

**Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации**

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**Московский технический университет связи и информатики**

**Лабораторная работа № 4**

**«Защита от ионизирующего излучения»**

**По дисциплине**

**Радиационная безопасность**

**Подготовил:**

Студент группы МБД-2431

Кузьмин В. А.

# Задача 1

Во сколько раз пробег в воздухе α-частиц, испускаемых

239 Ри (5,15 МэВ) Еa = больше пробега α-частиц от 238 92 U (4,18 Еα = МэВ)?

Дано:

Ra = 5.15 Мэв

= 4.18 Мэв

Найти:

Решение:

Ответ: в 1,375 раза больше

# Задача 2

Определить пробег α-частиц 23994 Ри в биологической ткани. При расчете принять атомную массу биологической ткани А = 15,7, а ее плотность 3 ρ 1 = г/см

Для определения пробега alpha-частиц в биологической ткани используем эмпирическую формулу, аналогичную формуле для воздуха, с учетом поправки на свойства среды:

где:

- пробег в биологической ткани, - пробег в воздухе

Плотность воздуха и плотность биологической массы (0,00129 и 3 )

Дано:

Для воздуха пробег оценивается по эмпирической формуле:

Коэффициент kk для воздуха обычно принимается около 0.318 см/МэВ

Решение:

Вычислим пробег в воздухе Rвоздух:

Используем формулу пересчета для биологической ткани:

Подставляем значения:

Вычисляем дроби:

# Задача 3

Оценить пробег β-частиц, испускаемых 90 39 Y (2,18 Eβ = МэВ) в воздухе (ρ 0,00129 = г/см) и биологической ткани.

Решение:

Для оценки пробега β-частиц в воздухе и биологической ткани используют эмпирические формулы и данные о плотности среды, а также энергии частиц.

**Формула расчёта пробега в воздухе:**

Примерная эмпирическая формула для пробега β-частиц в воздухе:

Где – максимальная энергия β частиц в МэВ

**Формула расчёта пробега в биологической ткани:**

Пробег в биологической ткани рассчитывают с учётом её плотности и масштаба пробега:

**Дано:**

**Рассчитаем пробеги:**

Пробег в воздухе:

Пробег в биологической ткани:

.

Результаты расчётов:

# Задача 4

Рассчитать безопасное расстояние, на котором облучение соответствует предельно допустимому (Д = 100 мР), если М = 200 мг-экв. Rа, t = 12 ч/нед.

Решение:

Для расчета безопасного расстояния, на котором уровень облучения соответствует предельно допустимой дозе (Д = 100 мР), используется формула для дозы излучения:

где:

Перепишем формулу для расстояния:

Дано:

Подставим и рассчитаем **r**.

Результат:

Безопасное расстояние, на котором облучение соответствует предельно допустимой дозе, составляет 𝑟≈4.5 м

# Задача 5

Мощность экспозиционной дозы без защиты на рабочем месте равна Р 280 мР/ч. Найти толщину защиты из железа, если источником является 137 55 Сs (0,661 МэВ), Eγ = α - время работы 25 ч/нед.

Для расчёта толщины защиты x из материала (железа) используется закон ослабления излучения:

где:

X — искомая толщина защиты в см.

Перепишем формулу для толщины защиты:

Дано:

Результат:

Необходимая толщина защиты из железа составляет x≈12 сантиметров. Эта защита обеспечит снижение мощности экспозиционной дозы до предельно допустимого уровня P=100 мР/нед.

# Задача 6

Рассчитать толщину защиты из свинца от точечного источника активность 100 мКu. Расстояние до рабочего места 2 м, а время работы 36 ч/нед.

Дано:

A = 100 \* 10-3 Кu

Kγ = 12.93;

t = 36 ч/нед = 1872 ч/год

r = 2 м

Рx пд = 0.057 мБэр/ч

Решение:

Определим мощность дозы (Рх) на расстоянии 2 м от источника:

Рассчитаем толщину защиты (x) из свинца:

Используя коэффициент ослабления свинца для (µ= 11.3)

Ответ:

Толщина защиты из свинца от точечного источника активностью 100 мКи на расстоянии 2 м при времени работы 36 ч/нед должна быть 0.76 см.

# Задача № 7

Рассчитать толщину водной защиты шахты промежуточного хранения урановых блочков, имеющих гамма-эквивалент 107 г-эквRа, если глубина шахты 8 м, а время работы 36 ч/нед. Слой половинного ослабления воды в геометрии широкого пучка для данной энергии гамма-излучения принять равным 100 см

Дано:

mRa = 107 г-эквRа

t = 36 ч/нед = 1872 ч/год

r = 8 м

U = 100 см

D0 = 10

Ky = 8.4 \* 106 Р/ч

Решение

Доза на границе шахты (D) можно определить по следующей формуле:

Преобразуем активность из γ-эквRa в мКи:

Толщину водной защиты (H) можно рассчитать по следующей формуле:

Ответ:

Толщина водной защиты шахты промежуточного хранения должна быть не менее 2.6 м.

# Задача № 8

Определить толщину бетонной защиты герметичной камеры, предназначенной для обработки в ней отработавших в ядерных реакторах ТВэлов с суммарным гамма-эквивалентом 50 -эквRа. Расстояние от источника до рабочего места оператора, управляющего манипуляторами, равно 2 м. Время работы 36 ч/нед.

Дано:

= 50 -эквRa

t = 36 ч/нед = 1872 ч/год

r = 2 м

Решение

Преобразуем активность из г-эквRa в мКи:

Определим мощность дозы (Рх) на расстоянии 2 м от источника:

Рассчитаем толщину защиты (x) из свинца:

Используя коэффициент ослабления свинца для (µ= 2.35)

Ответ:

Толщина бетонной защиты герметичной камеры должна быть не менее cм.

# Задача № 9

Определить безопасное расстояние R при 36-часовой рабочей неделе, на котором можно работать с полониево-бериллиевым источником, испускающим 106 нейт/с с энергией 5 МэВ; Еп ≈ гамма-излучением пренебречь.

Дано:

Rx = 106 нейт/с = 67.37 Р/ч

A = 5 МэВ

t = 36 ч/нед = 1872 ч/год;

Решение

Для точечного изотопного источника мощность дозы можно рассчитать по формуле:

Ответ:

Безопасное расстояние R при работе с полониево-бериллиевым источником с активностью 10^6 нейт/с и энергией нейтронов 5 МэВ при 36-часовой рабочей неделе составляет 66 см.

# Задача № 10

Рассчитать толщину защиты из парафина для снижения плотности потока нейтронов 5; 10 нейт/(см) с энергией En = 1 МэВ до предельно допустимого значения при 36-часовой рабочей неделе. Δ1/2 принять равным 7 см.

Дано:

Δ1/2 = 7 см

En = 1 МэВ

D2 = 10

Решение

Предельно допустимое значение плотности потока нейтронов:

D = 50 мкЗв/(м²·ч)

Снижение плотности потока нейтронов с помощью парафина:

Для D0 = D2 = 10 нейт/(см)

Ответ:

Для снижения плотности потока нейтронов с энергией 1 МэВ до предельно допустимого значения при 36-часовой рабочей неделе требуются следующие толщины защиты из парафина 12,78 см для начальной плотности потока нейтронов 10 нейт/(см)