

– чтобы люстра в выключенном состоянии не была антенной, излучающей электромагнитные волны частотой 50 Гц, необходимо, чтобы к люстре шел «нулевой» (заземленный) провод, а незаземленный – от выключателя и др.

Следует отметить, что электрические и магнитные поля также широко используют для лечения человека и животных. Например, для лечения травмированных органов применяется магнитотерапия. Электромагнитные колебания в диапазоне СВЧ способны убивать болезнетворные микробы. Генераторы в диапазоне миллиметровых волн способны лечить: мастит, радикулит, острые респираторные заболевания (ОРЗ), язву желудка, язву двенадцатиперстной кишки, носовые кровотечения и т. д.

### *Литература*

1. Фадеева, Г. А. Физика и экология / Г. А. Фадеева, В.А. Попова. – Волгоград : Учитель, 2003.
2. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения : учебник для вузов / Ю. Б. Кудряшов, Ю. Ф. Перов, А. Б. Рубин. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008.

## **СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН**

*Буховецкий А. Г., Чернобылец А. Л.*  
(научный руководитель Пустовит В. Т.)  
БНТУ, Минск, Беларусь

Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ) и Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) пришли к выводу о необходимости рассматривать систему радиометрических и дозиметрических величин, состоящей из трех больших разделов:

– базовые физические величины, являющиеся характеристиками источников, полей ионизирующего излучения и их взаимодействия с веществом;

– нормируемые величины, являющиеся мерой ущерба (вреда) от воздействия излучения на человека;

– операционные величины, являющиеся величинами, однозначно определяемыми через физические характеристики поля излучения в точке или через физико-химические характеристики аэрозоля в точке; эти величины максимально приближены к соответствующим нормируемым величинам в стандартных условиях облучения и предназначены для консервативной оценки нормируемых величин при дозиметрическом контроле.

Основными базовыми физическими величинами являются: активность радионуклидов, характеристики поля их излучения, экспозиционная доза, поглощенная доза и их мощности, керма.

К нормируемым величинам относят: эквивалентную дозу, мощность эквивалентной дозы, ожидаемую эквивалентную дозу внутреннего облучения, эффективную дозу, мощность эффективной дозы, ожидаемую эффективную дозу, годовую эквивалентную дозу, коллективную эффективную дозу.

#### *Операционные дозиметрические величины*

Как правило, нормируемые величины, в которых выражены основные пределы доз, непосредственно измерить невозможно. Для оценки нормируемых величин предназначены операционные величины, которые являются непосредственно определяемыми в измерениях величинами. Введение операционных величин необходимо для унификации методов контроля и определения требований к функции отклика приборов радиационного контроля.

Операционные величины однозначно определяются через физические характеристики поля излучения в точке и предназначены для консервативной оценки этих величины.

В определении операционных величин внешнего облучения используется эквивалент дозы  $H$ :

$$H = \bar{k} \cdot D = \int_0^{\infty} k(L) \cdot D(L) \cdot dL,$$

где  $\bar{k}$  – средний коэффициент качества излучения на глубине 10 мм в шаровом фантоме МКРЕ;  $k(L)$  – коэффициент качества излучения, зависящий от полной линейной передачи энергии излучения  $L$ ;  $D(L) \cdot dL$  – поглощенная в точке доза от излучения с линейной передачей энергии в интервале  $(L, L + dL)$ .

Единица эквивалента дозы в системе СИ – Зиверт (Зв), внесистемная единица – бэр.  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$ .

Взаимодействие излучения с телом человека приводит к изменению самого радиационного поля. Операционные величины определяются таким образом, чтобы результаты их измерения с помощью соответствующих дозиметрических приборов учитывали этот эффект.

Индивидуальный эквивалент дозы –  $H_p(d)$  является операционной величиной внешнего облучения для индивидуального контроля облучения человека.  $H_p(d)$  – эквивалент дозы в мягкой биологической ткани, определяемый на глубине  $d$  (мм) под рассматриваемой точкой на поверхности плоского фантома или на теле человека (рис. 1). Использование фантома или тела человека в этом случае позволяет напрямую обеспечить учет возмущения реального поля излучения человеком.

Соответствие между нормируемыми и операционными величинами представлено в табл. 1

Амбиентный эквивалент дозы (амбиентная доза)  $H^*(d)$  – является операционной величиной внешнего облучения для контроля радиационной обстановки. Амбиентный эквивалент дозы  $H^*(d)$  равен эквиваленту дозы  $H$ , который был бы создан в шаровом фантоме МКРЕ на глубине  $d$  (мм) от поверхности по диаметру, параллельному направлению излучения.

