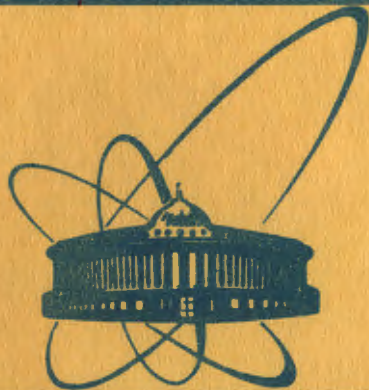


1613/82

5/IV-82



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

16-82-89

В.Е.Алейников, Л.Г.Бескровная

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ
ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК НЕЙТРОНОВ И ПРОТОНОВ**

1982

В "Нормах радиационной безопасности НРБ-76"^{1/1/} приводятся величины удельной эквивалентной дозы и допустимой плотности потока нейтронов и протонов в виде дискретных значений. Данные в таком виде не всегда удобны для расчетов вручную и использования в вычислительных программах. Указанные величины аппроксимированы с помощью формулы, предложенной в работе^{2/} для описания данных МКРЕ^{3/}:

$$H_1(E_i) = K_{1i} E_i^{x_{1i}}, \quad /1/$$

$$\text{ДПП}_2(E_i) = K_{2i} E_i^{x_{2i}}, \quad /2/$$

$$H_3(E_j) = K_{3j} E_j^{x_{3j}}, \quad /3/$$

$$\text{ДПП}_4(E_j) = K_{4j} E_j^{x_{4j}}, \quad /4/$$

где $H_1(H_3)$ - удельная эквивалентная доза нейтронов (протонов), бэр·см²/нейтрон (протон); $\text{ДПП}_2/\text{ДПП}_4$ - допустимая плотность потока нейтронов (протонов), нейтрон (протон)·см⁻²·с⁻¹; $E_i(j)$ - энергия нейтронов (протонов), МэВ; k, x - параметры, изменяющиеся в зависимости от определяемой величины, вида частицы и интервала энергий. Значения параметров k и x приводятся в табл. 1, 2 для нейтронов и протонов соответственно. В табл. 3-6 представлены результаты сравнения данных НРБ-76 и вычисленных по формулам /1/-/4/.

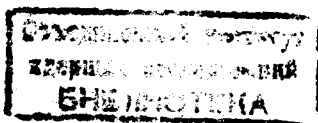


Таблица 1. Значения параметров, используемых при аппроксимации дозовых характеристик нейтронов

№: Энергетические ш: интервалы, МэВ	: Удельная эквивалентная: доза нейтронов H_I , бар·см ² ·нейтрон ⁻¹	: Допустимая плот- ность потока нейтронов D_{III_2} , нейтрон·см ⁻² ·с ⁻¹	: K_{Ii} : x_{Ii} : K_{2i} : x_{2i}	
			K_{Ii}	x_{Ii}
1. Тепловые, $E \leq 1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-9}$	0,0	700,0	0,0
2. $1 \cdot 10^{-7} < E \leq 1 \cdot 10^{-6}$	$1,95 \cdot 10^{-7}$	0,328	3,55	-0,328
3. $1 \cdot 10^{-6} < E \leq 1 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$	0,0	330,0	0,0
4. $1 \cdot 10^{-4} < E \leq 5 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$	-0,066	609,36	0,066
5. $5 \cdot 10^{-3} < E \leq 2 \cdot 10^{-2}$	$2,15 \cdot 10^{-9}$	0,055	322,0	-0,055
6. $2 \cdot 10^{-2} < E \leq 1 \cdot 10^{-1}$	$7,7 \cdot 10^{-8}$	0,97	9,0	-0,97
7. $1 \cdot 10^{-1} < E \leq 1$	$3,7 \cdot 10^{-8}$	0,657	18,12	-0,657
8. $1 < E \leq 500$	$4,2 \cdot 10^{-8}$	0,0625	16,1	-0,0625
9. $500 < E \leq 3 \cdot 10^3$	$6,8 \cdot 10^{-10}$	0,735	1011,7	-0,735
10. $3 \cdot 10^3 < E \leq 1 \cdot 10^6$	$7,3 \cdot 10^{-8}$	0,178	9,38	-0,178

Таблица 2. Значения параметров, используемых при аппроксимации дозовых характеристик протонов

