

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. биол. 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. биол. 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

© 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 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

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					Между народное	Русское		
211 Энер- гия ионизи- рующих ча- стиц*	E	L^2MT^{-2}	—	джоуль	J	Дж	—	эВ; кэВ; МэВ, ГэВ
212 Энер- гия ионизи- рующего из- лучения*	ω	L^2MT^{-2}	Суммарная энергия ионизирующих частиц (без учета энергии покоя), испущенная, переданная или пог- лощенная	цжоуль	J	Дж	—	фДж, пДж, нДж, мкДж, мДж, Дж, кДж, МДж
213 Мас- са покоя ча- стицы, ато- ма, атомного ядра*	m_a	M	—	килограмм	kg	кг	—	Атом ная еди ница массы (а е м)
214 По- ток ионизи- рующих час- тиц*	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 пер- вой степени	s^{-1}	c^{-1}	Секунда в минус первой степени равна потоку ионизирующих частиц, при котором через данную поверх- ность за 1 с проходит одна частица	$c^{-1},$ $мин^{-1}$

Величина				Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между народное	Русское		
2.15 Флю- енс ионизи- рующих час- тиц (перенос ионизирую- щих частиц)	Ф	L^{-2}	Отношение числа ионизирующих частиц dN , проникающих в элементарную сферу, к площади централь- ного сечения dS этой сферы $\Phi = \frac{dN}{dS}$	метр в ми- нус второй степени	m^{-2}	m^{-2}	Метр в минус вто- рой степени равен флюенсу ионизирую- щих частиц, при кото- ром в сферу с пло- щадью центрального сечения 1 м^2 прони- кает одна частица	$см^2$
2.16 Плот- ность пото- ка ионизиру- ющих частиц	φ	$L^{-2}T^{-1}$	Отношение потока ионизирующих час- тиц dF , проникающих в элементарную сфе- ру, к площади цент- рального сечения ds этой сферы $\varphi = \frac{dF}{dS} = \frac{d\Phi}{dt} =$ $= \frac{d^2N}{dS \cdot dt}$	секунда в минус пер- вой степе- ни — метр в минус вто- рой степени	$s^{-1} \cdot m^{-2}$	$s^{-1} \cdot m^{-2}$	Секунда в минус первой степени — метр в минус второй сте- пени равен плотности потока ионизирующих частиц, при котором в сферу с площадью центрального сечения 1 м^2 за 1 с проникает одна частица	$s^{-1} \cdot см^{-2},$ $мин^{-1} \times$ $\times см^{-2}$

Величина				Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
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	$s^{-1} \times$ $\times m^{-2} \times$ $\times J^{-1}$	$s^{-1} \times$ $\times M^{-2} \times$ $\times Дж^{-1}$	Секунда в минус первой степени—метр в минус второй степени—джоуль в минус первой степени равен энергетической плотности потока ионизирующих частиц, при которой в сферу с площадью центрального сечения 1 м^2 за 1 с проникает одна частица с энергией, заключенной в энергетическом 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 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	$s^{-1} \times$ $\times m^{-2} \times$ $\times \text{sr}^{-1}$	$s^{-1} \times$ $\times M^{-2} \times$ $\times \text{ср}^{-1}$	Секунда в минус первой степени—метр в минус второй степени — стерадиан в минус первой степени равен угловой плотности потока ионизирующих частиц, при которой поверхность площадью 1 м^2 перпендикулярную направлению движения частицы за 1 с пере-	$s^{-1} \cdot \text{см}^{-2} \times$ $\times \text{ср}^{-1}$

Величина				Единица СИ				Предпочти- тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					Между- народное	Русское		
219 Энергетическо-угловая плотность потока ионизирующих частиц*	$\varphi(E, \Omega)$	$L^{-4}M^{-1}T$	$= \frac{d^2F}{dS \cdot d\Omega} = \frac{d^3N}{dS \cdot dt \cdot d\Omega}$ 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	$s^{-1} \cdot m^{-2} \times$ $\times J^{-1} \times$ $\times sr^{-1}$	$s^{-1} \times$ $\times m^{-2} \times$ $\times Дж^{-1} \times$ $\times sr^{-1}$	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	$s^{-1} \cdot cm^{-2} \times$ $\times эВ^{-1} \cdot sr^{-1},$ $s^{-1} \cdot cm^{-2} \times$ $\times кэВ^{-1} \cdot sr^{-1};$ $s^{-1} \cdot cm^{-2} \times$ $\times МэВ^{-1} \cdot sr^{-1}$

