



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2008–22
ОРИ

Е.В. Косьяненко, С.И. Купцов, В.В. Мартынов*, В.Н. Пелешко,
В.А. Русанов*, Е.Н. Савицкая, А.В. Санников, М.М. Сухарев

**СПЕКТРЫ И ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПОЛЕЙ НЕЙТРОНОВ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПЕРСОНАЛА
ГОРНО-ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

Направлено в *АНРИ*

* ФГУП «Горно-химический комбинат», Железногорск, Красноярский край

Протвино 2008

Аннотация

Косьяненко Е.В., Купцов С.И., Мартынов В.В. и др. Спектры и дозиметрические характеристики полей нейтронов на рабочих местах персонала Горно-химического комбината. Препринт ИФВЭ 2008–22. – Протвино, 2008. – 11 с., 4 рис., 6 табл., библиогр.: 5.

Представлены результаты измерений нейтронных спектров в 18 характерных точках на рабочих местах персонала Горно-химического комбината (ГХК). Определены различные интегральные характеристики нейтронных полей, а также поправочные коэффициенты для индивидуального дозиметра ДВГН-01. Спектрометрические данные сравниваются в 5 точках с результатами измерений, полученных с помощью нового прибора – дозиметра эффективной дозы (ДЭД). В этих полях выполнена также калибровка индивидуального дозиметра нейтронов КОРДОН в терминах эффективной дозы изотропного облучения.

Abstract

Kosjanenko E.V., Kuptsov S.I., Martinov V.V. et al. Spectra and Dosimetric Characteristics of Neutron Fields at Working Places of the Mining-Chemical Combine Personnel. IHEP Preprint 2008–22. – Protvino, 2008. – p. 11, fig. 4, tables 6, refs.: 5.

Neutron spectra measurement data for 18 typical points at working places of the MCC personnel are presented. Various integral characteristics of the neutron fields, as well as the correction factors for the DVGН-01 individual dosimeter, have been determined. Spectrometric data are compared in 5 points with the measurement results using a new device – dosimeter of effective dose (DED). The individual neutron dosimeter KORDON is also calibrated in these fields in the terms of effective dose of isotropic irradiation.

Введение

В последние годы на предприятиях Государственной корпорации «РОСАТОМ» широко внедряется современный автоматизированный комплекс индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-301 [1] в комплекте с индивидуальными дозиметрами смешанного излучения ДВГН-01 [2]. Индивидуальный дозиметр ДВГН-01 разработан в соответствии с отечественными и международными рекомендациями и позволяет измерять одновременно как индивидуальный эквивалент дозы нейтронов, так и фотонов и заряженных частиц. Наряду с несомненными достоинствами он имеет серьезный недостаток – неудовлетворительную, с точки зрения нормативных требований, энергетическую зависимость чувствительности к нейтронам. Для снижения связанной с этим погрешности измерений необходимо проводить калибровку дозиметров в местах работы персонала, либо определять поправочные коэффициенты по результатам измерений нейтронных спектров.

Для ввода в эксплуатацию АКЖДК-301 в условиях ФГУП «ГХК» г. Железногорска специалистами ИФВЭ и ГХК в рамках договора № 268-07/01 измерены мощности дозы нейтронов с помощью радиометра-дозиметра МКС-01Р, мощности дозы фотонов – с помощью дозиметра ДКГ-02У (Арбитр-М), а также нейтронные спектры – с помощью спектрометра нейтронов СБ-РСУ-01 [3] в 18 точках. По результатам измерения спектров оценены различные интегральные характеристики полей нейтронов, в том числе поправочные коэффициенты на различие чувствительности ДВГН-01 к нейтронам в условиях градуировки и в рабочих условиях. Даны рекомендации по применению поправочных коэффициентов для ДВГН-01 в нейтронных полях Горно-химического комбината.

В пяти точках проведены также измерения поправочных коэффициентов для ДВГН-01 в терминах эффективной дозы изотропного облучения с помощью нового прибора, разработанного в ИФВЭ, – дозиметра эффективной дозы (ДЭД) [4]. Выполнено сравнение с результатами спектрометрии, а также проведена градуировка индивидуальных дозиметров нейтронов КОРДОН [5], используемых на ГХК.

Характеристика точек измерения

Измерение мощностей доз нейтронов и фотонов, а также спектров нейтронного излучения выполнено на рабочих местах персонала следующих объектов ГХК:

- 1) реакторный цех, центральный зал;
- 2) радиохимический завод (РХЗ);
- 3) объект 100;
- 4) изотопно-химический завод (ИХЗ).

Краткое описание точек измерения приведено в **табл. 1**. Стандартная высота над полом составляла 110 см, за исключением точек 17 и 18 (ИХЗ).

Таблица 1. Описание точек измерения нейтронных спектров в рабочих помещениях ГХК.

