

# Радиационная безопасность

## Теория

### Количественные характеристики

**Доза излучения** - величина, используемая для оценки воздействия ионизирующего излучения на любые вещества, ткани, живые организмы.

**Мощность дозы**  $\dot{H}$  (интенсивность облучения) — приращение соответствующей дозы  $dH$  под воздействием данного излучения за единицу времени  $dT$ . Имеет размерность соответствующей дозы (поглощенной, экспозиционной и т. п.), делённую на единицу времени. Допускается использование различных специальных единиц (например, Зв/час, бэр/мин, мЗв/год и др.).

$$\dot{H} = \frac{dH}{dT}$$

Физическая величина	СИ	Внесистемные единицы
Активность радионуклида, $A$	Беккерель [ <b>Бк</b> ]; число распадов в веществе за 1 с.	Кюри [ <b>Ки</b> ]; 1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк
Поглащённая доза, $D_p$	Грей [ <b>Гр</b> ]=[Дж/кг]; количество энергии переданное единице массы вещества.	Рад [ <b>рад</b> ]; 1 рад = 0,01 Гр
Эквивалентная доза, $H_r = W_r D_p$ , где $W_r$ - коэффициент качества излучения. $W_r = 1$ ( $\gamma, \beta$ ), $W_r \in [3 \dots 10]$ ( $n^0$ ), $W_r = 20$ ( $\alpha$ )	Зиверт [ <b>Зв</b> ]; поглощенная доза в органе или ткани с учётом вида излучения.	Бэр [ <b>бэр</b> ]; Биологический Эквивалент Рада 1 бэр = 0,01 Зв
Экспозиционная доза, $X$	[Кл/кг]; отношение суммарного заряда всех ионов одного знака в элементарном объёме сухого воздуха к массе воздуха в этом объёме.	Рентген [ <b>Р</b> ]; 1 Р = $2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг 1 Р $\rightarrow$ 1 рад $\rightarrow \frac{\text{бэр}}{W_r}$

**Эффективная доза**,  $E$  - мера общего потенциального ущерба для организма от облучения как организма в целом, так и отдельных его частей.  $E = W_t H_r$ ,  
где  $W_t \leq 1$  - коэффициент радиочувствительности тканей и органов человека, для общего облучения человека  $W_t = 1$ .

### Гамма-постоянная

**Определение:** Гамма-постоянная  $\Gamma$  - отношение мощности экспозиционной дозы  $\dot{X}$ , создаваемой  $\Gamma$  - излучением точечного изотропного источника данного радионуклида без начальной фильтрации на расстоянии  $r$ , умноженной на квадрат этого расстояния, к активности  $A$  этого источника:

$$\Gamma = \frac{\dot{X} \cdot r^2}{A}$$

где  $\dot{X}$  - мощность экспозиционной дозы, Р/ч;  $r$  - расстояние, см;  $A$  - активность, мКи. **Размерность:**

- Внесистемная еди. изм.:

$$\frac{P \cdot \text{см}^2}{\text{ч} \cdot \text{мКи}},$$

- Система СИ:

$$\frac{\text{аГр} \cdot \text{м}^2}{\text{с} \cdot \text{Бк}},$$

где доза в аттоГреях, активность – в Беккерелях, расстояние – в метрах, время – в секундах.

### Связь единиц измерения:

$$1 \cdot \frac{P \cdot \text{см}^2}{\text{ч} \cdot \text{мКи}} = 0,152 \cdot \frac{\text{аГр} \cdot \text{м}^2}{\text{с} \cdot \text{Бк}},$$

где а-атто - множитель  $10^{-18}$  (аГр - аттоГрей).

Величины Г-постоянной для различных радионуклидов можно найти на ст. 83 [учебного пособия](#).

### Коэффициент ослабления радиации

[Коэффициент ослабления радиации](#) - отношение мощностей доз ионизирующего излучения до и после прохождения через определенную среду; служит показателем защитных свойств данной среды.

$$K = \frac{\dot{H}_{\text{без защиты}}}{\dot{H}_{\text{с защитой}}}$$

### Нормирование

С 1 сентября 2010 года в РФ введены в действие санитарные правила [СанПин 2.6.1.2523-09 \(НРБ 99/2009\)](#), согласно которым всё население разделено на три категории, для которых устанавливаются следующие допустимые эквивалентные эффективные дозы облучения.

