

Относительное сравнение доз  $\gamma$ -лучей  
в слоистой и гомогенной средах

Геометрия	Экспериментальные данные	Расчет методом Монте-Карло [2]
$H = 100 \text{ м}$ $L = 100 \text{ м}$ $\mu R = 1,0$	1,15	1,04
$H = 50 \text{ м}$ $L = 150 \text{ м}$ $\mu R = 1,1$		
$H = 50 \text{ м}$ $L = 200 \text{ м}$ $\mu R = 1,46$	1,05	1,0
$H = 100 \text{ м}$ $L = 200 \text{ м}$ $\mu R = 1,6$		
$H = 100 \text{ м}$ $L = 200 \text{ м}$ $\mu R = 1,6$	1,08	1,0

меров (например, участок горной породы повышенной активности) необходимо вычислить излучающий элемент в виде вертикального штока с элементарной площадью выхода на поверхность. На рис. 4 приведены распределения  $\gamma$ -излучения вертикального штока, полученные интегрированием  $\gamma$ -излучения

точечных источников, экранированных алюминием толщиной 0—12 см. Результаты, как и раньше, нормированы к интенсивности прямого излучения штока:

$$J_{0ш} = \frac{J_0 H}{R^2} e^{-\mu_{\text{вод}} R}$$

Ход экспериментальных кривых хорошо аппроксимируется выражением

$$I_{ш}(E, H, L) = k (0,80 + 0,0076) E^{-1,2} e^{(2,05 - 0,0023L)E}$$

Автор выражает глубокую благодарность Р. М. Богану и И. М. Назарову за ценные замечания при постановке эксперимента и обсуждении результатов, а также В. А. Воробьеву, А. В. Дмитриеву и Ш. Д. Фридману за помощь в работе.

Поступило в Редакцию 26/IV 1965 г.

ЛИТЕРАТУРА

- О. И. Лейпунский, В. Н. Сахаров. «Атомная энергия», 6, 585 (1959).
- M. Berger. J. Appl. Phys., 28, 1902 (1957).
- Р. М. Боган, Ш. Д. Фридман. «Изв. АН СССР. Сер. геофиз.», № 4, 530 (1960).
- В. А. Воробьев. «Атомная энергия», 16, 69 (1964).
- W. Miller, W. Snow. Nucleonics, 19, No. 11, 174 (1961).
- Б. П. Булатов, Е. А. Гарусов. «Атомная энергия», 5, 12, 631 (1958).

УДК 539.16.07

Световой карандаш

А. А. Курашов, В. В. Пармонов

В экспериментальной ядерной физике в последние годы значительно расширился круг задач, которые решаются с помощью многомерных анализаторов и электронных вычислительных машин [1, 2]; при этом весьма полезным оказалось устройство, называемое световым карандашом [3]. С его помощью экспериментатор, используя электронно-лучевую трубку (ЭЛТ), может воздействовать на определенные элементы программного запоминающего устройства анализатора.

Принцип работы запоминающего устройства, программируемой с помощью светового карандаша, состоит в следующем. На ЭЛТ создается точечный растр, число точек которого равно числу ячеек памяти запоминающего устройства. Движение луча в ЭЛТ происходит синхронно с работой адресного регистра запоминающего устройства по программе непрерывного генерирования полученных данных. Экспериментатор направляет световой карандаш на нужную точку растра, и в тот момент, когда электронный луч находится в данной точке, световой карандаш вырабатывает электрический импульс. Этот импульс направляется в запоминающее устройство с одновременной командой на запись «1» в соответствующей ячейке. Последовательно направляя карандаш на нужные точки растра, экспериментатор как бы отмечает ячейки памяти. Теперь каждый раз, когда адресный регистр выберет отмеченную ячейку памяти, будет прочитана и вновь записана «1». Сигнал прочитанной единицы

и является тем признаком, по которому производятся дальнейшие операции.

Воздействие экспериментатора на программное запоминающее устройство с помощью светового карандаша

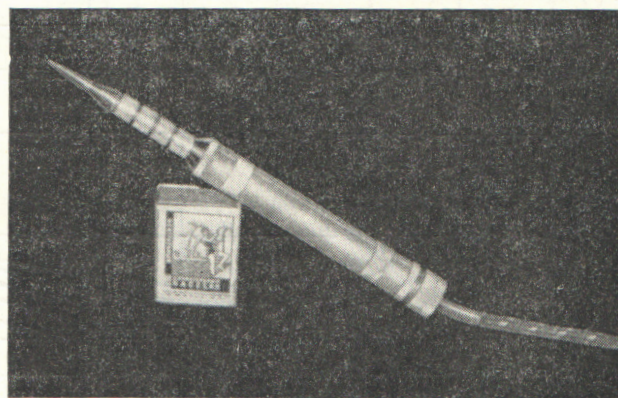


Рис. 1. Световой карандаш.

позволяет выделить для регистрации только данные, представляющие интерес, и тем самым сократить объем регистрируемой информации, т. е. объем



памяти оперативного запоминающего устройства. Возможно также задать и программу вывода или обработки данных.

