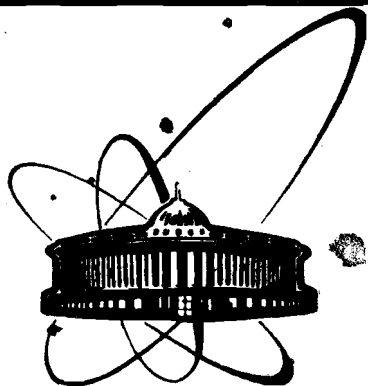


89-539



**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна**

К 636

P16-89-539

М.М. Комочков

**РАДИАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ОРБ И РИ ОИЯИ  
(итоги за 1979-1989гг.)**

**1989**

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В сообщении<sup>1</sup> дан обзор работ в области дозиметрии излучений и физики защиты, выполненных до 1979 г. в Отделе радиационной безопасности и радиационных исследований (ОРБ и РИ) ОИЯИ; настоящее сообщение содержит обзор работ в указанной области с 1979 по 1989 гг. Направления исследований определяются особенностями источников излучений в ОИЯИ и прежде всего базовых ядерно-физических установок, на которых выполняются основные эксперименты. Последнее десятилетие характеризуется усиленным развитием в ОИЯИ экспериментальной базы исследований с тяжелыми ионами и релятивистскими ядрами. В этой связи сотрудниками отдела значительные усилия были направлены на изучение радиационной обстановки и защиты от излучения, генерируемого при взаимодействии ионов и релятивистских ядер с веществом; с этой же целью изучались дифференциальные распределения адронов и наведенная радиоактивность.

Большое внимание было уделено развитию методов и средств дозиметрии, в частности, автоматизированных систем радиационного контроля, которые позволили повысить качество и оперативность дозиметрического контроля, а также увеличить объем получаемой информации о радиационной обстановке.

В истекшее десятилетие завершены работы по изучению свойств средств индивидуального дозиметрического контроля, основанных на использовании ядерной эмульсии и рентгеновской пленки (ИФК<sub>н</sub>), начаты исследования с термолюминесцентными детекторами и детекторами следов повреждений как альтернативными средствами ИФК<sub>н</sub>.

Основные итоги работ в этих направлениях будут изложены в следующих разделах, но прежде всего необходимо охарактеризовать источники ионизирующих излучений в ОИЯИ, которые определяют радиационную обстановку, методы и средства измерений, а также контроля доз излучений.

## 2. ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЙ

В таблице дана характеристика основных ядерно-физических установок ОИЯИ как источников излучений, из них 3 действующих, а 2 сооружаются. На установках генерируются многие виды излучений, однако

Таблица. Характеристика основных ядерно-физических установок ОИЯИ как источников излучений

Установка	Частицы, получаемые на установке	Энергия частиц	Число частиц в секунду	Частота повторения импульсов излучения, с <sup>-1</sup>	Скважность излучения	Поток нейтронов за защитой установки, с <sup>-1</sup>	Поглощенная доза в пучке, Гр/с
1	2	3	4	5	6	7	8
Синхрофазотрон	протоны	8 ГэВ	4·10 <sup>11</sup>	0,14 ÷ 0,09	3 ÷ 10 <sup>4</sup>	2·10 <sup>11</sup>	200
	нейтроны	3,6 ГэВ/нукл	10 <sup>11</sup>	—	—	2·10 <sup>10</sup>	50
	<sup>3</sup> He	—	4·10 <sup>8</sup>	—	—	2·10 <sup>8</sup>	0,8
	<sup>4</sup> He	—	6·10 <sup>9</sup>	—	—	3·10 <sup>9</sup>	12
	Li	—	4·10 <sup>8</sup>	—	—	2·10 <sup>8</sup>	2
	C	—	2·10 <sup>8</sup>	—	—	10 <sup>8</sup>	4
	O	—	2·10 <sup>6</sup>	—	—	10 <sup>6</sup>	7·10 <sup>-2</sup>
	F	—	6·10 <sup>5</sup>	—	—	3·10 <sup>5</sup>	2·10 <sup>-2</sup>
	Mg	—	10 <sup>4</sup>	—	—	5·10 <sup>3</sup>	8·10 <sup>-4</sup>
	Si	—	3·10 <sup>3</sup>	—	—	10 <sup>3</sup>	2·10 <sup>-4</sup>
	Нуклотрон (сооружается)	протоны	12 ГэВ	а) 5·10 <sup>11</sup> A/q <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,09	3 ÷ 10 <sup>4</sup>	10 <sup>10</sup>
<sup>2</sup> H ÷ <sup>238</sup> U		6 ГэВ/нукл	—	—	—	10 <sup>10</sup>	—
Фазотрон	протоны	660 МэВ	б) 4·10 <sup>13</sup>	240	1,1; 140	5·10 <sup>9</sup> (E > 20 МэВ) 3·10 <sup>10</sup> (E > 0)	5·10 <sup>3</sup>
Циклотрон У-400	ионы: В ÷ Zr	20 ÷ 5 МэВ/нукл	10 <sup>13</sup> ÷ 10 <sup>12</sup>	150	3 ÷ 6	2·10 <sup>9</sup> ÷ ÷ 2·10 <sup>8</sup>	—

