*

Кафедра-разработчик рабочей программы \_\_\_\_\_ *Кафедра ядерных реакторов и материалов*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., час./зачет)
1	108 (3)	19	19	38	77	экзамен, 27
<b>Итого</b>	108 (3)	19	19	38	77	экзамен, 27

Дмитровград  
2023

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО .....	3
3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ..	3
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4.1. Структура дисциплины .....	4
4.2. Содержание дисциплины .....	4
4.2.1. Наименование тем, их содержание и объём в часах .....	4
4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объём в часах .....	5
4.2.3. Темы лабораторных занятий, их содержание и объём в часах .....	6
4.3. Организация самостоятельной работы студентов .....	6
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	7
5.1. Образовательные технологии .....	7
5.2. Информационные технологии .....	7
6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	8
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	8
6.1.1. В результате освоения дисциплины для формирования данных компетенций студенты должны: .....	8
6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции: .....	8
6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация) .....	10
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы .....	10
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» .....	12
7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	12
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12
9. РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель:** Освоить дифракционные, масс-спектрометрические, электронные и ионные методы исследования материалов атомной отрасли для последующего выполнения экспериментальных научно-исследовательских работ в области реакторного материаловедения.

**Задачи:** изучить физические основы, аппаратуру и применение основных современных методов исследования структурно-фазового состояния веществ:

- дифракции рентгеновских лучей,
- дифракции медленных и быстрых электронов и нейтронов,
- просвечивающей и растровой электронной микроскопии,
- автоэлектронная и автоионная микроскопии,
- туннельной сканирующей и атомно-силовой микроскопии, вторичная ионная масс-спектрометрия, ожэ-спектроскопия.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Методы исследования структурно-фазового состояния материалов относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока 1 профессионального модуля учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание высшей математики в объеме вузовского курса; основ атомной физики; основ квантовой механики; материаловедения, физики твердого тела.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенции
ПК-1	способность к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом, физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды
ПК-7	способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения

В результате изучения дисциплины студент должен:

### 1) Знать:

- 3.1: физические основы рентгеноструктурного, электронного, нейтронного, ионного анализа;
- 3.2: правила техники безопасности при работе с рентгеновскими, нейтронными анализаторами, электронными микроскопами;

### 2) Уметь:

- У.1: расшифровывать рентгенограммы, масс- и оже-спектры;
- У.2: работать с ионизирующими лучами и вакуумной техникой;

### 3) Владеть:

В.1: математическими методами аппроксимации экспериментальных спектров;

В.2: навыками подготовки вакуумной и высокоточной измерительной техники к работе.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
		Лекции и	Практ. работы	Лаб. работы	В т.ч. в ИФ	Самостоятельная работа			
3 семестр									
1	Дифракционные методы исследований	4	4	10	2	10	2УО, 4АЗ, 3-8ЛР	5ДЗ	10
2	Методы электронного и ионного анализа материалов	10	10	20	4	20	6УО, 8АЗ, 7-15ЛР	9ДЗ	10
3	Анализ химического состава вещества	5	5	8	4	20	17УО, 16АЗ, 18ЛР	17ДЗ	20
	Экзамен							19ИК	40
Итого за 1 семестр:		19	19	19	10	50			80

ИК – итоговый контроль, ДЗ – домашние задачи, АЗ – аудиторные задачи, УО – устный опрос, ЛР – лабораторные работы.

### 4.2. Содержание дисциплины

Удельный вес проводимых в активных и интерактивных формах проведения аудиторных занятий по дисциплине составляет 37%.

#### 4.2.1. Наименование тем, их содержание и объём в часах

##### Раздел 1. Дифракционные методы исследований

##### *Тема 1.1. Рентгеноструктурный анализ (2 часа)*

Получение рентгеновских лучей. Непрерывный и характеристический спектры, природа их возникновения. Порог возбуждения рентгеновского излучения. Формула Вульфа-Брэгга. Вывод формулы. Поправка на преломление. Кристалл с несколькими атомами. Принцип точного определения длин волн и межплоскостных расстояний. Рассеяние рентгеновских лучей, электронов, нейтронов. Методы рентгеноструктурного анализа: метод Лауэ, метод вращения монокристалла, метод порошков (поликристаллов).

