

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**

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 Э. 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 **Фоминных В. И.**, канд. биолог. наук **Фроловой А. В.**, **Хвостова А. Я.**, д-ра техн. наук **Ховановича 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

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

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 8417—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 8417—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 радиационные 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

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочтительные единицы	
	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Международное	Русское		
211 Энергия ионизирующих частиц*	E	L^2MT^{-2}	—	джоуль	J	Дж	—	эВ; кэВ; МэВ, ГэВ фДж, пДж, нДж, мкДж, мДж, Дж, кДж, МДж Атомная единица массы (а.е.м.) c^{-1} , $мин^{-1}$
212 Энергия ионизирующего излучения*	w	L^2MT^{-2}	Суммарная энергия ионизирующих частиц (без учета энергии покоя), испущенная, переданная или поглощенная	джоуль	J	Дж	—	
213 Масса покоя частицы, атома, атомного ядра*	m_a	M	—	килограмм	kg	кг	—	
214 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}	c^{-1}	Секунда в минус первой степени равна потоку ионизирующих частиц, при котором через данную поверхность за 1 с проходит одна частица	

* Здесь и далее * обозначены величины, прокомментированные в примечаниях

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочтительные единицы	
	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Международное	Русское		
2.15 Флюенс ионизирующих частиц (перенос ионизирующих частиц)	Ф	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}	m^{-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	$s^{-1} \cdot m^{-2}$	$s^{-1} \cdot m^{-2}$	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	$s^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, $\text{мин}^{-1} \times \text{см}^{-2}$

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
2.1.7 Энер- гетическая плотность потока иони- зирующих частиц*	$\varphi(E)$	$L^{-4}M^{-1}T$	Отношение плотно- сти потока ионизиру- ющих частиц φ , с энергией от E до $E+dE$ к энергетиче- скому 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 пер- вой степе- ни—метр в минус вто- рой степе- ни — джоуль в минус пер- вой степени	$s^{-1} \times$ $\times m^{-2} \times$ $\times J^{-1}$	$s^{-1} \times$ $\times m^{-2} \times$ $\times Дж^{-1}$	Секунда в минус первой степени—метр в минус второй сте- пени—джоуль в ми- нус первой степени равен энергетической плотности потока ио- низирующих частиц, при которой в сферу с площадью централь- ного сечения 1 м^2 за 1 с проникает одна частица с энергией, заклученной в энер- гетическом интервале 1 Дж	$s^{-1} \cdot \text{см}^{-2} \times$ $\times \text{эВ}^{-1}$; $s^{-1} \cdot \text{см}^{-2} \times$ $\times \text{кэВ}^{-1}$; $s^{-1} \cdot \text{см}^{-2} \times$ $\times \text{МэВ}^{-1}$
2.1.8 Угло- вая плот- ность потока ионизирую- щих частиц*	$\varphi(\Omega)$	L^2T^{-1}	Отношение плотно- сти потока ионизиру- ющих частиц $d\varphi$, рас- пространяющихся в пределах элементар- ного телесного угла $d\Omega$, ориентированно- го 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 пер- вой степе- ни — метр в минус вто- рой степе- ни — стера- диан в ми- нус первой степени	$s^{-1} \times$ $\times m^{-2} \times$ $\times \text{sr}^{-1}$	$s^{-1} \times$ $\times m^{-2} \times$ $\times \text{ср}^{-1}$	Секунда в минус первой степени—метр в минус второй сте- пени — стерадиан в минус первой степе- ни равен угловой плот- ности потока ионизи- рующих частиц, при которой поверхность площадью 1 м^2 пер- пендикулярную на- правлению движения частицы за 1 с пере-	$s^{-1} \cdot \text{см}^{-2} \times$ $\times \text{ср}^{-1}$