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Циклотрон У-400М (сооружается)		120 ÷ 25 МэВ/нукл	5·10 <sup>11</sup> ÷ 10 <sup>10</sup>	—	—	4·10 <sup>8</sup>	—
Реактор ИБР-2	нейтроны	спектр деления	2 МВт	5	10 <sup>3</sup>	10 <sup>8</sup>	4·10 <sup>-3</sup> ÷ ÷ 3·10 <sup>-2</sup>
	гамма-кванты		—	—	—	в) 10 <sup>-3</sup> ÷ 10 <sup>-2</sup>	

а) Указано предельное число ионов, заряд которых q, массовое число — A.

б) Указано число протонов внутри вакуумной камеры ускорителя; вне камеры число протонов в ~ 2 раза меньше без растяжки пучка (скважность 140) и в ~ 4 раза меньше с растяжкой пучка (скважность 1,1).

в) Поток гамма-квантов за защитой ~ 10<sup>9</sup> с<sup>-1</sup>.

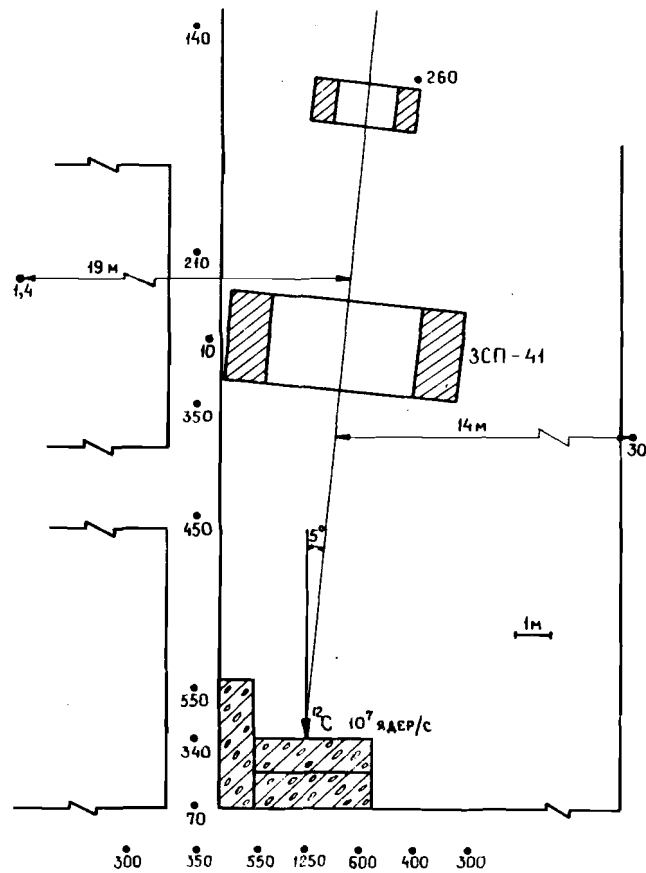


Рис. 2. Распределение мощности дозы (мбэр/ч) в районе гашения пучка ядер с энергией 3,65 ГэВ/нуклон.

”жесткость” определяется условием формирования поля нейтронов: в рассеянном поле фазотрона (для которого начальная энергия нейтронов составляет несколько сот МэВ) доза нейтронов с  $E < 0,5$  МэВ составляет около 60%, в то время как на ИБР-2 (начальная энергия нейтронов —  $0,1 \div 10$  МэВ) — около 12% от полной дозы нейтронов.

