ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ВНЕДРЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ГОСТ 8.417—81 «ГСИ. ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН» В ОБЛАСТИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

РД 50-454—84

Цена 15 коп.

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1984

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНЫ Комиссией по измерению ионизирующих излучений секции метрологического обеспечения НТС Государственного комитета СССР по стандартам в составе:

д-ра техн. наук, проф. **Бочкарева В. В.**, д-ра техн. наук **Брегадзе Ю. И.** (зам. председателя), канд. биолог. наук **Вайнберга М. Ш.**, канд. техн. наук **Гарапова Э. Ф.**, д-ра техн. наук, проф. **Гусева Н. Г.**, д-ра физ.-мат. наук, проф. **Иванова В. И.**, д-ра техн. наук **Исаева Б. М.** (председатель), д-ра техн. наук, проф. **Кеирим-Маркуса И. Б.**, **Клишина Г. С.**, канд. техн. наук **Крамера-Агеева Е. А.**, докт. техн. наук, проф. **Кронгауза А. Н.**, канд. техн. наук **Крылова Л. Н.**, канд. техн. наук **Куренкова М. А.**, **Лаврентьева А. Г.**, канд. техн. наук **Ли Дон Хва**, д-ра техн. наук, проф. **Маргулиса У. Я.**, канд. техн. наук **Масляева П. Ф.** (ученый секретарь), д-ра техн. наук, проф. **Машковича В. П.**, **Нарядчикова Д. И.**, канд. техн. наук **Никифоровой З. С.**, **Руденко Г. Н.**, д-ра физ.-мат. наук, проф. **Сивинцева Ю. В.**, д-ра физ.-мат. наук, проф. **Теплова И. Б.**, **Ткачука Ю. Г.** д-ра физ.-мат. наук, проф. **Тутурова Ю. Ф.**, **Федоровой Л. Н.**, канд. техн. наук **Фоминых В. И.**, канд. биолог. наук **Фроловой А. В.**, **Хвостова А. Я.**, д-ра техн. наук **Хвановича А. И.**, д-ра техн. наук, проф. **Центера Э. М.**, канд. физ.-мат. наук **Череватенко Г. А.**, д-ра техн. наук, проф. **Чистова Е. Д.**, **Шматкова В. Я.**, д-ра техн. наук, проф. **Юдина М. Ф. (зам. председателя)**, канд. техн. наук **Ярыны В. П.**

ВНЕСЕНЫ Управлением метрологии Государственного комитета СССР по стандартам

Член комитета **Л. К. Исаев**

УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 8 февраля 1984 г. № 449

УДК 001.4:539.1

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Внедрение и применение ГОСТ 8.417—81 «ГСИ. Единицы физических величин» в области ионизирующих излучений

РД 50-454—84

Утверждены Постановлением Госстандарта от 8 февраля 1984 г. № 449, срок введения установлен с 01.01.85

Настоящие методические указания определяют порядок внедрения и применения в СССР в области ионизирующих излучений совокупности единиц физических (радиационных) величин, устанавливаемых ГОСТ 8.417—81.

Методические указания содержат три раздела. В первом разделе даны общие положения, связанные с переходом на единицы СИ в области ионизирующих излучений; во втором — рекомендуемые радиационные величины и единицы; в третьем — рекомендации, которые должны быть учтены министерствами и ведомствами СССР в программах мероприятий по внедрению ГОСТ 8.417—81. В приложении дана сводная таблица, в которой приведены наименования и обозначения величин в области ионизирующих излучений.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие методические указания составлены в соответствии с ГОСТ 8.417—81 «ГСИ. Единицы физических величин», РД 50-160—79 «Методические указания. Внедрение и применение» СТ СЭВ 1052—78 «Метрология. Единицы физических величин», ГОСТ 15484—81 «Излучения ионизирующие и их измерения. Термины и определения» с учетом международных рекомендаций в области радиационных величин и единиц.

1.2. В настоящих методических указаниях приведены наименования, обозначения, размерности и определения производных физических величин и наименования, обозначения и определения производных единиц СИ в области ионизирующих излучений.

Методические указания включают также рекомендации по выбору дольных и кратных единиц СИ в области активности радионуклидов, в дозиметрии при контроле радиационной безопасности и терапевтическом использовании ионизирующих излучений, технологической дозиметрии и радиационных испытаниях, а также для констант, характеризующих ионизирующие излучения и

© Издательство стандартов, 1984

их взаимодействие с веществом; по выбору внесистемных единиц в этих областях, допущенных к применению без ограничения срока наравне с единицами СИ в соответствии с ГОСТ 8 417—81; десятичных дольных и кратных единиц при градуировке приборов для измерения ионизирующих излучений.

1.3. Величины и единицы, применяемые в области ионизирующих излучений, непрерывно совершенствуются, состав их расширяется в соответствии с развитием теории и практических приложений ионизирующих излучений. Поэтому перечень радиационных величин и единиц не может быть полным и законченным. Приводимые в настоящих методических указаниях таблицы содержат лишь те производные радиационные величины и единицы, которые наиболее широко используются и могут служить типовыми примерами для образования, по мере необходимости, других радиационных величин и единиц.

Примечание В настоящих методических указаниях определения величин в некоторых случаях приводятся в измененной редакции по сравнению с ГОСТ 15484—81, однако при этом не допущено нарушений границ понятий

1.4. ГОСТ 8.417—81 допускает применение без ограничения срока ряда внесистемных единиц наравне с единицами СИ в тех случаях, когда замена их единицами СИ при современном состоянии соответствующих областей техники и народного хозяйства вызвала бы неоправданные затруднения. К таким внесистемным единицам относятся минута, час, сутки, неделя, месяц, год, литр, получившие широкое применение в дозиметрии, радиометрии и для характеристики параметров ионизирующих излучений. В таблицах настоящих методических указаний наряду с единицами СИ в специальной графе приводятся предпочтительные производные единицы с использованием внесистемных единиц, допущенных к применению без ограничения срока.

В соответствии с правилами образования десятичных кратных и дольных единиц в обоснованных случаях допускается применять приставку во втором множителе произведения или в знаменателе. Поэтому в связи с широким применением в практике измерения ионизирующих излучений рекомендуются единицы Бк/мл, кэВ/мкм и ряд других десятичных дольных и кратных единиц, которые указаны в последней графе таблиц.

1.5. Проводимые ниже радиационые величины и единицы распределены по четырем группам.

1) Величины и единицы, характеризующие ионизирующее излучение и его поле.

2) Величины и единицы, характеризующие взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.

3) Дозиметрические величины и единицы.

4) Радиационные величины и единицы, характеризующие источники ионизирующих излучений.

2. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РАДИАЦИОННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ

2.1. Величины и единицы, характеризующие ионизирующее излучение и его поле

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
2 1 1 Энергия ионизирующих частиц*	E	L^2MT^{-2}	—	джоуль	J	Дж	—	эВ; кэВ; МэВ, ГэВ
2 1 2 Энергия ионизирующего излучения*	w	L^2MT^{-2}	Суммарная энергия ионизирующих частиц (без учета энергии покоя), испущенная, переданная или поглощенная	джоуль	J	Дж	—	фДж, пДж, нДж, мкДж, мДж, Дж, кДж, МДж
2 1 3 Масса покоя частицы, атома, атомного ядра*	m_a	M	—	килограмм	kg	кг	—	Атомная единица массы (а е м)
2 1 4 Поток ионизирующих частиц*	F	T^{-1}	Отношение числа ионизирующих частиц dN, проходящих через данную поверхность за интервал времени dt, к этому интервалу $F = \frac{dN}{dt}$	секунда в минус первой степени	s^{-1}	$с^{-1}$	Секунда в минус первой степени равна потоку ионизирующих частиц, при котором через данную поверхность за 1 с проходит одна частица	$с^{-1}$, $мин^{-1}$

* Здесь и далее * обозначены величины, прокомментированные в примечаниях

Продолжение

Величина				Единица СИ				
					Обозначение			
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Международное	Русское	Определение	Предпочтительные единицы
2.15 Флюенс ионизирующих частиц (перенос ионизирующих частиц)	Φ	L^{-2}	Отношение числа ионизирующих частиц dN, проникающих в элементарную сферу, к площади центрального сечения dS этой сферы $\Phi = \frac{dN}{dS}$	метр в минус второй степени	m^{-2}	$м^{-2}$	Метр в минус второй степени равен флюенсу ионизирующих частиц, при котором в сферу с площадью центрального сечения 1 м^2 проникает одна частица	$см^{-2}$
2.16 Плотность потока ионизирующих частиц	φ	$L^{-2}T^{-1}$	Отношение потока ионизирующих частиц dF, проникающих в элементарную сферу, к площади центрального сечения ds этой сферы $\varphi = \frac{dF}{dS} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d^2N}{dS \cdot dt}$	секунда в минус первой степени — метр в минус второй степени	$s^{-1} \cdot m^{-2}$	$с^{-1} \cdot м^{-2}$	Секунда в минус первой степени—метр в минус второй степени равен плотности потока ионизирующих частиц, при котором в сферу с площадью центрального сечения 1 м^2 за 1 с проникает одна частица	$с^{-1} \cdot см^{-2}$, $мин^{-1} \times см^{-2}$

Продолжение

Величина				Единица СИ				
					Обозначение			
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Международное	Русское	Определение	Предпочтительные единицы
2.1.7 Энергетическая плотность потока ионизирующих частиц*	$\varphi(E)$	$L^{-4}M^{-1}T$	Отношение плотности потока ионизирующих частиц φ, с энергией от E до $E+dE$ к энергетическому интервалу dE: $\varphi(E)=\frac{d\varphi}{dE}=\frac{d^2\cdot F}{dS\cdot dE}=\frac{d^2\Phi}{dt\cdot dE}=\frac{d^3N}{dS\cdot dt\cdot dE}$	секунда в минус первой степени—метр в минус второй степени — джоуль в минус первой степени	$s^{-1}\times m^{-2}\times J^{-1}$	$с^{-1}\times м^{-2}\times Дж^{-1}$	Секунда в минус первой степени—метр в минус второй степени—джоуль в минус первой степени равен энергетической плотности потока ионизирующих частиц, при которой в сферу с площадью центрального сечения 1 м² за 1 с проникает одна частица с энергией, заключенной в энергетическом интервале 1 Дж	$с^{-1}\cdot см^{-2}\times эВ^{-1}$; $с^{-1}\cdot см^{-2}\times кэВ^{-1}$; $с^{-1}\cdot см^{-2}\times МэВ^{-1}$
2.1.8 Угловая плотность потока ионизирующих частиц*	$\varphi(\Omega)$	L^2T^{-1}	Отношение плотности потока ионизирующих частиц $d\varphi$, распространяющихся в пределах элементарного телесного угла $d\Omega$, ориентированного в направлении $\vec{\Omega}$, к этому телесному углу $\varphi(\Omega)=\frac{d\varphi}{d\Omega}=\frac{d^2\Phi}{dt\cdot d\Omega}=$	секунда в минус первой степени — метр в минус второй степени — стерадиан в минус первой степени	$s^{-1}\times m^{-2}\times sr^{-1}$	$с^{-1}\times м^{-2}\times ср^{-1}$	Секунда в минус первой степени—метр в минус второй степени — стерадиан в минус первой степени равен угловой плотности потока ионизирующих частиц, при которой поверхность площадью 1 м² перпендикулярную направлению движения частицы за 1 с пере-	$с^{-1}\cdot см^{-2}\times ср^{-1}$

Продолжение

Величина				Единица СИ				
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	Предпочтительные единицы
			$= \frac{d^2F}{dS \cdot d\Omega} = \frac{d^3N}{dS \cdot dt \cdot d\Omega}$				секает одна ионизирующая частица движущаяся в телесном угле 1 ср	
219 Энергетическо-угловая плотность потока ионизирующих частиц*	$\varphi(E, \Omega)$	$L^{-4}M^{-1}T$	Отношение плотности потока φ ионизирующих частиц с энергией от E до $E+dE$, распространяющихся в пределах элементарного телесного угла $d\Omega$, ориентированного в направлении $\vec{\Omega}$, к энергетическому интервалу dE и этому телесному углу: $\varphi(E,\Omega) = \frac{d^2\varphi}{dE \cdot d\Omega} = \frac{d^3F}{dS \cdot dE \cdot d\Omega} = \frac{d^3\Phi}{dt \cdot dE \cdot d\Omega} = \frac{d^4N}{dS \cdot dt \cdot dE \cdot d\Omega}$	секунда в минус первой степени—метр в минус второй степени—джоуль в минус первой степени—стерадиан в минус первой степени	$s^{-1} \cdot m^{-2} \times J^{-1} \times sr^{-1}$	$с^{-1} \times м^{-2} \times Дж^{-1} \times ср^{-1}$	Секунда в минус первой степени—метр в минус второй степени — джоуль в минус первой степени — стерадиан в минус первой степени равен энергетическо-угловой плотности потока ионизирующих частиц, при которой поверхность площадью 1 м², перпендикулярную направлению движения частицы, за 1 с пересекает одна ионизирующая частица с энергией, заключенной в энергетическом интервале 1 Дж, движущаяся в телесном угле 1 ср	$с^{-1} \cdot см^{-2} \times эВ^{-1} \cdot ср^{-1}$, $с^{-1} \cdot см^{-2} \times кэВ^{-1} \cdot ср^{-1}$; $с^{-1} \cdot см^{-2} \times МэВ^{-1} \cdot ср^{-1}$

Продолжение

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
2 1 10 Поток энергии ионизирующего излучения*	F_w	L^2MT^{-3}	Отношение энергии ионизирующего излучения dw, проходящего через данную поверхность за интервал времени, dt, к этому интервалу $F_w = \frac{dw}{dt}$	ватт	W	Вт	Ватт равен потоку энергии ионизирующего излучения, при котором через данную поверхность за 1 с проходит излучение с энергией 1 Дж	нВт; мкВт; мВт, Вт, кВт; МВт
2 1 11 Флюенс энергии ионизирующего излучения (перенос энергии ионизирующего излучения)*	Φ_w	MT^{-2}	Отношение энергии ионизирующего излучения dw, проникающего в элементарную сферу, к площади центрального сечения dS этой сферы $\Phi_w = \frac{dw}{dS}$	джоуль на квадратный метр	J/m2	Дж/м^2	Джоуль на квадратный метр равен флюенсу энергии ионизирующего излучения, при котором в сферу с площадью центрального сечения 1 м^2 проникает излучение с энергией 1 Дж	фДж/см^2, пДж/см^2, нДж/см^2, мкДж/см^2, мДж/см^2, Дж/см^2, кДж/см^2, МДж/см^2

