

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

13 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ФИЗИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ С
МАТЕРИАЛАМИ»

Направление подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность (профиль) образовательной программы – Физика твердого тела

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 1 Семестр 1

Зачет 1 сем

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (з.е)

Составитель В.В. Нещименко, доцент, д-р физ.-мат. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра физики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 898

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

01.02.2024 г., протокол №6

Заведующий кафедрой Стукова Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

13 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

13 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Стукова Е.В. Стукова

13 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

13 июня 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Формирование у студентов уровня знаний соответствующего современному состоянию вопросов изучения свойств радиационного излучения и его воздействия на материалы.

Задачи дисциплины:

- углубленное изучение механизмов взаимодействия радиационного излучения с веществом;
- ознакомление с основными видами радиации и ее воздействием на материалы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физика взаимодействия ионизирующих излучений с материалами» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Должен обладать знаниями по дисциплинам, изучаемым в бакалавриате, таких как:

- 1) курс общей физики;
- 2) курс теоретической физики.
- 3) физика твердого тела.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1 Способен проводить патентные исследования и определять характеристики продукции	ИД-1ПК-1 Знает основную научно-техническую документацию в соответствующей области знаний ИД-2ПК-1 Умеет использовать методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов интеллектуальной собственности
ПК-2 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ИД-1ПК-2 Знает актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний и методы анализа научных данных ИД-2ПК-2 Умеет оформлять результаты научно-исследовательских работ
ПК-3 Способен проводить научно-исследовательские работы по тематике организации	ИД-1ПК-3 Знает методы организации и проведения научных исследований ИД-2ПК-3 Умеет применять актуальную нормативную документацию и результаты научно-исследовательских работ

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.00 зачетных единицы, 72.0 академических часов.

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Основные понятия в физике взаимодействия ионизирующих излучений с материалами	1	1		1								7	Проверка в ходе практических занятий
2	Дозиметрия ионизирующих излучений	1	1		1								7	Проверка в ходе практических занятий
3	Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом	1	2										7	Проверка конспектов лекций
4	Прохождение электронов через вещество	1	2										7	Проверка конспектов лекций
5	Взаимодействие гамма-излучения с веществом	1	2										9	Проверка конспектов лекций
6	Взаимодействие нейтронов с веществом	1	1		2								8	Проверка в ходе практических занятий
7	Взаимодействие античастиц с веществом	1	1		2								8.8	Проверка в ходе практических занятий
8	Зачет	1								0.2			2	Зачет

	Итого		10.0	6.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	55.8	
--	-------	--	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	--

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Основные понятия в физике взаимодействия ионизирующих излучений с материалами	Упругое и неупругое рассеяние. Эффективное сечение. Спектр частиц. Потери энергии. Удельная ионизация. Пробег частиц. Коэффициент поглощения. Ток пучка.
2	Дозиметрия ионизирующих излучений	Ионизирующее излучение. Первичное и вторичное излучение. Поток частиц. Доза излучения. Активность.
3	Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом	Ионизационные потери энергии тяжелых заряженных частиц. Потери энергии при упругом рассеянии тяжелых заряженных частиц. Многократное рассеяние тяжелых заряженных частиц. Пробег тяжелых заряженных частиц. Кривая Брэгга. Каналирование.
4	Прохождение электронов через вещество	Ионизационные потери энергии электронами. Радиационные потери энергии электронами. Основные закономерности радиационных потерь энергии на тормозное излучение. Синхротронное излучение. Переходное излучение.
5	Взаимодействие гамма-излучения с веществом	Фотоэффект. Комптон-эффект. Рождение электронно-позитронных пар. Ядерный фотоэффект.
6	Взаимодействие нейтронов с веществом	Сечение взаимодействия нейтронов с ядрами. Захват нейтронов ядрами. Среднее число соударений нейтронов.
7	Взаимодействие античастиц с веществом	Связь характеристик частиц и античастиц. Эффекты знака заряда частиц. Тормозная способность античастиц. Вклад механизмов потерь энергии античастицами. Потери энергии античастицами.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Основные понятия в физике взаимодействия ионизирующих излучений с материалами	Расчет поглощенной дозы излучения в материале. Расчет интенсивности излучения и плотности потоков гамма-квантов. Определение мощности дозы излучения.
Дозиметрия ионизирующих излучений	Расчет отношения удельных ионизационных потерь для протонов в материалах. Оценка толщины поглотителя для снижения энергии пучка протонов. Расчет мощности, рассеиваемую пучком протонов в материале.
Взаимодействие нейтронов с веществом	Оценка длины свободного пробега тепловых нейтронов.