Завод	Точка измерения	Описание	Источник нейтронов
Реакторный цех	5	Центр «пятака»	Реактор
	6	Край «пятака»	
	7	Край «сухого канала»	
РХЗ	8	Склад готовой продукции (СГП), отсек 4, защитные контейнеры располагаются двумя рядами на полу	Диоксид плутония
	9	СГП, отсек 3, защитные контейнеры располагаются в один ряд на полу	
	10	СГП, 15 см от голого контейнера с PuO ₂ на столе пультовой	
	11	Центр коридора ЦЗЛ, 2 этаж, 12 ось	
	12	Помещение временного хранения (ПВХ), отсек № 9	
	13	ПВХ, отсек № 6	
	14	Цех № 1, отд. 55, узел «П» (ремзона 1)	
Объект 100	15	1 м от голого контейнера с PuO ₂	Диоксид плутония
	16	То же, контейнер с PuO ₂ в защитном стакане	
ИХЗ	17	Здание 1, цех 2, помещение 055	Транспортный контейнер ТК-13В с ОТВС
	18	То же	

На **рис. 1** приведена схема центрального зала реактора АДЭ-2 с указанием точек измерения нейтронных спектров. Реактор работал на 100% мощности, измерения спектров сопровождались мониторингом с помощью радиометра-дозиметра МКС-01Р (сфера диаметром 5", режим измерения плотности потока быстрых нейтронов). Точка № 5 находилась в центре «пятака», точка № 6 – на краю «пятака». Точка № 7 – вблизи «сухого канала» – канала с демонтированным оборудованием, закрытым сверху двумя листами полиэтилена и листовым свинцом.

Точки измерения № 8–10 находились на складе готовой продукции (СГП) радиохимического завода. Точка № 8 – в отсеке 4, контейнеры с диоксидом плутония находятся в защитных контейнерах и располагаются двумя рядами на полу. Точка № 9 – в отсеке 3, контейнеры с диоксидом плутония в защитном стакане стоят в один ряд длинного помещения. Точка № 10 – на расстоянии 15 см от контейнера с PuO₂, вынутого из защитного стакана и помещенного на стол пультовой на входе в отсеки № 3 и 4. Точка № 11 располагалась в центре коридора центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ). Точка № 12 находилась в помещении временного хранения (ПВХ), отсек 9. Точка № 13 – в ПВХ, отсек 6. Точка № 14 – в цехе № 1, отделение 55, узел «П» (ремзона 1).

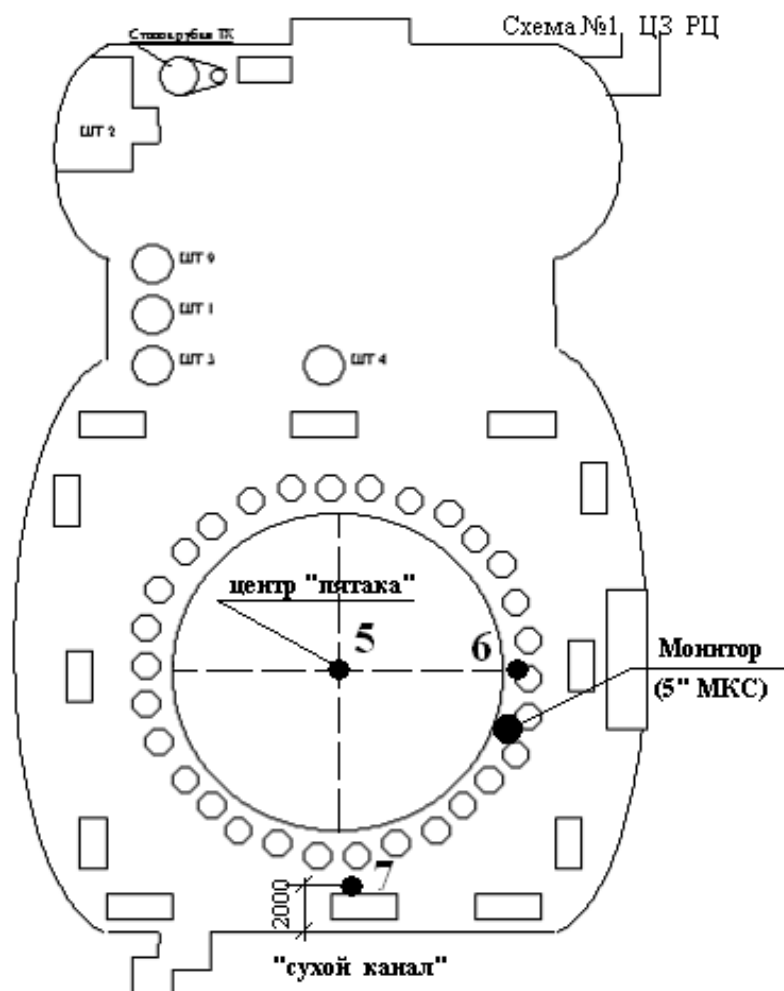


Рис. 1. Схема центрального реакторного зала и точек измерения спектров нейтронов.

