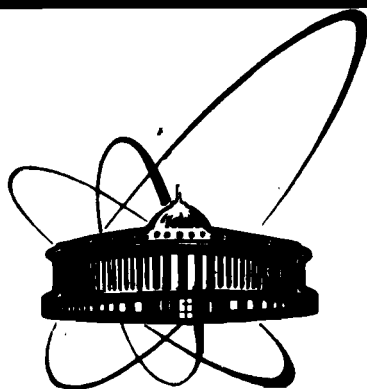


89-874



сообщения  
Объединенного  
Института  
Ядерных  
Исследований  
Дубна

Г 311

16-89-874

М.Г.Гелев\*, Г.Я.Касканов, И.Т.Мишев\*,  
М.А.Радичева\*, Б.В.Флорко

НЕКОТОРЫЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ  
ГАММА-КОНТРОЛЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ  
ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМИ ДЕТЕКТОРАМИ  
LiF и  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$

\*Институт ядерных исследований и ядерной энергетики  
БАН, София

1989

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в литературе все чаще появляются работы с результатами радиационного контроля окружающей среды с использованием термолюминесцентных детекторов<sup>/1-9/</sup>. Для интегральных измерений небольших доз обычно используются высококачественные термолюминесцентные детекторы на основе люминофора  ${}^7\text{LiF}:\text{Mg}, \text{Ti}$ , например TLD-700 фирмы Harshaw. Этими детекторами очень удобно измерять гамма-фон на местности, причем аккумуляция необходимой информации осуществляется в относительно короткое время, например, за два-три месяца.

Настоящая работа выполнена с целью проверки возможности замены TLD-700 на детекторы собственного изготовления из люминофора  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ , чувствительность которых в 15 раз выше по сравнению с детекторами TLD-700 при минимальном фединге<sup>/10/</sup>.

Известно, что функция чувствительности люминофора  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  имеет сильную энергетическую зависимость в области низких энергий гамма-излучения. Эту трудность можно преодолеть, до известной степени, путем подбора соответствующего фильтра.

В Дубне на территории технических площадок ОИЯИ находятся два экспериментальных быстрых реактора со средней тепловой мощностью 2 МВт и 26 кВт. Имеются также два ускорителя заряженных частиц с энергией до 9 ГэВ и до 660 МэВ. Кроме того, в Институте используются различные гамма-активные изотопы. В аварийных ситуациях все это может стать причиной повышения гамма-фона в окружающей среде как на территории Института, так и в городе Дубне.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Для контроля гамма-фона в окружающей среде на территории Дубны были выбраны 13 контрольных точек, которые указаны на рис.1. В каждой контрольной точке на местности размещались по три одинаковых контейнера из политетрафторэтилена (PTFE) с детекторами, экспозиция которых производилась в воздухе на высоте 1,5 м от поверхности земли. Конструкция этих контейнеров показана на рис.2.



