

Министерство образования Республики Беларусь

**Учебно-методическое объединение по естественнонаучному
образованию**



УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра
образования Республики Беларусь

А.И. Жук

Регистрационный № ТД-Г. 453 /тип.

МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА РЕГИСТРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЙ

Типовая учебная программа

для высших учебных заведений 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

А.Л. Толстик

10.12.2012

СОГЛАСОВАНО

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

С.И. Романюк

29.12.2012

Проректор по учебной и воспита-
тельной работе Государственного
учреждения образования «Республи-
канский институт высшей школы»

В.И. Шупляк

28.12.2012

Эксперт-нормоконтролер

Т.П. Замен

28.12.2012

Минск 2012

Составитель:

М.Д.Дежурко - доцент кафедры ядерной физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

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 БГУ», 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 № 1 от 30 сентября 2011г.);

Научно-методическим советом по физике учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию

(протокол № 2 от 10 ноября 2011г.).

Ответственный за выпуск: **М.Д.Дежурко**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью дисциплины «Методы и устройства регистрации излучений» является изучение методов и основных типов устройств, используемых при регистрации и измерении характеристик ионизирующих излучений. Использование любых ядерно-физических технологий требует специальных технических средств для наблюдения и измерения параметров излучений, возникающих в соответствующих ядерных процессах. В настоящее время известно достаточно много методов регистрации ионизирующих излучений, причем любые приборы и устройства, использующие такие методы, имеют свою ограниченную область применения и позволяют получать информацию только о конкретном наборе характеристик излучений. Для успешной работы необходимо хорошо знать возможности приборов и особенности их использования с целью получения нужной информации об исследуемых процессах.

Задачей данной дисциплины является получение студентом знаний о методах регистрации, устройстве и принципах работы различных детекторов с целью применения этих знаний для решения прикладных задач в ядерной энергетике.

Данная дисциплина относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин. Для усвоения материала необходимы знания, полученные при изучении других дисциплин этого цикла: общепрофессиональных – «Электричество и магнетизм», «Физика атома и атомных явлений», «Физика ядра и элементарных частиц» и специальной – «Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом». С другой стороны материал дисциплины используется при изучении «Дозиметрии и радиационной безопасности» - специальной дисциплины этого же цикла.

В результате усвоения дисциплины студент должен:

знать:

- методы регистрации и измерения характеристик различных видов излучений;
- устройство и принципы работы различных типов детекторов;
- назначение и основные характеристики различных детекторов.

уметь:

- применять соответствующие детекторы для решения прикладных задач в ядерной энергетике;
- разрабатывать устройства и методы регистрации и измерения ионизирующих излучений.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины «Методы и устройства регистрации излучений», являются: элементы проблемного изложения, реализуемые на лекционных занятиях; элементы творческого подхода, реализуемые в ходе выполнения лабораторных работ.

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

Типовая учебная программа «Методы и устройства регистрации излучений» разработана в соответствии с образовательным стандартом по направлению специальности 1-31 04 01-05 «Физика (ядерная физика и технологии)»

Типовыми учебными планами на изучение дисциплины предусмотрено 56 часов. Аудиторное количество часов — 34, из них: лекции — 18, лабораторные занятия — 16. Рекомендуемая форма отчётности — зачет.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Лекции	Лаб. занятия	Всего
1	Введение	2		2
2	Физические принципы регистрации излучений	4		4
3	Методы и устройства регистрации ионизирующих излучений	10	10	20
4	Применение детекторов для решения конкретных физических задач.	2	6	8
	Итого	18	16	34

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение.

Задачи курса и его связь со смежными дисциплинами. Излучение как объект измерения. Измеряемые параметры излучений. Идентификация измеряемых излучений. Типовая измерительная схема регистрации излучений. Интегральный и счетный режимы работы.

2. Физические принципы регистрации ионизирующих излучений.

Взаимодействие излучения с веществом — необходимое условие регистрации. Чувствительный объем и рабочее вещество. Роль заряженных частиц в процессе регистрации. Формирование трека заряженной частицы и физические процессы в треке. Наблюдаемый эффект взаимодействия — сигнал. Связь параметров сигнала с характеристиками излучения. Фон и шум. Классификация методов и устройств в соответствии с используемыми физическими процессами в рабочем веществе.

3. Методы и устройства регистрации ионизирующих излучений.

Ионизационный метод.

Общие требования к рабочему веществу детектора. Образование свободных носителей заряда в рабочем веществе. Сбор свободных носителей и формирование электрического тока в цепи детектора. Теорема Рамо-Шокли. Токовый и импульсный режимы работы. Связь параметров выходного сигнала с характеристиками регистрируемых частиц.

Газовые ионизационные детекторы. Ионизационные камеры. Пропорциональные счетчики, Газоразрядные счетчики.

Твердотельные (полупроводниковые) ионизационные детекторы. Полупроводниковые детекторы с p-n переходом. Полупроводниковые детекторы с достаточно большим чувствительным объемом: диффузионно-дрейфовые детекторы и детекторы из особо чистых материалов.

Сцинтилляционный метод.

Структура и принцип работы сцинтилляционного детектора. Сцинтилляторы и их основные характеристики. Фотоэлектронные умножители. Временное и энергетическое разрешение, эффективность регистрации различных видов излучений.

Другие методы регистрации.

Черенковские детекторы. Детекторы переходного излучения. Трековые детекторы. Фотоэмульсионные детекторы. Люминесцентные детекторы. Детекторы прямой зарядки. Электретные детекторы. Калориметрические детекторы. Химические детекторы.

4. Применение детекторов для решения конкретных физических задач.

Выбор детекторов в зависимости от вида регистрируемого излучения и решаемых задач. Дозиметры, радиометры, спектрометры. Особенности регистрации нейтронов. Измерение энергетических спектров излучения. Обнаружение и идентификация источников излучения. Измерение доз и активности.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Лабораторные работы

1. Полупроводниковый детектор альфа излучения.
2. Детектирование быстрых нейтронов.
3. Исследование поверхности, загрязненной радиоактивными веществами.

Формы контроля знаний

1. Отчеты по лабораторным работам.
2. Контрольная работа по теоретическому материалу.

Рекомендуемая литература

Основная

1. А.И.Абрамов, Ю.А.Казанский, Е.С.Матусевич. Основы экспериментальных методов ядерной физики. М.: Атомиздат, 1985.
2. В.К.Ляпидевский. Методы детектирования излучений. М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. К.Клайнкнехт. Детекторы корпускулярных излучений. М.: Мир, 1990
4. К.Группен. Детекторы элементарных частиц. Пер. с англ. Новосибирск: «Сибирский хронограф», 1999. 408 с.

Дополнительная

1. Полупроводниковые детекторы в экспериментальной ядерной физике / Ю.К.Акимов, О.В.Игнатъев, А.И.Калинин, В.Ф.Кушнирук. М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Калашникова И.И., Козодаев М.С. Детекторы элементарных частиц. М.: Наука, 1966.
3. В.Е.Левин, Л.П.Хамьянов. Регистрация ионизирующих излучений. М.: Атомиздат, 1973.
4. В.В.Матвеев, Б.И.Хазанов. Приборы для измерения ионизирующих излучений. М.: Атомиздат, 1972.
5. Л.С.Горн, Б.И.Хазанов. Современные приборы для измерения ионизирующих излучений. М.: Энергоатомиздат, 1989.
6. М.В.Коржик. Физика сцинтилляторов на основе кислородных монокристаллов. Мн.: БГУ, 2003.
7. Glenn F. Knoll. Radiation Detection and Measurement. 2000. 803 p.