##### *Тема 1.2. Обратная решетка. (2 часа)*

Вывод уравнения Лауэ для амплитуды рассеянной волны. Рассеяние решеткой точечных атомов. Условия дифракции. Обратная решетка. Геометрическая интерпретация дифракции. Построение Эвальда. Зоны Бриллюэна. Структурный фактор базиса. Атомный фактор рассеяния, или форм-фактор. Температурная зависимость линий отражения.

## Раздел 2. Методы электронного и ионного анализа материалов

### *Тема 2.1. Автоэлектронный микроскоп (2 часа)*

Механизм автоэлектронной эмиссии. Теория предельного разрешения в электронном проекторе. Методы исследования с помощью автоэлектронной эмиссии Приборы с использованием автоэлектронной эмиссии.

### *Тема 2.2. Автоионная микроскопия (2 часа)*

Механизм образования изображения в автоионном микроскопе. Конструкция автоионного микроскопа. Применение АИМ в материаловедении.

### *Тема 2.3. Туннельная сканирующая микроскопия (2 часа)*

Взаимодействие электронов с веществом. Основные закономерности формирования сигнала в туннельных микроскопах. Конструкция сканирующего туннельного микроскопа. Возможности и область применения сканирующей туннельной микроскопии.

### *Тема 2.4. Растровая электронная микроскопия (2 часа)*

Основные физические принципы. Конструкция растрового электронного микроскопа. Применение метода растровой электронной микроскопии в материаловедении. Разрешающая способность микроскопа. Глубина поля и глубина резкости.

### *Тема 2.5. Просвечивающая электронная микроскопия (2 часа)*

Основы теории рассеяния электронов в твердом теле. Конструкция просвечивающего электронного микроскопа. Дифракционная длина микроскопа. Постоянная прибора. Применение методов просвечивающей электронной микроскопии для изучения структуры материалов.

## Раздел 3. Анализ химического состава вещества

### *Тема 3.1. Оже-спектроскопия (2 часа)*

Механизм образования оже-электронов и основные аналитические закономерности. Аппаратура для оже-анализа и методы обработки оже-спектров. Глубина выхода электронов. Применения метода ЭОС в материаловедении.

### *Тема 3.2. Метод вторичной ионной масс-спектрометрии (3 часа)*

Физические основы метода вторичной ионной масс-спектрометрии. Аппаратурное обеспечение метода. Основы обработки результатов измерений. Возможности и область применения метода при изучении свойств материалов.

## 4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объём в часах

### Раздел 1. Дифракционные методы исследований

#### *Тема 1.1. Рентгеноструктурный анализ (2 часа)*

Решение задач. Непрерывный и характеристический спектры. Порог возбуждения рентгеновского излучения. Формула Вульфа-Брэгга. Определение длин волн и межплоскостных расстояний.

#### *Тема 1.2. Обратная решетка. (2 часа)*

Решение задач. Обратная решетка. Построение Эвальда. Построение зоны Бриллюэна. Структурный фактор базиса. Атомный фактор рассеяния.

## Раздел 2. Методы электронного и ионного анализа материалов

### *Тема 2.1. Автоэлектронный микроскоп (2 часа)*

Решение задач. Плотность тока автоэлектронной эмиссии. Треугольный барьер. Закругленный барьер. Прозрачность барьера. Максимальная напряженность электрического поля.

### *Тема 2.2. Автоионная микроскопия (2 часа)*

Решение задач. Механизм образования изображения в автоионном микроскопе. Конструкция автоионного микроскопа.

*Тема 2.3. Туннельная сканирующая микроскопия (2 часа)*

Решение задач. Взаимодействие электронов с веществом. Основные закономерности формирования сигнала в туннельных микроскопах.

*Тема 2.4. Растровая электронная микроскопия (2 часа)*

Решение задач. Разрешающая способность микроскопа. Глубина поля и глубина резкости.

*Тема 2.5. Просвечивающая электронная микроскопия (2 часа)*

Решение задач. Колонки. Контраст. Дифракционная длина микроскопа.

Раздел 3. Анализ химического состава вещества

*Тема 3.1. Оже-спектроскопия (2 часа)*

Решение задач. Эффект Оже. Энергии электронов. Глубина выхода электронов.

