ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

БЕЗОПАСНОСТЬ РАДИАЦИОННАЯ ЭКИПАЖА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЕТЕ. МОДЕЛЬ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБОБЩЕННЫЙ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

ГОСТ 25645.219—90

Издание официальное

20 коп. БЗ 11—90/866

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО УПРАВЛЕНИЮ
КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 629.78.067.001.24 : 006.354 Группа Ф40

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

БЕЗОПАСНОСТЬ РАДИАЦИОННАЯ ЭКИПАЖА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЕТЕ. МОДЕЛЬ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБОБЩЕННЫЙ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

ГОСТ 25645.219—90

Space crew radiation safety during space flight
Model describing the influence of spatial nonuniformity radiation exposure on the generalized radiobiological effect

ОКСТУ 6368

Дата введения 01.01.92

Настоящий стандарт устанавливает математическую модель учета влияния пространственной неравномерности радиационного воздействия на обобщенный радиобиологический эффект, математические выражения для расчета равноценной эквивалентной дозы, мощности равноценной эквивалентной дозы и коэффициента равноценности радиационного воздействия. Стандарт предназначен для определения обобщенного радиобиологического эффекта, величины радиационного риска экипажа, а также контроля радиационной ситуации при обеспечении радиационной безопасности космических полетов.

Требования настоящего стандарта являются обязательными

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Равноценная эквивалентная доза является дозиметрическим критерием для приведения эффектов неравномерных облучений к условиям стандартного радиационного воздействия.

1.2. Равноценную эквивалентную дозу используют для определения обобщенной дозы, расчета радиационного риска экипажа космического аппарата в космическом полете, а также при оценке и прогнозе радиационной ситуации.

1.3. Метод расчета равноценной эквивалентной дозы основан на представлении, что при любом пространственном распределе-

Издание официальное

★

© Издательство стандартов, 1991

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Госстандарта СССР

ции эквивалентных доз по телу эффект радиационного воздействия определяют долей погибших стволовых кроветворных клеток.

1.4. Метод расчета равноценной эквивалентной дозы и коэффициента равноценности радиационного воздействия следует использовать при среднетканевых эквивалентных дозах, не превышающих 5 Зв.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАВНОЦЕННОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ, МОЩНОСТИ РАВНОЦЕННОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ И КОЭФФИЦИЕНТА РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

2.1. При воздействии источников ионизирующих излучений с мощностью эквивалентной дозы в представительных точках кроветворной системы, определенных по ГОСТ 25645.203, менее 5 сЗв/сут равноценную эквивалентную дозу (G), сЗв, и мощность равноценной эквивалентной дозы ($\dot{G}$), сЗв/сут, вычисляют по формулам:

$$G = \sum_i \eta_i H(\vec{r}_i);$$

$$\dot{G} = \sum_i \eta_i \dot{H}(\vec{r}_i); \qquad (1)$$

где η_i — распределение красного костного мозга по представительным точкам кроветворной системы, указанное в табл. 1;

$H(\vec{r}_i)$ — эквивалентная доза в i-й представительной точке, сЗв;

$\dot{H}(\vec{r}_i)$ — мощность эквивалентной дозы в i-й представительной точке, сЗв/сут.

2.2. Эквивалентную дозу ($H(\vec{r}_i)$) в отдельной представительной точке фантома $\vec{r}_i$ рассчитывают по формуле

$$H(\vec{r}_i) = \sum_{i=1}^{\xi_{max}} D(\xi) \cdot \omega(\xi, \vec{r}_i)\, \Delta\xi, \qquad (2)$$

где $D(\xi)$ — эквивалентная доза за слоем тканеэквивалентного вещества толщиной ξ при нормальном падении излучения;

$\omega(\xi, \vec{r}_i)$ — функция экранированности для рассматриваемой представительной точки, которая определяется в соответствии с ГОСТ 25645.204.

Примечания.

1 При расчете эквивалентной дозы коэффициенты качества космических излучений определяют по ГОСТ 25645.216.

2. При вычислении функции экранированности для антропоморфного фантома координаты точек его поверхности задают в соответствии с ГОСТ 25645.203.

