

**Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д.Сахарова»
Белорусского государственного университета**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
учебной и воспитательной работе
МГЭИ им. А.Д.Сахарова БГУ



В.И.Красовский

2016

Регистрационный № УД- 576-16/уч.

ДОЗИМЕТРИЯ

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ:**

1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность;

1-31 04 05 Медицинская физика

2016

Борис
Боробузова С.И.

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов ОСВО 1-100 01 01-2013 и ОСВО 1-31 04 05-2014 и учебных планов специальностей 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» № _____/уч. и 1-31 04 05 «Медицинская физика» № _____/уч

СОСТАВИТЕЛИ:

Е.М. Хаджинов, старший преподаватель кафедры ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат технических наук;

Н.Н. Тушин, заведующий кафедрой ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат технических наук, доцент;

О.М. Хаджинова, преподаватель кафедры ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.И. Тимошенко, заведующий кафедрой ядерной физики физического факультета БГУ, кандидат физико-математических наук, доцент;

С.А. Кутень, заведующий лабораторией теоретической физики и моделирования ядерных процессов НИИЯП БГУ, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерной и радиационной безопасности «Международного государственного экологического института им. А.Д.Сахарова» БГУ (протокол № 10 от 26.05.2016);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д.Сахарова» БГУ (протокол № 9 от 21.06. 2016).

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Дозиметрия» занимает центральное место в учебном плане специальностей 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» и 1-31 04 05 «Медицинская физика». Для усвоения данной дисциплины необходимо изучение следующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика ядра и ионизирующего излучения», «Характеристики источников ионизирующих излучений».

В данной дисциплине даются теоретические основы профессиональных знаний, необходимые будущим специалистам по ядерной и радиационной безопасности и медицинской физике для изучения таких дисциплин «Ядерные реакторы и атомные станции», «Биологическое действие ионизирующего излучения», «Основы радиационной безопасности» и других специальных дисциплин.

Важной задачей радиационной защиты является оценка возможности возникновения и развития тяжелых радиогенных заболеваний – эффектов излучения. В решении этой задачи существенную роль играет дозиметрия ионизирующих излучений. Она предназначена для того, чтобы характеризовать условия облучения с использованием физических величин, необходимых в последующем для оценки радиогенного риска. Для этого используют различные расчетные и экспериментальные методы.

Данная программа разработана на основе современной системы дозиметрических величин, которую можно разделить на три части: базовые, операционные и нормируемые.

При преподавании дисциплины должны быть решены следующие задачи:

- систематически изложить основные физические принципы, на которых основаны измерения дозовых характеристик ионизирующего излучения;
- ознакомить обучаемых с современной системой дозиметрических величин
- выработать навыки практического выполнения дозиметрических измерений;
- способствовать развитию научного мировоззрения;
- подготовить студентов к изучению других специальных дисциплин.

В результате усвоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные и нормируемые дозиметрические величины;
- основные понятия микродозиметрии;
- важнейшие методы измерения основных дозиметрических величин;

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Поле ионизирующего излучения. Доза излучения

Введение. Поле излучения. Токовые и потовые величины. Изменение флюенса при прохождении излучения через вещество. Теорема Фано. Виды доз. Различия между кермой и дозой. Экспозиционная доза. Линейная передача энергии. Общие сведения о биологическом действии излучения. Необходимость введения эквивалентной дозы для нормирования и эквивалента дозы для измерения. Различия между амбиентным и индивидуальным эквивалентами дозы.

Тема 2. Физические основы дозиметрии фотонного излучения

Преобразование энергии фотонного излучения в веществе. Разделение энергии между вторичными электронами (керма) и остаточным фотонным излучением. Зависимость основных эффектов от порядкового номера и энергии излучения. Линейный, массовый и электронный коэффициенты поглощения. Коэффициент передачи энергии излучения. Потери на тормозное излучение электронов. Сравнение поглощающей способности веществ с различным атомным номером для различных энергий. Эффективный атомный номер. Средняя энергия ионообразования. Зависимость энергии ионообразования от энергии излучения. Электронное равновесие. Сравнение кермы и дозы на границе раздела сред. Тормозная способность вещества. Полость Брегга-Грея. Принцип работы наперсточной камеры. Основные проблемы ионизационных камер.

Тема 3. Ионизационные дозиметрические детекторы

Процессы, происходящие в ионизационной камере при облучении. Коэффициент рекомбинации. Подвижность ионов. Размерности. Уравнение ионизационной камеры. Эффективность собирания. Формула Боуга. Отношение времени рекомбинации к времени уноса зарядов полем. Зависимость тока от мощности дозы. Особенности работы камеры в импульсном режиме. Время существования области перекрытия. Аналог формулы Боуга для импульсного облучения. Зависимость эффективности собирания от частоты следования импульсов и их интенсивности. Преимущества и недостатки работы камеры в режиме максимального собирания. Работа камеры на омическом участке. Универсальная характеристика ионизационной камеры.

Соотношение между током насыщения и мощностью дозы. Роль толщины и материала стенок. Роль состава газа и ионизационного объема. Роль дельта-электронов. Газоразрядные счетчики. Зависимость числа импульсов от потока и от энергии. Конденсаторные камеры. Измерение дозы при разном коэффициенте собирания. Работа в импульсном режиме.

Тема 4. Полупроводниковые дозиметрические детекторы

Общие сведения о полупроводниках. Металлы и диэлектрики. Энергетические уровни в чистом полупроводнике. Ширина запрещенной зоны в сравнении с энергией тепловых колебаний. Уровень Ферми. Примесные полупроводники. Темновой ток. Процессы, происходящие в области $p-n$ перехода. Диффузия носителей заряда. Падение концентрации свободных носителей в области $p-n$ перехода при подаче запирающего напряжения.

Возникновение тока при прямом и обратном напряжении. Использование ППД в режиме счетчика. Проблема с темновым током. Необходимость введения уровня дискриминации по амплитуде. Проблемы с неопределенностью размеров рабочей области. Проблемы с запаздыванием импульсов от дельта-электронов, приходящих из других областей. Энергетический спектр дельта-электронов. Проблема со смещением максимума дельта-электронов при росте энергии излучения. Работа с использованием всего объема детектора. Проблема с током утечки. Работа ППД без приложения внешнего напряжения. Повреждения в кристалле и образование ловушек.

Тема 5. Сцинтилляционный метод дозиметрии фотонного излучения

Принципы работы сцинтилляторов. Особенности работы сцинтилляторов для при дозиметрических измерениях. Отсутствие сцинтилляторов с из тканезквивалентных материалов. Использование неорганических сцинтилляторов в поисковой дозиметрии. Точковый режим сцинтилляционного детектора. Счетчиковый режим сцинтилляционного детектора. Особенности регистрации нейтронов. Разделение импульсов от различных частиц. Комбинированные сцинтилляторы. Работа сцинтиллятора в спектрометрическом режиме.

Тема 6. Люминесцентные методы дозиметрии

Образование ловушек в кристаллах. Образование центров окраски под воздействием ионизирующего излучения. Образование дополнительных уровней при помощи атомов серебра. Работа фотолюминесцентных дозиметров. Причины и механизмы люминесценции. Кривая высвечивания. Зависимость от времени после облучения и от температуры. Свойства и область применения. Работа термолюминесцентных дозиметров. Причины и механизмы. Термовысвечивание. Зависимость от накопленной дозы. Причины массового использования LiF.