

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0820-573.1

от 31.08.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ

Направление подготовки
(специальность)

22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	3	108	32	0	16	24	0	Э
Итого	3	108	32	0	16	24	0	

АННОТАЦИЯ

В настоящем курсе изучаются теоретические основы взаимодействия различных видов излучения (нейтроны, электроны, ионы, гамма кванты) с веществом для случаев классического, релятивистского и квантового взаимодействий. Основная цель дисциплины - ознакомление студентов с современными физическими представлениями о процессах взаимодействия высокоэнергетических частиц с кристаллическими твердыми телами и с основными закономерностями изменения характеристик взаимодействующих частиц и радиационной повреждаемости твердого тела.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- 1) изучение основных закономерностей упругого взаимодействия двух частиц для классического, релятивистского и квантового случаев взаимодействия;
- 2) рассмотрение кооперативных эффектов при рассеянии классических и квантовых частиц;
- 3) действие облучения на твердые тела (образование радиационных дефектов и каскада атомных столкновений).

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Взаимодействие излучения с веществом» являются: изучение основных закономерностей упругого взаимодействия двух частиц для классического, релятивистского и квантового случаев взаимодействия; рассмотрение кооперативных эффектов при рассеянии классических и квантовых частиц; действие облучения на твердые тела (образование радиационных дефектов и каскада атомных столкновений).

Основной целью дисциплины является освоение студентами современных физических представлений о процессах взаимодействия высокоэнергетических частиц с кристаллическими твердыми телами и с основными закономерностями изменения характеристик взаимодействующих частиц и радиационной повреждаемости твердого тела.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в образовательный модуль дисциплин по направлению «Материаловедение и технологии материалов» по специализации «Физика материалов и процессов».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин ООП подготовки бакалавра: гуманитарного, социального и экономического цикла, математического и естественнонаучного учебного цикла и профессионального цикла, в частности: математика - математический анализ, векторный и тензорный анализ, интегральные уравнения; математика - аналитическая геометрия, линейная алгебра, теория вероятностей и математическая статистика; математика - обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного; физика - механика, статистическая физика, квантовая механика; химия элементов и соединений.

Данная дисциплина является базой для изучения специальных дисциплин «Функциональные и конструкционные материалы», «Получение и обработка металлов и соединений», «Реакторные материалы», «Физические методы исследования» «Методы исследования реакторных материалов», «Нanomатериалы и нанотехнологии».

Знание ее содержания необходимо при выполнении работ по курсовому и дипломному проектированию, НИРС, а также при практической работе выпускников по специальности.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 – Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	З-ОПК-1 – знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы; У-ОПК-1 – уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; В-ОПК-1 – владеть навыками моделирования, математического анализа, а также решать задачи в области естественнонаучных и общинженерных знаний.
ОПК-5 – Способен решать научно-исследовательские задачи в области профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	З-ОПК-5 – знать основные прикладные аппаратно-программные средства, применяемые для решения научно-исследовательских задач в области профессиональной деятельности; У-ОПК-5 – уметь пользоваться типовыми аппаратно-программными средствами для решения научно-исследовательских задач в области профессиональной деятельности; В-ОПК-5 – владеть навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения научно-исследовательских задач.

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
сбор данных о существующих типах	основные типы современных	ПК-1.2 - способен применять знания об	З-ПК-1.2 - знать основные типы

и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников	конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий	основных типах современных материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	современных материалов, а также подходы к выбору материалов для заданных условий эксплуатации; У-ПК-1.2 - уметь выбрать материал для заданных условий эксплуатации; В-ПК-1.2 - владеть основными подходами при выборе материалов для заданных условий эксплуатации
сбор данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников	основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий	ПК-2 - способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2 - знать основные представления о структуре материалов и влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ; У-ПК-2 - уметь анализировать влияние структуры материалов на их свойства, а также ее эволюцию при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ; В-ПК-2 - владеть практическими навыками анализа эволюции структурно-фазового состояния материалов при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями и

