

## ВЕЛИЧИНИ И ФАКТОРИ ЗА ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНА И ЕКВИВАЛЕНТНА ДОЗА ОТ ВЪНШНО И ВЪТРЕШНО ОБЛЪЧВАНЕ

**Амбиентен дозов еквивалент  $H^*(d)$**  е дозовият еквивалент в дадена точка на радиационно поле, която би била породена от съответното разширено и подредено поле в сферата на МКРЕ на дълбочина  $d$  по радиуса срещу посоката на подреденото поле. Специалното име на единицата за **амбиентния дозов еквивалент** е сиверт (Sv).

**Граница на годишното постъпване (ГГП)** е активността на отделен радионуклид, постъпил в продължение на една година в организма на условен човек чрез вдишване (инхалационно), чрез поглъщане (перорално) или през кожата (перкутанно), което води до получаване на очаквана ефективна или очаквана еквивалентна доза, равна на съответната граница на дозата за една година.

Единица: Бекерел на година ( $Bq \cdot a^{-1}$ )

**Граница на средногодишната обемна активност** е стойността на обемната активност, която не трябва да се надхвърля от средната стойност на обемните активности, получена чрез достатъчен брой измервания, необходими за достоверното ѝ определяне.

**Граница на средногодишната плътност на поток частици** е стойността на плътността на поток частици, която не трябва да се надхвърля от средната стойност на плътности на потоците частици, получена чрез достатъчен брой измервания, необходими за достоверното ѝ определяне.

**Дозов коефициент  $e(g)$**  е число, което е равно на очакваната ефективна доза при инкорпориране на единица активност от определен радионуклид.

Единица: Сиверт от Бекерел Sv/Bq

Дозовият коефициент зависи от вида на радионуклида; от физико-химичната форма, в която той се намира; от начина на инкорпориране и от възрастта на съответното лице.

**Енергия на ЙЛ (йонизиращи лъчения)** е количествена мярка за едно от свойствата на ЙЛ и взаимодействието им с материята. Частиците имат кинетична енергия, а фотоните – електромагнитна енергия.

Единица: Джаул (J). Извънсистемна единица е електронволт (eV), като:

$$1 \text{ eV} = 1,602189 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

**Концентрация на потенциална  $\alpha$ -енергия** е потенциалната  $\alpha$ -енергия в единица обем въздух.

Единица: Джаул на кубичен метър ( $J/m^3$ )

Извънсистемна единица: мегаелектронволт на литър MeV/l, като

$$1 \text{ J} \cdot m^{-3} = 6,24 \cdot 10^9 \text{ MeV/l}$$

**Линейно предаване на енергия (ЛПЕ, L)** е отношението на енергията  $dE$ , предадена на веществото от заредени частици в резултат на удари по път  $dl$ , и дължината на този път  $dl$ .

$$L = dE/dl$$

Единица: Джаул на метър (J/m)

Извънсистемна единица е килоелектронволт на микрометър вода keV/ $\mu m$ , като:

$$1 \text{ keV} \cdot \mu m^{-1} = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ J} \cdot m^{-1}$$

**Мощност на дозата (погълната, ефективна и еквивалентна)** е отношението на нарастването на дозата  $dD$  за интервал от време  $dt$  към този интервал:

$$D = dD/dt$$

Единица: използват се единиците за съответната доза, разделени на единицата за време.

**Насочен дозов еквивалент  $H^*(d, \Omega)$**  е дозовият еквивалент в дадена точка на радиационното поле, който би бил породен от съответното разширено поле в сферата на МКРЕ на дълбочина  $d$  по радиус в определена посока  $\Omega$ . Специалното име на единицата за насочен дозов еквивалент е сиверт (Sv).

**Обемна активност (концентрация на активност)** е активността на радиоактивен източник, разделена на обема на веществото, в което се съдържа тази активност.

Единици: Бекерел на кубичен метър ( $Bq/m^3$ ), Бекерел на литър (Bq/l)

**Очаквана доза** (при вътрешно облъчване) е величината  $D(\tau)$ , която се определя по формулата:

$$D(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} D(t) \cdot dt$$

където:

$t_0$  е моментът на постъпване на радиоактивното вещество в организма;

$D(t)$  – мощността на дозата в момент от времето  $t$ ;

$\tau$  – интервалът от време след началото на постъпване на радиоактивно вещество в организма.