*Тема 3.2. Метод вторичной ионной масс-спектрометрии (3 часа)*

Решение задач. Физические основы метода вторичной ионной масс-спектрометрии. Основы обработки результатов измерений.

4.2.3. Темы лабораторных занятий, их содержание и объём в часах

Учебным планом предусмотрено 38 часов лабораторных занятий в 1 семестре.

Раздел дисциплины	Лабораторные работы			
	№ п/п	Наименование	Выполнение (час.)	
			Ауд.	СРС
<b>3 семестр</b>				
Дифракционные методы исследований	1	Исследование тормозного рентгеновского излучения	4	4
	2	Интенсивность характеристического рентгеновского излучения меди	4	4
	3	Получение, расчет и индицирование порошковых дифрактограмм (метод Дебая-Шерера)	4	4
	4	Прецизионное определение параметра кристаллической ячейки.	6	4
Методы электронного и ионного анализа материалов	5	Исследование топологии поверхности методом сканирующей атомно-силовой микроскопии	4	4
	6	Исследование топологии поверхности методом сканирующей туннельной микроскопии	4	4
	7	Растровая электронная микроскопия	4	4
	8	Индицирование изображений обратной решётки, полученных на просвечивающем электронном микроскопе	4	4
Анализ химического состава вещества	9	Анализ состава поверхности методом оже-электронной спектроскопии	4	4
Итого по семестру:			38	36

Лабораторные работы проводятся в интерактивной форме, в форме решения экспериментальной задачи командой из 2-х студентов.

### 4.3. Организация самостоятельной работы студентов

Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 77 часов в 1 семестре.

В качестве самостоятельной работы студент выполняет задания, указанные в учебниках, сборниках задач и методических материалах. В качестве самостоятельной работы студент может: а) проработать конспект лекций, вывести расчетные формулы; б) Выполнить домашнюю работу по теме практического занятия; в) оформить отчет по выполнению лабораторных работ.

Также предусмотрено время самостоятельной работы для подготовки к итоговым контрольным по разделам.

Вид самостоятельной работы	Самостоятельная работа студента (СРС)
<b>2 семестр</b>	
Изучение теоретического материала (задания лектора)	10
Подготовка к устным опросам по материалам лекций	10
Подготовка отчетов о решаемых задачах и защита домашних работ	17
Подготовка и защита отчетов по выполнению лабораторных работ	30
Зачет	10
<b>Итого по учебному плану за 1 семестр</b>	<b>77</b>

Отчетность по самостоятельной работе – опрос студента на лекционных занятиях, зачете, защита домашних и лабораторных работ.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Образовательные технологии**

При реализации программы курса «Методы исследования структурно-фазового состояния материалов» используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций. Практические занятия проводятся в форме семинаров по коллективному отысканию решения задач.

Используются следующие типы проведения лекционных занятий:

- контекстное обучение;
- междисциплинарное обучение.
- информационная лекция;
- лекция-визуализация;
- лекция с разбором конкретной задачи.

Используются следующие типы проведения практических занятий:

- мозговой штурм. Наиболее свободная форма дискуссии, позволяющей быстро включить в работу всех членов учебной группы. Используется там, где требуется генерация разнообразных идей, их отбор и критическая оценка. Этапы продуцирования идей и их анализа намеренно разделены: во время выдвижения идей запрещается их критика. Внешне одобряются и принимаются все высказанные идеи. Больше ценится количество выдвинутых идей, чем их качество. Идеи могут высказываться без обоснования;
- работа в группе: совместная работа студентов при аудиторном решении задач, допуске к лабораторным работам, проведении измерений;
- занятия с применением затрудняющих условий (временные ограничения).

### **5.2. Информационные технологии**

Для лекционных демонстраций используется следующее программное обеспечение:

- средство подготовки презентаций Microsoft PowerPoint.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)**

### **6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими практические и лабораторные занятия по дисциплине в следующих формах:

- решение задач на практических занятиях;
- письменные домашние задания;
- лабораторные работы;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача письменных домашних заданий.

**Промежуточный контроль** студентов производится в следующих формах:

- устные опросы.