Величина				Единица СИ			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
2110 Поток энергии ионизирующего излучения*	F_w	L^2MT^{-3}	Отношение энергии ионизирующего излучения $d\omega$, проходящего через данную поверхность за интервал времени, dt , к этому интервалу $F_w = \frac{d\omega}{dt}$	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 $d\omega$, проникающего в элементарную сферу, к площади центрального сечения dS этой сферы $\Phi_w = \frac{d\omega}{dS}$	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

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					Между- народное	Русское		
2 1 12 Плот- ность потока энергии ионизирую- щего излу- чения	Φ_w	МТ-3	Отношение потока энергии ионизирующе го излучения dF_w , проникающего в эле- ментарную сферу, к площади централь- ного 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 квадрат- ный метр равен плот ности потока энергии ионизирующего излу чения, 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 $1 \text{ эВ} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ (приблизительно). Под ионизирующими частицами понимаются частицы корпускулярного излучения и фотоны.

2 Понятие энергии ионизирующего излучения (см п 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}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 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			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
2.2.1 Сече- ние взаимо- действия ионизирую- щих частиц (сечение вза- имодейст- вия)*	σ_i	L^2	Отношение числа n_i определенного (i -го) типа взаимодействий ионизирующих частиц и частиц мишеней в элементарном объеме, при флюенсе Φ ио- низирующих частиц, к числу N частиц ми- шеней в этом объеме и к этому флюенсу $\sigma_i = \frac{n_i}{\Phi \cdot N}$	квадрат- ный метр	m^2	m^2	Квадратный метр равен сечению взаи- модействия ионизиру- ющих частиц, при ко- тором в веществе, со- державшем одну час- тицу-мишень в 1 м^3 , флюенс падающих частиц 1 м^{-2} приво- дит в среднем к од- ному акту взаимодей- ствия определенного типа в 1 м^3	фм^2
2.2.2 Пол- ное сечение взаимодейст- вия ионизи- рующих час- тиц (полное сечение вза- имодейст- вия)*	σ	L^2	Сумма всех сечений взаимодействия σ_i ионизирующих частиц данного вида, соот- ветствующих различ- ным реакциям или процессам $\sigma = \sum_i \sigma_i$	квадрат- ный метр	m^2	m^2	Квадратный метр равен полному сече- нию взаимодействия ионизирующих частиц, при котором в веще- стве, содержащем од- ну частицу мишень в 1 м^3 , флюенс падаю- щих частиц 1 м^{-2} при- водит в среднем к од- ному акту взаимодей- ствия в 1 м^3	фм^2

* Здесь и далее * обозначены величины, прокомментированные в примечаниях

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти- тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					Между- народное	Русское		
2.2.3 Мак- роскопичес- кое сечение взаимодей- ствия иони- зирующих частиц (мак- роскопичес- кое сечение взаимодейст- вия)*	Σ_i	L^{-1}	Произведение сече- ния взаимодействия σ_i на концентрацию C частиц-мишеней в ве- ществе: $\Sigma_i = \sigma_i C$	метр в ми- нус первой степени	m^{-1}	m^{-1}	—	cm^{-1}
2.2.4 Ли- нейный ко- эффициент ослабления	μ	L^{-1}	Отношение доли $\frac{dN}{N}$ косвенно ионизирую- щих частиц, испытав- ших взаимодействие при прохождении эле- ментарного пути dl в веществе, к длине этого пути: $\mu = \frac{1}{N} \cdot \frac{dN}{dl}$	метр в ми- нус первой степени	m^{-1}	m^{-1}	Метр в минус пер- вой степени равен ли- нейному коэффициен- ту ослабления, при котором на пути 1 м плотность потока в параллельном пучке косвенно ионизирую- щих частиц уменьша- ется в e раз (e — ос- нование натурального логарифма)	cm^{-1}

