

СЗУ9В

А-458

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

18/XI-69

Атомная энергия 1970,  
т. 28 в. 5, с. 438-439

P16 - 4727



В.Е.Алейников, Л.Р.Кимель, М.М.Комочков,  
В.П.Сидорин

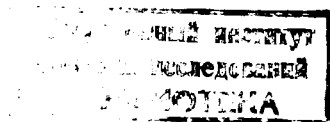
ВЫХОД ИЗЛУЧЕНИЯ  
ЗА ЗАЩИТУ СИНХРОЦИКЛОТРОНА ОИЯИ

1969

P16 - 4727

В.Е.Алейников, Л.Р.Кимель, М.М.Комочков,  
В.П.Сидорин

ВЫХОД ИЗЛУЧЕНИЯ  
ЗА ЗАЩИТУ СИНХРОЦИКЛОТРОНА ОИЯИ



В комплексе проблем радиационной защиты ускорителей протонов на высокие энергии весьма важной является задача определения границ санитарно-защитной зоны, за пределами которой уровни излучения соответствуют принятым допустимым значениям<sup>/1/</sup>. Обычно защитные сооружения ускорительных комплексов обеспечивают на внешних защитных стенах допустимые уровни излучения, принятые для работников, занятых в атомной промышленности. Это, по-видимому, оправдано, так как стоимость защитных сооружений составляет значительную часть (до 30%<sup>/2/</sup>) общих затрат на строительство всего комплекса. Однако и при наличии защитных сооружений ускорительный комплекс является источником, уровни излучения от которого даже на больших расстояниях от ускорителя могут значительно превышать фоновые, что приводит к необходимости выделения санитарно-защитной зоны.

Корректное решение задачи по определению размеров санитарно-защитной зоны может быть получено, если известны характеристики источника излучения (геометрия источника, вид испускаемых излучений и спектрально-угловое распределение), а также законы распространения в воздухе излучения, выходящего за защиту, при наличии границы раздела земля-воздух (с учётом геометрии источника и спектрально-углового распределения). В такой постановке эта проблема не рассматривалась, хотя вопросы распространения излучения от ускорителей изучались многими авторами (см., например,<sup>/3-6/</sup>). В работах приводятся результаты экспериментальных исследований распространения излучения от конкретных

ускорителей и рекомендуются различные полуэмпирические соотношения для описания результатов измерений. Однако для прогнозирования полей излучения вокруг проектируемых ускорителей эти результаты можно использовать лишь с большой осторожностью, так как характеристики источников излучения могут быть различными.

В данной работе экспериментально определен выход нейтронов различных энергетических групп (быстрых, промежуточных и тепловых нейтронов) из внешних защитных стен синхроциклотрона ОИЯИ на 660 Мэв. Получение такой информации является первым этапом изучения спектрально-угловых характеристик излучения, выходящего за защиту ускорителя. Кроме того, эти данные необходимы для выявления в защите ускорителя локальных источников утечки излучения. В литературе этот вопрос мало изучен. Можно указать, например, лишь на работу<sup>/7/</sup>, в которой определен выход быстрых нейтронов за защиту синхроциклотрона ЦЕРН'а на 600 Мэв.

Синхроциклотрон ОИЯИ на 660 Мэв расположен внутри бетонной коробки с размерами  $52 \times 38 \times 32$  м<sup>3</sup>. Толщина бетонных стен по всему периметру составляет 2 м. Все стены, кроме юго-западной, имеют земляную обваловку высотой приблизительно 10 м. В юго-западной стене имеются 4 оконных проема каждый размером  $1,35 \times 14$  м<sup>2</sup>. Толщина верхнего перекрытия составляет  $\approx 1$  м (бетон, песок, шлак). Более детальное описание конструкций защитных сооружений синхроциклотрона приведено в работе<sup>/8/</sup>.

С помощью пропорционального борного счётчика СНМО-5 с полиэтиленовыми замедлителями<sup>/9/</sup> были измерены плотности потоков быстрых и промежуточных нейтронов, выходящих через верхнее перекрытие и боковые стены здания ускорителя. Использовались цилиндрические замедлители, покрытые кадмием, с толщиной замедляющего слоя 40 мм (детектор 1) и 120 мм (детектор 2). На рисунке представлена зависимость чувствительности детектора с такими замедлителями от энергии нейтронов ( $f_1$  и  $f_2$ ). На этом же рисунке представлены также характеристики гипотетических детекторов, чувствительность которых является суммой (кривая 3) ( $f_1 + f_2$ ) и разность  $\sigma$  (кривая 4) ( $f_1 - 0,6 f_2$ ) чувствительностей детекторов 1 и 2. Такая комбинация обеспечивает получение "длинного" счёт-

чика в области энергии  $1 \text{ эв} < E < 10 \text{ Мэв}$  (сумма чувствительностей) и "длинного" счётчика в области энергий  $1 \text{ эв} < E < 0,1 \text{ Мэв}$  (разность чувствительностей). Плотность потока тепловых нейтронов измерялась с помощью В F<sub>3</sub> - счётчика без замедлителя. В таблице приведены выходы нейтронов через верхнее перекрытие, боковые стены синхроциклотрона и суммарный выход по результатам измерений плотности потоков нейтронов различных энергетических групп (ток протонов синхроциклотрона на крайних орбитах  $\approx 2$  мка). Ошибка измерений включает статистическую ошибку, ошибку мониторинга и погрешность предложенного метода разделения потоков быстрых и промежуточных нейтронов. Она составляет для потоков быстрых, промежуточных и тепловых нейтронов 25, 18 и 10%, соответственно. Погрешность, обусловленная рассеянием нейтронов в воздухе, не учитывалась.

