

с 349а  
3-507

20/XII - 67

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P16 - 3587



М.Зельчинский , М.М.Комочков, Б.С.Сычев,  
А.П.Череватенко

ИЗМЕРЕНИЕ ФАКТОРА КАЧЕСТВА НЕЙТРОНОВ  
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ В ТКАНЕЭКВИВАЛЕНТНОМ  
ФАНТОМЕ

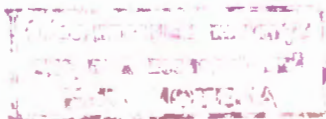
P16 - 3587

5495/1 up.  
М.Зельчинский <sup>x)</sup>, М.М.Комочков, Б.С.Сычев,  
А.П.Череватенко

ИЗМЕРЕНИЕ ФАКТОРА КАЧЕСТВА НЕЙТРОНОВ  
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ В ТКАНЕЭКВИВАЛЕНТНОМ  
ФАНТОМЕ

---

<sup>x/</sup> Институт ядерных исследований, Свердловск, ПИЯЭ.



Фактор качества (QF) является одной из основных характеристик степени радиационной вредности излучений. Особый интерес представляет фактор качества нейтронов высоких энергий как наиболее проникающего компонента полей радиации, возникающих при работе ускорителей частиц на высоких энергиях. Первоначальные работы по экспериментальному определению QF нейтронов высоких энергий были проделаны нами несколько лет тому назад<sup>/1/</sup>. Позже были опубликованы также работы других авторов, посвященные вопросам как экспериментального<sup>/2,3/</sup>, так и теоретического<sup>/4,5/</sup> определения дозного эквивалента нейтронов с энергией несколько сотен Мэв в тканеэквивалентной среде.

В настоящей работе более детально исследовалось глубинное распределение фактора качества и мощности дозы в тканеэквивалентном фантоме, облучаемом пучком нейтронов высоких энергий от синхротронного ОИЯИ. Фантом представлял собой цилиндр длиной 80 см и диаметром 35 см, наполненный тканеэквивалентной жидкостью, внутри которого помещалась плоская тканеэквивалентная рекомбинационная камера<sup>x/</sup>; атомный состав газа и жидкости соответствовал формуле  $C_8 H_{40} O_{18} N$ , состав материала электродов камеры —  $C_{28} H_{40} N$ . Чувствительный объем камеры составлял  $120 \text{ см}^3$ , диаметр камеры — 12 см. Подробное описание экспериментальной установки приведено в работе<sup>/6/</sup>. Пучок нейтронов получался путем бомбардировки бериллиевой мишени протонами с энергией 660 Мэв. Поперечный размер сфокусированного пучка нейтронов составлял около 5 см. Спектр нейтронов представлен на рис. 1<sup>/7/</sup>. Неравномерность распределения плотности потока нейтронов с энергией  $E_n > 20 \text{ Мэв}$  по сечению коллиматора не превышала  $\pm 10\%$ . Плотность потока нейтронов была измерена с помощью углеродных детекторов.

<sup>x/</sup> Экспериментальная установка разработана при содействии Международного агентства по атомной энергии (контракт № 382 РБ).

Фактор качества в эксперименте определялся по степени насыщения ионизационного тока камеры, работающей в режиме колонной рекомбинации<sup>/8,9/</sup>. На рис. 2 представлены результаты измерений фактора качества и мощности дозы по глубине фантома. Методическая ошибка в определении QF оценивается в 10-15%. Путем сопоставления значений мощности дозы на глубине 2,5 см и потока нейтронов получено отношение  $Q = (8,6 \pm 2,1) 10^{-8}$  рад/нейтрон.см<sup>-2</sup> х/.

Эта величина рассчитана согласно выражению:

$$Q = \frac{k I}{\Phi / S},$$

где I - ток камеры, а ;  
 k - градуировочный коэффициент, рад-сек<sup>-1</sup>/а ;  
 Φ - поток нейтронов, падающий на фантом, нейтр/сек;  
 S - площадь камеры, см<sup>2</sup>.