			влияния этой эволюции на свойства материалов.
--	--	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п. п.	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-6	12/0/6	Кл-8	КИ-8	20	
2	Раздел 2	7-12	10/0/6	ЛР-12, ЛР-12	КИ-12	20	
3	Раздел 3	13-16	10/0/4	ЛР-16, БДЗ-16	КИ-16	25	
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/0/16			65	
	Контроль- ные мероприят- ия за 7 Семестр				Э	35	

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
БДЗ	Большое домашнее задание
Кл	Коллоквиум
ЛР	Лабораторная работа
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	0	16
1-6	Раздел 1	12	0	6
1 - 2	Границы применимости классического, квантового и	Всего аудиторных часов		

	релятивистского случая взаимодействия Границы применимости классического, квантового и релятивистского случая взаимодействия. Классическое упругое взаимодействие двух тел. Связь передаваемой энергии с углом рассеяния. Максимально передаваемая энергия.	4		2
		Онлайн		
3 - 4	Общее решение задачи об упругом рассеянии частиц на атомах Общее решение задачи об упругом рассеянии частиц на атомах. Аналитические выражения для сечения рассеяния на простых потенциалах.	Всего аудиторных часов		
		4		2
		Онлайн		
5 - 6	Приближенное описание рассеяния Приближенное описание рассеяния. Истинные и подгоночные (приближенные) потенциалы. Приближения для рассеяния на большие и малые углы. Релятивистское описание рассеяния.	Всего аудиторных часов		
		4		2
		Онлайн		
7-12	Раздел 2	10	0	6
7 - 9	Влияние кристаллической решетки на процессы взаимодействия Влияние кристаллической решетки на процессы взаимодействия. Классическое рассеяние быстрых частиц упорядоченной системой атомов. Описание каналирования в приближении непрерывного потенциала. Эффект блокировки.	Всего аудиторных часов		
		6		3
		Онлайн		
10 - 12	Дефектообразование при малых энергиях ПВА Дефектообразование при малых энергиях ПВА. Элементарные механизмы образования пары Френкеля. Фокусировка (простая и дополнительная). Фокусоны и динамические краудионы. Анизотропия дефектообразования. Пороговая энергия смещения.	Всего аудиторных часов		
		4		3
		Онлайн		
13-16	Раздел 3	10	0	4
13 - 15	Каскадная функция Каскадная функция. Элементарная модель каскада (Кинчина-Пиза). Количественная характеристика радиационного повреждения. TRN -стандарт. Стадии развития каскада. Модель линейных каскадов Зигмунда. Затухание кинетической компоненты. Разреженные и плотные каскады. Заключительная стадия развития каскада. Законы сохранения. Тепло- и массоперенос. Описание эволюции в приближении сплошной среды. Распределение плотности, давления и температуры. Конечное распределение повреждения по объему каскада.	Всего аудиторных часов		
		6		4
		Онлайн		
16	Обзорная лекция Обзорная лекция. Неупругое рассеяние.	Всего аудиторных часов		
		4		
		Онлайн		

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс

ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 6	Лабораторная работа №1-№3 индивидуальные задания каждому студенту

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы учебной дисциплины используются различные образовательные технологии: занятия проводятся в форме лекций и лабораторных работ.

Лабораторные работы охватывают основные разделы учебного курса и проводятся фронтально. Им предшествует чтение лекций по тематике последующих лабораторных работ.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются тестовые технологии, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Усвоение студентами материала курса контролируется написанием коллоквиума, сдачей лабораторных работ и подготовкой домашнего задания.

Студенты выполняют Домашнее Задание. Темы домашнего задания дается с учетом задания на НИРС, выполняемого студентом в научной группе. В процессе подготовки ДЗ установлен дистанционный диалог «студент-преподаватель» по интернету с разбором ошибок по разделам ДЗ.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам и лабораторным работам, обработку данных и оформлением отчетов по лабораторным работам, а так же выполнение домашнего задания с использованием персональных компьютеров.