Радиационная обстановка на синхрофазотроне за последнее десятилетие существенно изменилась в связи с ростом достижимой интенсивности приблизительно на порядок и расширением ассортимента ускоряемых частиц до кремния. Пример радиационной обстановки в районе конца канала медленного вывода пучка ядер углерода представлен на рис. 2. Доза излучения приблизительно на 90% обусловлена адронным

компонентом, пространственное распределение которого с энергией более 20 МэВ за защитой дано в работе<sup>15</sup>. В этой же работе представлены флюенсы и дозы излучений за боковой защитой от излучения, генерируемого в мишени альфа-частицами и ядрами углерода-12. Пути снижения радиационного фона вблизи синхрофазотрона, при стабильном уровне интенсивности ускоренного пучка, изучались в работе<sup>16</sup>; укорочение длительности инжектируемого пучка с  $400 \div 500$  мкс до  $80 \div 100$  мкс и использование мишени перехватчика дают возможность приблизительно в два раза снизить дозу излучения.

#### 4. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АДРОНОВ

Ключевой информацией к пониманию радиационной обстановки, решению вопросов защиты от излучений и определению адекватности применяемых средств радиационного контроля дозиметрическим характеристикам поля излучения являются дифференциальные распределения адронов, в которых в основном представляются энергетические спектры нейтронов  $\Phi(E)$ . На рис. 3 изображены спектры нейтронов, ум-

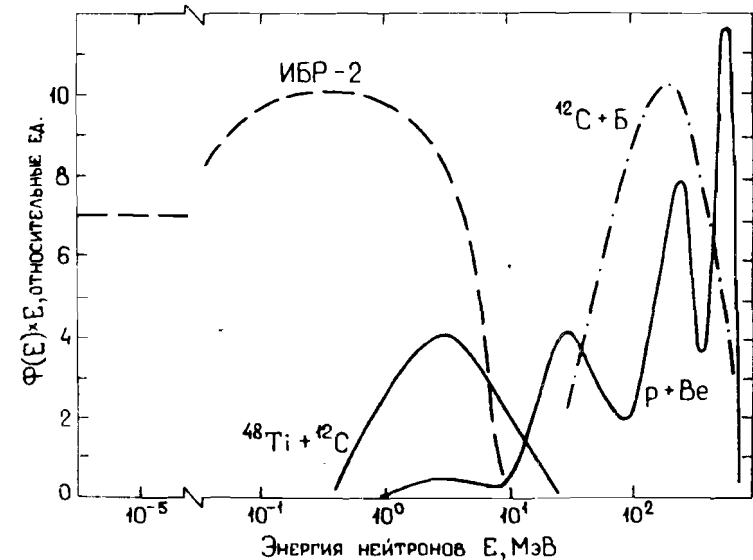


Рис. 3. Энергетическое распределение флюенса нейтронов  $\Phi(E)$ : ИБР-2 — на поверхности замедлителя реактора;  $^{48}\text{Ti} + ^{12}\text{C}$  — при облучении мишени из графита ионами титана с энергией 4,2 МэВ/нукл.;  $^{12}\text{C} + \text{Б}$  — за защитой из бетона, на которую падает пучок ядер углерода с энергией 3,65 ГэВ/нукл.;  $p + \text{Be}$  — в реакции протонов с бериллием при энергии 660 МэВ.

ноженные на их энергию  $E - \Phi(E) \cdot E$ , восстановленные по результатам измерений на базовых установках ОИЯИ. Спектр нейтронов от ИБР-2 измерен на поверхности замедлителя активационными детекторами; спектр оказался по форме близким к спектру на расстоянии 8 м от реактора<sup>17</sup>. На циклотроне У-400 измерено<sup>13</sup> энергетическое распределение нейтронов, вылетающих из углеродной мишени под углами  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  и  $90^\circ$  к пучку ионов  $^{48}\text{Ti}$  энергии 4,2 МэВ/нуклон; на рис. 3 представлено распределение  $\Phi(E) \cdot E$  под  $0^\circ$ , которое имеет максимум на 4 МэВ выше, чем под  $90^\circ$ . Доля нейтронов с энергией более 4,2 МэВ и 20 МэВ составляет соответственно 35% и 0,2%. Угловое распределение нейтронов существенно асимметрично<sup>13</sup>.