Измерения на объекте 100 (точки № 15 и 16) проводились на расстоянии 1 м от контейнера с PuO_2 на тележке. Во втором случае контейнер находился в защитном стекле. Схема точек измерения № 17 и 18 показана на **рис. 2**. Эти измерения выполнены на расстояниях 50 см и 4 м от поверхности транспортного контейнера ТК-13В с ОТВС (отработанная тепловыделяющая сборка реактора ВВЭР-1000).

Результаты измерений нейтронных спектров

Спектры нейтронов измерялись многошаровым спектрометром Боннера СБ-РСУ-01 [3] на основе серийного прибора РСУ-01. Использовались «голый» (0") и кадмированный (0"(Cd)) детектор, а также детектор в кадмированных полиэтиленовых шарах диаметром 3", 5", 8", 10" и 12". Методика измерений описана в работе [3]. Она предполагает преимущественное облучение детектора в шарах со стороны боковой поверхности счетчика (90°), измерение «голым» детектором в трех взаимно перпендикулярных ориентациях, а также ограничение статистических погрешностей (не более 10%). В большинстве случаев они составляли менее 5%.

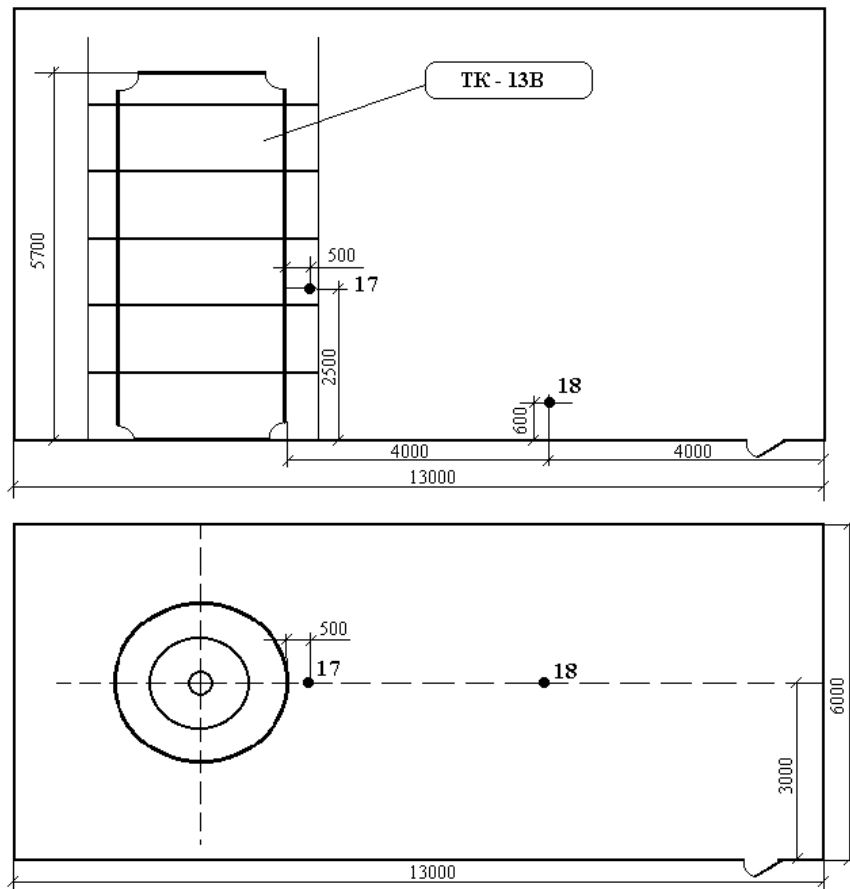


Рис. 2. Точки измерения 17 и 18. ИХЗ, транспортный контейнер ТК-13В с ОТВС.

Результаты измерений в режиме ППТН (плотность потока тепловых нейтронов) на пульте РСУ-01 представлены на **рис. 3**. Они получены как средние значения по трем экспозициям длительностью от 30 до 100 секунд в зависимости от скорости счета. Видно, что во всех случаях данные описываются гладкими кривыми в зависимости от диаметра замедлителя, что свидетельствует об отсутствии систематических ошибок при измерениях [3]. Восстановленные по программе BON95 спектры с коридором неопределенностей, соответствующих среднеквадратическим отклонениям (СКО), приведены на **рис. 4**.

Результаты измерений показывают, что нейтронные спектры на рабочих местах персонала ГХК отличаются большой вариабельностью. В **табл. 2** приведены вклады во флюенс тепловых, промежуточных и быстрых нейтронов. В большинстве случаев наблюдается значительный компонент тепловых нейтронов (до 47% флюенса), что свидетельствует о прохождении нейтронов через толстые водородсодержащие защиты (бетон, полиэтилен и т.д.) и/или о большом вкладе рассеянного излучения. Это излучение формируется при рассеянии нейтронов от стен, пола и потолка помещений, а также при прохождении через лабиринты. Спектры рассеянного излучения являются более мягкими по сравнению со спектрами прямых нейтронов, выходящих из защиты, и характеризуются широкими размытыми пиками быстрых нейтронов и относительно большим вкладом промежуточных нейтронов.

