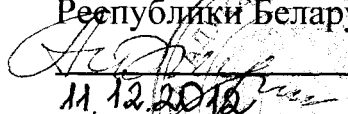


**Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь


11.12.2012

А.И. Жук

Регистрационный № ТД- Б. 443/тип.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ
ИЗЛУЧЕНИЙ С ВЕЩЕСТВОМ**
Типовая учебная программа
для учреждений высшего образования по специальности
**1-31 04 01 Физика (по направлениям),
направлению специальности
1-31 04 01-05 Физика (ядерная физика и технологии)**

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по естественнонаучно-
му образованию


_____ И. Толстик

СОГЛАСОВАНО

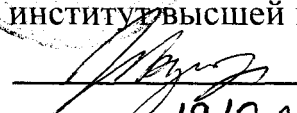
Начальник управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования Респу-
блики Беларусь


_____ С.И. Романюк

11.12.2012

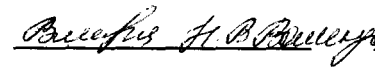
СОГЛАСОВАНО

Проректор по учебной
и воспитательной работе
Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»


_____ В.И. Шупляк

19.10.2012

Эксперт-нормоконтролер



19.10.12

Составитель:

И.Я. Дубовская – доцент кафедры ядерной физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензенты:

Кафедра ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д.Сахарова»;

С.А.Кутень, заведующий отделом Научно-исследовательского учреждения "Институт ядерных проблем" Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой ядерной физики физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 7 от 2 марта 2011г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 4 от 31 мая 2011г.);

Научно-методическим советом по физике учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию
(протокол № 5 от 10 июня 2011г.).

Ответственный за выпуск: И.Я. Дубовская

Пояснительная записка

В современной науке, промышленности, геологии и медицине в настоящее время широко применяются ядерно-физические методы, такие как, нейтронно- и гамма-активационные методы исследования элементного состава вещества, рентгеновские методы исследования структуры вещества, аналитические и терапевтические методы в медицине и т.д. Дисциплина «Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом» является теоретической базой для понимания всей совокупности методов детектирования частиц, а также ядерно-физических методов, применяемых в различных областях науки и техники. Ядерный реактор и ядерное топливо являются источниками ионизирующего излучения, что объясняет требования к биологической защите ядерного реактора, а также радиоактивных отходов на АЭС. Для расчета защиты необходимы знания различных механизмов взаимодействия ядерного излучения с веществом.

Целью данной дисциплины является изучение студентами физических процессов взаимодействия различных видов излучения с атомами и ядрами вещества, а также методов их расчета. Изучение влияния среды на параметры проходящих пучков, с одной стороны, и воздействие пучков на характеристики среды, с другой стороны.

Основное внимание уделяется: видам излучения и их классификации по характеру взаимодействия; взаимодействию γ -квантов с веществом; взаимодействию тяжелых заряженных частиц и электронов с веществом; ионизационным и радиационным потерям энергии; процессу ионизации; классификации нейтронов по энергиям; упругому и неупругому рассеянию нейтронов на ядрах вещества; взаимодействию резонансных нейтронов с ядрами; взаимодействию медленных нейтронов с веществом, методам расчета сечений.

Материал дисциплины основан на знаниях и представлениях, полученных в рамках следующих дисциплин «Физика атома и атомных явлений», «Физика ядра и элементарных частиц», «Квантовая механика» и «Электродинамика».

Характер и методика изложения вопросов программы определяются характером вуза, наличием соответствующих технических средств обучения.

Перед преподающим курс «Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом» ставятся следующие цели и задачи:

- рассмотреть основные закономерности взаимодействия различных видов ионизирующих излучений с веществом;
- изучить процессы преобразования энергии излучения в веществе;
- подготовить студентов к изучению специальных дисциплин по методам детектирования различных видов излучения, по дозиметрии, радиационной безопасности и защите от ионизирующих излучений.

В результате усвоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные процессы взаимодействия различных видов излучений с веществом;
- закономерности ослабления ионизирующего излучения в веществе;
- процессы преобразования и переноса энергии ионизирующего излучения в веществе;

уметь:

- рассчитывать сечения взаимодействия различных видов излучений с атомами и ядрами;
- определять потери энергии и пробеги частиц падающего излучения в различных средах;
- определять физические характеристики наведенной нейтронами или γ -квантами радиоактивности.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины «Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом», являются: элементы проблемного изложения, реализуемые на лекционных занятиях; элементы реализации творческого подхода, реализуемые в ходе выполнения лабораторных работ и при самостоятельной работе студентов, например, при написании рефератов и выполнении курсовых работ.

Типовая учебная программа по дисциплине «Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта по направлению специальности 1-31 04 01-05 «Физика (ядерная физика и технологии)».