2.3. В тех случаях, когда при воздействии источников ионизирующих излучений эквивалентные дозы в представительных точках кроветворной ткани не превышают 50 сЗв, равноценную эквивалентную дозу (G), сЗв, вычисляют по формуле

$$G = D_1 \left\{ -\ln \sum_i \gamma_i \exp\left(-\frac{D(\vec{r}_i)}{D_1} \right) \right\}, \qquad (3)$$

где D_1 — параметр, равный 120 сЗв.

2.4. В случаях, когда эквивалентная доза в отдельных представительных точках кроветворной системы превышает 50 сЗв, равноценную эквивалентную дозу (G), сЗв, вычисляют по формуле

$$G = D_0 \left\{ \ln \sum_i \gamma_i \frac{n(\dot{D}(\vec{r}_i))}{n_0} \exp\left[-\frac{D(\vec{r}_i)}{D_2(\dot{D}(\vec{r}_i))} \right] \right\}, \qquad (4)$$

где D_0 и n_0 — параметры, равные соответственно 55 сЗв и 1,55;

$D_2(\dot{D})$ и $n(\dot{D})$ — параметры, зависящие от мощности эквивалентной дозы D, сЗв/сут, которые определяют по формулам:

$$D_2(\dot{D}) = \begin{cases} 55 & \text{при } \dot{D} > 4 \cdot 10^3 \\ 55 \left(\dfrac{4000}{\dot{D}} \right)^{0,18} & \text{при } 50 \leqslant \dot{D} \leqslant 4 \cdot 10^3 \\ 120 & \text{при } \dot{D} < 50 \end{cases} \qquad (5)$$

$$n(\dot{D}) = \begin{cases} 1,55 & \text{при } \dot{D} > 4 \cdot 10^3 \\ 1,55 \left(\dfrac{\dot{D}}{4000} \right)^{0,18} & \text{при } 400 \leqslant \dot{D} \leqslant 4 \cdot 10^3 \\ 1,0 & \text{при } \dot{D} < 400. \end{cases} \qquad (6)$$

Примечание. При расчетах равноценной эквивалентной дозы от протонов СКЛ и вычислении значений параметров $D_2(\dot{D}(\vec{r}_i))$ и $n(\dot{D}(\vec{r}_i))$ используют максимальное значение мощности эквивалентной дозы для рассматриваемого события, которое принимают равным $1{,}75\ \dot{D}(\vec{r}_i)$.

2.5. Коэффициент равноценности радиационного воздействия (KP) вычисляют по формуле

$$KP = G\,\overline{D} = G \int_{D_{min}}^{D_{max}} m(D) \cdot D\,dD, \qquad (7)$$

где $m(D)$ — доля массы тела, эквивалентная доза в которой заключена в диапазоне $D—D+dD$.

Пример расчета коэффициента равноценности радиационного воздействия для протонов СКЛ приведен в приложении.

2.6. В случае воздействия ионизирующих излучений с мощностью эквивалентной дозы в представительных точках кроветворной системы менее 5 сЗв/сут и коэффициенте пространственной неравномерности распределения эквивалентной дозы менее 2 коэффициент равноценности радиационного воздействия можно принять равным 1.

Таблица 1

Относительное распределение активного красного костного мозга по представительным точкам кроветворной системы для различных фантомов модели тела человека (ГОСТ 25645.203)

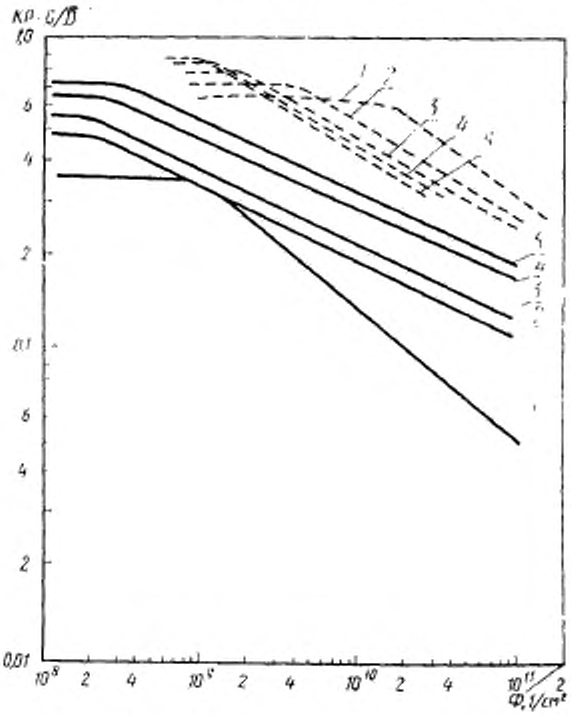
Номер представительной точки	Антропоморфный фантом	Цилиндрический фантом
	η_i, %	η_i, %
1	14,5	15,5
4	—	26,5
5 и 6	11,5	12,0
7	5,5	—
8	14,0	23,0
9	7,5	23,0
10	4,0	—
11	5,0	—
12	2,5	—
13	17,5	—
17 и 20	15,5	—
18 и 19	12,5	—
Всего	100	100