Продолжение

Величина				Единица СИ				
					Обозначение			
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Международное	Русское	Определение	Предпочтительные единицы
2 1 12 Плотность потока энергии ионизирующего излучения	φ_w	MT^{-3}	Отношение потока энергии ионизирующего излучения dF_w, проникающего в элементарную сферу, к площади центрального сечения dS этой сферы $\varphi_w = \frac{dF_w}{dS} = \frac{d\Phi_w}{dt} = \frac{d^2w}{dS \cdot dt}$	ватт на квадратный метр	W/m^2	$Вт/м^2$	Ватт на квадратный метр равен плотности потока энергии ионизирующего излучения, при которой в сферу с площадью центрального сечения 1 $м^2$ за 1 с проникает излучение с энергией 1 Дж	$нВт/см^2$, $мкВт/см^2$, $мВт/см^2$, $Вт/см^2$, $кВт/см^2$, $МВт/см^2$

Примечания

1 Для энергии отдельных ионизирующих частиц (см п 2 1 1) рекомендуется применять внесистемную единицу электронвольт и десятичные кратные ей единицы В соответствии с ГОСТ 8 417—81 единица электронвольт и десятичные кратные ей единицы допускаются к применению без ограничения срока наравне с единицами СИ 1 эВ = 1 60219 10^{-19} Дж (приблизительно) Под ионизирующими частицами понимаются частицы корпускулярного излучения и фотоны

2 Понятие энергии ионизирующего излучения (см п 2 1 2) используется при образовании ряда величин, характеризующих ионизирующие излучения и их взаимодействие с веществом Эти величины используются в основном как промежуточные для расчета поглощенной энергии, поэтому предпочтительной единицей для энергии излучения является джоуль, а также его десятичные дольные и кратные единицы Вместе с тем в ряде задач широкое использование получила также внесистемная единица энергии электронвольт и ее десятичные кратные единицы При использовании в расчете испущенной, переданной или поглощенной энергии ионизирующего излучения, эти единицы необходимо переводить в джоули или его десятичные дольные и кратные единицы

3 Атомная единица массы (см п 2 1 3) равна 1/12 массы атома углерода 12 1 а е м = 1,66057·10^{-27} кг (приблизительно), что соответствует энергии 149,2442 пДж или 931,50 МэВ

4 Использование единицы минута в минус первой степени (см п 2 1 4) является предпочтительным для потока частиц, который характеризует степень загрязнения поверхностей радиоактивными веществами

5 Дифференциальные величины, образованные из плотности потока частиц (см пп 2 1 7—2 1 9), приведены как примеры образования дифференциальных энергетических, угловых и энергетическо-угловых величин По аналогии могут быть образованы дифференциальные величины и их единицы от величин, приведенных в пп 2 1 4, 2 1 5, 2 1 10, 2 1 11

6 Единицы потока энергии, флюенса энергии и плотности потока энергии ионизирующего излучения (см пп 2 1 10—2 1 12) часто выражаются с использованием внесистемной единицы энергии электронвольт и ее десятичных кратных единиц

При использовании этих единиц, как промежуточных например, при определении дозовых характеристик поля, эти единицы необходимо переводить в джоули или его десятичные дольные и кратные единицы

Наименования указанных величин в настоящем документе отличаются от наименований этих величин в ГОСТ 15484—81 тем, что в ряде случаев вместо термина «частица» использован термин «излучение» Это связано с тем, что в настоящем документе приняты два разных термина 1) «энергия ионизирующих частиц» (см п 2 1 1), характеризующий энергию **отдельных** ионизирующих частиц 2) «энергия ионизирующего излучения», характеризующий энергию **совокупности** ионизирующих частиц (см п 2 1 2).

2 2. Величины и единицы, характеризующие взаимодействие ионизирующего излучения с веществом

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
2 2 1 Сечение взаимодействия ионизирующих частиц (сечение взаимодействия)*	σ_i	L^2	Отношение числа n_i определенного (i-го) типа взаимодействий ионизирующих частиц и частиц мишеней в элементарном объеме, при флюенсе Φ ионизирующих частиц, к числу N частиц мишени в этом объеме и к этому флюенсу $\sigma_i = \frac{n_i}{\Phi \cdot N}$	квадратный метр	m^2	$м^2$	Квадратный метр равен сечению взаимодействия ионизирующих частиц, при котором в веществе, содержащем одну частицу-мишень в 1 $м^3$, флюенс падающих частиц 1 $м^{-2}$ приводит в среднем к одному акту взаимодействия определенного типа в 1 $м^3$	$фм^2$
2 2 2 Полное сечение взаимодействия ионизирующих частиц (полное сечение взаимодействия)*	σ	L^2	Сумма всех сечений взаимодействия σ_i ионизирующих частиц данного вида, соответствующих различным реакциям или процессам $\sigma = \sum_i \sigma_i$	квадратный метр	m^2	$м^2$	Квадратный метр равен полному сечению взаимодействия ионизирующих частиц, при котором в веществе, содержащем одну частицу мишень в 1 $м^3$, флюенс падающих частиц 1 $м^{-2}$ приводит в среднем к одному акту взаимодействия в 1 $м^3$	$фм^2$

* Здесь и далее * обозначены величины, прокомментированные в примечаниях

Продолжение

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					Международное	Русское		
2.2.3 Макроскопическое сечение взаимодействия ионизирующих частиц (макроскопическое сечение взаимодействия)*	Σ_i	L^{-1}	Произведение сечения взаимодействия σ_i на концентрацию C частиц-мишеней в веществе: $\Sigma_i = \sigma_i C$	метр в минус первой степени	m^{-1}	$м^{-1}$	—	$см^{-1}$
2.2.4 Линейный коэффициент ослабления	μ	L^{-1}	Отношение доли $\frac{dN}{N}$ косвенно ионизирующих частиц, испытавших взаимодействие при прохождении элементарного пути dl в веществе, к длине этого пути: $\mu = \frac{1}{N} \cdot \frac{dN}{dl}$	метр в минус первой степени	m^{-1}	$м^{-1}$	Метр в минус первой степени равен линейному коэффициенту ослабления, при котором на пути 1 м плотность потока в параллельном пучке косвенно ионизирующих частиц уменьшается в e раз (e — основание натурального логарифма)	$см^{-1}$

Продолжение

Величина				Единица СИ				
					Обозначение			
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Международное	Русское	Определение	Предпочтительные единицы
225 Массовый коэффициент ослабления	μ_m	L^2M^{-1}	Отношение линейного коэффициента ослабления μ к плотности вещества ϱ, через которую проходит косвенно ионизирующее излучение $\mu_m = \frac{\mu}{\varrho} = \frac{1}{\varrho N} \cdot \frac{dN}{dl}$	квадратный метр на килограмм	m^2/kg	$м^2/кг$	Квадратный метр на килограмм равен массовому коэффициенту ослабления, при котором на пути в 1 м в веществе с плотностью 1 $кг/м^3$ плотность потока в параллельном пучке косвенно ионизирующих частиц уменьшается в e раз (e — основание натурального логарифма)	$см^2/г$
226 Атомный коэффициент ослабления	μ_a	L^2	Отношение линейного коэффициента ослабления μ к концентрации C атомов вещества, через которое проходит косвенно ионизирующее излучение. $\mu_a = \frac{\mu}{C} = \frac{1}{CN} \cdot \frac{dN}{dl}$	квадратный метр	m^2	$м^2$	—	$см^2$