Амбиентный эквивалент дозы используется для характеристики поля излучения в точке, совпадающей с центром шарового фантома. Единица амбиентного эквивалента дозы – Зиверт.

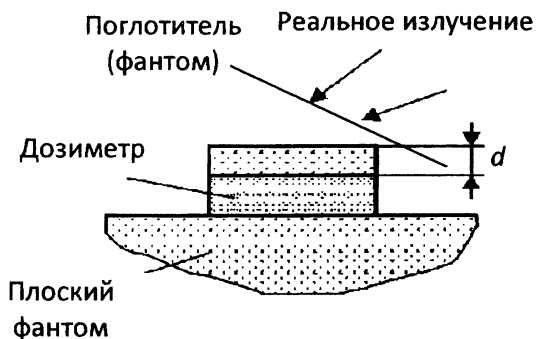


Рис. 1. Схема определения индивидуального эквивалента дозы

Характеристика шарового фантома МКРЕ (рис. 2): шар диаметром 30 см; химический состав фантома эквивалентен составу мягкой ткани (массовая доля химических элементов, %: кислород – 76,2; углерод – 11,1; водород – 10,1; азот – 2,6); плотность – 1000 кг/м<sup>3</sup>.

Таблица 1

**Соответствие между нормируемыми и операционными величинами при индивидуальном дозиметрическом контроле**

Нормируемая величина	Операционная величина: индивидуальный эквивалент дозы		
	Положение индивидуального дозиметра	<i>d</i> , мм	Условное обозначение
Эквивалентная доза внешнего облучения кожи	На поверхности наиболее облучаемого участка кожи	0,07	$H_p(0,07)$
Эквивалентная доза внешнего облучения хрусталика глаза	На лицевой части головы	3	$H_p(3)$
Эквивалентная доза внешнего облучения на поверхности нижней части области живота женщины	На соответствующем месте поверх спецодежды	10	$H_p(10)$
Эффективная доза внешнего облучения	На нагрудном кармане спецодежды	10	$H_p(10)$

Таблица 2

**Соответствие между нормируемыми и операционными величинам при групповом дозиметрическом контроле**

Нормируемая величина	Операционная величина: мощность Ambientного эквивалента дозы	
	<i>d</i> , мм	Условное обозначение
Мощность эквивалентной дозы внешнего облучения кожи	0,07	$\dot{H}^*(0,07)$
Мощность эквивалентной дозы внешнего облучения хрусталика глаза	3	$\dot{H}^*(3)$
Мощность эквивалентной дозы внешнего облучения на поверхности нижней части области живота женщины	10	$\dot{H}^*(10)$
Мощность эффективной дозы внешнего облучения	10	$\dot{H}^*(10)$

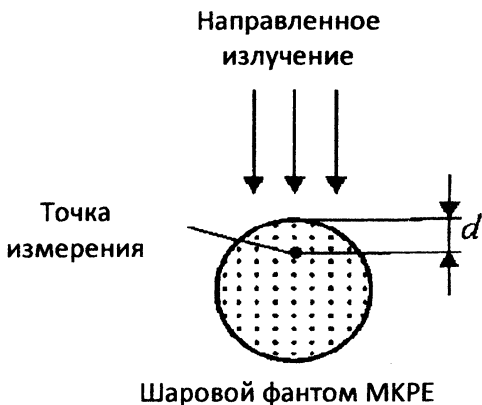


Рис. 2. Схема облучения шарового фантома МКРЕ

Мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы  $\dot{H}^*(d)$  равна производной от AMBIENTНОГО эквивалента дозы  $dH^*(d)$  по времени:

$$\dot{H}^*(d) = \frac{dH^*(d)}{dt}.$$

Мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы используется для контроля радиационной обстановки в рабочих помещениях и на рабочих местах с целью группового дозиметрического контроля персонала. Значение параметра  $d$ , определяющего требования к приборам дозиметрического контроля, зависит от того, для определения какой нормируемой величины используется ее AMBIENTНЫЙ эквивалент.

Таким образом, введение операционных величин позволяет унифицировать с помощью фантомов проблему оценки нормируемых величин.

### *Литература*

1. Саечников, В. А. Основы радиационной безопасности / В. А. Саечников, В. М. Зеленкевич. – Минск : БГУ, 2002.
2. <http://2balla.net/www.serdechno.ru/enciklopediya/35.html>.