

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

«ДОЗЫ ИЗЛУЧЕНИЯ»

по дисциплине

**РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
РАБОЧЕЙ СРЕДЫ**

Задачи: 1, 2, 7.

Задание 1

Рассчитайте энергию ионизирующего излучения, которая потребовалась для формирования поглощенной дозы 4 Гр у человека массой 65 кг.

Решение:

Поглощенная доза, D , есть отношение средней энергии, переданной ионизирующим излучением (dE) к массе (dm):

$$D = \frac{dE}{dm}.$$

Единица измерения поглощенной дозы 1 Гр = Дж/ кг.

Следовательно, среднюю энергию ионизирующего излучения определяем по формуле

$$E = D \cdot m = 4 \text{ Гр} \cdot 65 \text{ кг} = 260 \text{ Дж}.$$

Ответ: энергия ионизирующего излучения равна 260 Дж.

Задание 2

Облучению подверглась 1/5 часть тела человека, масса которого 80 кг. Энергия излучения 100 Дж. Рассчитайте поглощенную дозу.

Решение:

1. Определим массу тела, подвергшегося облучению

$$m = \frac{1}{5} m_{\text{тела}} = \frac{80 \text{ кг}}{5} = 16 \text{ кг}.$$

2. Вычисляем поглощенную дозу излучения

$$D = \frac{E}{m} = \frac{100 \text{ Дж}}{16 \text{ кг}} = 6,25 \text{ Гр}.$$

Ответ: поглощенная доза, которую получил человек при облучении, составит 6,25 Гр.

Задание 7

Рассчитайте эффективную дозу при лучевой терапии щитовидной железы с применением источника ионизирующего излучения ^{60}Co (гамма-

излучатель), если поглощенная доза равна 50 рад.

Решение:

1. Выполним пересчет поглощенной дозы из внесистемных единиц (рад) в Гр.

$$D = 50 \text{ рад} \cdot 0,01 = 0,5 \text{ Гр.}$$

2. Определим эквивалентную дозу облучения по формуле:

$$H = w \cdot D,$$

где w – коэффициент качества излучения, в данном случае для гамма-излучения $w = 1$.

$$H = 1 \cdot 0,5 \text{ Гр} = 0,5 \text{ Зв.}$$

1 Зв - эквивалентная доза излучения, при которой поглощенная доза излучения равна 1 грэю и коэффициент качества излучений равен 1.

3. Определяем эффективную дозу облучения

$$E_{\text{эфф}} = w_T \cdot H,$$

где w_T – тканевой весовой множитель, в данном случае для щитовидной железы $w_T = 0,05$.

$$E_{\text{эфф}} = 0,05 \cdot 0,5 \text{ Зв} = 0,025 \text{ Зв.}$$

Ответ: эффективная доза облучения с указанными параметрами при лучевой терапии щитовидной железы равна 0,025 Зв.

Вопросы для самоконтроля

Вопрос 1. Для чего введено понятие дозы излучения?

Ответ: Понятие дозы излучения введено для количественной характеристики ионизирующих излучений.

Вопрос 2. Что такое экспозиционная доза излучения?

Ответ: *Экспозиционная доза (X)* – мера ионизирующей способности фотонного излучения в воздухе, равная отношению абсолютного значения полного заряда ионов одного знака, возникающих в воздухе при полном торможении электронов, которые были образованы фотонами в элементе объема воздуха к массе воздуха в этом объеме.

Вопрос 3. Что такое поглощенная доза излучения?

Ответ: *Поглощенная доза (D)* – величина энергии ионизирующего излучения, переданная веществу:

$$D = \frac{de}{dm},$$

где de – средняя энергия, переданная ионизирующим излучением веществу, находящемуся в элементарном объеме,
 dm – масса вещества в этом объеме.

Вопрос 4. Что такое эквивалентная доза излучения?

Ответ: *Эквивалентная доза ($H_{T,R}$)* – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения, W_R :

$$H_{T,R} = D_{T,R} \cdot W_R,$$

где $D_{T,R}$ – средняя поглощенная доза в органе или ткани T ,
 W_R – взвешивающий коэффициент для излучения R ,

Вопрос 5. Что такое эффективная доза излучения?