Продолжение

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
2.2.7 Линейный коэффициент передачи энергии*	μ_{tr}	L^{-1}	Отношение доли энергии dw/w косвенно ионизирующего излучения (исключая энергию покоя частиц), которая преобразуется в кинетическую энергию заряженных частиц при прохождении элементарного пути dl в веществе, к длине этого пути: $\mu_{tr} = \frac{1}{w} \cdot \frac{dw}{dl}$	метр в минус первой степени	m^{-1}	$м^{-1}$	Метр в минус первой степени равен линейному коэффициенту передачи энергии, при котором в веществе на пути 1 м плотность потока энергии косвенно ионизирующего излучения уменьшается в e раз (e — основание натурального логарифма)	$см^{-1}$
2.2.8 Массовый коэффициент передачи энергии*	$\mu_{tr,\,m}$	L^2M^{-1}	Отношение линейного коэффициента передачи энергии μ_{tr} к плотности вещества ρ, через которое проходит косвенно ионизирующее излучение: $\mu_{tr,m} = \frac{\mu_{tr}}{\rho} = \frac{1}{\rho w} \cdot \frac{dw}{dl}$	квадратный метр на килограмм	$м^2/кг$	$м^2/кг$	Квадратный метр на килограмм равен массовому коэффициенту передачи энергии, при котором на пути в 1 м в веществе с плотностью 1 $кг/м^3$ плотность потока энергии косвенно ионизирующего излучения уменьшается в e раз (e — основание натурального логарифма)	$см^2/г$

Продолжение

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
229 Линейный коэффициент поглощения энергии*	μ_{en}	L^{-1}	Произведение линейного коэффициента передачи энергии μ_{tr} на разность между единицей и долей g энергии вторичных заряженных частиц, переходящей в тормозное излучение в данном веществе: $\mu_{en}=\mu_{tr}(1-g)$	метр в минус первой степени	m^{-1}	$м^{-1}$	—	$см^{-1}$
2210 Массовый коэффициент поглощения энергии*	$\mu_{en\ m}$	L^2M^{-1}	Отношение линейного коэффициента поглощения энергии μ_{en} к плотности вещества ρ, через которое проходит косвенно ионизирующее излучение $\mu_{en,m}=\frac{\mu_{en}}{\rho}=\frac{\mu_{tr}\cdot(1-g)}{\rho}=\mu_{tr,\ m}=(1-g)$	квадратный метр на килограмм	m^2/kg	$м^2/кг$	—	$см^2/г$

Продолжение

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
2211 Средний линейный пробег заряженной ионизирующей частицы	R	L	Среднее значение модуля вектора между началом и концом пробега заряженной ионизирующей частицы в данном веществе	метр	m	м	—	мкм, мм, см; м
2212 Средний массовый пробег заряженной ионизирующей частицы	R_m	ML^{-2}	Произведение среднего линейного пробега R заряженной ионизирующей частицы в данном веществе на плотность этого вещества ρ $R_m = R\rho$	килограмм на квадратный метр	kg/m^2	кг/м^2	—	г/см^2
2213 Линейная плотность ионизации	i	L^{-1}	Отношение числа dn ионов одного знака, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути dl, к этому пути: $i = \frac{dn}{dl}$	метр в минус первой степени	m^{-1}	м$^{-1}$	—	см$^{-1}$, мкм$^{-1}$

Продолжение

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
2.2.14. Линейная тормозная способность вещества*	S	LMT^{2}	Отношение энергии dE, теряемой заряженной ионизирующей частицей при прохождении элементарного пути dl в веществе, к длине этого пути: $S=\frac{dE}{dl}$	джоуль на метр	J/m	Дж/м	—	кэВ/мкм
2.2.15. Массовая тормозная способность вещества*	S_m	L^4T^{-2}	Отношение линейной тормозной способности вещества S к плотности вещества ρ: $S_m=\frac{S}{\rho}=\frac{1}{\rho}\cdot\frac{dE}{dl}$	джоуль-метр в квадрате на килограмм	$J\cdot m^2/kg$	$Дж\cdot м^2/кг$	—	$кэВ\cdot см^2/г$; $МэВ\cdot см^2/г$
2.2.16. Атомная тормозная способность вещества	S_a	L^4MT^{-2}	Отношение линейной тормозной способности вещества S к концентрации C атомов этого вещества: $S_a=\frac{S}{C}=\frac{1}{C}\cdot\frac{dE}{dl}$	джоуль-квадратный метр	$J\cdot m^2$	$Дж\cdot м^2$	—	$эВ\cdot см^2$

Продолжение

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					Международное	Русское		
2.2.17. Линейная передача энергии (ЛПЭ)*	L_Δ	LMT^{-2}	Отношение энергии dE_Δ, переданной веществу заряженной частицей вследствие столкновений на элементарном пути dl, к длине этого пути: $L_\Delta = \frac{dE_\Delta}{dl}$	джоуль на метр	J/m	Дж/м	—	кэВ/мкм
2.2.18. Средняя энергия ионообразования*	W	L^2MT^{-2}	Отношение начальной кинетической энергии E заряженной ионизирующей частицы к среднему числу пар ионов N, образованных этой частицей до полной потери ее кинетической энергии в данном веществе: $W = \frac{E}{N}$	джоуль	J	Дж	—	эВ

Продолжение

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
2 2.19. Массовая поверхностная плотность	ρ_s	ML^{-2}	Отношение массы вещества dm элемента слоя с площадью поверхности dS к этой площади: $\rho_S = \frac{dm}{dS}$	*килограмм на квадратный метр*	kg/m^2	кг/м^2	Килограмм на квадратный метр равен массовой поверхностной плотности, при которой на 1 м^2 поверхности слоя равномерно распределена масса 1 кг	мг/см^2; г/см^2

Примечания:

1. Внесистемная единица барн, равная 100 фм² (см. пп. 2.2.1, 2.2.2), получила широкое распространение в отечественной и зарубежной практике. Вопрос о сроках изъятия единицы барн для сечения взаимодействия требует специального согласованного решения. В наименованиях физических величин в пп. 2.2.1 и 2.2.2 не используется слово «эффективное», поскольку наименование величины «эффективное сечение взаимодействия» часто употребляется в другом смысле.

2. Наряду с макроскопическим сечением взаимодействия Σ_i используется полное макроскопическое сечение взаимодействия Σ, определяемое через полное сечение взаимодействия σ (см. п. 2.2.2): $\Sigma=\sigma\cdot C$.

3. Определения единиц в пп. 2.2.7—2.2.10 предполагают взаимодействие с веществом узкого моноэнергетического пучка косвенно ионизирующего излучения.

Индекс «tr) в обозначении линейного коэффициента передачи энергии μ_{tr} (см. п. 2.2.7) образован начальными буквами слова «transfer» (передача). В соответствии с этим обозначается массовый коэффициент передачи энергии $\mu_{tr,\,m}$ (см. п. 2.2.8).

Индекс «en» в обозначении линейного коэффициента поглощения энергии (см. п. 2.2.9) образован начальными буквами слова «energy». В соответствии с этим обозначается массовый коэффициент поглощения энергии $\mu_{en,\,m}$ (см. п. 2.2.10).

4. Линейная и массовая тормозные способности вещества (см. пп. 2.2.14 и 2.2.15), иногда называемые полными, складываются из тормозных способностей, обусловленных столкновениями (collision) и тормозным излучением (radiative). В частности, $S=S_{col}+S_{rad}$.

5. В определении ЛПЭ (см. п. 2.2.17)) dE_Δ означает энергию, теряемую заряженной частицей в тех столкновениях с электронами, при которых потеря энергии меньше граничной Δ. Рекомендуется Δ выражать в электронвольтах. Например, L_{100} означает ЛПЭ при граничной энергии 100 эВ. $L_\infty=S_{col}$.