№: Энергетические ш: интервалы, МэВ	: Удельная эквивалентная: доза протонов H_3 , бар·см ² ·протон ⁻¹	: Допустимая плотность потока протонов D_{III_4} , протон·см ⁻² ·с ⁻¹	: K_{3j} : x_{3j} : K_{4j} : x_{4j}	
			K_{3j}	x_{3j}
1. $2 < E \leq 10$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	-0,65	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,65
2. $10 < E \leq 20$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	-0,5	$3,4 \cdot 10^{-3}$	0,5
3. $20 < E \leq 100$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	-1,9	$4,8 \cdot 10^{-5}$	1,9
4. $100 < E \leq 200$	2,4	-3,0	$3,0 \cdot 10^{-7}$	3,0
5. $200 < E \leq 500$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	-1,0	$1,2 \cdot 10^{-2}$	1,0
6. $500 < E \leq 3 \cdot 10^3$	$6,6 \cdot 10^{-9}$	0,453	105,2	-0,453
7. $3 \cdot 10^3 < E \leq 3 \cdot 10^4$	$2,6 \cdot 10^{-8}$	0,285	26,04	-0,28
8. $3 \cdot 10^4 < E \leq 1 \cdot 10^6$	$9,4 \cdot 10^{-8}$	0,162	7,23	-0,16

Таблица 3. Сравнение удельной эквивалентной дозы нейтронов, табулированной в НРБ-76, с результатами расчета

№: Энергия ш: нейтронов, МэВ	: Удельная доза нейтронов, бар·см ² ·нейтрон ⁻¹		: Ошибка, %
	: НРБ-76	: Расчет, H_I	
1. Тепловые	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	0,0
2. $1 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	0,0
3. $1 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$	0,0
4. $1 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$	0,0
5. $1 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$	0,0
6. $5 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-9}$	0,0
7. $2 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-9}$	$1,7 \cdot 10^{-9}$	0,0
8. $1 \cdot 10^{-1}$	$8,2 \cdot 10^{-9}$	$8,3 \cdot 10^{-9}$	+1,2
9. $5 \cdot 10^{-1}$	$2,6 \cdot 10^{-8}$	$2,3 \cdot 10^{-8}$	-12
10. 1	$3,7 \cdot 10^{-8}$	$3,7 \cdot 10^{-8}$	0,0
11. 2,5	$4,3 \cdot 10^{-8}$	$4,4 \cdot 10^{-8}$	+2,3
12. 5	$4,3 \cdot 10^{-8}$	$4,6 \cdot 10^{-8}$	+7,0
13. 10	$5,0 \cdot 10^{-8}$	$4,9 \cdot 10^{-8}$	-2,0
14. 20	$6,3 \cdot 10^{-8}$	$5,1 \cdot 10^{-8}$	-19,0
15. 100	$5,0 \cdot 10^{-8}$	$5,6 \cdot 10^{-8}$	+12
16. 500	$6,2 \cdot 10^{-8}$	$6,2 \cdot 10^{-8}$	0,0
17. $1 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	-8,3
18. $3 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$	0,0
19. $1 \cdot 10^4$	$3,3 \cdot 10^{-7}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$	+15
20. $3 \cdot 10^4$	$4,5 \cdot 10^{-7}$	$4,8 \cdot 10^{-7}$	+6,7
21. $1 \cdot 10^5$	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$5,7 \cdot 10^{-7}$	-5,0
22. $3 \cdot 10^5$	$7,3 \cdot 10^{-7}$	$6,4 \cdot 10^{-7}$	-12,3
23. $1 \cdot 10^6$	$8,5 \cdot 10^{-7}$	$8,5 \cdot 10^{-7}$	0,0

Таблица 4. Сравнение допустимой плотности потока нейтронов, табулированной в НРБ-76, с результатами расчета

№: Энергия нейтронов, МэВ ш:	: Допустимая плотность потока нейтронов, нейтрон·см ⁻² ·с ⁻¹		: Ошибка, %
	: НРБ-76	: Расчет, D_{III_2}	
1. Тепловые	700	700,0	0,0
2. $1 \cdot 10^{-7}$	700	700,0	0,0

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
3.	$1 \cdot 10^{-6}$	330	330,0	0,0
4.	$1 \cdot 10^{-5}$	330	330,0	0,0
5.	$1 \cdot 10^{-4}$	330	330,0	0,0
6.	$5 \cdot 10^{-3}$	430	430,0	0,0
7.	$2 \cdot 10^{-2}$	400	400,0	0,0
8.	$1 \cdot 10^{-1}$	84	84,0	0,0
9.	$5 \cdot 10^{-1}$	27	28,6	+6,0
10.	1	19	18,12	-4,6
11.	2,5	16	15,2	-5,0
12.	5	16	14,6	-8,8
13.	10	14	14,0	0,0
14.	20	11	13,4	+22,0
15.	100	14	12,1	-13,6
16.	500	11	10,9	0,0
17.	$1 \cdot 10^3$	9	9,2	+5,0
18.	$3 \cdot 10^3$	3	2,8	-6,7
19.	$1 \cdot 10^4$	2	1,8	-10,0
20.	$3 \cdot 10^4$	1,5	1,5	0,0
21.	$1 \cdot 10^5$	1,2	1,2	0,0
22.	$3 \cdot 10^5$	1,0	1,0	0,0
23.	$1 \cdot 10^6$	0,8	0,8	0,0