Типовыми учебными планами на изучение дисциплины предусмотрено 130 часов. Количество аудиторных часов – 52, из них: лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 20 часов. Рекомендуемая форма контроля – экзамен.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Лекции	Лабораторные занятия	Всего
1	Введение	4		4
2	Взаимодействие γ -излучения с веществом.	6	5	11
3.	Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом.	4		4
4.	Взаимодействие электронов с веществом	6	10	16
5.	Взаимодействие нейтронов с веществом.	6	5	11
6.	Преобразование и перенос энергии ионизирующего излучения в веществе.	4		4

7.	Использование пучков нейтронов и гамма-квантов в решении прикладных задач.	2		2
	Итого	32	20	52

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение. Характеристика основных видов взаимодействия и их классификация. Классификация частиц по характеру взаимодействия и роль взаимодействий различных видов. Сечение и амплитуда рассеяния. Плотность потока частиц, плотность тока частиц, флюенс.

2. Взаимодействие γ -излучения с веществом. Источники γ -излучения. Ядерный реактор как источник γ -излучения. Фотоэффект и комптоновское рассеяние. Рождение электрон-позитронных пар.. Полный коэффициент поглощения гамма-квантов в веществе. Факторы накопления. Уравнение переноса фотонного излучения в веществе. Альbedo γ -квантов. Рассеяние γ -излучения в воздухе.

3. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Источники заряженных частиц. Функция прохождения частиц через вещество. Упругое рассеяние. Ионизационные потери энергии тяжелых заряженных частиц в веществе. Многократное рассеяние частиц в веществе. Кривая Брэгга. Глубина прохождения частиц в вещество.

4. Взаимодействие электронов с веществом. Источники электронов. Закон поглощения β -электронов в веществе. Формула Мотта для упругого рассеяния. Ионизационные потери электронов. Многократное рассеяние электронов в веществе. Тормозное излучение и радиационные потери энергии. Особенности излучения при высоких энергиях. Черенковское излучение в веществе. Особенности взаимодействия позитронов с веществом.

5. Взаимодействие нейтронов с веществом. Ядерный реактор как источник нейтронов. Классификация нейтронов по энергиям. Упругое и неупругое рассеяние. Альbedo нейтронов. Взаимодействие нейтронов различных энергий с ядрами. Особенности поведения сечения взаимодействия нейтронов с ядрами веществ, используемы в ядерном реакторе. Физические принципы регистрации нейтронов различных энергий. Нейтронная оптика.

6. Преобразование и перенос энергии ионизирующего излучения в веществе. Ионизация и возбуждение атомов. Преобразования элементарных возбуждений в веществе. Термолизация, диффузия и дрейф электронов и ионов. Рекомбинация.

7. Использование пучков нейтронов и гамма-квантов в решении прикладных задач. Гамма- и нейтронно-активационный анализ. Уравнение активационного анализа. Нейтроннография.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемые средства диагностики

1. Контрольная работа.
2. Коллоквиум.

Тема контрольной работы: Прохождение пучков заряженных частиц и гамма-квантов через вещество.

Тема коллоквиума: Взаимодействие нейтронов с веществом.

Рекомендуемые темы лабораторных работ

1. Взаимодействие электронов с веществом
2. Взаимодействие позитронов с веществом.
3. Измерение фактора накопления гамма-излучения.
4. Измерение альbedo нейтронов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. К.Н.Мухин. Экспериментальная ядерная физика. Т.1, 2002 г.
2. Н.Г.Гусев, Е.Е.Ковалев, В.П.Машкович, А.П.Суворов «Защита от излучений ядерно-технических установок», т.2, Энергоатомиздат, 1990.
3. Н.Г. Гусев. и др. Защита от ионизирующих излучений, т. 1. Физические основы защиты от ионизирующих излучений».: Энергоатомиздат, 1989.
4. Н.А.Власов «Нейтроны», Москва 1955.
5. И.И.Гуревич Физика нейтронов низких энергий, 1976 г.
6. М.А.Батурицкий, И.Я.Дубовская «Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом», Минск, 2010г.

Дополнительная

1. Экспериментальная ядерная физика под ред. Э. Сегре т.1,2, М., ИИЛ, 1971 г.
2. “ α -, $\beta\beta$ -, γ -спектроскопия” 1-4 тома., под ред К.Зигбан, М., Атомиздат, 1969 г.
3. М.Л.Тер-Микаэлян «Влияние среды на электромагнитные процессы при высоких энергиях», 1969 г.
4. В.В.Перевезенцев «Основы инженерных методов расчетов защиты от ионизирующих излучений ядерных энергетических установок, Изд. МГТУ, 1994.