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти- тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					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 мстр на килограмм равен массовому коэффи- циенту ослабления, при котором на пути в 1 м в веществе с плотностью 1 кг/м 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

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти- тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					Между- народное	Русское		
227 Ли- нейный ко- эффициент передачи энергии*	μ_{tr}	L^{-1}	Отношение доли энергии $d\omega/\omega$ косвен- но ионизирующего из- лучения (исключая энергию покоя час- тиц), которая преоб- разуется в кинетиче- скую энергию заря- женных частиц при прохождении элемен- тарного пути dl в ве- ществе, к длине этого пути: $\mu_{tr} = \frac{1}{\omega} \cdot \frac{d\omega}{dl}$	метр в ми- нус первой степени	m^{-1}	m^{-1}	Метр в минус пер- вой степени равен ли- нейному коэффициен- ту передачи энергии, при котором в веще- стве на пути 1 м плотность потока энер- гии косвенно ионизи- рующего излучения уменьшается в e раз (e — основание нату- рального логарифма)	cm^{-1}
228 Мас- совый коэф- фициент пе- редачи энер- гии*	$\mu_{tr, m}$	L^2M^{-1}	Отношение линей- ного коэффициента передачи энергии μ_{tr} к плотности вещества ρ , через которое про- ходит косвенно иони- зирующее излучение: $\mu_{tr, m} = \frac{\mu_{tr}}{\rho} = \frac{1}{\rho\omega} \cdot \frac{d\omega}{dl}$	квадрат- ный метр на килограмм	m^2/kg	m^2/kg	Квадратный метр на килограмм равен массовому коэффи- циенту передачи энер- гии, при котором на пути в 1 м в веще- стве с плотностью 1 kg/m^3 плотность по- тока энергии косвенно ионизирующего излу- чения уменьшается в e раз (e — основание натурального логар- ифма)	cm^2/g

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти- тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					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*	$\mu_{en, m}$	$L^2 M^{-1}$	Отношение линей- ного коэффициента поглощения энергии μ_{en} к плотности ве- щества ρ , через кото- рое проходит косвен- но ионизирующее из- лучение $\mu_{en, m} = \frac{\mu_{en}}{\rho} =$ $= \frac{\mu_{tr} \cdot (1 - g)}{\rho} =$ $= \mu_{tr, m} = (1 - g)$	квadrat- ный метр на килограмм	m^2/kg	m^2/kg	—	cm^2/g

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти- тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					Между- народное	Русское		
2 2 1 1 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	м	—	мкм, мм, см; м
2 2 1 2 Средний массовый пробег заря- женной ионизирую- щей частицы	R_m	ML^{-2}	Произведение сред- него линейного про- бега 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 1 3 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

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					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^4T^{-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	$J \cdot m^2/kg$	Дж · м ² /кг	—	кэВ · см ² /г; МэВ · см ² /г
2.2.16. Атомная тормозная способность вещества	S_a	L^4MT^{-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	$J \cdot m^2$	Дж · м ²	—	эВ · см ²

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
2.2.17. Ли- нейная пере- дача энергии (ЛПЭ)*	L_{Δ}	LMT^{-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	L^2MT^{-2}	Отношение началь- ной кинетической энер- гии E заряженной ио- низирующей частицы к среднему числу пар ионов N , образован- ных этой частицей до полной потери ее ки- нетической энергии в данном веществе: $W = \frac{E}{N}$	джоуль	J	Дж	—	эВ

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти- тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					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	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