**Итоговый контроль** по результатам семестров по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решения задач).

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, лабораторные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, перечислены в Приложении.

6.1.1. В результате освоения дисциплины для формирования данных компетенций студенты должны:

#### **Знать:**

З.1: физические основы рентгеноструктурного, электронного, нейтронного, ионного анализа;  
З.2: правила техники безопасности при работе с рентгеновскими, нейтронными анализаторами, электронными микроскопами;

#### **Уметь:**

У.1: расшифровывать рентгенограммы, масс- и оже-спектры;  
У.2: работать с ионизирующими лучами и вакуумной техникой;

#### **Владеть:**

В.1: математическими методами аппроксимации экспериментальных спектров;  
В.2: навыками подготовки вакуумной и высокоточной измерительной техники к работе.

6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Дифракционные методы исследований	ПК-1, ПК-7	УО-1, АЗ-1, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4	5ДЗ
2	Методы электронного и ионного анализа материалов	ПК-1, ПК-7	УО-2, АЗ-2, ЛР5, ЛР6, ЛР7, ЛР8	9ДЗ
3	Анализ химического состава вещества	ПК-1, ПК-7	УО-3, АЗ-3, ЛР-9	17ДЗ

Формами аттестации по дисциплине являются домашние и аудиторные задачи, устные опросы, лабораторные работы и зачет в 1-м семестре.

## 6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация)

№	Наименование оценочного средства *	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Устный опрос	Средство, позволяющее оценить теоретическую подготовленность и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки	Проблемные вопросы
2	Домашнее задание	Средство, позволяющее оценить теоретическую подготовленность и кругозор студента. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач.	Задания для самостоятельного решения
3	Аудиторные задачи	Конечный продукт, получаемый в результате выполнения комплекса учебных заданий в соответствии с заданным алгоритмом проведения работ. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться группой обучающихся.	Комплект задач с решениями.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

В перечень основной литературы включены издания, имеющиеся в фондах библиотеки ДИТИ НИЯУ МИФИ (в электронно-библиотечной системе и (или) библиотеке ДИТИ НИЯУ МИФИ).

Таблица 7.1 – Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Кол-во экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	Под общей редакцией Б. А. Калина	ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ: Учебник для вузов: В 6 т. – Том 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов	Москва	МИФИ	2012	1

2	Елманов Г.Н., Логинов Б.А., Севрюков О.Н.	Исследование топологии поверхности методом сканирующей атомно-силовой микроскопии. Лабораторный практикум: Учебное пособие. <a href="http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%94%D0%98%D0%A2%D0%98+%D0%9D%D0%98%D0%AF%D0%A3+%D0%9C%D0%98%D0%A4%D0%98&amp;Z21ID=DITIMEPHI&amp;PATH=book-mephi%2FElmanov_Issledovanie_topologii_poverhnosti_metodom_2011.pdf">http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%94%D0%98%D0%A2%D0%98+%D0%9D%D0%98%D0%AF%D0%A3+%D0%9C%D0%98%D0%A4%D0%98&amp;Z21ID=DITIMEPHI&amp;PATH=book-mephi%2FElmanov_Issledovanie_topologii_poverhnosti_metodom_2011.pdf</a>	Москва	МИФИ	2011	1
3	Елманов Г.Н., Логинов Б.А.	Исследование топологии поверхности методом сканирующей туннельной микроскопии: Лабораторный практикум <a href="http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%94%D0%98%D0%A2%D0%98+%D0%9D%D0%98%D0%AF%D0%A3+%D0%9C%D0%98%D0%A4%D0%98&amp;Z21ID=DITIMEPHI&amp;PATH=book-mephi%2FElmanov_Issledovanie_topologii_poverhnosti_metodom_skanirujuschej_2008.pdf">http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%94%D0%98%D0%A2%D0%98+%D0%9D%D0%98%D0%AF%D0%A3+%D0%9C%D0%98%D0%A4%D0%98&amp;Z21ID=DITIMEPHI&amp;PATH=book-mephi%2FElmanov_Issledovanie_topologii_poverhnosti_metodom_skanirujuschej_2008.pdf</a>	Москва	МИФИ	2008	1
4	Калин Б.А., Волков Н.В., Польский В.И.	Растровая электронная микроскопия. Лабораторная работа. <a href="http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%94%D0%98%D0%A2%D0%98+%D0%9D%D0%98%D0%AF%D0%A3+%D0%9C%D0%98%D0%A4%D0%98&amp;Z21ID=DITIMEPHI&amp;PATH=book-mephi%2FKalin_Rastrovaya_elektronnaya_mikroskopiya_2008.pdf">http://library.mephi.ru/pdftunnel.php?Z21FAMILY=%D0%94%D0%98%D0%A2%D0%98+%D0%9D%D0%98%D0%AF%D0%A3+%D0%9C%D0%98%D0%A4%D0%98&amp;Z21ID=DITIMEPHI&amp;PATH=book-mephi%2FKalin_Rastrovaya_elektronnaya_mikroskopiya_2008.pdf</a>	Москва	МИФИ	2008	1
5	Буланов Е.Н.	Рентгенография. Физические основы метода и практическое приложение: Электронное учебно-методическое пособие <a href="http://www.lib.unn.ru/students/src/bulanov2014.pdf">www.lib.unn.ru/students/src/bulanov2014.pdf</a>	Нижний Новгород	Нижегородский госуниверситет	2014	1
6	Храмов А.С., Назипов Р.А.	Рентгеноструктурный анализ поликристаллов. Часть I. (Элементы теории, руководство и задания к лабораторным работам). Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. <a href="http://www.ksu.ru/f6/k5/bin_files/1_2_2!23.pdf">http://www.ksu.ru/f6/k5/bin_files/1_2_2!23.pdf</a>	Казань	КГУ	2009	1