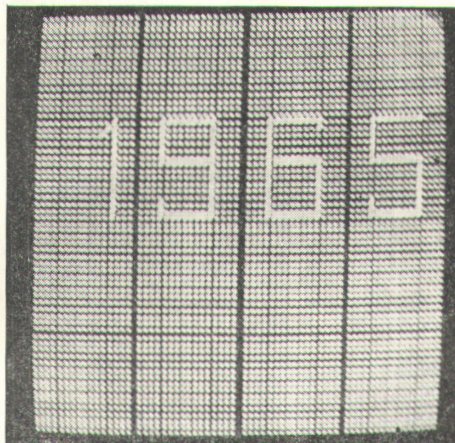


Рис. 2. Фотография экрана электронно-лучевой трубки, работающей совместно с программным запоминающим устройством. Яркие точки соответствуют ячейкам памяти, отмеченным световым карандашом.

Датчиком в световом карандаше могут служить фотоэлемент, фотодиод, фототранзистор и т. д. В циклотронной лаборатории Института атомной энергии им. И. В. Курчатова используется световой карандаш

с датчиком на фотоумножителе ФЭУ-60 (рис. 1). Фотоумножитель помещен в дюралявый корпус диаметром 17 мм. Источником питания служит выпрямитель ЭЛТ. Рабочий конец карандаша выполнен в виде конуса с отверстием диаметром 0,5 мм. Расстояние от конца карандаша до фотокатода 85 мм. Амплитуда сигнала на аноде ФЭУ составляет 0,2—0,5 в. Опыт показал, что нет необходимости применять светопровод, заполняющий объем между концом карандаша и фотокатодом ФЭУ. В рассеянном свете карандаш не создает ложных сигналов, что позволяет использовать его при нормальном освещении.

Спектральное распределение энергии излучения люминофора ЭЛТ во время его возбуждения должно иметь максимум в районе длин волн, соответствующих наибольшей чувствительности фотокатода умножителя (~4500 Å). Подобными характеристиками обладают люминофоры типа А, Б, В, М. Постоянная времени флуоресценции люминофоров составляет 50—60 мксек. С этой же постоянной времени нарастает и импульс в аноде ФЭУ. Во избежание ошибки в выборе соответствующей ячейки памяти из-за задержки срабатывания формирователя его порог устанавливается на достаточно низком уровне.

На рис. 2 приведен пример записи, произведенной с помощью светового карандаша.

Поступило в Редакцию 21/V 1965 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. D. Bromley et al. Proceedings of the Conference on Utilization of Multiparameter Analyzers in Nuclear Physics. Grossinger, N. Y., 1962.
2. D. Bromley. Nucl. Instrum. and Methods, 28, 160 (1964).
3. J. Kane. Nucl. Instrum. and Methods, 25, 141 (1963).

УДК 577.391.087

## Биологические дозы внутреннего облучения человека, обусловленные $Sr^{90}$

В. М. Малыгин, А. А. Моисеев, В. П. Шапов

Расчеты накопления  $Sr^{90}$  в организме «стандартного» человека [1] и дозовых нагрузок на его костную ткань в зависимости от времени поступления  $Sr^{90}$  с пищей играют большую роль при прогнозировании уровней внутреннего облучения населения в последующие годы в связи с наблюдающимся очищением атмосферы от продуктов ядерных испытаний.

Для упрощения таких расчетов можно предположить, что ко времени, принятому за начало отсчета, выпадение  $Sr^{90}$  из атмосферы в основном завершено и загрязнение происходит главным образом за счет поступления  $Sr^{90}$  в растения из почвы через корневую систему. При этом предполагается также, что содержание  $Sr^{90}$  в объектах внешней среды убывает по экспоненциальному закону. Из-за сложности вычислений вымывание  $Sr^{90}$  из почвы в расчетах во внимание не принимается. При  $\lambda_{\text{вым}} \approx 0,015 \text{ год}^{-1}$  [2] такое приближение завышает дозы и уровни накопления не более чем на 20—30%.

В нескольких работах [3—6] было показано, что накопление остеотропных изотопов в организме чело-

века и обусловленные ими дозовые нагрузки лучше описываются степенной моделью, чем широко применяемой экспоненциальной моделью.

В связи с этим при расчетах содержания  $Sr^{90}$  в организме человека (*пикюри*) было применено выражение

$$q(t) = \frac{1}{100} R f_1 f_2 A e^{-\lambda(t-1)} \frac{t^{1-n} - 1}{1-n} = B R e^{-\lambda(t-1)} (t^{1-n} - 1), \quad (1)$$

где  $R$  — содержание  $Sr^{90}$  в рационе человека, принятое равным 1,0 *пикюри/сутки* в начальный момент времени  $t$  (*сутки*);  $f_1 = f_2 = 0,3$  — доли изотопа, попадающие из желудочно-кишечного тракта в кровь и из крови в критический орган соответственно;  $A$  и  $n$  — численные параметры степенной модели;  $B$  — константа;  $\lambda = 7 \cdot 10^{-5} \text{ сутки}^{-1}$  — постоянная физического распада изотопа.

Результаты расчетов уровней накопления  $Sr^{90}$  в костной ткани человека  $q(t)$  для численных значе-