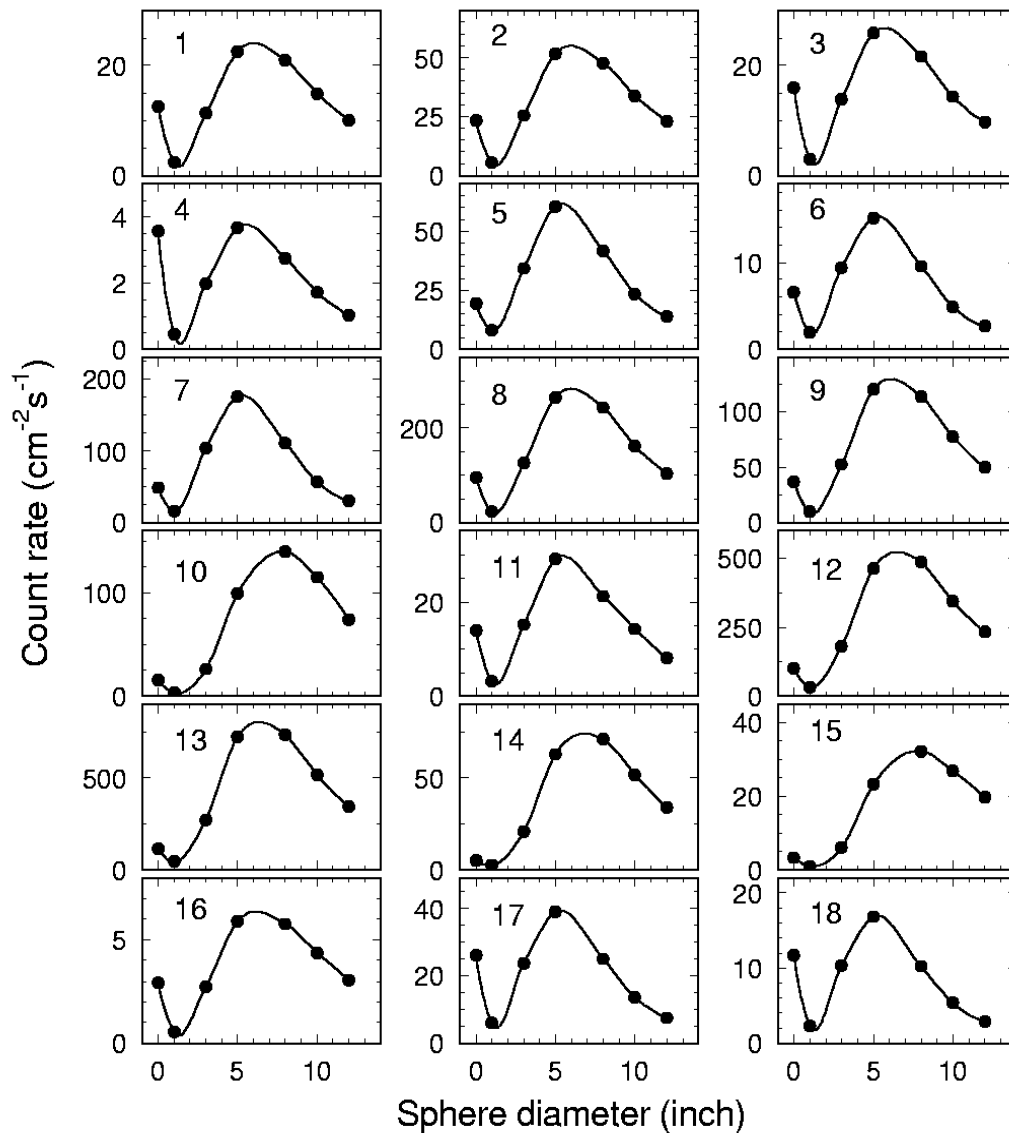


Рис. 3. Скорость счета СБ-PCU-01 в режиме ППТН в зависимости от диаметра замедлителя в различных точках измерения. Точки на диаметре 1" соответствуют детектору 0"(Cd).

Наиболее мягкие спектры наблюдаются в реакторном цехе и на ИХЗ, где вклад быстрых нейтронов во флюенс составляет менее 50%, максимумы пиков быстрых нейтронов локализируются при энергиях 200–400 кэВ, а средняя энергия спектра надкадмиевых нейтронов составляет 0,14–0,28 МэВ. Значения переходного коэффициента от флюенса к амбиентному эквиваленту дозы $h^*(10)$ в этих полях варьируются в пределах 64–103 пЗв·см². Наиболее жесткие спектры измерены в точках 10 и 15 вблизи контейнеров с диоксидом плутония. Вклад быстрых нейтронов во флюенс в этих условиях достигает более 84%, средняя энергия – 1,3 и 1,7 МэВ, и $h^*(10)$ – 311 и 317 пЗв·см² соответственно. Максимумы пиков быстрых нейтронов в этих точках находятся при энергиях выше 1 МэВ.