Величина				Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Международное	Русское		
				Определение				
219 Энергетическо-угловая плотность потока ионизирующих частиц*	$\varphi(E, \Omega)$	$L^{-4}M^{-1}T$	$\frac{d^2F}{dS \cdot d\Omega} = \frac{d^3N}{dS \cdot dt \cdot d\Omega}$ <p>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:</p> $\varphi(E, \Omega) = \frac{d^2\varphi}{dE \cdot d\Omega} = \frac{d^3F}{dS \cdot dE \cdot d\Omega} = \frac{d^3\Phi}{dt \cdot dE \cdot d\Omega} = \frac{d^4N}{dS \cdot dt \cdot dE \cdot d\Omega}$	секунда в минус первой степени—метр в минус второй степени—джоуль в минус первой степени—стерадиан в минус первой степени	$s^{-1} \cdot m^{-2} \times$ $\times J^{-1} \times$ $\times sr^{-1}$	$c^{-1} \times$ $\times m^{-2} \times$ $\times Дж^{-1} \times$ $\times ср^{-1}$	секает одна ионизирующая частица движущаяся в телесном угле 1 ср 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 м ² , 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	$c^{-1} \cdot см^{-2} \times$ $\times эВ^{-1} \cdot ср^{-1}$, $c^{-1} \cdot см^{-2} \times$ $\times кэВ^{-1} \cdot ср^{-1}$; $c^{-1} \cdot см^{-2} \times$ $\times МэВ^{-1} \cdot ср^{-1}$

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Международное	Русское		
2110 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
2111 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/m ²	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

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Международное	Русское		
2112 Плотность потока энергии ионизирующего излучения	Φ_w	МТ^{-3}	Отношение потока энергии ионизирующего излучения dF_w , проникающего в элементарную сферу, к площади центрального сечения dS этой сферы $\Phi_w = \frac{dF_w}{dS} =$ $= \frac{d\Phi_w}{dt} = \frac{d^2w}{dS \cdot dt}$	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 211) рекомендуется применять внесистемную единицу электронвольт и десятичные кратные ей единицы. В соответствии с ГОСТ 8417—81 единица электронвольт и десятичные кратные ей единицы допускаются к применению без ограничения срока наравне с единицами СИ $1 \text{ эВ} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ (приблизительно). Под ионизирующими частицами понимаются частицы корпускулярного излучения и фотоны.

2 Понятие энергии ионизирующего излучения (см п 212) 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 долинные 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 долинные и кратные единицы.

3 Атомная единица массы (см п 213) равна $1/12$ массы атома углерода ^{12}C $1 \text{ а.е.м.} = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ (приблизительно), что соответствует энергии $149,2442 \text{ пДж}$ или $931,50 \text{ МэВ}$.

4 Использование единицы минута в минус первой степени (см п 214) является предпочтительным для потока частиц, который характеризует степень загрязнения поверхностей радиоактивными веществами.

5 Дифференциальные величины, образованные из плотности потока частиц (см пп 217—219), 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 214, 215, 2110, 2111.

6 Единицы потока энергии, флюенса энергии и плотности потока энергии ионизирующего излучения (см пп 2110—2112) 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 долинные 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 211), характеризующий энергию отдельных ионизирующих частиц; 2) «энергия ионизирующего излучения», характеризующий энергию совокупности ионизирующих частиц (см п 212).

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

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочтительные единицы	
	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Международное	Русское		
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 мишеней в этом объеме и к этому флюенсу $\sigma_i = \frac{n_i}{\Phi \cdot N}$	квадратный метр	m^2	m^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	m^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

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			
					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}	M^{-1}	—	cm^{-1}
2.2.4 Линейный коэффициент ослабления	μ	L^{-1}	Отношение доли $\frac{dN}{N}$ косвенно ионизирующих частиц, испытывающих 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}	M^{-1}	Метр в минус первой степени равен линейному коэффициенту ослабления, при котором на пути l м плотность потока в параллельном пучке косвенно ионизирующих частиц уменьшается в e раз (e — основание натурального логарифма)	cm^{-1}

Величина				Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- начение	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Между- народное	Русское		
225 Мас- совый коэф- фициент ос- лабления	μ_m	L^2M^{-1}	Отношение линей- ного коэффициента ослабления μ к плот- ности вещества ρ , че- рез которую проходит косвенно ионизирую- щее излучение $\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = \frac{1}{\rho N} \cdot \frac{dN}{dl}$	квадрат- ный метр на килограмм	m^2/kg	m^2/kg	Квадратный метр на килограмм равен массовому коэффи- циенту ослабления, при котором на пути в 1 м в веществе с плотностью 1 kg/m^3 плотность потока в параллельном пучке косвенно ионизирую- щих частиц уменьша- ется в e раз (e — ос- нование натурального логарифма)	cm^2/g
226 Атом- ный коэффи- циент ослаб- ления	μ_a	L^2	Отношение линей- ного коэффициента ослабления μ к кон- центрации C атомов вещества, через кото- рое проходит косвен- но ионизирующее из- лучение. $\mu_a = \frac{\mu}{C} = \frac{1}{CN} \cdot \frac{dN}{dl}$	квадрат- ный метр	m^2	m^2	—	cm^2