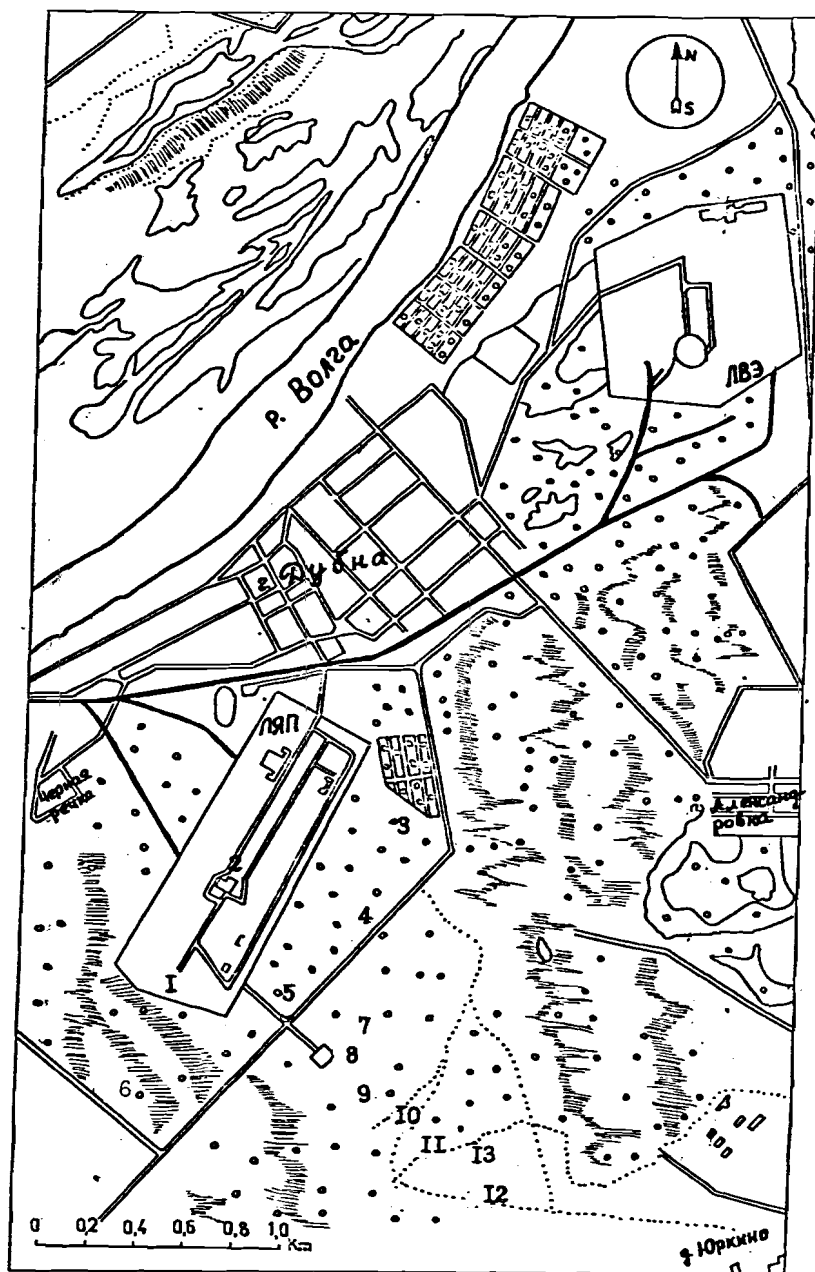
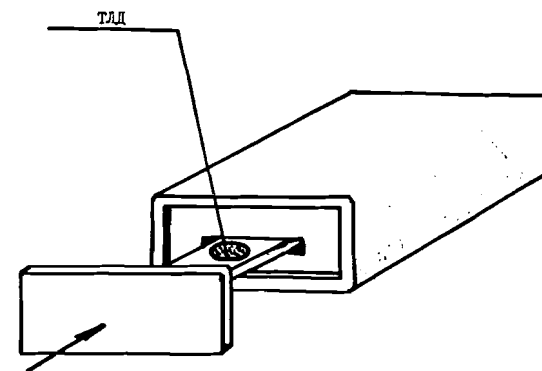


Рис.1. План размещения контрольных точек.

Рис.2. Конструкция контейнера для экспозиции детекторов.

Один из этих трех контейнеров имел фильтр из олова толщиной 2 мм. В контейнере с фильтром и в контейнере без фильтра содержалось по три детектора из люминофора  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ , а в третий контейнер (без фильтра) помещали три детектора TLD-700.



Перед экспозицией на местности все детекторы проходили термическую обработку. Так, TLD-700 отжигали в течение одного часа при температуре  $T_1 = (400 \pm 4)^\circ\text{C}$  и в течение двух часов при температуре  $T_2 = (100 \pm 2)^\circ\text{C}$  с последующим быстрым охлаждением до комнатной температуры. Детекторы на основе люминофора  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  отжигали в течение двух часов при температуре  $T = (300 \pm 3)^\circ\text{C}$  с последующим быстрым охлаждением до комнатной температуры.