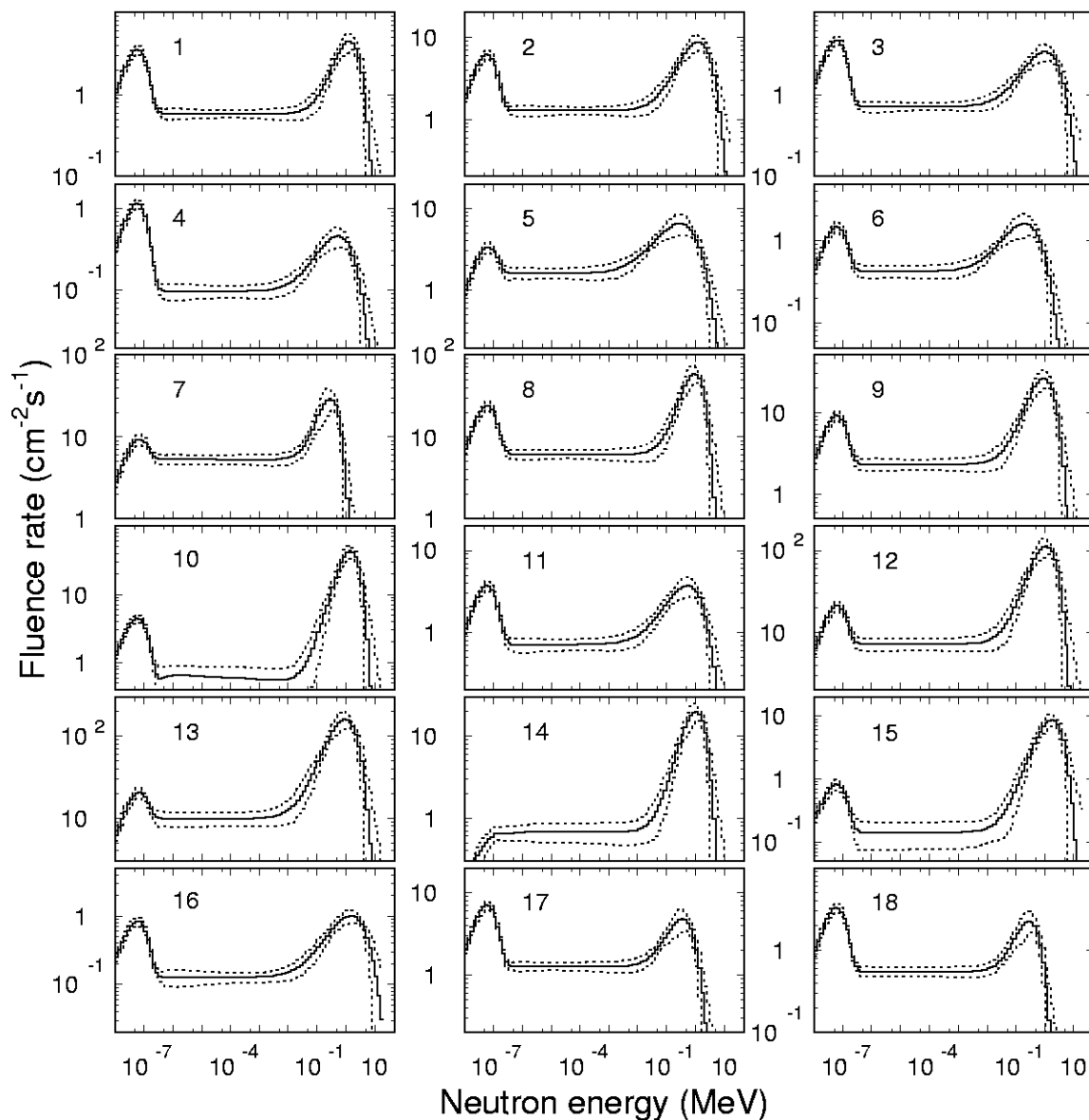


Рис. 4. Спектры нейтронов, измеренные СБ-РСУ-01 на рабочих местах персонала ГХК.

В табл. 3 представлены сравнительные результаты измерения мощности амбиентного эквивалента дозы нейтронов с помощью спектрометра СБ-РСУ-01 и радиометра-дозиметра МКС-01Р, а также мощности амбиентного эквивалента дозы фотонов (ДКГ-02У). В большинстве случаев, за исключением точек 10; 17 и 18, мощность дозы нейтронов по показаниям МКС-01Р согласуется в пределах 20% с данными спектрометрии. Среднее отношение измеренных доз МКС/СБ равно 0,94. Мощность дозы фотонов в большинстве точек измерения значительно ниже мощности дозы нейтронов, за исключением реакторного цеха (точки 5–7), а также точек 10 и 15.

Таблица 2. Процентный вклад тепловых $\Phi_T (E < 0,4 \text{ эВ})$, промежуточных $\Phi_n (0,4 \text{ эВ} < E < 0,1 \text{ МэВ})$ и быстрых $\Phi_6 (E > 0,1 \text{ МэВ})$ нейтронов в полный флюенс, а также средняя энергия спектра надкадмиевых нейтронов $\bar{E} (E > 0,4 \text{ эВ})$ (МэВ) и удельный амбиентный эквивалент дозы нейтронов $h^*(10)$ (пЗв·см²).