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочтительные единицы	
	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Международное	Русское		
2.27 Линейный коэффициент передачи энергии*	μ_{tr}	L^{-1}	Отношение доли энергии $d\omega/\omega$ 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: $\mu_{tr} = \frac{1}{\omega} \cdot \frac{d\omega}{dl}$	метр в минус первой степени	m^{-1}	m^{-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)	cm^{-1}
2.28 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: $\mu_{tr, m} = \frac{\mu_{tr}}{\rho} = \frac{1}{\rho\omega} \cdot \frac{d\omega}{dl}$	квадратный метр на килограмм	m^2/kg	m^2/kg	Квадратный метр на килограмм равен массовому коэффициенту передачи энергии, при котором на пути в 1 м в веществе с плотностью 1 kg/m^3 плотность потока энергии косвенно ионизирующего излучения уменьшается в e раз (e — основание натурального логарифма)	cm^2/g

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Между- народное	Русское		
229 Ли- нейный ко- эффициент поглощения энергии*	μ_{en}	L^{-1}	Произведение ли- нейного коэффициента передачи энергии μ_{tr} на разность между единицей и долей g энергии вторичных заряженных частиц, переходящей в тор- мозное излучение в данном веществе: $\mu_{en} = \mu_{tr}(1-g)$	метр в ми- нус первой степени	m^{-1}	m^{-1}	—	cm^{-1}
2210 Мас- совый коэф- фициент по- глощения энергии*	$\mu_{en, m}$	L^2M^{-1}	Отношение линей- ного коэффициента поглощения энергии μ_{en} к плотности ве- щества ρ , через кото- рое проходит косвен- но ионизирующее из- лучение $\mu_{en, m} = \frac{\mu_{en}}{\rho} =$ $= \frac{\mu_{tr} \cdot (1-g)}{\rho} =$ $= \mu_{tr, m} = (1-g)$	квадрат- ный метр на килограмм	m^2/kg	m^2/kg	—	cm^2/g

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обоз- наче- ние	Размер ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
2 2 11 Сред- ний линей- ный пробег заряженной ионизирую- щей частицы	R	L	Среднее значение модуля вектора меж- ду началом и концом пробега заряженной ионизирующей части- цы в данном веще- стве	метр	m	m	—	МКМ, ММ, СМ; М
2 2 12 Средний массовый пробег заря- женной ионизирую- щей частицы	R_m	ML^{-2}	Произведение сред- него линейного проб- ега R заряженной ионизирующей части- цы в данном вещест- ве на плотность это- го вещества ρ $R_m = R\rho$	килограмм на квадрат ный метр	kg/m^2	$кг/м^2$	—	$г/см^2$
2 2 13 Ли- нейная плот- ность иони- зации	i	L^{-1}	Отношение числа dn ионов одного знака, образованных заря- женной ионизирую- щей частицей на эле- ментарном пути dl , к этому пути: $i = \frac{dn}{dl}$	метр в ми- нус первой степени	m^{-1}	$м^{-1}$	—	$см^{-1}$, $МКМ^{-1}$

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Между- народное	Русское		
2.2.14. Ли- нейная тор- мозная спо- собность ве- щества*	S	LMT ⁻²	Отношение энергии dE , теряемой заря- женной ионизирующей частицей при прохож- дении 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. Мас- совая тор- мозная спо- собность ве- щества*	S _m	L ⁴ T ⁻²	Отношение линей- ной тормозной спо- собности вещества S к плотности вещест- ва ρ: $S_m = \frac{S}{\rho} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dE}{dl}$	джоуль- метр в квад- рате на ки- лограмм	J·m ² /kg	Дж·м ² /кг	—	кэВ·см ² /г; МэВ·см ² /г
2.2.16. Атомная тормозная способность вещества	S _a	L ⁴ MT ⁻²	Отношение линей- ной тормозной спо- собности вещества S к концентрации C атомов этого веще- ства: $S_a = \frac{S}{C} = \frac{1}{C} \cdot \frac{dE}{dl}$	джоуль- квадратный метр	J·m ²	Дж·м ²	—	эВ·см ²