Спектр нейтронов из бериллиевой мишени, бомбардируемой протонами с энергией 660 МэВ, обозначен на рис. 3 символом  $p + \text{Be}$ . Нейтроны измеряли<sup>18</sup> под углом  $5^\circ$  к пучку протонов за стальным коллиматором диаметром 5 см.

Сформированный пучок нейтронов можно считать практически источником нейтронов высоких энергий, т.к. эквивалентная доза нейтронов с энергией более 20 МэВ составляет 95% суммарной, а доля нейтронов менее 1 МэВ равна 2% от всего числа нейтронов. Символом  $C + B$  отмечен спектр нейтронов, измеренный<sup>15</sup> за бетонной защитой, на которую падал пучок ядер  $^{12}\text{C}$  с энергией 3,65 ГэВ/нукл. Спектрально угловые характеристики протонного компонента поля излучения за защитой, на которую падает излучение от мишени, бомбардируемой протонами с энергией 660 МэВ, представлено в работе<sup>19</sup>. Эти данные подтвердили экспериментально ранее высказанное предположение о том, что причиной завышения дозы нейтронов некоторыми приборами являются протоны, вылетающие из защиты<sup>10</sup>.

Дифференциальные характеристики адронного компонента поля излучения, образующегося при взаимодействии протонов, альфа-частиц и ядер углерода с энергией 3,65 ГэВ/нукл., представлены в работах<sup>5, 11-16</sup>. Результаты, полученные в этих работах, позволили выявить следующие основные закономерности:

- угловые распределения заряженных частиц и адронов из мишеней, бомбардируемых ядрами, подобны угловым распределениям при бомбардировке протонами при углах более  $15^\circ$ ;

- выход адронов из мишеней толщиной около длины для неупругого взаимодействия ядер-снарядов и более приблизительно пропорционален числу нуклонов в ядре-снаряде;

- спектры нейтронов ( $E < 500$  МэВ), вылетающих под большими углами к направлению ядер-снарядов ( $E_c = 3,65$  ГэВ/нукл.) из толстой мишени, заметно не отличаются от спектров нейтронов при облучении мишени протонами<sup>13, 17</sup>.

Отмеченные закономерности в совокупности с литературными данными о ядро-ядерных взаимодействиях позволили разработать феноменологический метод прогнозирования радиационной обстановки при взаимодействии ядер с веществом<sup>18-24</sup>. Конкретным применением этого метода на практике явились оценка радиационной обстановки и рекомендации по защите на проект ускорительного комплекса тяжелых ионов<sup>24</sup>, а также создаваемых: ускорителя релятивистских ядер — нуклотроне<sup>25</sup> и циклотронном комплексе для получения пучков тяжелых ионов с энергией 25-120 МэВ/нукл. (У-400, У-400 М)<sup>26, 27</sup>. Наряду с феноменологическим методом в отделе развивали метод расчета дифференциальных характеристик поля излучения в ядро-ядерных взаимодействиях на основе модели фэйрстрик, который в сочетании с разработанными способами решения кинетического уравнения переноса излучений в веществе давал возможность прогнозировать радиационную обстановку в более сложных (по сравнению с феноменологическим методом) геометрических условиях и получать информацию об угловых и энергетических распределениях адронов за защитой<sup>15, 16</sup>. Оба метода взаимно дополняют друг друга, обеспечивая быстрое<sup>18-23</sup> и полное<sup>15, 16</sup> получение необходимой информации по радиационной обстановке и защите.

## 5. НАВЕДЕННАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ

Вклад гамма-излучения наведенной радиоактивности в общую дозу, получаемую сотрудниками, работающими на базовых ядерно-физических установках ОИЯИ, остается достаточно высоким (62%-88%)<sup>28</sup>, что стимулирует внимание к этому фактору радиационной обстановки. На основе экспериментального исследования активации строительных материалов в зале ускорителя на энергию протонов 680 МэВ<sup>29</sup> установлено, что в порядке возрастания наведенной радиоактивности следуют мрамор, обычный бетон, грунт, гематитовый бетон. Величина удельной активности мрамора (на 1 г) в 5-7 раз меньше, чем в грунте, и в  $\sim 10$  раз меньше, чем в гематитовом бетоне. Изучение влияния борирования бетонов на снижение наведенной радиоактивности бетонной защиты выявило оптимальную степень ее борирования — 15 кг бора на  $1 \text{ м}^3$  бетона<sup>30</sup>. При этом был применен принцип оптимизации радиационной защиты на основе анализа соотношения затраты — выгода<sup>31</sup>.