Завод	Точка измерения	Φ_T	Φ_n	Φ_6	\bar{E}	$h^*(10)$
	1	29,8	23,1	47,1	0,79	154
	2	24,8	23,4	51,8	0,89	162
	3	33,1	24,3	42,6	0,75	124
	4	47,1	19,8	33,1	0,41	86,1
Реакторный цех	5	16,4	33,6	50,0	0,28	103
	6	24,9	33,0	42,1	0,16	74,0
	7	16,6	36,8	46,6	0,14	86,6
РХЗ	8	21,2	24,0	54,8	0,59	171
	9	18,2	20,9	60,9	0,66	187
	10	9,5	6,2	84,3	1,30	311
	11	28,2	25,6	46,2	0,42	116
	12	11,9	17,3	70,8	0,86	227
	13	8,4	16,5	75,1	0,82	230
	14	3,4	13,3	83,3	0,86	279
Объект 100	15	7,6	6,1	86,3	1,68	317
	16	26,7	19,3	54,0	1,27	173
ИХЗ	17	35,9	30,0	34,1	0,19	73,9
	18	38,1	29,5	32,4	0,14	63,5

Поправочные коэффициенты для индивидуального дозиметра ДВГН-01

Общие подходы, формулы и рекомендации по определению поправочных коэффициентов для индивидуальных дозиметров нейтронов ДВГН-01 на рабочих местах персонала приведены в работах [2, 4]. На практике рекомендуется применять поправочные коэффициенты $k_E(\text{ISO})$ и $k_E(\text{AP})$ для непосредственного перехода от результата измерений к эффективной дозе. Наиболее характерным для персонала является изотропное облучение за счет перемещения во время работы и вклада рассеянного излучения с квазиизотропным распределением.

Поправочные коэффициенты $k_E(\text{AP})$ следует использовать для той части персонала, работа которого связана с преимущественным облучением тела со стороны груди (работа операторов). В тех случаях, когда выбор между этими условиями облучения вызывает затруднения, могут применяться средние значения между $k_E(\text{AP})$ и $k_E(\text{ISO})$. Возникающая при этом дополнительная неопределенность измерения индивидуальной эффективной дозы нейтронов составляет менее 30%. Значения $k_E(\text{AP})$ и $k_E(\text{ISO})$ для индивидуального дозиметра ДВГН-01, рассчитанные по измеренным с помощью СБ-PCY-01 спектрам нейтронов, приведены в табл. 4.

Таблица 3. Мощность амбиентного эквивалента дозы нейтронов, измеренная с помощью СБ-PCY-01 и МКС-01P, и мощность амбиентного эквивалента дозы фотонов (ДКГ-02У).

Точка измерения	Мощность дозы нейтронов \dot{H}^* (10) (мкЗв/ч)			Мощность дозы фотонов (мкЗв/ч)
	СБ-PCY-01	МКС-01P	МКС/ СБ	
1	14,7 ± 0,6	11,9	0,81	
2	33,7 ± 1,2	32,2	0,96	8,4
3	14,2 ± 0,5	12,0	0,85	4,4
4	1,66 ± 0,10	1,50	0,90	0,53
5	20,2 ± 0,9	21,1	1,04	103
6	3,89 ± 0,21	3,80	0,98	32
7	47,8 ± 2,3	38,2	0,80	70
8	166 ± 7	148	0,89	24,8
9	79,6 ± 3,3	76,3	0,96	8,1
10	118 ± 4	158	1,34	141
11	12,8 ± 0,7	10,4	0,81	0,6
12	360 ± 13	363	1,01	107
13	537 ± 19	536	1,00	120
14	54,9 ± 2,2	48,4	0,88	31,3
15	28,4 ± 1,2	33,3	1,17	25,2
16	4,42 ± 0,24	4,30	0,97	1,76
17	12,0 ± 0,6	9,00	0,75	8,6
18	4,54 ± 0,24	3,36	0,74	1,5
Среднее			0,94	

- Анализ полученных результатов позволяет сформулировать следующие рекомендации:
- В точках 1–3 можно использовать усредненные поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 4.
 - В реакторном цехе и ИХЗ можно также использовать средние поправочные коэффициенты для всех контролируемых точек реакторного цеха и ИХЗ соответственно.
 - Для точек измерения 10 (РХЗ) и 15 (объект 100) получены близкие поправочные коэффициенты, характерные для работы вблизи открытых источников без защиты с малым вкладом рассеянного излучения. Для таких условий можно принять поправочные коэффициенты, измеренные в точке 15.
 - Для объекта 100 рекомендуются поправочные коэффициенты, измеренные в точке 16.
 - На складе готовой продукции (точки 8 и 9) и в помещениях временного хранения завода РХЗ (точки 12; 13) можно использовать средние поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 4. В других помещениях РХЗ (точки 11; 14) следует применять поправочные коэффициенты, измеренные в соответствующих точках.

