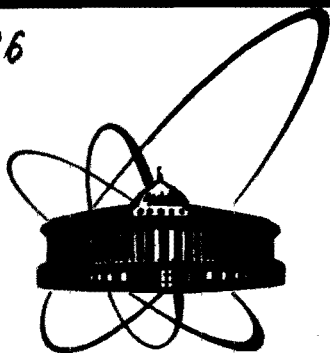


К 636



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

РЗ-86-184

М.М.Комочков, Ю.В.Мокров

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
НЕКОТОРЫХ НЕЙТРОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ
В ДИАПАЗОНЕ ЭНЕРГИЙ
ОТ 17 кэВ ДО 1 МэВ**

1986

Энергетическая зависимость чувствительности детекторов, используемых в качестве дозиметров нейтронов, является одной из важнейших характеристик, определяющих их применимость для радиационного контроля нейтронов широкого энергетического спектра. В настоящей работе экспериментально определены значения чувствительности при различных энергиях в диапазоне от 17 кэВ до 1 МэВ для следующих детекторов, используемых как дозиметры нейтронов:

- счетчик СММ-14 в комбинированном замедлителе (см. рис.1);
- ДН-А-1 ^{1/1};
- детектор LiJ(Eu) в полиэтиленовом шаре \varnothing 25,4 см.

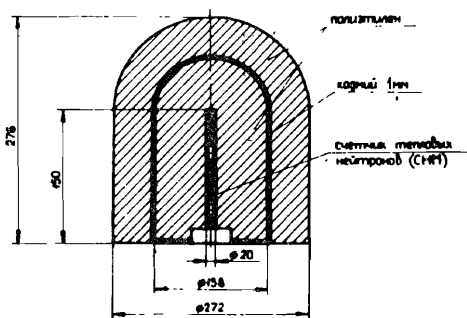


Рис.1. Комбинированный замедлитель нейтронов.

Измерения проводились на ЭГ-2,5. Моноэнергетические нейтроны были получены из реакции $T(p, n)^3He$ на тритиевой мишени толщиной $0,1 \text{ мг/см}^2$. Энергия падающих протонов выбиралась равной 1256, 1645 и 2016 кэВ, детекторы располагались под углами от 30° до 120° к направлению пучка протонов. Энергия нейтронов определялась по таблицам ^{1/2}. Геометрия измерений представлена на рис.2. Детекторы располагались на расстоянии от 1 до

2,5 м от мишени. Одновременно проводились измерения "всеволновым" счетчиком ОВС-3 ^{1/1}, расположенным симметрично оси пучка протонов на таком расстоянии от мишени, которое обеспечивало равенство телесных углов, образуемых детектором и передней поверхностью ОВС-3 (для равенства неопределенности по энергии). В качестве монитора использовался борный счетчик СММ-14 в полиэтиленовом замедлителе. Фон рассеянных нейтронов определялся с помощью экранирующего конуса, который располагался поочередно как между мишенью и детекторами, так и между ОВС-3 и мишенью. Стабильность работы приборов контролировалась в процессе измерений с помощью источника нейтронов.

Перед началом измерений все детекторы были проградуированы по (Pu-Be)-источнику 1 разряда, помещенному в гнезде на месте расположения мишени.

