

Аннотация рабочей программы дисциплины (модуля)

«Микродозиметрия»

по направлению подготовки магистров 03.04.02 – «Физика»

(Магистерская программа – «Радиационная биофизика и астробиология»)

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Микродозиметрия – область прикладной ядерной физики, которая изучает распределение поглощенной энергии в пределах чувствительных микроструктур вещества при облучении ионизирующим излучением объектов живой и неживой природы. Поглощенная энергия является причиной первичных поражений и запускает механизмы, которые в конечном итоге приводят к наблюдаемому радиационно-индуцированному эффекту.

Целями освоения дисциплины «Микродозиметрия» являются:

- знакомство студентов с основными понятиями микродозиметрии;
- ознакомление с основными особенностями распределения поглощенной энергии в пределах чувствительных микроструктур вещества при облучении ионизирующим излучением объектов живой и неживой природы;
- знакомство с механизмами, которые приводят к наблюдаемому радиационно-индуцированному эффекту;
- изучение современных моделей радиационного воздействия, учитывающих микроскопическое распределение поглощенной энергии;
- раскрытие закономерностей формирования спектров энерговыделений ионизирующего излучения в микрообъемах облучаемого объекта;
- освещение связей основных разделов микродозиметрии с проблемами радиобиологии.

Задачами курса являются:

- познакомить с основами и практическими приложениями микродозиметрии в области радиационной биологии;
- привить навыки планирования эксперимента и обработки его результатов в соответствии с существом решаемой задачи.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Микродозиметрия» является обязательной дисциплиной вариативной части учебного плана магистерской программы «Радиационная биофизика и астробиология». Основное внимание настоящего курса уделяется изучению современных моделей радиационного воздействия, учитывающих микроскопическое распределение поглощенной энергии. Курс включает подробный анализ свойств функций распределения микродозиметрических величин. Особое внимание обращается на раскрытие закономерностей формирования спектров энерговыделений ионизирующего излучения в микрообъемах облучаемого объекта.

Изучению дисциплины «Микродозиметрия» предшествует изучение студентами курсов общей и ядерной физики, электротехники, дозиметрии, физики защиты, инструментальных методов радиационной безопасности, т.е. курсов, обладающих системным охватом всех основных аспектов исследований современной ядерной физики

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины студент должен

Знать:

основные понятия и величины дозиметрии;
основные виды ионизирующих излучений и иметь представление о структуре трека ускоренных тяжелых ионов;
основные формы воздействия ионизирующих излучений на биологические структуры с учетом микродозиметрического аспекта;
о характере воздействия ионизирующих излучений на чувствительные компоненты живых организмов;
о математических моделях кривых выживаемости;
современные модельные подходы к изучению радиационного воздействия, учитывая микроскопическое распределение поглощенной энергии;

Уметь:

применять математические подходы для решения радиобиологических проблем
применять знания, полученные при изучении микродозиметрии, для построения обоснованного ответа
вычислять числовые характеристики микродозиметрических величин, уметь применять метод присоединенных объемов и метод трековых сегментов
осуществлять поиск информации в сети Интернет и электронных базах различных библиотек
демонстрировать освоение методов научно-исследовательской работы

4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля). Форма промежуточной аттестации

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

5. Перечень разделов (тем) дисциплины (модуля)

Содержание учебного материала «микродозиметрия».

Раздел 1. Экспериментальные методы микродозиметрии.

Ионизационно-импульсный метод микродозиметрии. Пропорциональный газоразрядный счетчик. Флуктуации средней энергии образования одной пары ионов. Принцип Брега-Грэя. Вакуумный микродозиметр Барлина – Ханкока.

Адекватность микродозиметрического моделирования. Стеночный эффект. Микрораспределение поглощенной энергии в объекте, содержащем инкорпорированные радионуклиды.

Раздел 2. Классификация методов расчета микродозиметрических характеристик.

Приближение непрерывного замедления. Общая характеристика метода. Формулы для расчета средних значений. Связь частотного среднего линейной концентрации энергии с ЛПЭ.

Расчеты методом Монте-Карло. Основные подходы к расчету методом Монте-Карло. Способы моделирования траекторий и исходные данные.

Раздел 3. Теория мишени.

Основные положения теории мишени. Одноударная одномишенная модель. Кривые выживаемости и гибели. Многоударная одномишенная модель. Экстраполяционное число. Пороговая доза.

Многомишенные кривые доза-эффект. Классификация кривых доза-эффект в радиобиологии. Одно- и двухкомпонентные кривые выживаемости. Модель Зеркля – Тобайса.

Классификация биологических объектов по характеру влияния качества радиации на кривые выживаемости. Влияние качества излучения на зависимость доза-эффект. Абсолютная и относительная эффективность излучений разного качества.

Раздел 4. Полуэмпирические однокомпонентные микродозиметрические модели.

Метод присоединенных объемов Ли. Метод трековых сегментов Говарда-Фландерса.

Раздел 5. Полуэмпирические двухкомпонентные микродозиметрические модели.

Двухкомпонентные теории действия радиации. Структура трека и радиационные эффекты. Радиус ядра. Модель Видерё. Модель Линоуца и Чедвика.

Дельта-электронная теория структуры трека. Радиальное распределение дозы, создаваемой дельта-электронами. Сечение инактивации мишени. Модель Каца для фермионов и вирусов. Модель Каца для клеток млекопитающих.

Раздел 6. Простые микродозиметрические модели.

Модель Росси – как микродозиметрический аналог многоударной модели теории мишени. Понятие о пороговой удельной энергии. Способ оценки минимальных размеров чувствительной области. Модель Буза.

Модель Гюнтера-Шульца. Микродозиметрическая формулировка метода присоединенных объемов Ли. Микродозиметрическая формулировка модели Каца.

Раздел 7. Теория дуального действия излучения.

Сайтовая модель Росси – Келлерера. Эффект насыщения. Зависимость выхода эффекта от мощности дозы в теории дуального действия.

Кислородный эффект. Развитие теории дуального действия излучения. Значение ОБЭ нейтронного излучения. Границы применимости микродозиметрии.

Раздел 8. Обобщенная кинетическая модель радиационного поражения клетки.

Концептуальная основа модели. Описание модели и численное моделирование. Аналитическое исследование модели в приближении непрерывного поглощения энергии.

Практические занятия и семинары

Практические занятия призваны закрепить знания студентов по отдельным разделам курса, привить навыки самостоятельной работы с литературой.

Экспериментальные методы микродозиметрии. Решение задач по теме: «Флуктуации средней энергии образования одной пары ионов. Стеночный эффект».

Классификация методов расчета микродозиметрических характеристик. Решение задач по теме: «Приближение непрерывного замедления».

Теория мишени. Решение задач по теме: «Теория мишени»

Полуэмпирические однокомпонентные микродозиметрические модели. Решение задач по теме: «Метод присоединенных объемов и метод трековых сегментов»

Полуэмпирические двухкомпонентные микродозиметрические модели. Решение задач по теме: «Модель Линоуца и Чедвика. Модель Каца».

Простые микродозиметрические модели. Решение задач по теме: «Модель Росси. Модель Гюнтера-Шульца».

Теория дуального действия излучения. Решение задач по теме: «Теория дуального действия излучения».

Обобщенная кинетическая модель радиационного поражения клетки. Решение задач по теме: «Обобщенная кинетическая модель радиационного поражения клетки».