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
2.2.17. Ли- нейная пере- дача энергии (ЛПЭ)*	L_{Δ}	ЛМТ^{-2}	Отношение энергии dE_{Δ} , переданной ве- ществу заряженной частицей вследствие столкновений на эле- ментарном пути dl , к длине этого пути: $L_{\Delta} = \frac{dE_{\Delta}}{dl}$	джоуль на метр	J/m	Дж/м	—	кэВ/мкм
2.2.18. Сред- няя энергия ионообразо- вания*	W	$\text{Л}^2\text{МТ}^{-2}$	Отношение началь- ной кинетической энер- гии E заряженной ио- низирующей частицы к среднему числу пар ионов N , образова- нных этой частицей до полной потери ее ки- нетической энергии в данном веществе: $W = \frac{E}{N}$	джоуль	J	Дж	—	эВ

Величина				Единица СИ			Предпочти- тельные единицы		
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение				
					Между- народное	Русское			
22.19. Мас- совая по- верхностная плотность	ρ_s	ML^{-2}	Отношение массы вещества dm элемен- та слоя с площадью поверхности dS к этой площади: $\rho_s = \frac{dm}{dS}$	килограмм на квадрат- ный метр	kg/m^2	$кг/м^2$	$кг/м^2$	Килограмм на ква- дратный метр равен массовой поверхност- ной плотности, при которой на $1 м^2$ по- верхности слоя равно- мерно распределена масса $1 кг$	$мг/см^2$; $г/см^2$

Примечания:

1. Внесистемная единица барн, равная 100 фм^2 (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 , 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

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочтительные единицы	
	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Международное	Русское		
231 Поглощенная доза ионизирующего излучения (доза за излучения)*	D	L ² T ⁻²	Отношение средней энергии dW , переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе dm вещества в этом объеме	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
232 Мощность поглощенной дозы ионизирующего излучения (мощность дозы излучения)*	D	L ² T ⁻³	Отношение приращения поглощенной дозы dD за интервал времени dt к этому интервалу времени	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
233 Керма*	K	L ² T ⁻²	Отношение суммы начальных кинетических энергий dE_k 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

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочтительные единицы	
	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Международное	Русское		
234 Мощность кермы*	K	L ² T ⁻³	<p>в элементарном объеме вещества, к массе dm вещества в этом объеме</p> $K = \frac{dE_k}{dm}$ <p>Отношение приращения кермы dK за интервал времени dt к этому интервалу времени</p> $K = \frac{dK}{dt}$	грей в секунду	Gy/s	Гр/с	<p>зирующего излучения в веществе массой 1 кг, равна 1 Дж</p> <p>Грей в секунду равен мощности кермы, при которой в веществе за 1 с создается керма 1 Гр</p>	мГр/мин; Гр/м ² ч, мГр/с, Гр/с, кГр/с
235 Экспозиционная доза фотонного излучения (экспозиционная доза)*	X	M ⁻¹ TI	<p>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</p> $X = \frac{dQ}{dm}$	кулон на килограмм	C/kg	Кл/кг	<p>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</p>	—

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Между народное	Русское		
236 Мощ- ность экспо- зиционной дозы фотон- ного излуче- ния (мощ- ность экспо- зиционной дозы)*	\dot{X}	M ⁻¹ I	Отношение прира- щения экспозицион- ной дозы dX за ин- тервал времени dt к этому интервалу вре- мени $X = \frac{dX}{dt}$	ампер на килограмм	A/kg	A/kg	Ампер на кило- грамм равен мощно- сти экспозиционной дозы фотонного излу- чения, при которой за 1 с создается экспози- ционная доза 1 Кл/кг	—
237 Экви- валентная доза ионизи- рующего из- лучения (эк- вивалентная доза)*	H	L ² T ⁻²	Произведение пог- лощенной дозы D на средний коэффициент качества ионизирую- щего излучения k в данном элементе объ- ема биологической ткани стандартного состава $H = D \cdot k$	зиверт	Sv	Зв	Зиверт равен экви- валентной дозе, при которой произведение поглощенной дозы в биологической ткани стандартного состава на средний коэффи- циент качества равно 1 Дж/кг	мкЗв; мЗв
238 Мощ- ность экви- валентной дозы иони- зирующего излучения (мощность эквивалент- ной дозы)*	\dot{H}		Отношение прира- щения 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 эк- вивалентной дозы, при которой за 1 с соз- дается эквивалентная доза 1 Зв	мкЗв/ч