Калибровка индивидуальных дозиметров нейтронов с помощью дозиметра эффективной дозы (ДЭД)

Дозиметр эффективной дозы (ДЭД) [4] представляет собой полиэтиленовый шар диаметром 10", на поверхности которого размещены шесть дозиметров ДВГН-01, а в центре – слайд ДВГН-01. Основой методики ДЭД является моделирование условий изотропного облучения ДВГН-01 на теле человека в полях излучения с произвольным угловым распределением нейтронов при усреднении показаний дозиметров на поверхности шарового фантома.

Таблица 4. Поправочные коэффициенты для индивидуального дозиметра ДВГН-01 на рабочих местах персонала ГХК. В качестве погрешностей приведены СКО.

Завод	Точка измерения	k_E (AP)	k_E (ISO)	k_E (ISO) / k_E (AP)
	1	0,193 ± 0,012	0,293 ± 0,024	1,52
	2	0,207 ± 0,013	0,319 ± 0,028	1,54
	3	0,151 ± 0,010	0,237 ± 0,022	1,57
	Среднее по точкам 1-3	0,184	0,283	1,54
	4	0,096 ± 0,009	0,147 ± 0,016	1,54
Реакторный цех	5	0,099 ± 0,006	0,145 ± 0,012	1,47
	6	0,068 ± 0,005	0,099 ± 0,008	1,45
	7	0,072 ± 0,005	0,102 ± 0,006	1,43
	Среднее по точкам 5-7	0,079	0,116	1,46
РХЗ	8	0,193 ± 0,010	0,281 ± 0,018	1,46
	9	0,222 ± 0,012	0,326 ± 0,024	1,47
	Среднее по точкам 8-9	0,208	0,304	1,46
	10	0,573 ± 0,032	0,798 ± 0,058	1,39
	11	0,123 ± 0,009	0,184 ± 0,017	1,49
	12	0,304 ± 0,016	0,441 ± 0,034	1,45
	13	0,305 ± 0,016	0,442 ± 0,034	1,45
	Среднее по точкам 12-13	0,305	0,442	1,45
Объект 100	14	0,396 ± 0,022	0,552 ± 0,039	1,39
	15	0,655 ± 0,045	0,925 ± 0,084	1,41
ИХЗ	16	0,248 ± 0,024	0,394 ± 0,046	1,59
	17	0,068 ± 0,004	0,100 ± 0,007	1,47
	18	0,057 ± 0,004	0,085 ± 0,006	1,48
	Среднее по точкам 17-18	0,063	0,092	1,47

Как слайд, так и дозиметры градуируются в стандартных условиях градуировки индивидуальных дозиметров в ИФВЭ [2]. Поправочный коэффициент k_E (ISO) после экспозиции ДЭД определяется по измеренному параметру жесткости спектра нейтронов H_c/H_s из выражения, приведенного в работе [4]:

$$k_E(\text{ISO}) = 0,235 \cdot (H_c/H_s)^{1,18}, \quad (1)$$

где H_c – доза нейтронов, измеренная слайдом в центре шара, а H_s – средняя доза нейтронов по показаниям шести ДВГН-01 на поверхности шара.

Измерения с помощью ДЭД проводились в точках 2; 3; 8; 11 и 14. Показания ДВГН-01 (мЗв) в шести положениях на поверхности полиэтиленового шара и слайда в центре шара представлены в **табл. 5**. Нужно отметить, что эти результаты показывают отсутствие большой анизотропии нейтронного излучения. Наибольшее различие в показаниях ДВГН-01, достигающее коэффициента 3, имеет место в точке 14 (направление «вперед-назад»). Практический вывод –

условия изотропного облучения следует принять в качестве стандартных для персонала ГХК с учетом изменения ориентации тела за время работы. Значения поправочных коэффициентов k_E (ISO), измеренные ДЭД и приведенные в предпоследней строке таблицы, хорошо согласуются с данными, полученными по измеренным спектрам нейтронов.

Таблица 5. Результаты измерений доз нейтронов с помощью ДЭД (мЗв) и сравнение значений k_E (ISO) с данными спектрометрии (табл. 4). Положение ДВГН-01 указано относительно направления на предполагаемый максимум интенсивности излучения.

Положение ДВГН	Точка измерения				
	2	3	8	11	14
центр	1,162	0,478	0,617	1,223	1,497
вперед	1,046	0,631	0,454	1,956	1,119
назад	0,859	0,355	0,373	1,098	0,355
среднее	0,953	0,493	0,414	1,527	0,737
вправо	0,911	0,470	0,436	1,405	0,504
влево	0,706	0,467	0,476	1,512	0,704
среднее	0,809	0,469	0,456	1,459	0,604
вверх	0,661	0,425	0,391	1,538	0,463
вниз	1,049	0,438	0,452	1,277	0,885
среднее	0,855	0,432	0,422	1,408	0,674
H_s	0,872	0,465	0,431	1,465	0,672
H_c/H_s	1,33	1,03	1,43	0,83	2,23
k_E (ISO) (ДЭД)	0,33	0,24	0,36	0,19	0,61
k_E (ISO) (СБ)	0,32 ± 0,03	0,24 ± 0,02	0,28 ± 0,02	0,18 ± 0,02	0,55 ± 0,04

Одновременно с дозиметрами ДВГН-01 в четырех точках (3; 8; 11; 14) на противоположных сторонах шара размещались по два индивидуальных дозиметра нейтронов КОРДОН [5] на удалении от ДВГН-01. Методика калибровки основана на том, что показания индивидуальных дозиметров на поверхности полиэтиленового шара слабо зависят от их положения при усреднении по двум дозиметрам, расположенным на противоположных сторонах.