Ответ: *Эффективная доза (E)* – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты:

$$E = \sum H_T \cdot W_T,$$

где H_T – эквивалентная доза в органе или ткани T ,
 W_T – взвешивающий коэффициент для органа или ткани

Вопрос 6. Какова связь между единицами измерения рад и грей?

Ответ: Единицы измерения поглощенной дозы:

$$\text{В СИ: } 1\text{Гр} = 1\text{Дж/кг.}$$

$$\text{внесистемная единица : } 1\text{ рад} = 100\text{ эрг/г}$$

$$1\text{Гр} = 100\text{ рад}; \quad 1\text{ рад} = 0,01\text{ Гр}$$

Вопрос 7. Что такое взвешивающие коэффициенты и для чего они нужны?

Ответ: *Взвешивающие коэффициенты* для отдельных видов излучения при расчете эквивалентной дозы (W_R) – это множители поглощенной дозы, которые используются в радиационной защите для учета относительной эффективности различных видов излучения в индуцировании биологических эффектов.

Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчете эффективной дозы (W_T) – это множители эквивалентной дозы в органах и тканях, которые используются в радиационной защите для учета различной чувствительности органов и тканей к возникновению стохастических эффектов.

Вопрос 8. Какой нормативно-правовой документ является руководством для радиоэколога?

Ответ: При оценке радиологической обстановки на местности или в помещении измеренные значения сравнивают с допустимыми дозами, приведенными в нормативно-правовом документе «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

Вопрос 9. Что такое предел дозы?

Ответ: *Предел дозы (ПД)* – величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна превышать в условиях нормальной работы.

Вопрос 10. Назовите единицы измерения в системе СИ основных доз излучения.

Ответ:

1. За единицу *экспозиционной дозы* в Международной системе единиц (СИ) принят *кулон на килограмм (Кл/кг)*, т.е. такая интенсивность рентгеновских и гамма-лучей, при которой в 1 кг сухого воздуха образуются ионы, несущие заряд в один кулон электричества каждого знака.

На практике чаще применяют внесистемную единицу – *рентген (Р)* ($1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$). 1 рентген – экспозиционная доза рентгеновского или гамма-излучения, при которой в 1 см^3 воздуха ($0,001293 \text{ г}$ сухого воздуха) при нормальных условиях (0° С и 1013 ГПа) образуется $2,08 \cdot 10^9$ пар ионов.

2. За единицу измерения *поглощенной дозы* в системе СИ принят *грей (Гр)*. 1 Гр — это такая доза, при которой массе 1 кг передается энергия ионизирующего излучения в 1 джоуль. Внесистемной единицей поглощенной дозы является рад. $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$.

3. Единицей измерения *эквивалентной дозы* в СИ является *зиверт (Зв)*. Величина 1 Зв равна эквивалентной дозе любого вида излучения, поглощенной в 1 кг биологической ткани и создающей такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения. Внесистемной единицей измерения эквивалентной дозы является бэр, $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$.

4. Единица *эффективной дозы* в СИ – *зиверт (Зв)*.

Список использованной литературы

1. Гладской В.М., Самойленко В.М. Физика. Сборник задач с решениями, М.: Дрофа, 2004. - 288 с.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Учебное пособие. М.: Высшая школа, 6-е издание, 2009. - 720 с.
3. Дмитриева В.Ф., Прокофьев В. Ф. Основы физики. М.: Высшая школа, 2002. - 527 с.
4. Радиоэкология: Курс лекций / Давыдов А.В., Игумнов С.А., Талалай А.Г., Уткин В.И., Фоминых В.И., Хайкович И.М./ Под.ред.Талалая А.Г./ - Екатеринбург: УГГГА, 2000. - 351 с.
5. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями М.: Высшая школа. 2008.- 591 с.
6. Физический энциклопедический словарь. /Под ред. Ю.В. Прохорова. — М.: Большая российская энциклопедия, 2003. — 944 с.