6. Из определения средней энергии ионообразования W (см. п. 2.2.18) следует, что ионы, образованные тормозным излучением или другим вторичным излучением, созданным заряженной частицей, входят в число учитываемых пар ионов.

В расчетах часто используется величина, являющаяся отношением W к электрическому заряду. Для этой величины рекомендуется единица Дж/Кл. В этом случае числовое значение W/e совпадает с числовым значением W, выраженным в электронвольтах.

2.3 Дозиметрические величины и единицы

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
2.3.1 Поглощенная доза ионизирующего излучения (доза излучения)*	D	L^2T^{-2}	Отношение средней энергии dw, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе dm вещества в этом объеме $D = \frac{dw}{dm}$	грей	Gy	Гр	Грей равен поглощенной дозе ионизирующего излучения, при которой веществу массой 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж	нГр, мкГр, мГр, Гр, кГр, МГр
2.3.2 Мощность поглощенной дозы ионизирующего излучения (мощность дозы излучения)*	D	L^2T^{-3}	Отношение приращения поглощенной дозы dD за интервал времени dt к этому интервалу времени $D = \frac{dD}{dt}$	грей в секунду	Gy/s	Гр/с	Грей в секунду равен мощности поглощенной дозы излучения, при которой за 1 с в веществе создается доза излучения 1 Гр	мГр/мин, Гр/мин, мГр/с, Гр/с, кГр/с
2.3.3 Керма*	K	L^2T^{-2}	Отношение суммы начальных кинетических энергий $dE_к$ всех заряженных ионизирующих частиц, образовавшихся под действием косвенно ионизирующего излучения	грей	Gy	Гр	Грей равен керме, при которой сумма начальных кинетических энергий всех заряженных ионизирующих частиц, образовавшихся под действием косвенно иони-	нГр, мкГр, мГр, Гр, кГр, МГр

* Здесь и далее * обозначены величины, прокомментированные в примечаниях

Продолжение

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
			в элементарном объеме вещества, к массе dm вещества в этом объеме $K = \frac{dE_к}{dm}$				зирующего излучения в веществе массой 1 кг, равна 1 Дж	
234 Мощность кермы*	K	L^2T^{-3}	Отношение приращения кермы dK за интервал времени dt к этому интервалу времени $K = \frac{dK}{dt}$	грей в секунду	Gy/s	Гр/с	Грей в секунду равен мощности кермы, при которой в веществе за 1 с создается керма 1 Гр	мГр/мин; Гр/мин, мГр/с, Гр/с, кГр/с
235 Экспозиционная доза фотонного излучения (экспозиционная доза)*	X	$M^{-1}TI$	Отношение суммарного заряда dQ всех ионов одного знака, созданных в воздухе, когда все электроны и позитроны, освобожденные фотонами в элементарном объеме воздуха с массой dm, полностью остановились в воздухе, к массе воздуха в указанном объеме $X = \frac{dQ}{dm}$	кулон на килограмм	C kg	Кл/кг	Кулон на килограмм равен экспозиционной дозе, при которой все электроны и позитроны, освобожденные фотонами в воздухе массой 1 кг, производят ионы, несущие электрический заряд 1 Кл каждого знака	—

Продолжение

Величина				Единица СИ				Предпочтительные единицы
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение: Международное	Обозначение: Русское	Определение	
2.3.6 Мощность экспозиционной дозы фотонного излучения (мощность экспозиционной дозы)*	$\dot{X}$	$M^{-1}I$	Отношение приращения экспозиционной дозы dX за интервал времени dt к этому интервалу времени $X=\frac{dX}{dt}$	ампер на килограмм	A/kg	А/кг	Ампер на килограмм равен мощности экспозиционной дозы фотонного излучения, при которой за 1 с создается экспозиционная доза 1 Кл/кг	—
2.3.7 Эквивалентная доза ионизирующего излучения (эквивалентная доза)*	H	L^2T^{-2}	Произведение поглощенной дозы D на средний коэффициент качества ионизирующего излучения k в данном элементе объема биологической ткани стандартного состава $H=D\cdot k$	зиверт	Sv	Зв	Зиверт равен эквивалентной дозе, при которой произведение поглощенной дозы в биологической ткани стандартного состава на средний коэффициент качества равно 1 Дж/кг	мкЗв; мЗв
2.3.8 Мощность эквивалентной дозы ионизирующего излучения (мощность эквивалентной дозы)*	$\dot{H}$		Отношение приращения эквивалентной дозы dH за интервал времени dt к этому интервалу времени: $\dot{H}=\frac{dH}{dt}$	зиверт в секунду	Sv/s	Зв/с	Зиверт в секунду равен мощности эквивалентной дозы, при которой за 1 с создается эквивалентная доза 1 Зв	мкЗв/ч

Примечания

1 Поглощенная доза излучения (см п 2 3 1) является основной физической величиной, определяющей степень радиационного воздействия

Области использования поглощенной дозы — лучевая терапия, радиационная технология радиобиологические и радиационно-материаловедческие исследования, радиационная безопасность (аварийное облучение)

При терапевтическом использовании ионизирующих излучении и аварийном облучении предпочтительной единицей поглощенной дозы должен быть грей вне зависимости от размера величины Эта же единица является предпочтительной при нанесении на шкалы клинических и аварийных дозиметров

При технологическом применении излучений, радиобиологических и радиационно материаловедческих исследованиях помимо единицы греи должны использоваться десятичные дольные и кратные ей единицы В этих случаях, согласно ГОСТ 8 417—81, десятичные дольные и кратные единицы выбирают таким образом, чтобы числовые значения поглощенной дозы находились в диапазоне от 0,1 до 1000

Под переданной энергией понимается выражение $w_{tr}=w_1-w_2+\Sigma Q$,

где w_1 — энергия всех заряженных и незаряженных частиц (без учета энергии покоя), которые входят в рассматриваемый объем,

w_2 — энергия всех заряженных и незаряженных частиц (без учета энергии покоя), которые выходят из рассматриваемого объема,

ΣQ — сумма всех изменений энергии (уменьшение со знаком плюс, увеличение со знаком минус), связанных с массой покоя частиц при любых ядерных превращениях, происходящих в рассматриваемом объеме

2 При ликвидации последствий аварий и планировании повышенного облучения время пребывания человека в условиях повышенного уровня ионизирующего излучения как правило, измеряется минутами Поэтому предпочтительной единицей для мощности поглощенной дозы (см п 2 3 2) в области радиационной безопасности (аварийное облучение) должен быть миллигрей в минуту (мГр/мин) вне зависимости от размера величины Эта единица является предпочтительной и для нанесения на шкалы измерителей мощности поглощенной дозы, используемых при контроле радиационной безопасности

Длительность сеансов облучения при терапевтических процедурах измеряется, как правило, в минутах Поэтому предпочтительной единицей для нанесения на шкалы терапевтических дозиметров должен быть грей в минуту (Гр/мин) вне зависимости от размера величины При технологическом применении излучений, радиобиологических и радиационно-материаловедческих исследованиях могут быть использованы производные единицы мощности поглощенной дозы образованные из десятичных дольных и кратных грею единиц и любых допущенных к применению единиц времени Конкретный выбор единицы мощности поглощенной дозы должен определяться удобством ее использования и подчиняться правилам образования единиц, изложенным в ГОСТ 8 417—81.