Таблица 5. Сравнение удельной эквивалентной дозы протонов, табулированной в НРБ-76, с результатами расчета

№:	Энергия протонов, МэВ:	Удельная эквивалентная доза		Ошибка, %
		проотонов, бэр·см ² ·протон ⁻¹		
III:		НРБ-76	Расчет, Н ₃	
1.	2	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	0,0
2.	5	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	0,0

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
3.	10	$6,0 \cdot 10^{-5}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	0,0
4.	20	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$	0,0
5.	50	$8,5 \cdot 10^{-6}$	$8,9 \cdot 10^{-6}$	+4,7
6.	100	$2,5 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	-4,0
7.	200	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$3,0 \cdot 10^{-7}$	0,0
8.	500	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	0,0
9.	$1 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$	+7,0
10.	$3 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$	0,0
11.	$1 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	-2,7
12.	$3 \cdot 10^4$	$4,9 \cdot 10^{-7}$	$4,9 \cdot 10^{-7}$	0,0
13.	$1 \cdot 10^5$	$6,3 \cdot 10^{-7}$	$6,1 \cdot 10^{-7}$	-3,0
14.	$3 \cdot 10^5$	$7,5 \cdot 10^{-7}$	$7,3 \cdot 10^{-7}$	-2,7
15.	$1 \cdot 10^6$	$8,8 \cdot 10^{-7}$	$8,8 \cdot 10^{-7}$	0,0

Таблица 6. Сравнение допустимой плотности потока протонов, табулированной в НРБ-76, с результатами расчета

№:	Энергия протонов, МэВ:	Допустимая плотность потока		Ошибка, %
		протонов, протон·см ⁻² ·с ⁻¹		
III:		НРБ-76	Расчет, ДПП ₄	
1.	2	0,004	0,004	0,0
2.	5	0,007	0,007	0,0
3.	10	0,011	0,011	0,0
4.	20	0,015	0,015	0,0
5.	50	0,08	0,082	+2,5
6.	100	0,3	0,3	0,0
7.	200	2,4	2,4	0,0
8.	500	6,0	6,0	0,0

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
9.	$1 \cdot 10^3$	5,0	4,6	-8,0
10.	$3 \cdot 10^3$	2,7	2,8	+3,7
11.	$1 \cdot 10^4$	1,9	1,9	0,0
12.	$3 \cdot 10^4$	1,4	1,4	0,0
13.	$1 \cdot 10^5$	1,1	1,1	0,0
14.	$3 \cdot 10^5$	0,9	0,9	0,0
15.	$1 \cdot 10^6$	0,8	0,8	0,0

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы радиационной безопасности НРБ-76. Атомиздат, М., 1978.
2. Rindi A. Health Phys., 1974, v. 27, No.3, p. 322.
3. International Commission on Radiological Protection, 1973, (ICRP) Publication 21 (Oxford, Pergamon Press).

Рукопись поступила в издательский отдел
4 февраля 1982 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
Д9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
Д2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Р18-12147	Труды III Совещания по использованию ядерно-физических методов для решения научно-технических и народно-хозяйственных задач. Дубна, 1978.	2 р. 20 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
Р2-12462	Труды V Международного совещания по нелокальным теориям поля. Алушта, 1979.	2 р. 25 к.
Д-12831	Труды Международного симпозиума по фундаментальным проблемам теоретической и математической физики. Дубна, 1979.	4 р. 00 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д2-81-158	Труды XIV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий, Дубна, 1980	3 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Алейников В.Е., Бескровная Л.Г. Аналитическое выражение для некоторых дозиметрических характеристик нейтронов и протонов 16-82-89

Удельная эквивалентная доза и допустимая плотность потока нейтронов и протонов, приведенные в "Нормах радиационной безопасности НРБ-76", аппроксимированы простой формулой. Аппроксимация выполнена в интервале энергий от тепловой до 10^5 МэВ для нейтронов и от 2 МэВ до 10^6 МэВ для протонов. Результаты расчета хорошо согласуются с данными НРБ-76.

Работа выполнена в Отделе радиационной безопасности и радиационных исследований ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Alejnikov V.E., Beskrovnaya L.G. The Formulae for Some Dosimetric Characteristics of Neutrons and Protons 16-82-89

The value of the specific neutrons and protons dose equivalent presented by National Rules (NRB-76) are approximated by simplest formulae. In analytical form the dependence of the specific dose equivalent on energy of neutrons the energy range from thermal up to 10^6 MeV and of protons in the energy range from 2 MeV up to 10^6 MeV are given. The calculation results agree well with data presented in National Rules.

The investigation has been performed at the Department of Radiation Safety and Radiation Researches, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.