



Рис. 3. Экспериментальные устройства реактора для нижнего (а) и верхнего (б) положений активной зоны: 1, 2, 4, 5 — ниши; 3 — горизонтальный трехступенчатый канал; 6 — горизонтальный касательный канал; 7 — горизонтальный канал диаметром 10 см; 8 — горизонтальный канал диаметром 15 см

и горизонтальный канал — $2,5 \cdot 10^{12}$ и 10^{10} нейтр./(см²·с) соответственно.

Ниша 1 предназначена для проведения радиобиологических исследований. Она трехступенчатая, последняя ступень образует в защите реактора окно размером 150×150 см. Мощность дозы быстрых нейтронов на расстоянии 50 см от ниши достигает 1,5 рад/с. Ниша оборудована шибером-фильтром, который позволяет снижать вклад γ -излучения в дозу до 5–10%.

Трехступенчатая ниша 2 представляет собой тепловую колонну, последняя ступень образует в защите реактора окно размером 120×120 см. Плотность потока тепловых нейтронов на выходе из ниши 10^8 нейтр./(см²·с).

Ниша 3 служит для облучения материалов и оборудования, которые предусматривается располагать внутри ниши на специальной откатной тележке. Она оборудована шибером-фильтром, аналогичным установленному в нише 1.

В верхнем положении активной зоны (см. рис. 2 и 3) широкий пучок излучения выводится в нишу 4 и через нее в зал 5. Ниша предназначена для исследований макетов защиты и представляет собой трапецию с размерами оснований 200 см со стороны активной зоны и 300 см; высота ниши 300 см. Ниша оборудована откатным баком. Проведение экспериментальных исследований обеспечивается коллимированным детектором нейтронов, который жестко подвешивается к специальному мостовому крану и дистанционно устанавливается в заданную точку зала 5 в горизонтальной плоскости, проходящей через центр пучка излучения, с поворотом в этой плоскости на заданный угол. На этом же верхнем уровне имеются сквозная касательный канал диаметром 10 см и два экспериментальных канала диаметрами 10 и 15 см, выводящие узкие пучки излучения из отражателя реактора в зал 5.

Установки «Алмаз», размещенные в залах 4 и 6, представляют собой линейные облучатели, состоящие из 18 источников ¹³⁷Cs общей активностью 1080 г·экв. Ра и дистанционно выдвигаемые из защиты. Установки позволяют создать максимальную мощность дозы до 1 рад/с на расстоянии 150 см от облучателя, при этом неравномерность мощности дозы по квадрату размером 150×150 см, вырезанному в вертикальной плоскости, не более 20%.

Установки «Топаз» в зале 5 — это шурфы глубиной 12 м и диаметром 0,5 м, в которых перемещается каретка с источником ¹³⁷Cs или ⁶⁰Co активностью до 200 г·экв. Ра. Такая конструкция позволяет формировать вертикальные пучки γ -излучения с различными углами расходимости. Проведение экспериментальных исследований на установках «Топаз» обеспечивается коллимированным детектором γ -излучения, который подвешивается к настенной координатной системе. Координатная система позволяет дистанционно устанавливать детектор в заданную точку вертикальной плоскости, проходящей через оси пучков установок «Топаз», с поворотом в этой плоскости на заданный угол.

Таким образом, в зале 4 можно облучать биологические объекты одновременно γ -излучением, нейтронами, протонами или многозарядными ионами в требуемой пропорции и в заданном временном режиме. В зале 6 облучение материалов и оборудования также возможно в разных временных режимах и с различным соотношением дозы нейтронов и γ -излучения. Защита всех залов такова, что в них может проводиться подготовка к экспериментам, если пучки подаются в другие залы.

В целом создаваемая экспериментальная база позволяет проводить широкий круг работ по обеспечению радиационной безопасности космических полетов, начиная от фундаментальных исследований по радиобиологии и физике защиты до натуральных испытаний защиты космических кораблей с использованием временных режимов и спектров излучений, моделирующих условия космического полета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдульманов В. Г. и др. Докл. на X Междунар. конф. по ускорителям заряженных частиц высоких энергий. Серпухов, 1977.
2. Абдульманов В. Г. и др. Препринт ИЯФ. Новосибирск, 1978.
3. Ауслендер В. Л., Лазарев В. Н., Панфилов А. Д. Препринт ИЯФ. Новосибирск, 1978.
4. Донец Е. Д., Шикин А. И. «ЖТФ», 1975, т. 45, вып. 11, с. 2373.

Поступило в Редакцию 23.03.79

УДК 614.876+612.0.14.482.5

Доза облучения населения Советского Союза

ОТ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Филов Р. А., Крисяк Э. М.