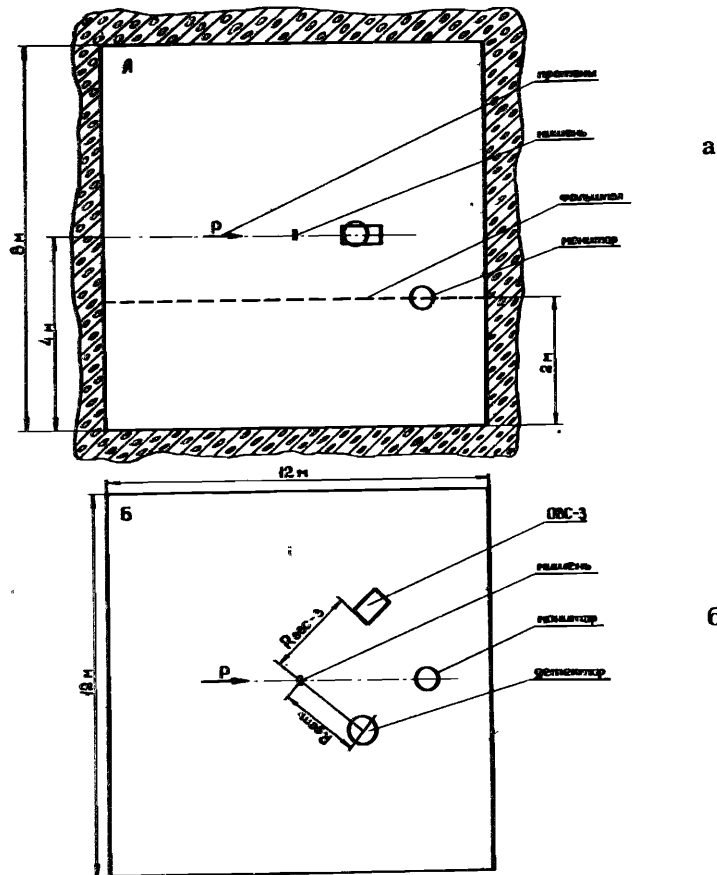


Рис.2. Геометрия измерений на ЭГ-2,5 (а — вид сбоку, б — вид сверху).

По результатам измерений чувствительность детекторов $\epsilon_d(E)$ при энергии E определялась при помощи следующей формулы:

$$\epsilon_d(E) = \epsilon_{OVC-3} \frac{(N - N_{\phi})_d \cdot (R + R_{эф})_d^2}{(N - N_{\phi})_{OVC-3} (R + R_{эф})_{OVC-3}^2} \quad (1)$$

где ϵ_{OVC-3} — чувствительность ОВС-3 для (Pu-Be)-источника, см²; N и N_{ϕ} — счет и фон детекторов и ОВС-3; R — расстояние от мишени до передней поверхности замедлителей детекторов и ОВС-3, см; $R_{эф}$ — расстояние от эффективного центра детекторов до поверхности ОВС-3, см.

Эффективный центр детекторов располагался в их геометрическом центре, для ОВС-3 в зависимости от энергии он находился на

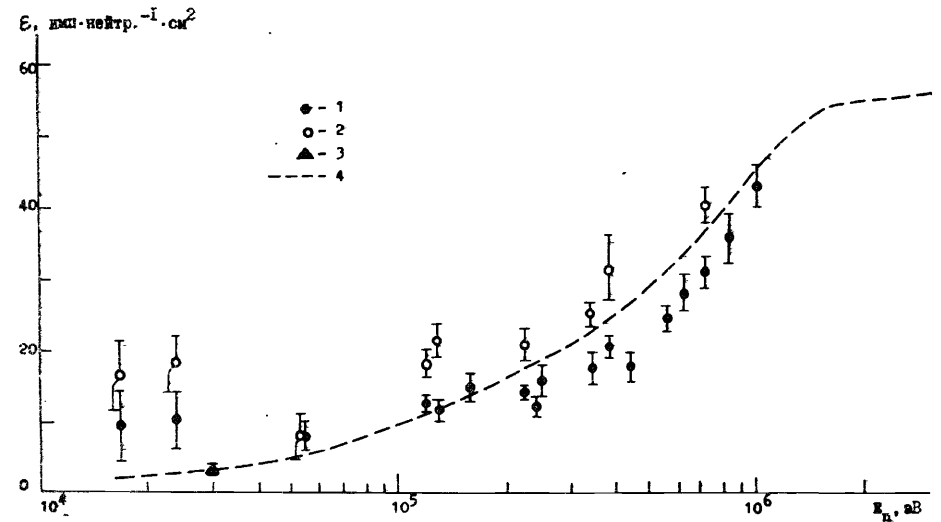


Рис.3. Чувствительность СНМ-14 с комбинированным замедлителем: 1 — для замедлителя с кадмиевой прослойкой внутри; 2 — для замедлителя без кадмиевой прослойки внутри; 3 — результаты работы /4/; 4 — чувствительность "идеального" дозиметра.

глубинах от 1 до 2 см. Погрешность $\epsilon_d(E)$ находилась как среднеквадратическая погрешностей сомножителей в формуле (1). Неопределенность по энергии ΔE , связанная с немонотонностью пучка нейтронов, падающих на переднюю поверхность детекторов, составляла от 3 до 20% и при обработке результатов не учитывалась.