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между народное	Русское		
231 По- глощенная доза ионизи- рующего излу- чения (до- за излуче- ния)*	D	L ² T ⁻²	Отношение средней энергии <i>d</i> w, передан- ной ионизирующим излучением веществу в элементарном объе- ме, к массе <i>dm</i> веще- ства в этом объеме. $D = \frac{dw}{dm}$	грей	Gy	Гр	Грей равен погло- щенной дозе ионизи- рующего излучения, при которой веществу массой 1 кг передает- ся энергия ионизиру- ющего излучения 1 Дж	нГр, мкГр, мГр, Гр, кГр, МГр
232 Мощ- ность погло- щенной дозы ионизирую- щего излуче- ния (мощ- ность дозы излучения)*	D	L ² T ⁻³	Отношение прира- щения поглощенной дозы <i>d</i> D за интервал времени <i>dt</i> к этому интервалу времени $D = \frac{dD}{dt}$	грей в се- кунду	Gy/s	Гр/с	Грей в секунду ра- вен мощности погло- щенной дозы излуче- ния, при которой за 1 с в веществе соз- дается доза излуче- ния 1 Гр	мГр/мин, Гр/мин, мГр/с, Гр/с, кГр/с
233 Кер- ма*	K	L ² T ⁻²	Отношение суммы начальных кинетичес- ких энергий <i>dE_k</i> всех заряженных ионизи- рующих частиц, обра- зовавшихся под дей- ствием косвенно иони- зирующего излучения	грей	Gy	Гр	Грей равен керме, при которой сумма начальных кинетиче- ских энергий всех за- ряженных ионизиру- ющих частиц, образо- вавшихся под дейст- вием косвенно иони-	нГр, мкГр, мГр, Гр, кГр, МГр

* Здесь и далее * обозначены величины, прокомментированные в примечаниях

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
234 Мощ- ность кер- мы*	K	L ² T ⁻³	в элементарном объе- ме вещества, к массе dm вещества в этом объеме $K = \frac{dE_k}{dm}$ Отношение прира- щения кермы dK за интервал времени dt к этому интервалу времени $K = \frac{dK}{dt}$	грей в се- кунду	Gy/s	Гр/с	зирующего излучения в веществе массой 1 кг, равна 1 Дж Грей в секунду ра- вен мощности кермы, при которой в веще- стве за 1 с создается керма 1 Гр	мГр/мин; Гр/м ² ч, мГр/с, Гр/с, кГр/с
235 Экс- позиционная доза фотон- ного излуче- ния (экспо- зиционная доза)*	X	M ⁻¹ TI	Отношение суммар- ного заряда dQ всех ионов одного знака, созданных в воздухе, когда все электроны и позитроны, осво- божденные фотонами в элементарном объе- ме воздуха с массой dm, полностью оста- новились в воздухе, к массе воздуха в указанном объеме $X = \frac{dQ}{dm}$	кулон на килограмм	C/kg	Кл/кг	Кулон на кило- грамм равен экспози- ционной дозе, при ко- торой все электроны и позитроны, осво- божденные фотонами в воздухе массой 1 кг, производят ионы, несущие элек- трический заряд 1 Кл каждого знака	—

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти- тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					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/l g	A/кг	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 излу- чения (эк- вивалентная доза)*	H	L^2T^{-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 дольные и кратные ей единицы В этих случаях, согласно ГОСТ 8417—81, десятичные дольные 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 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 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)) 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: $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ (точно), $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р}$ (приблизительно).

Существенное изменение размеров единиц и коэффициент связи между 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: $1 \text{ Р/с} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ А/кг}$ (точно), $1 \text{ А/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р/с}$ (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: О — 76,2%, С — 11,1%, Н — 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

2.4 Радиационные величины и единицы, характеризующие источники ионизирующих излучений

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
2 4 1 Ак- тивность радионук- лида в ис- точнике (образце) (активность радионук- лида)*	A	T ⁻¹	Отношение числа dN спонтанных пере- ходов из определен- ного ядерно-энерге- тического состояния радионуклида, про- исходящих в источ- нике (образце) за интервал времени dt, к этому интервалу времени. $A = \frac{dN}{dt}$	беккерель	Bq	Бк	Беккерель равен активности нуклида в радиоактивном источнике, в кото- ром за время 1 с происходит один спонтанный переход из определенного ядерно-энергетичес- кого состояния это- го радионуклида	Бк; кБк; МкБк, ГБк, ТБк, ПБк
2 4 2 Удельная активность источника*	A _т	M ⁻¹ T ⁻¹	Отношение актив- ности A радионук- лида в источнике (образце) к массе m источника (образца) или к массе элемен- та, соединения $A_m = \frac{A}{m}$	беккерель на кило- грамм	Bq/kg	Бк/кг	Беккерель на кило- грамм равен удель- ной активности ис- точника, при кото- рой активность радионуклида в ис- точнике (элемент, 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.