Ревизия табулированных результатов расчета радиоактивности, наведенной протонами высоких энергий<sup>28, 32</sup>, в свете современной информации показала<sup>33</sup>, что достоверность расчета выхода наведенной радиоактивности с использованием последней аппроксимации сечений образования радионуклидов<sup>34</sup> в 4-6 раз точнее используемых ра-

нее<sup>/32/</sup> в отношении <sup>7</sup>Be, <sup>22</sup>Na и <sup>24</sup>Na. Для облучаемых веществ с несущественным выходом указанных радионуклидов данные<sup>/32/</sup> можно применять без коррекции.

Исследования наведенной радиоактивности мишеней толщиной, приблизительно равной длине для неупругого взаимодействия снарядов (протоны, <sup>4</sup>He, <sup>12</sup>C) с энергией 3,65 ГэВ/нукл., показали, что в первом приближении мощность дозы гамма-излучения в различное время после облучения пропорциональна числу нуклонов в снаряде<sup>/32, 36/</sup>.

## 6. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Работа в этом направлении проводилась в части создания автоматизированных систем радиационного контроля (АСРК)<sup>/37-41/</sup>, создания, развития и внедрения новых, более совершенных методов и средств измерения дозиметрических параметров поля излучения<sup>/42-48/</sup>, исследования характеристик приборов радиационного контроля и их сличения<sup>/49-59/</sup>.

В настоящее время АСРК действуют на фазотроне<sup>/38/</sup>, реакторах<sup>/40/</sup> и комплексе синхрофазотрона<sup>/41/</sup>, в стадии создания находится АСРК на циклотронном комплексе У-400, У-400М. На основе пластического сцинтиллятора диаметром и высотой 120 мм создан прибор, позволяющий измерять флюенс, дозу и спектр нейтронов с энергией более 20 МэВ<sup>/42-44/</sup>. Диапазон измерения флюенса нейтронов находится в интервале  $3 \div 2 \cdot 10^7 \text{ м}^{-2}$ , что позволяет проводить измерения нейтронного фона на уровне космического.

Создано и внедрено в практику работы устройство для контроля концентрации радиоактивного иода в технологических помещениях реактора и на выбросе в атмосферу; оно дает возможность регистрировать концентрации на уровне  $\sim 10 \text{ Бк/м}^3$ .

Созданы и внедрены в практику индивидуального контроля персонала альбедо-дозиметры нейтронов<sup>/54/</sup> на основе термлюминесцентных детекторов (ТЛД) <sup>6</sup>LiF и <sup>7</sup>LiF, дозиметры гамма- и бета-излучений перстневого типа на основе тонких ТЛД CaSO<sub>4</sub>(Dy) для контроля облучения кистей рук. Создан и проходит испытания комбинированный индивидуальный дозиметр β-γ-нейтронного излучения на основе ТЛД, нейтронного дозиметра альбедного типа и детектора следов повреждений. Развита методика и реализованы его рекомендации при определении индивидуальной эквивалентной дозы адронов за защитой ускорителей протонов с помощью ядерной фотоэмульсии<sup>/45/</sup>, что позволило улучшить точность измерения доз в условиях "жесткого" спектра нейтронов.

Исследованы энергетические зависимости чувствительности некоторых дозиметров нейтронов<sup>/52, 55, 58, 59/</sup>, результатом которых явились рекомендации по функциям чувствительности детекторов тепловых и медленных нейтронов в замедлителях и определению погрешности измерения мощности доз за защитой ядерно-физических установок с максимальным значением завышения 40%<sup>/58/</sup>. Адекватность показаний индивидуальных дозиметров нейтронов (ИФК<sub>н</sub>) эквивалентной дозе за защитой циклотронов и синхроциклотрона, причины и величины погрешностей некоторых средств радиационного контроля измерены и проанализированы в работах<sup>/4, 51/</sup>.