3 Керма (см п 2 3 3) включает в себя полную энергию вторичных заряженных частиц, в том числе и ту ее часть, которая расходуется затем на тормозное излучение Таким образом, керма может быть представлена в виде суммы двух членов

$$K=K_1+K_2=\bar{\mu}_{en,\ m}\bar{\Phi}_w+(\bar{\mu}_{tr,\ m}-\bar{\mu}_{en,\ m})\bar{\Phi}_w=\bar{\mu}_{tr,\ m}\bar{\Phi}_w,$$

где K_1 — часть кермы, обусловленная кинетической энергией заряженных частиц, затраченной на ионизацию и возбуждение при взаимодействии (столкновении) частиц первичного излучения с атомами среды, K_2 — часть кермы, обусловленная кинетической энергией заряженных частиц, затраченной на тормозное излучение, $\bar{\mu}_{en\ m}$, $\bar{\mu}_{tr\ m}$ и $\bar{\Phi}_w$ — усредненные значения по энергетическому спектру фотонного излучения в данной точке вещества массовых коэффициентов поглощения, передачи энергии и флюенса энергии излучения

Для фотонного излучения средних энергий и легкоатомных материалов значение в K_2 мало Так как для гамма-излучения кобальта-60 в воде K_2/K примерно равно 0,005

В условиях энергетического равновесия между первичным и вторичным излучениями (что определяется пробегом вторичных заряженных частиц)) значение кермы весьма близко к значению поглощенной дозы Для гамма излучения кобальта 60 в легкоатомных материалах керма в этих условиях всего лишь на 0,5 % больше значения поглощенной дозы Составляющая воздушной кермы K_1 для фотонного излучения является энергетическим эквивалентом экспозиционной дозы Применение кермы не ограничено сверху какой либо энергией фотонов При выборе десятичных дольных и кратных единиц кермы необходимо в зависимости от области использования этой величины руководствоваться рекомендациями, изложенными выше для поглощенной дозы

4 При выборе производных единиц мощности кермы (см п 2 3 4) необходимо в зависимости от области использования этой величины руководствоваться рекомендациями, изложенными выше для мощности поглощенной дозы

5 Внесистемная единица экспозиционной дозы (см п 2 3 5) рентген (Р) связана с единицей СИ этой величины следующими соотношениями 1 Р= =2,58 10^{-4} Кл/кг (точно), 1 Кл/кг=3,88 10^3 Р (приблизительно)

Существенное изменение размеров единиц и коэффициент связи между внесистемными единицами и единицами СИ могут быть причинами многочисленных ошибок

В процессе перехода на единицы СИ экспозиционная доза подлежит изъятию из употребления Мероприятия, которые необходимо провести в связи с этим, изложены в разд 3 настоящих методических указаний

6 Внесистемная единица мощности экспозиционной дозы (см п 2 3 6) рентген в секунду (Р/с) связана с единицей СИ этой величины следующими соотношениями 1 Р/с=$2{,}58 \cdot 10^{-4}$ А/кг (точно), 1 А/кг=3,88 10^3 Р/с (приблизительно)

В процессе перехода на единицы СИ величина мощности экспозиционной дозы подлежит изъятию из употребления Мероприятия, которые необходимо провести в связи с этим, изложены в разд 3 настоящих методических указаний

7 Эквивалентная доза ионизирующего излучения (см п 2 3 7) является основной величиной, определяющей уровень радиационной опасности при хроническом облучении человека в малых дозах Предпочтительной единицей эквивалентной дозы является миллизиверт (мЗв) Допускается использование единицы микрозиверт (мкЗв) Эквивалентная доза допускается к применению при ее значениях, не превышающих 250 мЗв при облучении всего тела человека в течение года

8 Средний коэффициент качества (см п 2 3 7) определяется по формуле

$$k = \frac{\int_0^\infty D(L)k(L)dL}{\int_0^\infty D(L)dL},$$

где $D(L)$ — распределение поглощенной дозы по линейной передаче энергии, $k(L)$ — регламентированная зависимость коэффициента качества от линейной передачи энергии согласно ГОСТ 8 496—83

9 В качестве биологической ткани стандартного состава (см п 2 3 7) следует принимать состав, рекомендованный МКРЕ O — 76,2%, C — 11,1%, H — 10,1%, N — 2,6%

10 Время пребывания человека в поле излучения при низких уровнях ионизирующего излучения измеряется, как правило, часами (6-часовой рабочий день, 36-часовая рабочая неделя) Поэтому предпочтительной единицей для мощности эквивалентной дозы (см п 2 3 8) должен быть микрозиверт в час (мкЗв/ч), вне зависимости от размера величины Эта единица является предпочтительной и для нанесения на шкалы приборов Нецелесообразно, чтобы максимальное значение мощности эквивалентной дозы, нанесенное на шкалы приборов, превышало 10000 мкЗв/ч, так как уже при такой мощности эквивалентной дозы за одну смену будет набрана доза, превышающая годовую предельно допустимую дозу 50 мЗв Приборы, регистрирующие высокие уровни ио-

низирующего излучения, должны быть измерителями мощности поглощенной дозы

Примеры:

1 Допустимая среднегодовая мощность эквивалентной дозы при облучении всего тела работающих равна 28 мкЗв/ч при 36-часовой рабочей неделе.

2 Естественный фон на территории СССР создает мощность эквивалентной дозы, находящуюся в пределах 0,05—0,2 мкЗв/ч

24 Радиационные величины и единицы, характеризующие источники ионизирующих излучений

Величина				Единица СИ				
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	Предпочтительные единицы
					Международное	Русское		
241 Активность радионуклида в источнике (образце) (активность радионуклида)*	A	T^{-1}	Отношение числа dN спонтанных переходов из определенного ядерно-энергетического состояния радионуклида, происходящих в источнике (образце) за интервал времени dt, к этому интервалу времени. $A = \frac{dN}{dt}$	беккерель	Bq	Бк	Беккерель равен активности нуклида в радиоактивном источнике, в котором за время 1 с происходит один спонтанный переход из определенного ядерно-энергетического состояния этого радионуклида	Бк; кБк; МБк, ГБк, ТБк, ПБк
242 Удельная активность источника*	A_m	$M^{-1}T^{-1}$	Отношение активности A радионуклида в источнике (образце) к массе m источника (образца) или к массе элемента, соединения $A_m = \frac{A}{m}$	беккерель на килограмм	Bq/kg	Бк/кг	Беккерель на килограмм равен удельной активности источника, при которой активность радионуклида в источнике (элементе, соединении) массой в 1 кг равна 1 Бк	Бк/г; кБк/г; МБк/г; ГБк/г, ТБк/г

* Здесь и далее * обозначены величины, прокомментированные в примечаниях.