7	Калин Б.А., Волков Н.В., Осипов В.В.	Лабораторная работа "Просвечивающая электронная микроскопия" [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов <a href="http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&amp;I21DBN=pdf&amp;P21DBN=BOOK&amp;path=book-mephi/Kalin_Laboratornaya_rabota_Prosvechivajuschaya_2007&amp;page=1&amp;Z21ID=1869I4I9E9HIP1M8T9D519">http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&amp;I21DBN=pdf&amp;P21DBN=BOOK&amp;path=book-mephi/Kalin_Laboratornaya_rabota_Prosvechivajuschaya_2007&amp;page=1&amp;Z21ID=1869I4I9E9HIP1M8T9D519</a>	Москва	МИФИ	2007	1
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Брандон Д., Каплан У.	Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля <a href="http://techliter.ru/load/uchebniki_posobyalekcii/materialovedenie/mikrostrukturalmaterialov_metody_issledovaniija_i_kontrolja_brandon_d_kaplan_u/43-1-0-230">http://techliter.ru/load/uchebniki_posobyalekcii/materialovedenie/mikrostrukturalmaterialov_metody_issledovaniija_i_kontrolja_brandon_d_kaplan_u/43-1-0-230</a>	Москва	Техносфера	2004	1
2	Кларк Э.Р., Эберхардт К.Н.	Микроскопические методы исследования материалов <a href="http://turbobit.net/wc2kxfhdswcq.html">http://turbobit.net/wc2kxfhdswcq.html</a>	Москва	Техносфера	2007	1

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотека elibrary.ru, <http://elibrary.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства Лань, [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
3. Электронное периодическое издание «KnigaFund.Ru», <http://www.knigafund.ru/>
4. Сайт «В помощь студентам, изучающим физику», <http://www.iatehysics.narod.ru>
5. ЭБС НИЯУ МИФИ, <http://library.mephi.ru>
6. ЭБС «Политтехресурс» («Консультант студента»), <http://www.studmedlib.ru/>
7. ЭБС «Айбукс», <http://ibooks.ru/>
8. ЭБС «Купер Бук», <http://kuperbook.biblioclub.ru/>
9. ЭБС «Лань», <http://e.lanbook.com/>

### 7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Электронная обработка данных при решении задач, возможность чтения лекций с использованием электронного курса лекций, использование справочных ресурсов сети Интернет.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети института и находится в режиме свободного доступа для студентов. Для преподавания дисциплины возможно использование мультимедийных презентаций.