Сравнение на международном уровне средств измерения спектров нейтронов и доз излучений в пучке реактора (ИБР-30) показало, что разброс значений доз нейтронов и гамма-излучений превышает 30%<sup>/50/</sup>. В результате сличения методов и средств определения поглощенной дозы в пучках протонов с энергиями в диапазоне 82-660 МэВ установлено, что разброс значений поглощенной дозы протонов в воздухе, определенный тремя различными методами, не превышает  $9 \div 11\%$  для энергий протонов в диапазоне 80-120 МэВ и  $18 \div 24\%$  при энергии протонов более 150 МэВ<sup>/49/</sup>.

## 7. РЕЗУЛЬТАТЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ СТЕПЕНИ ОБЛУЧЕНИЯ СОТРУДНИКОВ

Основными критериями радиационного риска сотрудников, работающих с источниками ионизирующих излучений, остаются средняя и коллективная дозы, а также дозовое распределение P(N), которое выражает зависимость процента сотрудников, получивших годовые дозы в пределах от 0 до N, от значения годовой дозы N. На рис. 4 показаны\* распределения доз облучения за 1988 г. персонала Лаборатории ядерных реакций (ЛЯР), ОРБ и РИ, эксплуатационного персонала фазотрона (ЛЯП<sub>1</sub>) и ОИЯИ в целом. Как видно из рисунка, при дозах облучения, много меньших контрольных (КД) или предельно-допустимых доз (ПДД), распределение P(N) близко (ЛЯР) к логарифмически нормальному (ЛН), в то время как для наиболее облучаемых групп (ЛЯП<sub>1</sub>) P(N) существенно отличается от ЛН. Представление облучаемости сотрудников распределениями P(N) и их анализ дают возможность:

— судить о достаточности (слева и вверх от ЛН) или недостаточности (справа и вниз от ЛН) мер и средств защиты;

\*Данные представлены Ю.В.Мокровым.

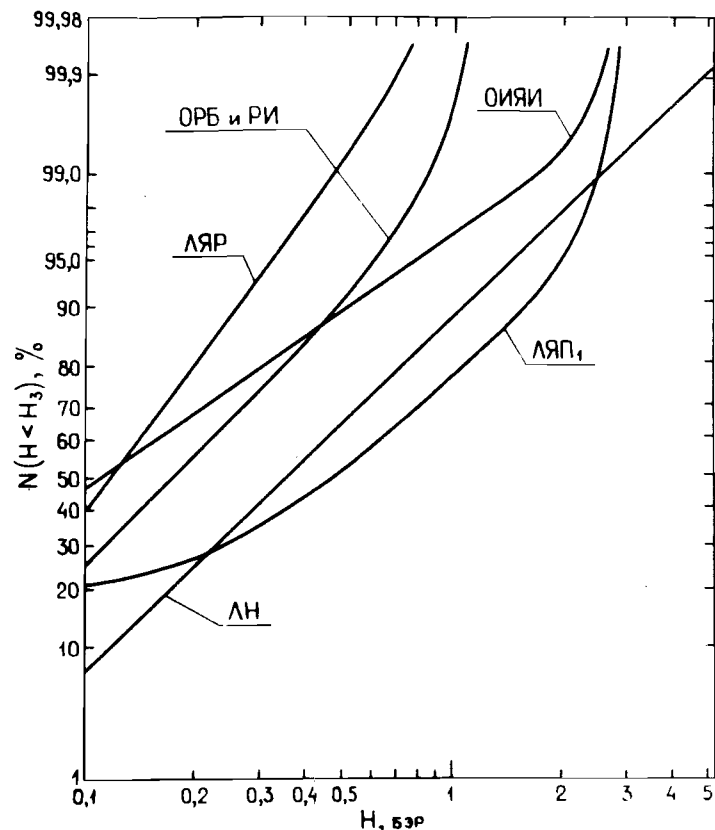


Рис. 4. Зависимость процента сотрудников  $N(H < H_3)$ , получивших эквивалентную дозу  $H$  менее заданной  $H_3$ , от  $H$ .

— единого количественного обоснования значений контрольных годовых доз ( $KГД_A$ ), при котором единым количественным критерием установления  $KГД_A$  может быть одна и та же вероятность облучения дозами выше  $KГД_A$  для различных подразделений;

— количественно оценить объем и частоту дозиметрического контроля, в частности, индивидуального дозиметрического контроля путем регламентации вероятности получения доз выше заданной (например, 0,3 ПДД);

— установления вероятности получения доз выше заданной и оценку доз облучения ниже измеряемой величины.