Группа населения	Основные пределы доз
<b>Группа А</b> - лица, работающие с техногенными источниками излучения	<b>20 мЗв</b> в год в среднем за последние 5 лет, но не более <b>50 мЗв</b> в один из них.
<b>Группа Б</b> - лица, находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия ИИИ	<b>5 мЗв</b> в год в среднем за последние 5 лет, но не более <b>12,5 мЗв</b> в один из них.
<b>Группа В</b> - все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий в их производственной деятельности.	<b>1 мЗв</b> в год в среднем за последние 5 лет, но не более <b>2,5 мЗв</b> в один из них.

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

## Задачи

### Задача №1

На рабочем месте под воздействием быстрых нейтронов ( $W_T = 10$ ) рабочие находятся  $N = 200$  дней в году по  $t = 4$  часа в день. Определить допустимую мощность поглощённой дозы  $D$ .

### Задача №2

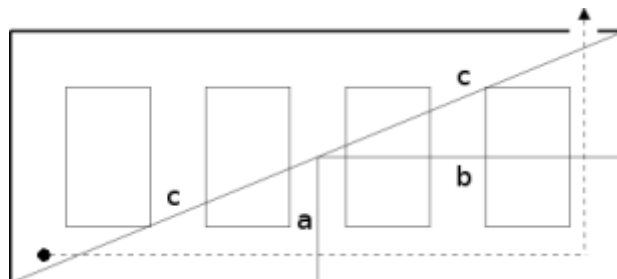
С неким  $\gamma$ -активным изотопом  $\Gamma = 10 \left[ \frac{\text{аГр}\cdot\text{м}^2}{\text{с}\cdot\text{Бк}} \right]$  работнику приходится работать  $N = 100$  часов в год на расстоянии  $r = 2$  м. Активность радионуклида  $A = 4$  Ки. Определить требуемый коэффициент ослабления радиации.

### Задача №3

Определить обстановку при выпадении источника ионизирующего излучения (ИИИ) из  $\gamma$ -дефектоскопа «Гаммарид». Активность ИИИ (изотопа кобальта  ${}^{57}_{27}\text{Co}$ )  $A = 120$  Ки, гамма-постоянная  $\Gamma = 3,64 \frac{\text{аГр}\cdot\text{м}^2}{\text{с}\cdot\text{Бк}}$ . Выпадение произошло в центре турбинного цеха. Расстояние до стен помещения:  $a = 60$  м,  $b = 15$  м; стены бетонные толщиной  $d = 40$  см. Работники относятся к лицам категории Б, в течение года в среднем работают  $N = 240$  дней. Энергия  $E_\gamma$  гамма-квантов кобальта  ${}^{57}_{27}\text{Co}$  составляет 1,25 МэВ, коэффициент ослабления радиации  $K(E_\gamma = 1,25 \text{ МэВ}, d = 40 \text{ см}) = 60$ .

### Задача №4

Определить эквивалентную дозу облучения, полученную персоналом станции при эвакуации из турбинного цеха, в котором произошло выпадение из дефектоскопа радиоактивного изотопа кобальта  ${}^{57}_{27}\text{Co}$ . Принять, что выпадение произошло в центре помещения (см. рис.), активность изотопа  $A = 120$  Ки, гамма-постоянная  $\Gamma = 3,64 \frac{\text{аГр}\cdot\text{м}^2}{\text{с}\cdot\text{Бк}}$ . Расстояние до стен помещения:  $a = 60$  м,  $b = 15$  м. Скорость небыстрого бега принять равной 6,5 км/ч.



From:  
<https://jurik-phys.net/> - Jurik-Phys.Net

Permanent link:  
<https://jurik-phys.net/lifesafety/seminars/radiation>

Last update: 2015/12/18 01:51