Относительно резкое изменение мощности дозы и фактора качества на начальном участке фантома можно объяснить значительным изменением спектра частиц на этом участке. Сопоставление данных настоящей работы с некоторыми основными результатами предыдущих работ приведено в таблице. Сравнение сопоставляемых в таблице результатов свидетельствует о практической приемлемости современных методов определения дозного эквивалента нейтронов высоких энергий. Более корректное сопоставление экспериментальных и теоретических данных необходимо производить для тождественных условий.

#### Л и т е р а т у р а

1. М.Зельчинский, Nukleonika, 10, 77 (1965).
2. J.Baarli and A.H.Sullivan, Health Phys. 11, 353 (1965).
3. J.Baarli, CERN, DI/HP/86, 18 January 1966.
4. C.D.Zerby and W.E.Kinney, Nucl. Instr. and Methods, 36, N1, 125 (1965).
5. C.D.Zerby and W.E.Kinney, ORNL, Rep.TM-1038 (1965).
6. М.Зельчинский и др. "Измерение фактора качества протонов высоких энергий в водном фантоме", Nukleonika (в печати), Препринт ОИЯИ, Р9-3363, 1967.
8. М.Зельчинский, Neutron Dosimetry, II, 397, IAEA, 1963.
9. М.Зельчинский, Радиобиология 5, 161, (1965).

---

<sup>x/</sup>О погрешностях измерений см. /8/.

Рукопись поступила в издательский отдел  
 4 ноября 1967 года.

Таблица

Дозные характеристики нейтронов высоких энергий в тканезквивалентной среде.

Характер работы :		расчет					эксперимент				
Литература		/4,5/					/2,3/			/1/	настоящая работа
Тип фантома	Полубесконечная пластина, ткань					цилиндр, вода			бак 63x63x36см, вода	цилиндр φ35x90 см, тка- неэквивалентн. ЖИЛК.	
Энергия нейтро- нов, Мэв	60,	100,	200,	300,	400	180	360	400	525	спектр /7/	спектр /7/
$l_{max}$ <sup>1)</sup> см	5	5-10	20-30	30	30	8-12	12-15	15-20	16-20	24±10	12,5 - 17,5
$P_{max}/P_0$ <sup>2)</sup>	1,7	2,33	3,46	3,93	4,28	1,85	2,00	2,50	2,50	-	2,6 <sup>3)</sup>
$Q_F/l_{max}$	5,3	4,8	3,8	3,6	3,5	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,8	3,3±0,4
$l=0$	4,8	3,9	3,6	3,8	4,9						-
$l=2,5$ см	-	-	-	-	-						8,6±2,1 <sup>4)</sup>
$l=5$ см	8,6	10	9,8	9,8	9,0						-
$l=l_{max}$	8,6	11	16	18	19		5 ± 10				-

1)  $l_{max}$  - глубина, на которой наблюдается максимум в распределении дозы в тканезквивалентной среде2)  $P_{max}$  - мощность дозы при  $l=l_{max}$  $P_0$  - мощность дозы при  $l=0$ 3) - линейная экстраполяция к  $l=0$ 4) - верхняя оценка для спектра нейтронов с энергией  $\epsilon > 20$  Мэв.