Лекционные занятия:

- комплект электронных учебников,
- аудитория корп.3; оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## 9. РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 38 часов аудиторных занятий и 70 часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<p>Как правило, для успешного усвоения информации, полученной визуально и на слух, не достаточно одного присутствия на лекции. Так же как невозможно запомнить полностью однократно просмотренный фильм. Лучше всего запоминается:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) постоянно перечитываемое и пересматриваемое;</li><li>2) информация, полученная в стрессовом состоянии.</li></ol> <p>Второй способ является наиболее энергозатратным и допустим лишь при подготовке к контрольным или экзаменам.</p> <p>Реализация же первого способа состоит в следующем. В течение лекции производится конспектирование полученной информации в тетрадь. Обязательны для фиксирования: основные понятия, определения физических явлений и величин, вводимые для них единицы измерения, вербальная формулировка законов и теорем (записи закона в виде формулы недостаточно, т.к. буквенные обозначения для формул в различных источниках различаются).</p> <p>После лекции в тот же день следует проработать конспект посредством сравнения его с рекомендованными литературными источниками. Однотипные сведения желательно сворачивать в таблицы или представлять в виде графиков. Составление графиков и таблиц по изученному позволяет наилучшим образом структурировать полученные сведения.</p> <p>Согласно традициям крупнейших вузов возможность задавать вопросы предоставляется студентам только в конце лекции, после изложения всего запланированного материала. Это связано с тем, что в таких учебных заведениях лекции обычно читаются потоку, объединенному из нескольких групп студентов (50-100 человек).</p> <p>При условии малого количества студентов в аудитории (5-15 человек) возможен визуальный контакт лектора с каждым, поэтому в небольших вузах, включая наш, есть уникальная возможность задавать уточняющие вопросы по мере их возникновения. Это способствует повышению интерактивности обучения и вовлеченности студента в учебный процесс.</p>
Практические занятия	<p>Стать инженером или физиком невозможно без постоянной практики решения инженерных задач и регулярного отслеживания новых достижений в выбранной области знания. Поэтому в качестве основных форм проведения практических занятий практикуют:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- семинары по решению задач по алгоритму или коллективно методом мозгового штурма;</li><li>- поиск ответов на заранее заданные контрольные вопросы;</li><li>- заслушивание докладов студентов по теме реферата с последующим обсуждением.</li></ul>
Домашние задачи	В качестве учебного пособия по самостоятельному решению задач рекомендуется «Сборник задач по теории переноса, дозиметрии и

	<p>защите от ионизирующих излучений», который является одним из основных учебных пособий для изучения дисциплины «Теория переноса ионизирующего излучений». В книге представлены задачи по четырем дисциплинам, изучаемым студентами НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.04.02 Ядерная физика и технологии: «Методы исследования структурно-фазового состояния материалов», «Численные методы теории переноса ионизирующих излучений», «Дозиметрия ионизирующих излучений» и «Защита от ионизирующих излучений». Задачи распределены по трем главам, каждая глава разделяется на тематические разделы. В начале каждого раздела дается краткое изложение теории и основные формулы, необходимые для решения задач. В конце книги приводятся ответы к задачам и в приложении содержатся дополнительные справочные материалы. Книга написана преподавателями кафедры «Радиационная физика и безопасность атомных технологий» НИЯУ МИФИ, имеющими большой опыт в преподавании этих четырех курсов, Книга предназначена для студентов, преподавателей и аспирантов инженерно-физических и физико-технических вузов, специализирующихся в области радиационной физики и радиационной безопасности, а также для слушателей курсов повышения квалификации.</p> <p>Также весьма полезны и остальные источники из основной и дополнительной литературы для изучения дисциплины, отмечены лишь имеющие наибольшее значение в понимании предмета.</p>
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Подготовка к зачету	<p>Обязательно следует заново проработать составленные за семестр конспекты лекций, прорешать все аудиторные и домашние задачи, перечитать теоретические введения к лабораторным работам. Недопустимо пытаться готовиться к зачету или экзамену по чужому конспекту лекций. Каждый человек привыкает к собственному списку обычно используемых обозначений, сокращений, стенографических значков и др. Поэтому чужой конспект столь же нечитаем, как текст на неизвестном иностранном языке.</p> <p>Если студент пропустил некоторые лекции, то конспект к ним следует составить самостоятельно, используя рекомендованные учебные пособия.</p>