В настоящее время Международная комиссия по радиационной защите учитывает в своих рекомендациях беспороговую линейную зависимость последствий облучения от дозы [1]. В связи с этим подчеркивается необходимость оценки вклада всех источников и всех видов деятельности человека в суммарную дозу облучения населения. Космическое излучение дает заметный вклад (десятки процентов) в дозу облучения населения. Мощность дозы космического излучения зависит от высоты над уровнем моря и геогра-

фической широты местности. В докладе Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР) [2] приводится оценка годовой мощности дозы на уровне моря для средних широт ($30,1$ мбэр/год). В работе [3] подсчитана доза облучения населения отдельных штатов и страны в целом для США вследствие космического излучения. Нами выполнены расчеты для населения СССР.

Зависимость мощности дозы от высоты над уровнем моря и географической широты взята из работы [4], резуль-

Таблица 1

Межэтажные перекрытия

Здание	Вид перекрытия	Толщина перекрытий, г/см ²
Малоэтажные деревянные дома	Обшивка листовым материалом	13
Старые каменные дома: без капитального ремонта	Деревянное с различным накатом	25
после капитального ремонта	Деревянное или из облегченного железобетона	25
Современное строительство	Железобетон	40

Таблица 2

Относительная доза космического излучения в зданиях различных типов и этажности *

Число этажей	Деревянные дома	Старые каменные дома	Современные дома
1	0,965	0,92	0,86
2	0,94	0,88	0,80
3	0,91	0,84	0,76
4	0,81	0,81	0,72
5		0,78	0,69
6		0,75	0,66
7		0,72	0,64
8			0,625
9			0,61
10			0,595
11			0,58
12			0,565
13			0,555
14			0,54

* За единицу принята доза на открытой местности.

таты которой скорректированы так, чтобы мощность дозы на уровне моря и 45° ШП соответствовала оценке НКДАР. Предположена линейная зависимость мощности дозы от широты. Расчет проведен для всех областей, краев и автономных республик Советского Союза. При этом предполагалось, что доза облучения всех жителей области (края, АССР) равна дозе облучения населения областного центра. Высота над уровнем моря областных центров определялась с погрешностью 50—100 м. Численность населения областей принята по данным на 1 января 1977 г. [5]. Ниже представлены средние дозы облучения населения союзных республик и страны в целом вследствие космического излучения, рассчитанные с учетом распределения населения по областям, мбэр/год:

РСФСР	31,7
Украинская	31,4
Белорусская	32,0
Узбекская	32,4
Казахская	32,9
Грузинская	32,6
Азербайджанская	30,3
Литовская	31,2
Молдавская	30,8
Латвийская	31,2
Киргизская	40,9
Таджикская	34,1
Армянская	38,0
Туркменская	30,6
Эстонская	31,4
Среднее по СССР	31,9

Видно, что дозы облучения населения союзных республик мало отличаются от средней дозы для страны. Большое различие наблюдается для жителей отдельных областей: наибольшую дозу получает население Нарынской области Киргизской ССР (75,5 мбэр/год) и Горно-Бадахшанской автономной области ТаджССР (73,9 мбэр/год), наименьшую — население Краснодарской области Туркменской ССР (29,8 мбэр/год). Основная погрешность приведенной оценки связана с приравниванием дозы облучения населения области к дозе облучения населения областного центра. Учет распределения населения области по высоте над уровнем моря позволит уточнить оценку дозы облучения.

Следует подчеркнуть, что наша оценка, как и все опубликованные оценки, выполнена без учета экранирования

космического излучения перекрытиями зданий. Характеристики межэтажных перекрытий наиболее распространенных типов зданий приведены в табл. 1 [6]. С учетом этих характеристик и с использованием данных по ослаблению космического излучения при прохождении через экраны разной толщины и разного состава [7] были подсчитаны средние значения коэффициентов экранирования космического излучения межэтажными перекрытиями, при расчете было принято равномерное распределение жителей по этажам данного здания (табл. 2). Экранирование космического излучения межэтажными перекрытиями существенно снижает дозу облучения, особенно в современных многоэтажных зданиях. Для учета влияния экранирования космического излучения на средние дозы облучения населения необходимо знать, как распределяется население в зданиях разного типа и разной этажности. Получение таких данных для страны в целом представляет определенную трудность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радиационная защита. Рекомендации МКРЗ. Публикация № 26. М., Атомиздат, 1978.
2. Источники и действие ионизирующей радиации. Докл. НКДАР. Т. 1. Нью-Йорк, изд. ООН, 1977.
3. Klement A. e.a. Estimates of Ionizing Radiation Doses in the United States 1960-2000. Report of Special Studies Group. ORP/CGD-72-1. Rockvill, 1972.
4. O'Brien H., McLoughlin J. «Health Phys.», 1972, v. 22, p. 225.
5. СССР. Административно-территориальное деление союзных республик. М., 1977.
6. Schindler H. «Z. Phys.», 1931, Bd 72, S. 625.
7. Лысова А. И. Реконструкция зданий. Л., изд. ЛИСИ, 1976.