В рамках выполнения самостоятельной работы студенты должны участвовать в научных семинарах кафедры по тематике учебной дисциплины, проводимых специалистами и экспертами отрасли.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения
ОПК-1	З-ОПК-1
	У-ОПК-1
	В-ОПК-1
	З-ОПК-1
	У-ОПК-1
	В-ОПК-1
	З-ОПК-1
	У-ОПК-1
	В-ОПК-1
ОПК-5	З-ОПК-5
	У-ОПК-5
	В-ОПК-5
	З-ОПК-5
	У-ОПК-5
	В-ОПК-5
	З-ОПК-5
	У-ОПК-5
	В-ОПК-5
ПК-1.2	З-ПК-1.2
	У-ПК-1.2
	В-ПК-1.2
	З-ПК-1.2
	У-ПК-1.2
	В-ПК-1.2
	З-ПК-1.2
	У-ПК-1.2
	В-ПК-1.2
ПК-2	З-ПК-2
	У-ПК-2
	В-ПК-2
	З-ПК-2
	У-ПК-2
	В-ПК-2
	З-ПК-2
	У-ПК-2
	В-ПК-2

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	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»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо 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 – «удовлетворительно»	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			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	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.

Оценочные средства приведены в Приложении.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.4 Физические основы прочности. Радиационная физика твердого тела. Компьютерное моделирование, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ Ф50 Физическое материаловедение Т. 3 Методы исследования структурно-фазового состояния материалов, Н. В. Волков [и др.], Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 530 Л22 Теоретическая физика Т.3 Квантовая механика. Нерелятивистская теория, , Москва: Физматлит, 2008

2. 621.039 Ж86 Каскады атомных столкновений в металлах : Учеб. пособие, В. П. Жуков, М.: МИФИ, 1990

3. 539.2 Л42 Взаимодействие излучения с твердым телом и образование элементарных дефектов : , К. Лейман; Пер.с англ., М.: Атомиздат, 1979

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Пакет программ Microsoft Office (Б-108)

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. <http://www.scopus.com> ()

2. <http://elibrary.ru> ()

3. <http://library.mephi.ru> ()

4. <http://www.journals.elsevier.com/> ()

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Компьютерный центр кафедры "Физические проблемы материаловедения" (Б-108)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

При рассмотрении студентами материала введения особое внимание следует уделить общим характеристикам описания процесса взаимодействия излучение - твердое тело (поток и флюенс частиц, угол рассеяния, передаваемая энергия, дифференциальное и полное сечения рассеяния, характеристики длины свободного, полного и проективного пробегов и т.д.), понятию их физического смысла.

При изучении темы 1 необходимо сделать акцент на определении границ применимости классического, квантового и релятивистского случаев взаимодействия (условия и критерии); применении законов сохранения энергии и импульса к описанию упругих столкновений двух тел при классическом (нерелятивистском) случае описания взаимодействия; анализе импульсных диаграмм рассеяния и определении максимальной энергии, передаваемой в столкновениях частиц.

При рассмотрении темы 2 необходимо понять условия выбора истинного и приближенного потенциалов взаимодействия, виды и аналитическое представление потенциалов ионо-ионного взаимодействия, разобрать методы приближенного решения классической задачи взаимодействия частиц. Сделать акцент на особенностях передачи максимальной кинетической энергии в релятивистском случае.

При изучении кооперативные эффектов при рассеянии частиц следует уделить особое внимание эффекту каналирования, условиям для осуществления каналирования и особенностям

каналирования для частиц, первоначально находящихся в узлах кристаллической решетки, и рассмотрению эффекта блокировки.

Автор(ы):

Якушин Владимир Леонидович, д.ф.-м.н., с.н.с.

Рецензент(ы):

А.Г. Залужный