	Расчет доли поглощенных нейтронов в веществе.
Взаимодействие античастиц с веществом	Определение порога рождения антипротона. Расчет порога рождения электронно-позитронной пары в поле ядра и электрона.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Основные понятия в физике взаимодействия ионизирующих излучений с материалами	Подготовка к практическим занятиям	7
2	Дозиметрия ионизирующих излучений	Подготовка к практическим занятиям	7
3	Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом	Изучение лекционного материала	7
4	Прохождение электронов через вещество	Изучение лекционного материала	7
5	Взаимодействие гамма-излучения с веществом	Изучение лекционного материала	9
6	Взаимодействие нейтронов с веществом	Подготовка к практическим занятиям	8
7	Взаимодействие античастиц с веществом	Подготовка к практическим занятиям	8.8
8	Зачет	Работа с лекционным материалом.	2

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.01 – «Прикладная математика и физика» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины «Физика взаимодействия ионизирующих излучений с материалами» используются как традиционные (лекция, лекция - беседа, проблемная лекция, лекция- семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, семинар-дискуссия, использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения. Практические занятия проводятся с использованием активных и интерактивных форм обучения.

Распределение образовательных технологий соответствует проведению занятий в интерактивной форме.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Физика взаимодействия ионизирующих излучений с материалами».

Вопросы к зачету:

1. Упругое и неупругое рассеяние.
2. Эффективное сечение. Спектр частиц.
3. Потери энергии. Удельная ионизация.
4. Пробег частиц. Коэффициент поглощения. Ток пучка.
5. Ионизирующее излучение. Первичное и вторичное излучение.
6. Поток частиц. Доза излучения. Активность.
7. Ионизационные потери энергии тяжелых заряженных частиц. Потери энергии при упругом рассеянии тяжелых заряженных частиц.
8. Многократное рассеяние тяжелых заряженных частиц. Пробег тяжелых заряженных частиц. Кривая Брэгга. Каналирование.
9. Ионизационные потери энергии электронами. Радиационные потери энергии электронами.
10. Основные закономерности радиационных потерь энергии на тормозное излучение. Синхротронное излучение. Переходное излучение.
11. Фотоэффект. Комптон-эффект.
12. Рождение электронно-позитронных пар. Ядерный фотоэффект.
13. Сечение взаимодействия нейтронов с ядрами. Захват нейтронов ядрами. Среднее число соударений нейтронов.
14. Связь характеристик частиц и античастиц. Эффекты знака заряда частиц.
15. Тормозная способность античастиц. Вклад механизмов потерь энергии античастицами.
16. Потери энергии античастицами.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Гулаков, И. Р. Регистрация ионизирующих излучений : учебное пособие / И. Р. Гулаков. — Минск : Вышэйшая школа, 2021. — 288 с. — ISBN 978-985-06-3309-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120067.html> (дата обращения: 13.06.2024)
2. Измерение ионизирующих излучений: теоретические и прикладные аспекты, методы и средства : учебное пособие / А. Ф. Дресвянников, М. Е. Колпаков, Е. А. Ермолаева [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 140 с. — ISBN 978-5-7882-2304-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94976.html> (дата обращения: 13.06.2024).
3. Павленко, В. И. Источники ионизирующих излучений : учебное пособие / В. И. Павленко, О. Д. Едаменко, Н. И. Черкашина. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 242 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70251.html> (дата обращения: 13.06.2024).
4. А. П. Физика Квантовой физики. Физика ядра.

Ядерные реакции : методические указания к практическим занятиям и домашним заданиям по дисциплинам: «Взаимодействие излучения с веществом», «Теоретическая физика», «Физические свойства твердых тел» / А. П. Кащенко, Г. С. Строковский, С. И. Шарапов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 20 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/55674.html](https://www.iprbookshop.ru/55674.html) (дата обращения: 13.06.2024).

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://geant4.org	База данных пробегов заряженных частиц в веществе

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета. На занятиях применяется техническое оборудование.