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти- тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					Между- народное	Русское		
243 Объемная актив- ность ис- точника*	A_v	$L^{-3}T^{-1}$	Отношение актив- ности A радионукли- да в источнике (об- разце) к его объе- му V : $A_v = \frac{A}{V}$	беккерель на кубичес- кий метр	Bq/m^3	Бк/ m^3	Беккерель на куби- ческий метр равен объемной активности источника, при кото- рой активность радионуклида в ис- точнике объемом 1 м^3 равна 1 Бк	Бк/мл, кБк/мл, МБк/мл, ГБк/мл, Бк/л, кБк/л; МБк/л, Бк/ m^3
244 Мо- лярная ак- тивность источника	A_{mol}	$T^{-1}N^{-1}$	Отношение актив- ности A радионук- лида в источнике (образце) к числу молей N вещества (соединения), со- держащего данный радионуклид $A_{mol} = \frac{A}{N}$	беккерель на моль	Bq/mol	Бк/моль	Беккерель на моль равен молярной ак- тивности, при кото- рой в источнике (со- единении), содержа- щем 1 моль радио- активного вещества (соединения), актив- ность равна 1 Бк	МБк/моль, ГБк/моль, МБк/ммоль, ГБк/ммоль, ТБк/ммоль
245 По- верхностная активность источника	A_s	$L^{-2}T^{-1}$	Отношение актив- ности A радионук- лида в источнике (образце), распреде- ленной на поверх- ности источника, к площади S этой по- верхности $A_s = \frac{A}{S}$	беккерель на квадрат- ный метр	Bq/m^2	Бк/ m^2	Беккерель на квад- ратный метр равен поверхностной актив- ности, при которой активность радио- нуклида (радионукли- дов), распределенного на поверхности пло- щадью 1 м^2 , равна 1 Бк	Бк/ cm^2 , кБк/ cm^2 , МБк/ cm^2 , ГБк/ cm^2

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
246 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	$Gy \cdot m^2 / (s \cdot Bq)$	Гр $m^2 / (с \cdot Бк)$	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	$aGr \cdot m^2 / (с \cdot Бк)$
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	$Gy \cdot m^2 / s$	Гр $\cdot m^2 / с$	Грей—метр в квад- рате в секунду ра- вен керма-экви- валенту источника, при когором точеч- ный изотропно-излу- чающий источник фотонов с энергией фотонов, большей δ ,	$nGr \cdot m^2 / с ;$ $mkGr \cdot m^2 / с ;$ $mGr \cdot m^2 / с ;$ $Gr \cdot m^2 / с$

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И			Предпочти- тельные единицы	
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер ность	Определение	Наименование	Обозначение			Определение
					Между- народное	Русское		
2.4.8. По- стоянная радиоактив- ного распа- да радио- нуклида	λ	T^{-1}	точника, находящегоо- ся в вакууме, на расстоянии l от ис- точника, умноженная на квадрат этого расстояния: $K_e = \dot{K} l^2$ Отношение доли ядер dN/N радио- нуклида, распадаю- щихся за интервал времени dt , к этому интервалу времени $\lambda = \frac{1}{N} \cdot \frac{dN}{dt}$	секунда в минус пер- вой степени	s^{-1}	s^{-1}	создает в вакууме на расстоянии 1 м мощность воздушной кермы 1 Гр/с Секунда в минус первой степени рав- на постоянной рас- пада, при которой за 1 с число ядер радионуклида в ре- зультате радиоак- тивного распада уменьшается в e раз (e — основание на- турального логга- рифма)	s^{-1} ; мин $^{-1}$, ч $^{-1}$; сут $^{-1}$; год $^{-1}$
2.4.9 Пе- риод полу- распада радионук- лида	$T_{1/2}$	T	Время, в течение которого число ядер радионуклида в ре- зультате радио- активного распада уменьшается в два раза	секунда	s	s	—	s , мин; ч; сут; год