Продолжение

Величина				Единица СИ				
					Обозначение			
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Международное	Русское	Определение	Предпочтительные единицы
243 Объемная активность источника*	A_v	$L^{-3}T^{-1}$	Отношение активности A радионуклида в источнике (образце) к его объему V: $A_v = \frac{A}{V}$	беккерель на кубический метр	Bq/m³	Бк/м³	Беккерель на кубический метр равен объемной активности источника, при которой активность радионуклида в источнике объемом 1 м³ равна 1 Бк	Бк/мл, кБк/мл, МБк/мл, ГБк/мл, Бк/л, кБк/л; МБк/л, Бк/м³
244 Молярная активность источника	A_{mol}	$T^{-1}N^{-1}$	Отношение активности A радионуклида в источнике (образце) к числу молей N вещества (соединения), содержащего данный радионуклид $A_{mol} = \frac{A}{N}$	беккерель на моль	Bq/mol	Бк/моль	Беккерель на моль равен молярной активности, при которой в источнике (соединении), содержащем 1 моль радиоактивного вещества (соединения), активность равна 1 Бк	МБк/моль, ГБк/моль, МБк/ммоль, ГБк/ммоль, ТБк/ммоль
245 Поверхностная активность источника	A_s	$L^{-2}T^{-1}$	Отношение активности A радионуклида в источнике (образце), распределенной на поверхности источника, к площади S этой поверхности $A_s = \frac{A}{S}$	беккерель на квадратный метр	Bq/m²	Бк/м²	Беккерель на квадратный метр равен поверхностной активности, при которой активность радионуклида (радионуклидов), распределенного на поверхности площадью 1 м², равна 1 Бк	Бк/см², кБк/см², МБк/км², ГБк/км²

Продолжение

Величина				Единица СИ				
					Обозначение			
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Международное	Русское	Определение	Предпочтительные единицы
2.4.6 Постоянная мощности воздушной кермы радионуклида (керма—постоянная)*	Γ_δ	L^4T^{-2}	Отношение мощности воздушной кермы K_δ, создаваемой фотонами с энергией больше заданного порогового значения δ от точечного изотропно-излучающего источника данного радионуклида, находящегося в вакууме, на расстоянии l от источника, умноженной на квадрат этого расстояния, к активности A источника: $\Gamma_\delta = \frac{K_\delta \cdot l^2}{A}$	грей—метр в квадрате в секунду—беккерель	Gy·m²/(s·Bq)	Гр м²/(с·Бк)	Грей—метр в квадрате на секунду—беккерель равен постоянной мощности воздушной кермы радионуклида, при которой мощность воздушной кермы, создаваемой фотонным излучением с энергией, большей δ, точечного изотропно-излучающего источника активностью 1 Бк в вакууме на расстоянии 1 м равна 1 Гр/с	аГр·м²/(с·Бк)
2.4.7 Керма—эквивалент источника*	K_e	L^4T^{-3}	Мощность воздушной кермы фотонного излучения с энергией фотонов больше заданного порогового значения δ точечного изотропно-излучающего ис-	грей—метр в квадрате в секунду	Gy m²/s	Гр·м²/с	Грей—метр в квадрате в секунду равен керма-эквиваленту источника, при котором точечный изотропно-излучающий источник фотонов с энергией фотонов, большей δ,	нГр·м²/с; мкГр м²/с; мГр·м²/с; Гр·м²/с

Продолжение

Величина				Единица СИ				
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	Предпочтительные единицы
					Международное	Русское		
			точника, находящегося в вакууме, на расстоянии l от источника, умноженная на квадрат этого расстояния: $K_e = \dot{K} l^2$				создает в вакууме на расстоянии 1 м мощность воздушной кермы 1 Гр/с	
2.4.8. Постоянная радиоактивного распада радионуклида	λ	T^{-1}	Отношение доли ядер dN/N радионуклида, распадающихся за интервал времени dt, к этому интервалу времени $\lambda = \frac{1}{N} \cdot \frac{dN}{dt}$	секунда в минус первой степени	s^{-1}	$с^{-1}$	Секунда в минус первой степени равна постоянной распада, при которой за 1 с число ядер радионуклида в результате радиоактивного распада уменьшается в e раз (e — основание натурального логарифма)	$с^{-1}$; $мин^{-1}$, $ч^{-1}$; $сут^{-1}$; $год^{-1}$
2.4.9. Период полураспада радионуклида	$T_{1/2}$	T	Время, в течение которого число ядер радионуклида в результате радиоактивного распада уменьшается в два раза	секунда	s	с	—	с, мин; ч; сут; год

Продолжение

Величина				Единица СИ				
					Обозначение			
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Международное	Русское	Определение	Предпочтительные единицы
2.4.10 Средняя продолжительность жизни радионуклида	τ	T	Время, в течение которого число ядер радионуклида в результате радиоактивного распада уменьшается в e раз (e — основание натурального логарифма)	секунда	s	с	—	с, мин, ч, сут, год

Примечания

1 Соотношение между внесистемной единицей кюри и единицей СИ — беккерель: 1 Ки=3,700·10^{10} Бк (точно) (см п 241)

2 Многие радиоактивные растворы, меченые соединения, в частности радиофармацевтические препараты (РФП), могут характеризоваться удельной активностью источника (см п 242) на единицу массы не всего образца, а конкретного соединения или радиоактивного элемента, входящего в РФП, в частности, активного биологического вещества, выполняющего диагностическую функцию в организме человека при его введении, при наличии в составе РФП и ряда других веществ, входящих в его лекарственную форму В качестве примера можно привести препарат для инъекций — раствор коллоидного золота-198 Здесь РФП (частицы металлического золота в желатиновой оболочке) характеризуются удельной активностью на единицу массы элемента (на 1 мг золота) Исходя из указанных соображений, определение удельной активности источника дается как отношение активности радионуклида в источнике (образце) к массе источника (образца) или к массе элемента, соединения

На практике удельная активность аттестуется в большинстве случаев на 1 г Это относится, в частности, к характеристике образцовых радиоактивных растворов (ОРР), технологических цепочек и т д Поэтому в качестве предпочтительных выбраны единица Бк/г и кратные ей единицы

3 Производная единица Бк/м^3 (см п 243) крайне неудобна для характеристики объемной активности радиоактивных жидкостей, выпускаемых промышленностью для применения в научных исследованиях, технике и медицине Например, объемная активность РФП находится в диапазоне 0,1—100 мКи/мл, что соответствует 3,7·10^{12}—3,7 10^{15} Бк/м^3 Включение таких значений в паспорта и другую документацию неудобно для использования и увеличивает возможность возникновения ошибок Для измерения объемов радиоактивных жидкостей применяются колбы, пипетки и другая посуда, калиброванная по объему (вместимости) в соответствии с ГОСТ 1740—74 и ГОСТ 20292—74 не в дольных единицах СИ (см^3), а во внесистемных единицах — литрах (миллилитрах) Поэтому в настоящее время и до тех пор, пока калибровка колб и другой мерной посуды не будет производиться в см^3, целесообразно объемную активность РФП относить к 1 мл и выражать соответственно в Бк/мл и кратных единицах

Допустимая концентрация радионуклидов в воде согласно нормам радиационной безопасности (НРБ—76) лежит в диапазоне 10^{-11}—10^5 Ки/л Поскольку суточное потребление воды человеком измеряется в литрах, целесообразно выражать допустимую концентрацию радионуклидов (объемную активность) в Бк/л, которая будет находиться в диапазоне 10^{-5}—10^1 Бк/л

Основная характеристика радиоактивных газов — объемная активность газа выражается в Бк/м^3 Допустимая концентрация радионуклида в воздухе лежит в диапазоне 10^{-17} — 10^{-8} Ки/л, т е 10^{-4}—10^5 Бк/м^3 Следует отметить, что реальные концентрации радионуклидов в воде и объемные активности газов, которые подлежат измерению, могут быть на 2—3 порядка меньше или больше указанных Радиоактивные аэрозоли также характеризуются объемной активностью — активностью дисперсной фазы в единице объема аэрозоля

Естественные радиоактивные аэрозоли характеризуются также скрытой энергией, равной суммарной энергии, выделяющейся в единице объема радиоактивных аэрозолей при полном распаде содержащихся в них радиоактивных атомов и дочерних продуктов Единицей СИ для скрытой энергии является Дж/м^3, предпочтительной внесистемной единицей МэВ/м^3 и соответствующие кратные или дольные единицы

4 Постоянная мощности воздушной кермы радионуклида (см п 246) вводится вместо широко использовавшейся ранее гамма-постоянной (постоянной мощности экспозиционной дозы), которая определялась во внесистемных единицах Р·см^2/(ч·мКи) Постоянная мощности воздушной кермы в $\frac{\text{аГр}\cdot\text{м}^2}{\text{с}\cdot\text{Бк}}$ практически численно равна постоянной мощности экспозиционной дозы данного ра-

дионуклида, выраженной в $\frac{Р \cdot см^2}{с \cdot Бк}$ и умноженной на 6,55 Ограничение со стороны низких энергий (δ) введено для того, чтобы можно было пренебречь поглощением гама-излучения в источнике и воздухе. Выражается в δ килоэлектрон-вольтах, например $Г_{30}$, $Г_{50}$ и т д.