Полученные значения чувствительности $\epsilon_d(E)$ представлены на рис.3-5. На этих же рисунках пунктиром показана чувствительность "идеального" дозиметра $\epsilon(E)$, имеющего для нейтронов (Pu-Be)-источника такую же чувствительность, как и у исследуемых детекторов. Значения $\epsilon(E)$ при энергии E рассчитывались по формуле

$$\epsilon(E) = \frac{\epsilon_{Pu-Be} \cdot h_m(E)}{h_{Pu-Be}} \quad (2)$$

где ϵ_{Pu-Be} — чувствительность детектора для (Pu-Be)-источника, см²; $h_m(E)$ — максимальная удельная эквивалентная доза при флюенсе 1 нейтрон · см⁻², Зв · см²; h_{Pu-Be} — значение h_m для (Pu-Be)-источника, равное $3,85 \cdot 10^{-6}$ Зв · см² ($3,85 \cdot 10^{-8}$ бэр · см²). Значения $h_m(E)$ рассчитывались по аппроксимации данных НРБ-76 из работы /3/. На рис.3-5 нанесены также значения $\epsilon_d(E)$ из работы /4/, полученные для нейтронов в области энергий 30 кэВ.

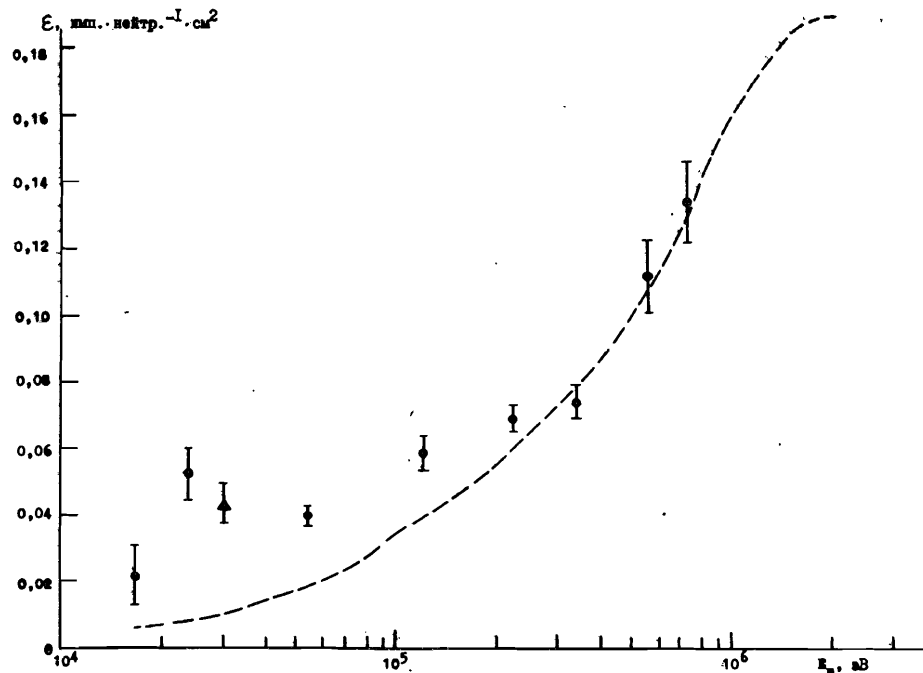


Рис.4. Чувствительность LiJ(Eu) в полиэтиленовом шаре ϕ 25,4 см;
 ● — результаты настоящей работы; ▲ — результаты работы /4/;
 - - - — чувствительность "идеального" дозиметра.

На рис.6 представлены значения $\rho(E)$, рассчитанные по формуле

$$\rho(E) = \frac{\epsilon_D(E)}{\epsilon(E)} \quad (3)$$

и представляющие собой отношение показаний детектора и "идеального" дозиметра при энергии E.

Такой же подход по сравнению показаний детекторов с показаниями "идеального" дозиметра использован в работе /5/ для других детекторов.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

Энергетическая зависимость СНМ-14 в комбинированном замедлителе хорошо согласуется с рекомендованной зависимостью максимальной эквивалентной дозы от энергии, особенно при энергиях выше 50 кэВ, где этот детектор может использоваться с погрешностью определения дозы, не превышающей 30%.