В е л и ч и н а				Е д и н и ц а С И				Предпочти- тельные единицы
Наименование	Обоз- наче- ние	Размер- ность	Определение	Наименование	Обозначение		Определение	
					Между- народное	Русское		
2 4 10 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

П р и м е ч а н и я

1 Соотношение между внесистемной единицей кюри и единицей СИ — беккерель: $1 \text{ Ки} = 3,700 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ (точно) (см п 2 4 1)

2 Многие радиоактивные растворы, меченые соединения, в частности радиофармацевтические препараты (РФП), могут характеризоваться удельной активностью источника (см п 2 4 2) 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 2 4 3) 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 $3,7 \cdot 10^{12}$ — $3,7 \cdot 10^{10}$ 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 (емкости) в соответствии с ГОСТ 1740—74 и ГОСТ 20292—74 не в долях единиц 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 2 4 6) 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 $\frac{a \Gamma \cdot \text{м}^2}{\text{с} \cdot \text{Бк}}$ 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 $\text{нГр} \cdot \text{м}^2/\text{с}$ 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 (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
211	Энергия ионизирующих частиц	E
212	Энергия ионизирующего излучения	w
213	Масса покоя частицы, атома, атомного ядра	m_a
214	Поток ионизирующих частиц	F
215	Флюенс ионизирующих частиц	Φ
216	Плотность потока ионизирующих частиц	ϕ
217	Энергетическая плотность потока ионизирующих частиц	$\varphi(E)$
218	Угловая плотность потока ионизирующих частиц	$\varphi(\Omega)$
219	Энергетическо угловая плотность потока ионизирующих частиц	$\varphi(E, \Omega)$
2110	Поток энергии ионизирующего излучения	F_w
2111	Флюенс энергии ионизирующего излучения	Φ_w
2112	Плотность потока энергии ионизирующего излучения	ϕ_w
221	Сечение взаимодействия ионизирующих частиц	σ_i
222	Полное сечение взаимодействия ионизирующих частиц	σ
223	Макроскопическое сечение взаимодействия ионизирующих частиц	Σ_i
224	Линейный коэффициент ослабления	μ
225	Массовый коэффициент ослабления	μ_m
226	Атомный коэффициент ослабления	μ_a
227	Линейный коэффициент передачи энергии	μ_{tr}
228	Массовый коэффициент передачи энергии	$\mu_{tr m}$
229	Линейный коэффициент поглощения энергии	μ_{en}
2210	Массовый коэффициент поглощения энергии	$\mu_{en m}$
2211	Средний линейный пробег заряженной ионизирующей частицы	R
2212	Средний массовый пробег заряженной ионизирующей частицы	R_m
2213	Линейная плотность ионизации	i
2214	Линейная тормозная способность вещества	S
2215	Массовая тормозная способность вещества	S_m
2216	Атомная тормозная способность вещества	S_a
2217	Линейная передача энергии (ЛПЭ)	L_Δ
2218	Средняя энергия ионообразования	W
2219	Массовая поверхностная плотность	Q_s
231	Поглощенная доза ионизирующего излучения	D
232	Мощность поглощенной дозы ионизирующего излучения	$\dot{D}$
233	Керма	K
234	Мощность кермы	$\dot{K}$
235	Экспозиционная доза фотонного излучения	X
236	Мощность экспозиционной дозы фотонного излучения	$\dot{X}$
237	Эквивалентная доза ионизирующего излучения	H
238	Мощность эквивалентной дозы ионизирующего излучения	$\dot{H}$
241	Активность радионуклида в источнике (образце)	A
242	Удельная активность источника	A_m
243	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_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