Примечания

1 Поглощенная доза излучения (см п 231) 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 излучений 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 долинные и кратные ей единицы В этих случаях, согласно ГОСТ 8417—81, десятичные долинные и кратные единицы выбирают таким образом, чтобы числовые значения поглощенной дозы находились в диапазоне от 0,1 до 1000

Под передаточной 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 232) 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 долинных 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 8417—81.

3 Керма (см п 233) 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)) значе- ние кермы ксма 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 экспозицион- ной дозы Применение кермы не ограничено сверху какой либо энергией фото- нов При выборе десятичных дольных и кратных единиц кермы необходимо в зависимости от области использования этой величины руководствоваться ре- комендациями, изложенными выше для поглощенной дозы

4 При выборе производных единиц мощности кермы (см п 234) необхо- димо в зависимости от области использования этой величины руководствоваться рекомендациями, изложенными выше для мощности поглощенной дозы

5 Внесистемная единица экспозиционной дозы (см п 235) рентген (Р) связана с единицей СИ этой величины следующими соотношениями $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ (точно), $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р}$ (приблизительно)

Существенное изменение размеров единиц и коэффициент связи между вне- системными единицами и единицами СИ могут быть причинами многочисленных ошибок

В процессе перехода на единицы СИ экспозиционная доза подлежит изъя- тию 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 236) рентген в секунду (Р/с) связана с единицей СИ этой величины следующими соотношениями $1 \text{ Р/с} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ А/кг}$ (точно), $1 \text{ А/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р/с}$ (прибли- зительно)

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 237) является основной величиной, определяющей уровень радиационной опасности при хро- ническом облучении человека в малых дозах Предпочтительной единицей экви- валентной дозы является миллизиверт (мЗв) Допускается использование еди- ницы 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 237) 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 8496—83

9 В качестве биологической ткани стандартного состава (см п 237) сле- дует 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 ио- низирующего излучения измеряется, как правило, часами (6-часовой рабочий день, 36-часовая рабочая неделя) Поэтому предпочтительной единицей для мощности эквивалентной дозы (см п 238) должен быть микрозиверт в час (мкЗв/ч), вне зависимости от размера величины Эта единица является пред- почтительной 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 эквива- лентной дозы за одну смену будет набрана доза, превышающая годовую пре- дельно 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

2.4 Радиационные величины и единицы, характеризующие источники ионизирующих излучений

Величина				Единица СИ			Предпочтительные единицы	
Наименование	Обозначение	Размерность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Международное	Русское		
2.4.1 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
2.4.2 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 (элемент, соединение) 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.

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Между- народное	Русское		
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/m^3	Bk/m^3	Беккерель на кубический метр равен объемной активности источника, при которой активность радионуклида в источнике объемом 1 м^3 равна 1 Бк	$Bk/мл,$ $кБк/мл,$ $МБк/мл,$ $ГБк/мл,$ $Бк/л,$ $кБк/л;$ $МБк/л,$ $Бк/м^3$
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	$Bk/моль$	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/m^2	$Bk/м^2$	Беккерель на квадратный метр равен поверхностной активности, при которой активность радионуклида (радионуклидов), распределенного на поверхности площадью 1 м^2 , равна 1 Бк	$Bk/см^2,$ $кБк/см^2,$ $МБк/км^2,$ $ГБк/км^2$