Из табл. 5 можно видеть, что во всех точках средние значения для направлений «вперед-назад», «вправо-влево» и «вверх-вниз» отличаются от средних показаний для шести ДВГН-01 (H_s) не более чем на 10%. Кроме того, чувствительность индивидуальных дозиметров на поверхности шара при изотропном облучении, моделируемом таким образом, близка к чувствительности на тканеэквивалентном эллиптическом цилиндре (наиболее близкой модели тела человека [2]).

В табл. 6 приведены результаты измерения среднего числа треков, зарегистрированных дозиметрами КОРДОН на поверхности ДЭД в точках измерения 3; 8; 11 и 14, и значения градуировочных коэффициентов для этого дозиметра. Эти коэффициенты рекомендуются для использования при переходе от результатов измерений к эффективной дозе изотропного облучения персонала, работающего в данных помещениях. Диапазон изменения градуировочного коэффициента в четырех точках составляет около пятерки, в то время как для ДВГН-01 он равен тройке.

Таблица 6. Градуировочные коэффициенты для дозиметра нейтронов КОРДОН в терминах эффективной дозы изотропного облучения.

Точка измерения	$E(ISO)$ (мкЗв) (ДЭД)	Показания дозиметра КОРДОН (трек/мг)	Градуировочный коэффициент для дозиметра КОРДОН (мкЗв·мг/трек)
3	106	30,2	3,51
8	145	26,7	5,43
11	260	86,5	3,01
14	381	26,8	14,2

Заключение

Измерены спектры и интегральные характеристики полей нейтронов в характерных условиях работы персонала на различных объектах ГХК. Спектрометр СБ-PCY-01 показал свою надежность при измерении спектров различной жесткости и при мощности дозы нейтронов от 1,7 до 540 мкЗв/час. Определены поправочные коэффициенты для индивидуальных дозиметров ДВГН-01, диапазон значений которых составляет более порядка (0,085–0,925), а также рекомендованы средние значения для различных цехов и хранилищ.

Успешно апробирован в рабочих условиях пассивный дозиметр эффективной дозы (ДЭД), с помощью которого выполнена калибровка индивидуальных дозиметров нейтронов КОРДОН в четырех точках в терминах эффективной дозы нейтронов изотропного облучения.

Список литературы

- [1] *Комплекс автоматизированный индивидуального дозиметрического контроля АКИДК-301*. Руководство по эксплуатации. Ангарск, 2001.
- [2] А.В.Санников, В.Н.Лебедев, В.Н.Кустарев, Е.Н.Савицкая, Е.Г.Спилов. *Индивидуальный дозиметр смешанного излучения ДВГН-01: разработка и исследование характеристик*. АНРИ №3, 50-59 (2005); препринт ИФВЭ 2005-6, Протвино, 2005.
- [3] А.В.Санников, В.Н.Пелешко, Е.Н.Савицкая, С.И.Купцов, М.М.Сухарев. *Многошаровой спектрометр нейтронов на основе серийного прибора PCY-01*. Препринт ИФВЭ 2007-21, Протвино, 2007; направлено в АНРИ.
- [4] А.В.Санников, В.Н.Пелешко, Е.Н.Савицкая, С.А.Другаченок, М.М.Сухарев, С.Э.Сухих. *Дозиметр эффективной дозы смешанного излучения*. Препринт ИФВЭ 2008-1, Протвино, 2008; направлено в АНРИ.
- [5] *Индивидуальный эквивалент дозы нейтронного излучения*. Методика выполнения измерений с помощью комплекса индивидуальной нейтронной дозиметрии «Кордон-2». ГУП НПО «Радиевый институт им. В.Г.Хлопина», Санкт-Петербург, 2002.

Рукопись поступила 8 октября 2008 г.

Е.В. Косьяненко, С.И. Купцов, В.В. Мартынов и др.
Спектры и дозиметрические характеристики полей нейтронов
на рабочих местах персонала Горно-химического комбината.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы Word.
Редактор Н.В.Ежела.

Подписано к печати	10.10.2008.	Формат 60 × 84/8.	Офсетная печать.
Печ.л. 1,6.	Уч.– изд.л. 1,3.	Тираж 80.	Заказ 87.
			Индекс 3649.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий,
142282, Протвино Московской обл.

Индекс 3649

ПРЕПРИНТ 2008-22, ИФВЭ, 2008