Градуировку детекторов TLD-700 и  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  проводили одновременно на установке УПГД в поле гамма-излучения  $^{226}\text{Ra}$ . Измерение показаний детекторов проводили на приборе фирмы Harshaw моделей 2000 (A+B) в стандартных режимах, принятых для этих детекторов. Так как условия экспозиции всех детекторов в данной контрольной точке практически одинаковы, то можно считать, что для каждой точки результаты, полученные при измерении вышеуказанных детекторов, полностью сравнимы.

Результаты, зарегистрированные в ходе эксперимента 1987 г., приведены в табл.1, где статистическая погрешность измерений указана при доверительной вероятности  $p=0,95$ .

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Как видно из табл. 1, в точке 2 TLD-700 показали более высокие значения мощности дозы гамма-фона по сравнению со значениями в остальных контрольных точках. Так, среднее значение мощности дозы гамма-фона для 1987 г. в этой точке на 80% выше среднего значения во всех остальных точках. Этот результат объясняется тем, что точка 2 находится на расстоянии 100 м от фазотрона ОИЯИ.

Таблица 1. Средние значения мощности дозы гамма-фона в окружающей среде в мкР/ч, измеренные различными термолюминесцентными детекторами после экспозиции в районе ОИЯИ-Дубны. Экспозиции проведены 5 раз в течение 1987 года общей продолжительностью 305 суток

№ контр. точки	Тип детектора	TLD-700 (без фильтра)	CaSO <sub>4</sub> :Dy (с фильтром)	CaSO <sub>4</sub> :Dy (без фильтра)
1		7,4 ± 1,4	8,2 ± 0,8	10,3 ± 1,4
2		12,8 ± 3,5	13,6 ± 3,9	16,5 ± 4,1
3		6,7 ± 2,0	8,3 ± 2,1	11,7 ± 2,8
4		6,2 ± 1,8	8,6 ± 2,3	12,5 ± 2,7
5		7,3 ± 1,4	8,9 ± 1,6	11,7 ± 2,1
6		7,0 ± 0,9	9,2 ± 1,6	13,5 ± 2,4
7		7,4 ± 0,5	9,1 ± 1,7	11,5 ± 1,9
8		7,6 ± 1,1	9,5 ± 1,6	14,0 ± 2,2
9		7,1 ± 0,7	8,2 ± 1,4	14,0 ± 2,4
10		6,9 ± 0,6	8,6 ± 1,4	11,6 ± 1,7
11		7,1 ± 0,9	8,5 ± 1,5	13,2 ± 2,1
12		7,0 ± 1,3	9,1 ± 1,4	13,4 ± 2,5
13		7,1 ± 0,9	10,6 ± 1,8	12,1 ± 2,1
Ср. значение по всем точкам, кроме (2)		7,1 ± 1,0	8,9 ± 1,0	12,5 ± 2,1

Из табл.1 видно также, что за исключением точки 2 во всех остальных 12 контрольных точках детекторы TLD-700 показали очень близкие между собой значения (в пределах ±20%) мощности дозы гамма-фона 7,1 ± 1,0 мкР/ч.

Минимальные, максимальные и средние значения мощности дозы гамма-фона для каждой экспозиции показаны отдельно в табл.2.

В табл.3 приведены отношения средних показаний детекторов на основе CaSO<sub>4</sub>:Dy (с фильтром и без фильтра) к соответствующим средним показаниям детекторов TLD-700 (без фильтра).

Как видно из этой таблицы, детекторы из CaSO<sub>4</sub>:Dy без фильтра дают завышение показаний от 36 до 98% (среднее завышение составляет около 75%) по сравнению с соответствующими показаниями

Таблица 2. Минимальные, максимальные и средние значения мощности дозы гамма-фона в мкР/ч в контрольных точках (без точки 2), измеренные с помощью TLD-700 в разные периоды в 1987 г.