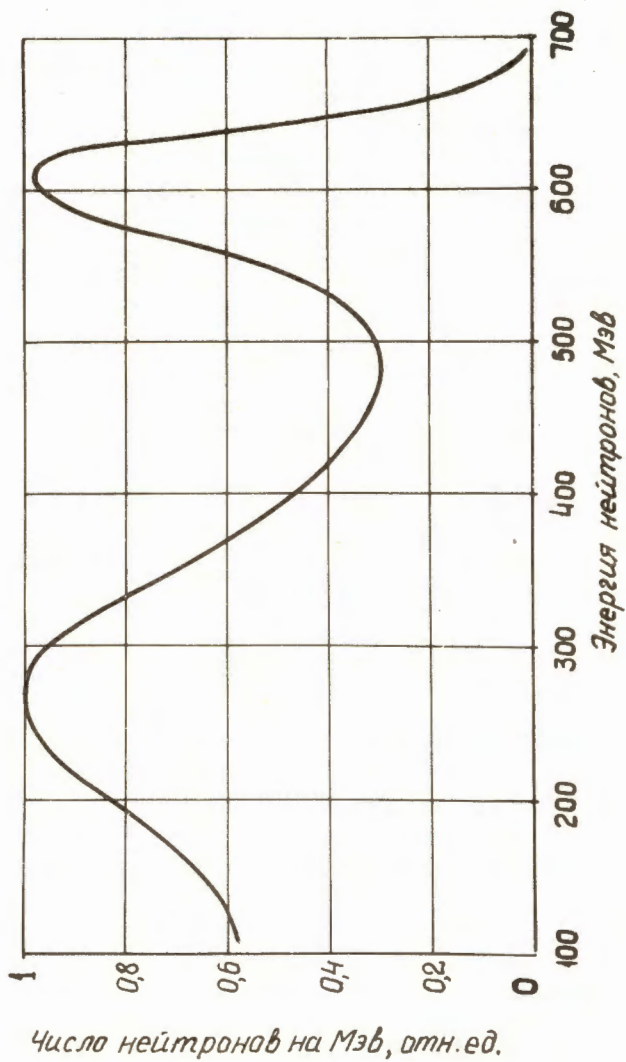


Рис. 1. Спектральное распределение плотности потока нейтронов.

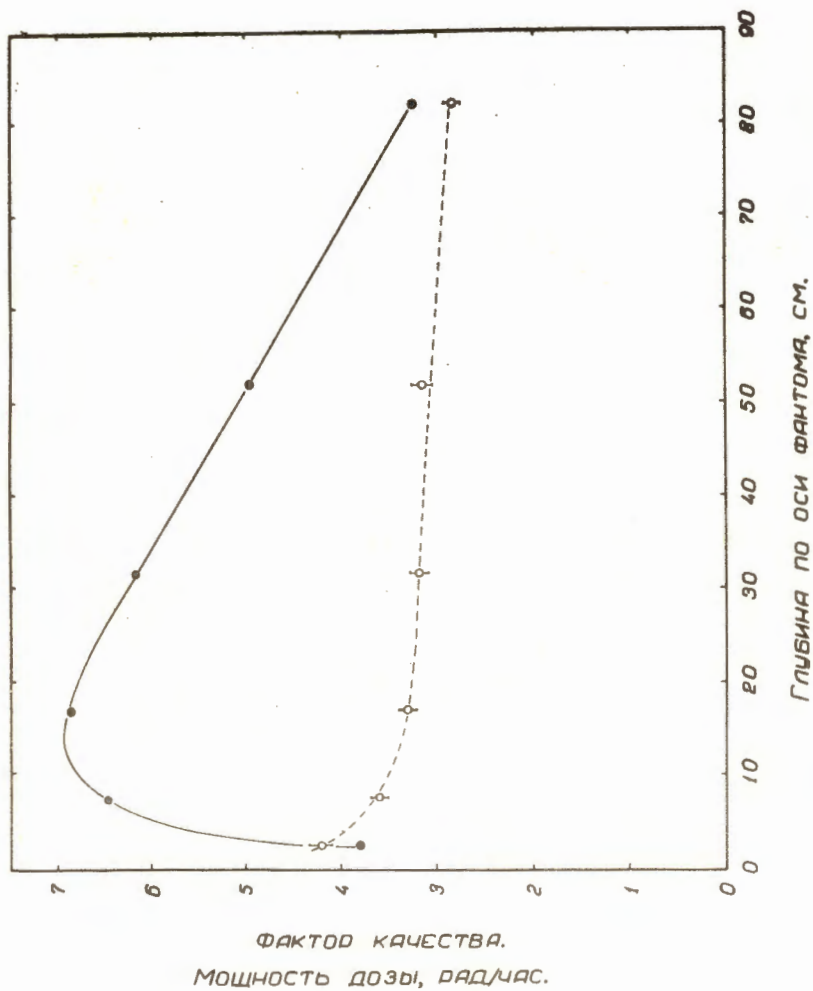


Рис. 2. Глубинное распределение мощности дозы и фактора качества в тканеэквивалентном фантоме, облучаемом пучком нейтронов высоких энергий:  
 ● — мощность дозы;  
 ○ — фактор качества.