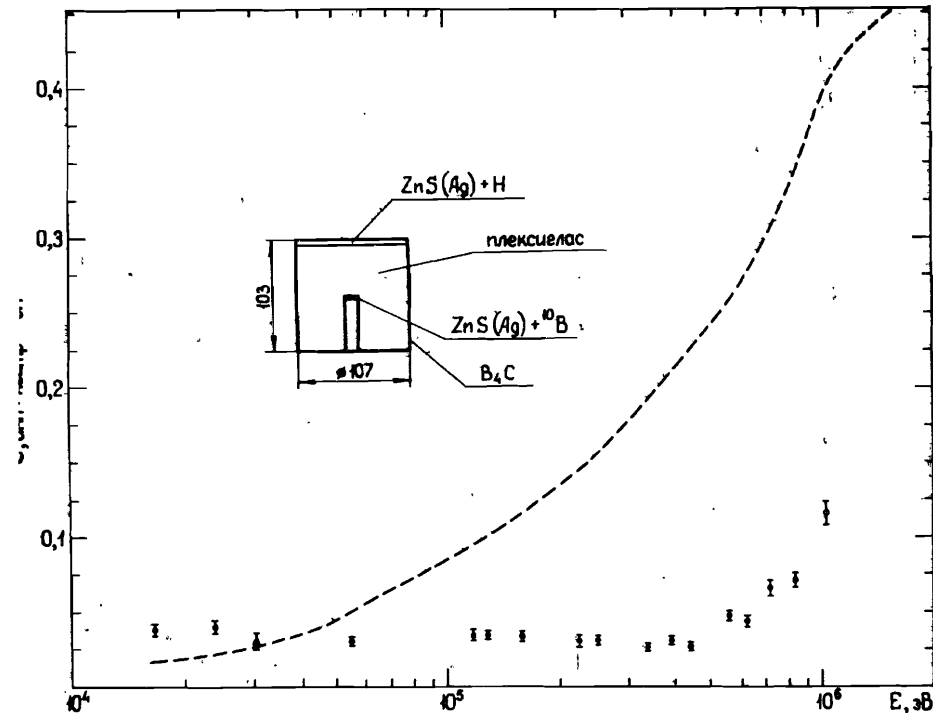


Рис.5. Чувствительность ДН-А-1: ● — результаты настоящей работы;
 ▲ — результаты работы /4/; - - - — чувствительность "идеального" дозиметра.

Значение чувствительности детектора LiJ(Eu) в шаре ϕ 25,4 см в диапазоне энергий от 50 кэВ до 1 МэВ не противоречит опубликованным данным, например МКРЕ /6/, о ходе энергетической зависимости. Однако использование этого детектора в качестве дозиметра, особенно в полях с большим вкладом нейтронов с энергией ниже 200 кэВ, может привести к завышению эквивалентной дозы более чем на 30%.

Показания прибора ДН-А-1 в диапазоне энергий от 17 кэВ до 1 МэВ могут быть в несколько раз ниже показаний "идеального" дозиметра.

Вместе с тем необходимо отметить, что вопрос о возможности применения перечисленных выше дозиметров, особенно ДН-А-1, для радиационного контроля в полях нейтронов широкого энергетического диапазона и возникающих при этом погрешностях измерения может быть решен после определения энергетической зависимости чувствительности во всем диапазоне регистрируемых ими нейтронов с учетом спектров нейтронов.