Как показывают результаты измерений (см. таблицу), наиболее интенсивным источником утечки излучения являются оконные проемы. Вклад такого источника в суммарный выход нейтронов различных энергетических групп за защиту синхроциклотрона составляет 50-60%.

Полученные экспериментальные данные по выходу нейтронов различных энергетических групп за защиту синхроциклотрона ОИЯИ могут быть использованы при решении проблем, связанных с установлением размеров санитарно-защитных зон ускорителей протонов на высокие энергии.

Авторы признательны Б.Сычёву за критические замечания при обсуждении данной работы, а также А.Петрову за помощь при измерениях.

#### Л и т е р а т у р а

1. Санитарные правила работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений, Госатомиздат, М, 1963.
2. Utilization Studies for a 300 GeV Proton Synchrotron, CERN/ESFA, 67/16, vol. II, 30 May, 1967.
3. В.Мoyer. I International Conference on Shielding around Accelerators, Paris, 1962, p.65.
4. В.Н.Лебедев. Препринт ОИЯИ Р-2446, Дубна, 1965.

- 5 C.H.SDistenfeld, R.D.Colvett, Nucl.Sci,Eng., 26, 117 (1966).
- 6 В.Е.Алейников, В.Н.Лебедев. Препринт ОИЯИ Р9-3393, Дубна 1967.
- 7 S.Charalambus et al., CERN, DI/np/74 (1965).
- 8 А.Н.Комаровский. Строительные конструкции ускорителей. Изд. второе М. "Высшая школа", 1961.
9. Л.С.Золин. Препринт ОИЯИ 2252, Дубна, 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел  
22 июля 1969 года.

Таблица

Выход нейтронов различных энергетических групп за защиту синхротриклотрона ОИЯИ ( $10^8$  нейтр/сек)

Участок защиты	: Быстрые нейтроны : :( $0,1 \text{ эв} < E < 20 \text{ Мэв}$ ):	: Промежуточные нейтроны : :( $1 \text{ эв} < E < 0,1 \text{ Мэв}$ ):	: Тепловые нейтроны : :( $E < 0,1 \text{ Мэв}$ ):
Верхнее перекрытие	2,0	3,4	18
Юго-западная защитная стена	20	80	120
Окна на юго-западной стене	74	90	190
Юго-восточная защитная стена	1,2	2,5	4,6
Северо-восточная защитная стена	4,3	1,9	2,1
Северо-западная защитная стена	1,7	2,9	4,2
Суммарный выход	103	180	340

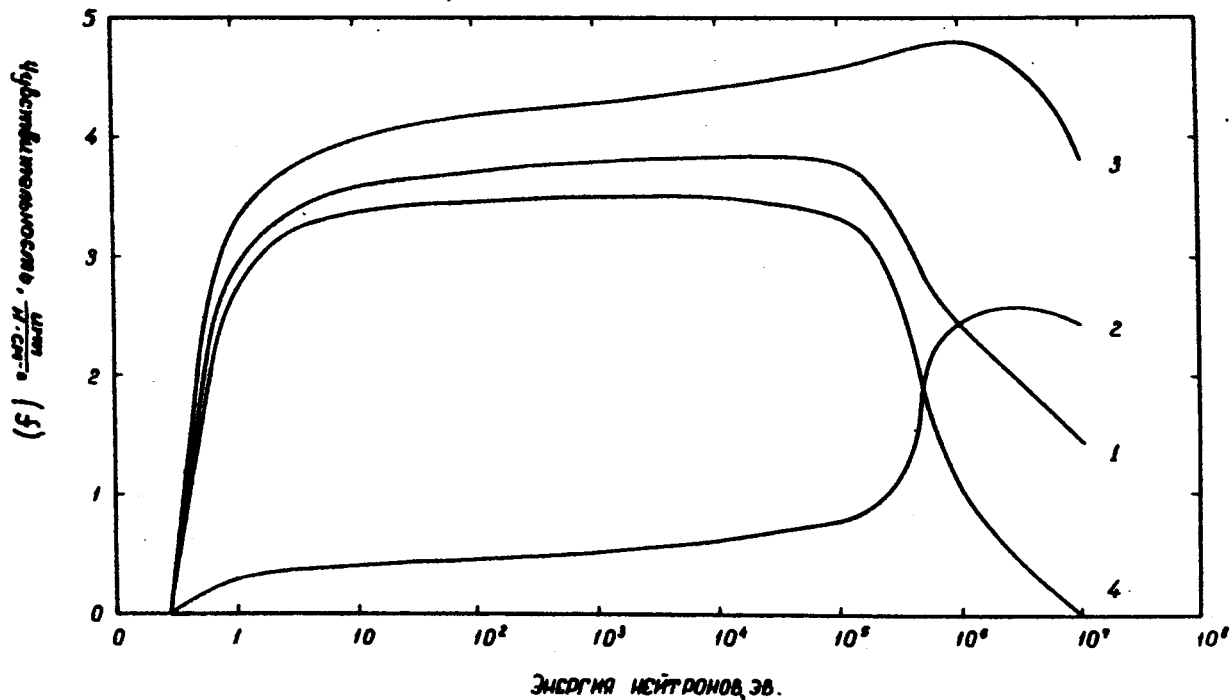


Рис. 1. Чувствительность детектора в зависимости от энергии нейтронов при различных толщинах замедляющего слоя. 1 - толщина замедляющего слоя 40 мм ( $f_1$ ); 2 - толщина замедляющего слоя 120 мм ( $f_2$ ), 3-4 - гипотетические детекторы с суммарной ( $f_1 + f_2$ ) (3) и разностной ( $f_1 - 0,6f_2$ ) (4) чувствительностью детекторов с толщиной замедляющего слоя 40 и 120 мм, соответственно.