## 8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные в ОРБ и РИ исследования обеспечили существенный прогресс в понимании и прогнозировании радиационной обстановки на ускорителях тяжелых ионов и релятивистских ядер, уточнили характеристики ядерно-физических установок как источников ионизирующих излучений. Созданные автоматизированные системы радиационного контроля повысили его качество и оперативность, а также увеличили объем получаемой информации о радиационной обстановке. Внедрение в практику измерений новых, более совершенных средств измерений дозиметрических параметров полей излучений позволило поддержать радиационный контроль на уровне современных требований.

Автор признателен Л.Г.Бескровной за полезные замечания при подготовке рукописи.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алейников В.Е. и др. — ОИЯИ, Р16-80-601, Дубна, 1980.
2. Arkhipov V.A. et al. — *Kernenergie (DDR)*, 1988, 31, No.5, p.209.
3. Цовбун В.И., Череватенко А.П. — ОИЯИ, Р16-83-341, Дубна, 1983.
4. Комендантова Г.А. и др. — ОИЯИ, 16-12858, Дубна, 1979.
5. Бамблевский В.П. и др. — ОИЯИ, 16-88-613, Дубна, 1988.
6. Баландиков А.Н. и др. — ОИЯИ, 9-88-75, Дубна, 1988.
7. Архипов В.А. и др. — ОИЯИ, Р13-12466, Дубна, 1979.
8. Алейников В.Е. и др. — ОИЯИ, Р16-81-102, Дубна, 1981.
9. Алейников В.Е. и др. — *Атомная энергия*, 1980, 49, с.188.
10. Aleynikov V.E. et al. — "Neutron Monitoring for Radiation Projection Purposes". *Proceedings of a Symposium, Vienna, 11-75 December 1972, v.II, p.363, IAEA, Vienna, 1973.*
11. Алейников В.Е. и др. — ОИЯИ, Р16-82-466, Дубна, 1982.
12. Алейников В.Е., Тимошенко Г.Н. — ОИЯИ, 16-83-359, Дубна, 1983.
13. Крылов А.Р. и др. — ОИЯИ, 16-85-347, Дубна, 1985.
14. Алейников В.Е. и др. — ОИЯИ, Р16-85-97, Дубна, 1985.
15. Касканов Г.Я., Комочков М.М. — ОИЯИ, 16-86-22, Дубна, 1986.
16. Бамблевский В.П. и др. — ОИЯИ, 16-86-486, Дубна, 1986.
17. Полянски А., Соснин А.Н. — ОИЯИ, Р2-87-824, Дубна, 1987.
18. Комочков М.М. — ОИЯИ, Р16-81-377, Дубна, 1981.
19. Комочков М.М. — ОИЯИ, Р16-82-432, Дубна, 1982.
20. Комочков М.М. — ОИЯИ, Р16-83-190, Дубна, 1983.
21. Комочков М.М. — ОИЯИ, Р16-86-186, Дубна, 1986.
22. Бескровная Л.Г., Комочков М.М. — ОИЯИ, Р16-87-304, Дубна, 1986.
23. Бескровная Л.Г., Комочков М.М. — *Труды XI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц*, ОИЯИ, Д9-89-52, Дубна, 1989, т.II, с.382.
24. Александров В.С. и др. — ОИЯИ, Р9-83-613, Дубна, 1983.