Когато  $\tau$  не е предварително зададен, се приема, че:

$\tau = 50$  години за възрастни, и

$\tau = 70$  години за деца.

Очакваната доза може да бъде погълната, еквивалентна или ефективна.

**Персонален дозов еквивалент,  $H_p(d)$**  е дозовият еквивалент в меки тъкани на подходяща дълбочина  $d$  под една определена точка на човешкото тяло. Специалното име на единицата за персонален дозов еквивалент е сиверт (Sv).

**Плътност на поток частици** в дадена точка в пространството е отношението на броя частици  $dN$ , влизащи за време  $dt$  в малка сфера с център в тази точка, към площта на диаметралното сечение  $dS$  на тази сфера:

$$\phi = \frac{dN}{dS \cdot dt}$$

Единица:  $\text{part} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

**Погълната доза** е отношението на средната предадена енергия в елементарен обем от облъчваното вещество към масата на веществото в този обем:

$$D = \overline{d\varepsilon} / dm,$$

където:

$\overline{d\varepsilon}$  е средната енергия, предадена от йонизиращото лъчение в елементарния обем от облъчваното вещество;  
 $dm$  – масата на веществото в този обем.

Единица: Грей (Gy)

$$1 \text{Gy} = 1 \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Погълната доза означава погълнатата доза, осреднена за дадения орган или тъкан.

**Потенциална  $\alpha$ -енергия** (скрита енергия) на кратко живеещите продукти на разпадане на Rn-222 (радон) или Rn-220 (торон) е пълната енергия на всички  $\alpha$ -частици, излъчени при разпадането на всички атоми на кратко живеещите продукти на разпадане по съответната верига до Pb-210 (за продукти на разпадане на Rn-222) или до Pb-208 (за продукти на разпадане на Rn-220).

**Потенциална  $\alpha$ -енергия при постъпване** е произведението на средната концентрация на потенциалната  $\alpha$ -енергия за даден интервал от време и обема на вдишания за този интервал от време въздух.

**Потенциална  $\alpha$ -енергия при облъчване** е произведението на средната концентрация на потенциална  $\alpha$ -енергия за даден интервал от време и продължителността на този интервал.

**Работно ниво (WL)** е специална единица за концентрация на потенциална алфа-енергия (скрита енергия) във въздух.

$$1 \text{WL} = 1,3 \cdot 10^5 \text{MeV} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$\text{или } 1 \text{WL} = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{J} \cdot \text{m}^{-3} \text{ (в системата SI)}$$

**Работно ниво за месец (WLM)** е специална единица за облъчване от дъщерните продукти на радона или на торона.

$$1 \text{WLM} = 170 \text{WL} \cdot \text{h},$$

$$\text{или } 1 \text{WLM} = 3,54 \cdot 10^{-3} \text{J} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-3} \text{ (в системата SI)}$$

**Радиационен тегловен фактор** е фактор  $w_R$ , характеризиращ различната степен на вредно въздействие върху организма в зависимост от вида и енергията на йонизиращото лъчение.

За целите на радиационната защита се използват следните стойности на радиационните тегловни фактори:

Вид йонизиращо лъчение	$w_R$
- фотони с каквато и да е енергия, електрони и мюони с каквато и да е енергия (освен електрони на Оже, изпуснати от радионуклиди, включени в ДНК)	1
- неутрони с енергии:	
< 10 keV	2,5
10 keV – 100 keV	10
> 100 keV – 2 MeV	20
> 2 MeV – 50 MeV	10
> 50 MeV	2,5
- протони, освен обратно разсеяни протони, с енергия > 2 MeV	2
- алфа-частици, фрагменти на делене, тежки ядра	20

За всички други видове лъчения и енергии, които не са показани по-горе, се приема, че:

$$w_R = \overline{Q},$$

където  $\bar{Q}$  е факторът на качеството на лъчението.