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Между- народное	Русское		
2.46 По- стоянная мощности воздушной кермы ра- дионуклида (керма—по- стоянная)*	Γ_{δ}	L^4T^{-2}	Отношение мощ- ности воздушной кермы K_{δ} , создавае- мой фотонами с энергией больше за- данного порогового значения δ от точеч- ного изотропно-из- лучающего источника данного радионукли- да, находящегося в вакууме, на расстоя- нии l от источника, умноженной на квад- рат этого расстояния, к активности A ис- точника: $\Gamma_{\delta} = \frac{K_{\delta} \cdot l^2}{A}$	грей—метр в квадрате в секунду— беккерель	$Gy \cdot m^2 /$ $(s \cdot Bq)$	$Gr \cdot m^2 /$ $(s \cdot Bk)$	Грей—метр в квад- рате на секунду— беккерель равен по- стоянной мощности воздушной кермы радионуклида, при которой мощность воз- душной кермы, созда- ваемой фотонным из- лучением с энергией, большей δ , точечного изотропно-излучаю- щего источника ак- тивностью 1 Бк в ва- кууме на расстоянии 1 м равна 1 Гр/с	$aGr \cdot m^2 /$ $(s \cdot Bk)$
2.47 Кер- ма—экви- валент ис- точника*	K_e	L^4T^{-3}	Мощность воздуш- ной кермы фотон- ного излучения с энергией фотонов больше заданного порогового значения δ точечного изотроп- но-излучающего ис-	грей—метр в квадрате в секунду	$Gy \cdot m^2 / s$	$Gr \cdot m^2 / c$	Грей—метр в квад- рате в секунду ра- вен керма-эквива- ленту источника, при котором точеч- ный изотропно-излу- чающий источник фотонов с энергией фотонов, большей δ ,	$nGr \cdot m^2 / c;$ $mkGr \cdot m^2 / c;$ $mGr \cdot m^2 / c;$ $Gr \cdot m^2 / c$

Наименование	В е л и ч и н а			Е д и н и ц а С И			Предпочти- тельные единицы	
	Обоз- наче- ние	Размер ность	Определение	Наименование	Обозначение			
					Между- народное	Русское		
				Определение				
2.4.8. По- стоянная радиоактив- ного распа- да радио- нуклида	λ	T^{-1}	<p>точника, находящегося в вакууме, на расстоянии l от источника, умноженная на квадрат этого расстояния:</p> $K_e = K l^2$ <p>Отношение доли ядер dN/N радионуклида, распадающихся за интервал времени dt, к этому интервалу времени</p> $\lambda = \frac{1}{N} \cdot \frac{dN}{dt}$	секунда в минус первой степени	s^{-1}	s^{-1}	<p>создает в вакууме на расстоянии 1 м мощность воздушной кермы 1 Гр/с</p> <p>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)</p>	s^{-1} ; мин $^{-1}$; $ч^{-1}$; сут $^{-1}$; год $^{-1}$
2.4.9. Пе- риод полу- распада радионук- лида	$T_{1/2}$	T	<p>Время, в течение которого число ядер радионуклида в результате радиоактивного распада уменьшается в два раза</p>	секунда	s	c	—	c, мин; ч; сут; год

Наименование	Величина			Единица СИ			Предпочти- тельные единицы
	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		
					Между- народное	Русское	
2410 Средняя продолжи- тельность жизни ра- дионуклида	τ	T	Время, в течение которого число ядер радионуклида в ре- зультате радиоактив- ного распада умень- шается в e раз (e — основание на- турального логарифма)	секунда	s	с	— с, мин, ч, сут, год

Примечания

1 Соотношение между внесистемной единицей кюри и единицей СИ — беккерель: $1 \text{ Ки} = 3,700 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ (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/м³ (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 $3,7 \cdot 10^{12}$ — $3,7 \cdot 10^{15}$ Бк/м³. 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 (см³), 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 см³, 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/м³. Допустимая концентрация радионуклида в воздухе лежит в диапазоне 10^{-17} — 10^{-8} Ки/л, т. е. 10^{-4} — 10^5 Бк/м³. 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/м³, предпочтительной внесистемной единицей МэВ/м³ 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 $\text{Р} \cdot \text{см}^2 / (\text{ч} \cdot \text{мКи})$. 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 $\frac{P \cdot \text{см}^2}{\text{с} \cdot \text{Бк}}$ 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 Γ_{30} , Γ_{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 $\text{иГр} \cdot \text{м}^2/\text{с}$ численно в 2,0 (приблизительно) 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 $K_{e, 5\text{Pb}}$ или $K_{e, 15\text{Fe}}$ 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 (P, P/c 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	\dot{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	i
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	Q_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

№ 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_0
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