25. Baldin A.M. et al. – Proc. 1983 Particle Accelerator Conf., IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-30, No.4, 1983, p.3247.
26. Оганесян Ю.Ц. и др. – ОИЯИ, 9-82-756, Дубна, 1982.
27. Флеров Г.Н. и др. – ОИЯИ, 9-84-555, Дубна, 1984.
28. Комочков М.М., Лебедев В.Н. – Практическое руководство по радиационной безопасности на ускорителях заряженных частиц. М.: Энергоатомиздат, 1986.
29. Касьянов В.Ф. и др. – ОИЯИ, 16-12375, Дубна, 1979.
30. Касьянов В.Ф. и др. – Атомная энергия, 1983, 54, с.56.
31. ICRP Publication No.37 (Annals of the ICRP, v.10, No.213). Оптимизация радиационной защиты на основе анализа соотношения затраты – выгода. Перевод публикации 37 МКРЗ. М.: Энергоатомиздат, 1985.
32. Barbier M. – Induced Radioactivity. Amsterdam, New York: North-Holland Publishing Co., 1969.
33. Астапов А.А., Комочков М.М. – Атомная энергия, 1988, 65, с.64.
34. Silberberg R., Tsao C. – Astrophys. J., Supl. Series, 1973, Bd 220, S.25, 315.
35. Астапов А.А., Бамблевский В.П. – ОИЯИ, P16-85-435, Дубна, 1985.
36. Астапов А.А., Бамблевский В.П. – ОИЯИ, 16-87-486, Дубна, 1987.
37. Комочков М.М., Шишкин А.Л. – ОИЯИ, P16-81-108, Дубна, 1981.
38. Сидоров В.Т., Шишкин А.Л. – ОИЯИ, P16-82-25, Дубна, 1982.
39. Громов В.О. и др. – ОИЯИ, 16-87-228, Дубна, 1987.
40. Архитов В.А. и др. – ОИЯИ, 13-87-305, Дубна, 1987.
41. Баландиков А.Н. и др. – Труды XI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, ОИЯИ, Дубна, 1989, т.1, с.92.
42. Алейников В.Е. и др. – Атомная энергия, 1983, 54, с.68.
43. Алейников В.Е. и др. – ОИЯИ, 16-85-34, Дубна, 1985.
44. Крылов А.Р., Тимошенко Г.Н. – ОИЯИ, 16-88-65, Дубна, 1988.
45. Гельфанд Е.К. и др. – Атомная энергия, 1980, 49, с.108.
46. Алейников В.Е. и др. – ОИЯИ, P16-81-607, Дубна, 1981.
47. Комочков М.М., Цовбун В.И. – ОИЯИ, P16-81-330, Дубна, 1981.
48. Хо Ги Хон, Цовбун В.И. – ОИЯИ, P16-87-589, Дубна, 1987.
49. Бамблевский В.П. и др. – ОИЯИ, P16-12705, Дубна, 1979.
50. Алейников В.Е. и др. – ОИЯИ, P16-80-448, Дубна, 1980.
51. Алейников В.Е., Тимошенко Г.Н. – ОИЯИ, 16-81-103, Дубна, 1981.
52. Алейников В.Е. и др. – ПТЭ, 1983, №1, с.49.
53. Касканов Г.Я., Комочков М.М. – ОИЯИ, 16-83-452, Дубна, 1983.
54. Касканов Г.Я. и др. – ОИЯИ, 16-84-804, Дубна, 1984.
55. Бучнев В.Н. и др. – ОИЯИ, P3-85-428, Дубна, 1985.
56. Касканов Г.Я., Хенигер Ю. – ОИЯИ, 16-85-207, Дубна, 1985.
57. Schmidt P. et al. – JINR, E6-85-536, Dubna, 1985.
58. Бучнев В.Н. и др. – ОИЯИ, P16-86-491, Дубна, 1986.
59. Комочков М.М., Мокров Ю.В. – ОИЯИ, P3-86-184, Дубна, 1986.

#### НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д17-84-860	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. (2 тома)	7 р. 75 к.
Д11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р. 00 к.
Д13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1985.	4 р. 80 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
Д3,4,17-86-747	Труды V Международной школы по нейтронной физике Алушта, 1986.	4 р. 50 к.
—	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984. (2 тома)	13 р. 50 к.
Д1,2-86-668	Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1986. (2 тома)	7 р. 35 к.
Д9-87-105	Труды X Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1986. (2 тома)	13 р. 45 к.
Д7-87-68	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, 1986.	7 р. 10 к.
Д2-87-123	Труды Совещания "Ренормгруппа - 86". Дубна, 1986.	4 р. 45 к.
Д4-87-692	Труды Международного совещания по теории малочастичных и кварк-адронных систем. Дубна, 1987.	4 р. 30 к.
Д2-87-798	Труды VIII Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1987.	3 р. 55 к.
Д14-87-799	Труды II Международного симпозиума по проблемам взаимодействия мюонов и пионов с веществом. Дубна, 1987.	4 р. 20 к.
Д17-88-95	Труды IV Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1987.	5 р. 20 к.

Рукопись поступила в издательский отдел  
17 июля 1989 года.