При пресмятания, свързани с неутрони, зависимостта на  $W_R$  от енергията на неутроните  $E$  (MeV) е непрекъсната функция, която се задава със следните формули в три различни диапазона:

а) ако  $E < 1$  MeV,

$$W_R = 2.5 + 18.2 \cdot \exp\left[-\frac{(\ln(En))^2}{6}\right]$$

б) ако  $1 \text{ MeV} \leq E \leq 50 \text{ MeV}$ ,

$$W_R = 5.0 + 17.0 \cdot \exp\left[-\frac{(\ln(2En))^2}{6}\right]$$

в)  $E > 50 \text{ MeV}$

$$W_R = 2.5 + 3.25 \cdot \exp\left[-\frac{(\ln(0.04En))^2}{6}\right]$$

**Разширено поле** е радиационно поле, производно от истинското поле, където потокът на йонизиращите частици и неговите разпределения по посока и енергия имат едни и същи стойности в целия разглеждан обем както в истинското поле в точката, която е посочена.

**Разширено и подредено поле** е радиационно поле, в което потокът на йонизиращите частици и неговите разпределения по посока и енергия са същите както в разширеното поле, но потокът е без посока.

**Стандартизирани данни** са данни за условия човек на Международната комисия за радиологична защита (МКРЗ), използвани при изчисляването на вторичните (производните) граници и на границите, използвани за целите на радиационния контрол и планиране на защитата.

**Сфера на МКРЕ** е тяло, въведено от Международната комисия по радиационни единици (МКРЕ) като модел за човешкото тяло от гледна точка на поглъщането на енергия от йонизиращо лъчение, което представлява сфера от тъканно-еквивалентно вещество с диаметър 30 см, плътност  $1 \text{ g.cm}^{-3}$  и масов състав 76,2 % кислород, 11,1 % въглерод, 10,1 % водород и 2,6 % азот.

**Тъканен тегловен фактор** е фактор, отчитащ относителния принос на органа или тъканта към общото увреждане, дължащо се на стохастични ефекти.

За целите на радиационната защита се използват следните стойности на тъканните тегловни фактори  $w_T$ :

Органи или тъкани	$w_T$ *	$\sum w_T$
Гонади	0,08	0,08
Червен костен мозък, дебело черво, бял дроб, стомах, млечни жлези, други органи и тъкани**	по 0,12	0,72
Пикочен мехур, черен дроб, хранопровод, щитовидна жлеза	по 0,04	0,16
Кожа, повърхност на костите, мозък, слюнчени жлези	по 0,01	0,04
		1,0

\* Стойностите на тъканния тегловен фактор са получени за критична група от населението с еднакъв брой мъже и жени и обхващащи широка възрастова група. В дефиницията за ефективна доза факторът се отнася за персонала и населението от двата пола.

\*\* За целите на пресмятането в „други органи и тъкани“ се включват: сърце, мускули, екстраторакална област, бъбреци, панкреас, далак, тимус, жлъчен мехур, лимфни възли, устна лигавица, тънки черва, надбъбречна жлеза, простата (мъже), матка/шийка на матката (жени). Тъканният тегловен фактор 0,12 за „други органи и тъкани“ се прилага към средноаритметичната еквивалентна доза за 13-те органи и тъкани за всеки пол.

**Условен човек** е препоръчан модел на човек, чиито характеристики са определени за целите на радиационната защита от Международната комисия за радиологична защита (МКРЗ) (публикация 89/2002 г.).

**Фактор на качеството Q** е фактор, който служи за оценка на биологичната ефективност на различни видове йонизиращи лъчения и зависи само от линейното предаване на енергията.

Факторът на качеството се определя на дълбочина 10 mm в стандартната сфера, дефинирана от Международната комисия по радиационни единици (МКРЕ), по формулата:

$$Q = \left(1/\bar{D}\right) \int_0^{\infty} Q(L) \cdot D_L dL \quad ,$$

където:

$\bar{D}$  е средната погълната доза;

$Q(L)$  – факторът на качеството;

$L$  – неограниченото линейно предаване на енергията във вода keV/μm;

$D_L$  – разпределението на  $D$  по  $L$ .

За  $Q(L)$  се приемат следните зависимости:

$$Q(L) = 1 \quad - \text{за } L \leq 10 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$$

$$Q(L) = 0,32L - 2,2 \quad - \text{за } 10 < L < 100 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$$

$$Q(L) = 300/\sqrt{L} \quad - \text{за } L \geq 100 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$$

**Фактор на равновесен F** е отношението на еквивалентната равновесна концентрация на радон към действителната концентрация на радон.