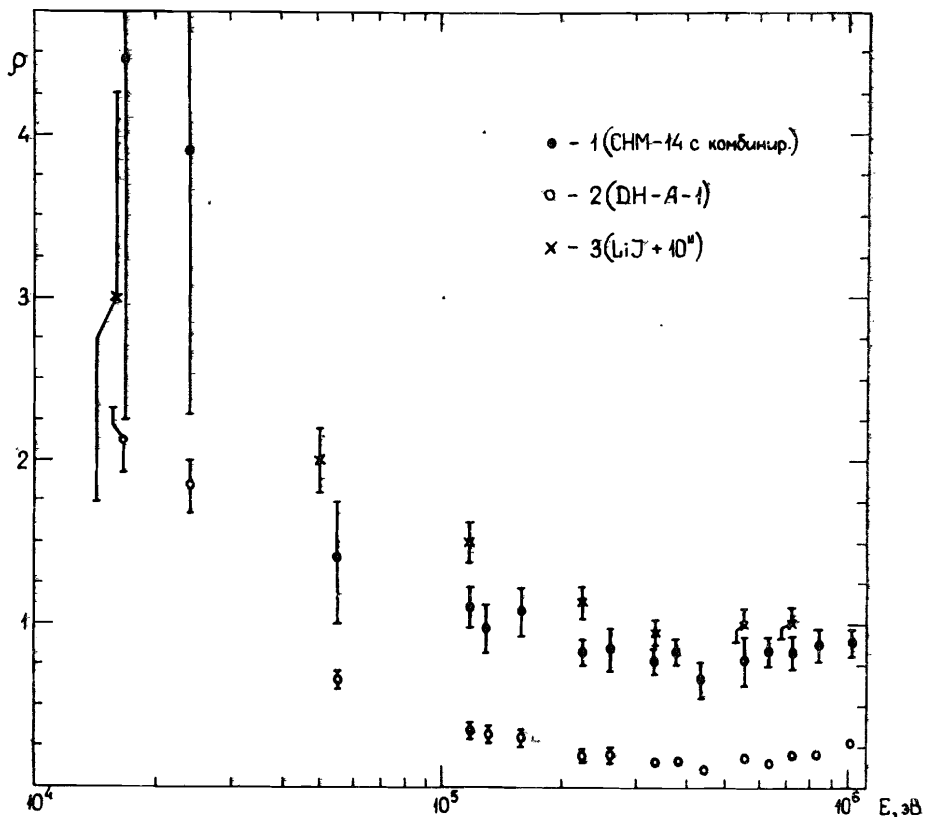


Рис.6. Зависимость ρ от энергии.

Авторы выражают благодарность В.И.Потапкину и В.Ф.Шевченко за помощь в проведении измерений и обсуждение результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голованов М.А. и др. В кн.: Труды СНИИП, 1964, вып.1, с.36.
2. Борисов Г.А., Васильев А.Д., Шевченко В.Ф. Кинематические таблицы ядерных реакций d, p и n. Изд-во стандартов, М., 1974.
3. Алейников В.Е., Бескровная Л.Г. ОИЯИ, 16-82-89, Дубна, 1982.
4. Алейников В.Е. и др. ОИЯИ, Р16-1219, Дубна, 1979.
5. Leake J.W. Nucl.Instr. and Meth., 1968, 63, p.329.
6. ICRU, Report 28, December, 1978.
7. Фоминых В.И. В кн.: Труды метрологических институтов СССР, вып.89 (149). Изд-во стандартов, М., 1967, с.158.

Рукопись поступила в издательский отдел
31 марта 1986 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

- | | | |
|--------|--|-------------|
| 81-758 | Труды II-Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981. | 5 р. 40 к. |
| 82-117 | Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981. | 3 р. 80 к. |
| 82-568 | Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982. | 1 р. 75 к. |
| 82-664 | Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982. | 3 р. 30 к. |
| 82-704 | Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982. | 5 р. 00 к. |
| 83-511 | Труды совещания по системам и методам, аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982. | 2 р. 50 к. |
| 83-644 | Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983. | 6 р. 55 к. |
| 83-689 | Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983. | 2 р. 00 к. |
| 84-63 | Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983. | 4 р. 50 к. |
| 84-366 | Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984. | 4 р. 30 к. |
| 84-599 | Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984. | 5 р. 50 к. |
| 84-850 | Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/ | 7 р. 75 к. |
| 84-818 | Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983 | 3 р. 50 к. |
| | Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/ | 13 р. 50 к. |
| 85-851 | Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985. | 3 р. 75 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

Комочков М.М., Мокров Ю.В.

P3-86-184

Энергетические зависимости чувствительности некоторых нейтронных детекторов в диапазоне энергий от 17 кэВ до 1 МэВ

Представлены результаты экспериментального определения чувствительности некоторых детекторов нейтронов, используемых как дозиметры нейтронов, при различных энергиях в диапазоне от 17 кэВ до 1 МэВ. Измерения проводились на ЭГ-2,5. Моноэнергетические нейтроны были получены из реакции $T(p, n)^3He$ при различных энергиях падающих на тритиевую мишень протонов. Детекторы располагались под углами от 30° до 120° к направлению пучка протонов. Значения чувствительности детекторов определялись путем сравнения их показаний с показаниями образцового "всеволнового" счетчика нейтронов ОВС-3М. Полученные результаты могут быть использованы при определении энергетических зависимостей чувствительности исследуемых детекторов и оценки погрешностей измерения с их помощью доз нейтронов в полях за защитой установок ОИЯИ.

Работа выполнена в Отделе радиационной безопасности и радиационных исследований ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Komochkov M.M., Mokrov Ju.V.

P3-86-184

Energy Dependences of Some Neutron Detector Sensitivity in the 17 keV up to 7 MeV Energy Range

The results of experimental determination of sensitivity of some neutron detectors used as neutron dosimeters in neutron energy region from 17 keV to 1 MeV are presented. The measurements were performed on the Van de Graaf accelerator. Monoenergetic neutrons were produced in the $T(p, n)^3He$ reaction at different energies of incident protons falling down the tritium target. The detectors were placed at 30° to 120° to proton beam direction. The detector sensitivity was evaluated by comparison of their values with those of standard "wide-range" neutron counter. The obtained results could be used for determining energy dependences of sensitivities of detectors under study and for evaluating the errors of measurements of neutron doses in the radiation fields behind the shielding of JINR installations.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986