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА РАВНОЦЕННОСТИ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОТОНОВ СКЛ

Расчет коэффициента равноценности радиационного воздействия осуществляют по формулам 4—7. На чертеже в качестве примера представлены расчетные значения коэффициентов равноценности радиационного воздействия в зависимости от флюенса протонов СКЛ для спектров с различной характеристической жесткостью R_0 при толщине защиты космического аппарата 1 и 6 г/см².

Зависимость коэффициента равноценности радиационного воздействия от величины флюенса протонов СКЛ



Примечание. Кривые *1, 2, 3, 4* и *5* для спектров протонов с характеристической жесткостью, равной соответственно 50, 80, 100, 150 и 200 МВ. Сплошные кривые для толщины защиты 1 г/см², пунктирные для 6 г/см².

Материалы, представленные на чертеже, показывают, что оценки значений коэффициентов равноценности радиационного воздействия, как и зависимость коэффициентов равноценности от флюенса протонов, начиная с порогового его значения Φ_n, могут быть получены на основе степенной функции

$$K_P = \left(\frac{\Phi}{\Phi_n}\right)^{-a}, \quad \Phi \geqslant \Phi_n,$$

Показатель степени a равен 0,29 и 0,31 для толщин защиты 1 и 6 г/см^2 соответственно. Значения параметров a и Φ_n представлены в табл. 2

Таблица 2

Значения параметра a и флюенса протонов Φ_n для определения коэффициента равноценности радиационного воздействия протонов с различной характеристической жесткостью спектра R_0

Параметр	Толщина защиты, г/см^2	Характеристическая жесткость R_0, МВ				
		50	80	100	150	200
a	1	0,36	0,49	0,55	0,65	0,72
	6	0,85	0,82	0,77	0,70	0,64
Φ_n	1	10^9	$2 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$
	6	10^9	$2 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^9$	$1{,}6 \cdot 10^{10}$

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Минздравом СССР

РАЗРАБОТЧИКИ

Л. А. Булдаков, чл.-кор. АМН СССР; **А. А. Волобуев; В. Л. Гозенбук,** канд. техн. наук; **В. А. Гончарова; А. И. Григорьев,** чл.-кор. АМН СССР; **А. Т. Губин,** канд. физ.-мат. наук; **Т. М. Зухбая,** канд. мед. наук; **В. Н. Карпов,** канд. биол. наук; **И. Б. Кеирим-Маркус,** д-р физ.-мат. наук; **Е. Е. Ковалев,** д-р техн. наук; **Е. Н. Лесновский,** канд. техн. наук; **В. А. Панин; Е. В. Пашков,** канд. техн. наук; **Л. А. Перова; В. А. Сакович,** д-р физ.-мат. наук; **О. Ф. Слепчонок,** канд. техн. наук; **Г. П. Ступаков; В. С. Тихончук,** д-р мед. наук; **И. Б. Ушаков,** канд. мед. наук; **А. В. Шафиркин,** канд. биол. наук

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 03.12.90 № 3009

3. Срок первой проверки — 1997 г., периодичность проверки — 5 лет

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 25645.203—83	2.1 и 2.2
ГОСТ 25645.204—83	2.2
ГОСТ 25645.218—90	2.2

Редактор *А. И. Ломина*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *В. М. Смирнова*

Сдано в наб. 04.03.91 Подп. в печ. 04.03.91 0,5 усл. п. л. 0,5 усл. кр.-отт. 0,39 уч.-изд. л. Тир. 3000 Цена 20 к.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник» Москва, Лялин пер., 6. Зак. 2184

gost.e-ecolog.ru