Порядковый № экспозиции	1	2	3	4	5
Минимальное значение	6,5 ± 1,4	7,5 ± 1,3	5,1 ± 0,8	5,2 ± 0,9	5,1 ± 1,0
Максимальное значение	8,6 ± 1,3	8,6 ± 1,3	6,9 ± 1,3	8,0 ± 1,3	7,9 ± 1,3
Среднее значение	7,5 ± 1,9	8,0 ± 1,8	6,0 ± 1,5	6,6 ± 1,6	6,5 ± 1,6

Таблица 3. Отношение средних показаний детектора из CaSO<sub>4</sub>:Dy (с фильтром и без фильтра) к соответствующим показаниям детектора TLD-700 (без фильтра)

№ контр. точки	Тип детектора	с фильтром	без фильтра
1		1,12 ± 0,22	1,36 ± 0,41
2		1,08 ± 0,28	1,34 ± 0,47
3		1,25 ± 0,17	1,66 ± 0,29
4		1,39 ± 0,10	1,93 ± 0,16
5		1,27 ± 0,17	1,53 ± 0,22
6		1,34 ± 0,25	1,86 ± 0,41
7		1,23 ± 0,23	1,52 ± 0,41
8		1,26 ± 0,15	1,76 ± 0,35
9		1,15 ± 0,18	1,90 ± 0,13
10		1,28 ± 0,15	1,67 ± 0,32
11		1,27 ± 0,23	1,98 ± 0,54
12		1,36 ± 0,26	1,92 ± 0,29
13		1,50 ± 0,13	1,70 ± 0,25
Ср. значение по точкам (кроме точки 2)		1,25 ± 0,11	1,76 ± 0,13

детекторов TLD-700, дозовая функция чувствительности которого, как известно, слабо зависит от энергии гамма-квантов и составляет всего 1,35 при энергии  $E_\gamma = 30$  кэВ. Таблица 3 демонстрирует также существенную (но недостаточную) коррекцию дозовой функции чувствительности детектора на основе люминофора  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  с помощью фильтра из олова толщиной 2 мм (различие показаний от 12 до 50%, среднее различие составляет около 25%).

Результаты радиационного контроля в окружающей среде за 1988 и 1989 гг. подтверждают выводы относительно гамма-фона, сделанные на основе эксперимента 1987 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При измерениях мощности дозы гамма-фона на местности детектор на основе люминофора  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  без фильтра дает существенные завышения показаний (в среднем на 75%).

Эту проблему можно решить, применяя фильтр из олова, толщина которого подбирается экспериментально для каждой контрольной точки на местности.

Применение детекторов на основе люминофора  $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$  позволяет сократить время экспозиции на местности в 3–5 раз при измерениях тех же мощностей доз гамма-фона по сравнению с применением TLD-700.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Burgkhart B., Piesch E., Seguin H. — Nucl. Instr. Meth., 1980, v.171, No.1, p.183.
2. Gessel T.F., de Plangue G. (Ibid. p.186).
3. Driscoll C.M.H., Green B.M.R., McKinlay A.F., Richards D.J. — Rad. Prot. Dosimetry, 1984, v.6, No. 1, p.241.
4. Gessel T.F., Kalbeitzer F.L. (Ibid. p.263).
5. De Plangue G., Gessel T.F. — Rad. Prot. Dosimetry, 1986, v.17, No. 1-4, p.193.
6. McKinlay A.F., Driscoll C.M.H., Richards D.J. (Ibid. p.201).
7. Nambi K.S.V. et al. — Rad. Prot. Dosimetry, 1987, v.18, No.1, p.31.
8. Mollah A.S. et al. (Ibid. p.39).
9. Mishev I., Gelev M., Radicheva M., Pernicka F. — In: 19-th Int. Sym. on Radiation Protection Physics, Dresden, 23 — 27 March, 1987, Kernenergie.
10. Гелев М.Г., Леви С.М., Радичева М.А. — Ядерна енергия, 1983, 20, с.49.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 декабря 1989 года

## 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.
Д17-84-850	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.