5. Керма-эквивалент источника (см п. 2 4.7) вводится вместо широко использовавшегося на практике гамма-эквивалента с внесистемной единицей миллиграмм-эквивалент радия (мг-экв Ra). Керма-эквивалент источника, выраженный в нГр · м²/с численно в 2,0 (приближенно) больше гамма-эквивалента этого источника, выраженного в мг-экв·Ra.

Керма-эквивалент объемного источника равен сумме керма-эквивалентов составляющих его точечных источников.

6. При применении керма-эквивалента для технологического контроля допустимо пользоваться заданной фильтрацией в слое какого-либо материала, введя соответствующий индекс, например $K_{e,\,5Pb}$ или $K_{e,\,15Fe}$ и т. п., что соответствует слою свинца толщиной 5 мм, железа 15 мм и т. д.

7. Средняя продолжительность жизни радионуклида τ (см п. 2 4 10) связана с постоянной λ радиоактивного распада соотношением: $\tau = \frac{1}{\lambda}$

3. ПОРЯДОК ВНЕДРЕНИЯ ГОСТ 8.417—81 В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

3.1. РД 50-160—79 предусматривает постепенное внедрение единиц СИ, т. е. допускает определенный переходный период, продолжительность которого определяется программами мероприятий по внедрению единиц СИ, разработанными министерствами и ведомствами СССР.

3.2. Учитывая широкое использование в различных отраслях народного хозяйства таких единиц, как рентген, рад, бэр и кюри, устанавливается единый для всех министерств и ведомств СССР переходный период до 1 января 1990 г.

3.3. Во время переходного периода в НТД и различных публикациях следует указывать значения поглощенной дозы, эквивалентной дозы, кермы, активности и производных от них величин в единицах, приведенных в последних графах таблиц разд. 2 в качестве предпочтительных, помещая в скобках, в отдельных графах таблиц, в примечаниях или сносках, на параллельных шкалах графиков значения этих величин во внесистемных единицах.

3.4. В программах мероприятий следует предусмотреть, что с 1 января 1990 г. все приборы для измерений величин, указанных в п. 3.3, рекомендуется градуировать в единицах, приведенных в последних графах таблиц разд. 2 настоящих методических указаний.

3.5. Имея в виду постепенный отказ от практического использования экспозиционной дозы и ее мощности, во время переходного периода их значения указываются во внесистемных единицах (Р, Р/с или в соответствующих дольных и кратных единицах). Значения этих величин в единицах СИ (Кл/кг, А/кг или в соответствующих десятичных дольных и кратных единицах) приводить не следует. Отмеченное выше распространяется и на исполь-

зование гамма-постоянной (постоянной мощности экспозиционной дозы). Использование экспозиционной дозы и ее мощности после 1 января 1990 г. не рекомендуется.

3.6. С введением настоящих методических указаний должна быть прекращена разработка новых приборов для измерения экспозиционной дозы и ее мощности.

3.7. Считать целесообразной постепенную замену приборов для измерения экспозиционной дозы и ее мощности приборами для измерений поглощенной дозы, кермы, эквивалентной дозы и их мощности, увязав общие технические требования к этой аппаратуре с рекомендациями международных организаций.

РАДИАЦИОННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ОБОЗНАЧЕНИЯ

№ п/п	Наименование величины	Обозначение
2 1 1	Энергия ионизирующих частиц	E
2 1 2	Энергия ионизирующего излучения	w
2 1 3	Масса покоя частицы, атома, атомного ядра	m_a
2 1 4	Поток ионизирующих частиц	F
2 1 5	Флюенс ионизирующих частиц	Φ
2 1 6	Плотность потока ионизирующих частиц	φ
2 1 7	Энергетическая плотность потока ионизирующих частиц	$\varphi(E)$
2 1 8	Угловая плотность потока ионизирующих частиц	$\varphi(\Omega)$
2 1 9	Энергетическо угловая плотность потока ионизирующих частиц	$\varphi(E, \Omega)$
2 1 10	Поток энергии ионизирующего излучения	F_w
2 1 11	Флюенс энергии ионизирующего излучения	Φ_w
2 1 12	Плотность потока энергии ионизирующего излучения	φ_w
2 2 1	Сечение взаимодействия ионизирующих частиц	σ_i
2 2 2	Полное сечение взаимодействия ионизирующих частиц	σ
2 2 3	Макроскопическое сечение взаимодействия ионизирующих частиц	Σ_i
2 2 4	Линейный коэффициент ослабления	μ
2 2 5	Массовый коэффициент ослабления	μ_m
2 2 6	Атомный коэффициент ослабления	μ_a
2 2 7	Линейный коэффициент передачи энергии	μ_{tr}
2 2 8	Массовый коэффициент передачи энергии	$\mu_{tr\ m}$
2 2 9	Линейный коэффициент поглощения энергии	μ_{en}
2 2 10	Массовый коэффициент поглощения энергии	$\mu_{en\ m}$
2 2 11	Средний линейный пробег заряженной ионизирующей частицы	R
2 2 12	Средний массовый пробег заряженной ионизирующей частицы	R_m
2 2 13	Линейная плотность ионизации	ι
2 2 14	Линейная тормозная способность вещества	S
2 2 15	Массовая тормозная способность вещества	S_m
2 2 16	Атомная тормозная способность вещества	S_a
2 2 17	Линейная передача энергии (ЛПЭ)	L_Δ
2 2 18	Средняя энергия ионообразования	W
2 2 19	Массовая поверхностная плотность	ϱ_s
2 3 1	Поглощенная доза ионизирующего излучения	D
2 3 2	Мощность поглощенной дозы ионизирующего излучения	$\dot{D}$
2 3 3	Керма	K
2 3 4	Мощность кермы	$\dot{K}$
2 3 5	Экспозиционная доза фотонного излучения	X
2 3 6	Мощность экспозиционной дозы фотонного излучения	$\dot{X}$
2 3 7	Эквивалентная доза ионизирующего излучения	H
2 3 8	Мощность эквивалентной дозы ионизирующего излучения	$\dot{H}$
2 4 1	Активность радионуклида в источнике (образце)	A
2 4 2	Удельная активность источника	A_m
2 4 3	Объемная активность источника	A_v

Продолжение

№ п/п	Наименование величины	Обозначение
2 4 4	Молярная активность источника	A_{mol}
2 4 5	Поверхностная активность источника	A_s
2 4 6	Постоянная мощности воздушной камеры радионуклида	Γ
2 4 7	Керма—эквивалент источника	K_e
2 4 8	Постоянная радиоактивного распада радионуклида	λ
2 4 9	Период полураспада радионуклида	$T_{1/2}$
2 4 10	Средняя продолжительность жизни радионуклида	τ

gost.e-ecolog.ru