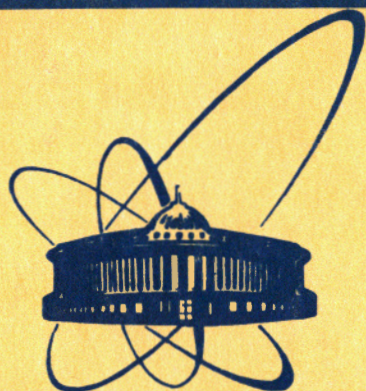


84-375



**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна**

13-84-375

Н.Н.Воробьева, М.Газдзицкий, А.И.Голохвастов,  
Л.Я.Жильцова, Ю.Лукстиньш,  
Е.Н.Матвеева, С.А.Хорозов

**ЗАВИСИМОСТЬ СВЕТОВОУХОДА  
ОТ ПЛОТНОСТИ ИОНИЗАЦИИ  
ДЛЯ СЦИНТИЛЛЯТОРА  
НА ОСНОВЕ ПОЛИСТИРОЛА**

**1984**

Зависимость световыхода сцинтиллятора от плотности ионизации весьма существенна при измерении энергии медленных частиц сцинтилляционными счетчиками. Исследования, проведенные в<sup>1,2/</sup>, показали, что эта зависимость приблизительно одинакова для всех органических сцинтилляторов и может быть описана формулой Биркса<sup>3/</sup>

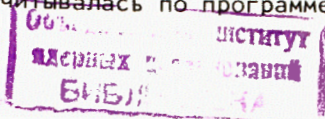
$$\frac{dL}{dx} = \frac{dE/dx}{1 + B \cdot dE/dx}, \quad /1/$$

где  $dE/dx$  - плотность ионизации,  $dL/dx$  - удельный световыход и  $B$  - константа, характеризующая данный тип сцинтиллятора. Хотя экспериментально определенные значения  $B$  и группируются вблизи величины  $0,01 \text{ г/МэВ/см}^2$ , разброс данных, приведенных в литературе, довольно значителен: от  $B = 0,04$  до  $B = 0,015 / \text{см}$ ., например, сводку данных в<sup>4/</sup>. Поскольку в планируемом нами эксперименте по поиску метастабильных состояний ядер предполагается регистрировать протоны в интервале энергий  $5 \div 25 \text{ МэВ}$ , мы провели независимое определение параметра  $B$  в формуле /1/ для сцинтилляторов на основе полистирола с добавками терфенила /2%/ и PPOP /0,05%/, изготовленных в ЛВЭ ОИЯИ. С этой целью измерялись амплитуды сигналов от  $\alpha$ -частиц с энергиями  $4,80 \text{ МэВ}$  ( $^{233}\text{U}$ ),  $5,14 \text{ МэВ}$  ( $^{239}\text{Pu}$ ),  $5,50 \text{ МэВ}$  ( $^{238}\text{Pu}$ ) и  $7,68 \text{ МэВ}$  ( $^{214}\text{Po}$ ), а также амплитуды сигналов от быстрых  $\sim 1 \text{ МэВ}$  электронов ( $^{106}\text{Ru}$ ). Измерения проводились с фотоумножителем ФЭУ-30 и набором сцинтилляторов диаметром  $15 \text{ мм}$  и толщиной  $0,5 \text{ мм}$ ,  $1 \text{ мм}$  и  $2 \text{ мм}$ . Сцинтилляторы приклеивались непосредственно на фотокатод ФЭУ. Проверки идентичности условий светосбора при измерении амплитуд сигналов от  $\alpha$ - и  $\beta$ -источников показали, что различие условий светосбора невелико и не приводит к ошибке в определении отношений амплитуд, большей 5%.

С учетом формулы /1/ для амплитуды сигнала с фотоумножителя имеем

$$A = \int \frac{dE/dx}{1 + B \cdot dE/dx} dx, \quad /2/$$

где интегрирование ведется по траектории частицы в веществе сцинтиллятора. Фитирование экспериментальных отношений амплитуд сигналов от  $\alpha$ -частиц с разной энергией и электронов приводит к значению  $B = 0,009 \pm 0,001 \text{ г/МэВ/см}^2$ . Зависимость  $dE/dx$  от энергии  $\alpha$ -частицы рассчитывалась по программе STOPW/82<sup>15/</sup>.



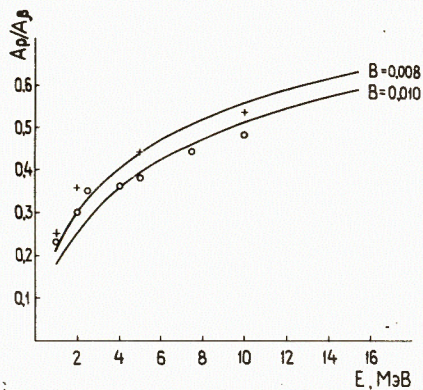
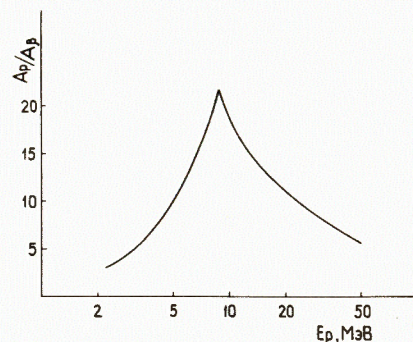


Рис.1. Зависимость  $p/\beta$  отношения /см. текст/ от энергии протона. Кривые - расчет по формуле /2/ с  $B = 0,008$  и  $B = 0,010$  г/МэВ/см<sup>2</sup>;  $\circ$  - эксперимент /6/,  $+$  - эксперимент /7/.

Рис.2. Расчетное отношение амплитуд сигналов от протонов с энергией  $E_p$  и электронов с энергией  $\sim 1$  МэВ при перпендикулярном падении на сцинтиллятор толщиной  $0,1$  г/см<sup>2</sup>.



На рис.1 приведены расчетные отношения амплитуд сигналов от протонов с энергией  $E$ , останавливающихся в сцинтилляторе, и быстрых электронов, теряющих энергию  $E$  в сцинтилляторе /так называемое  $p/\beta$  отношение/. Кривые на рис.1 соответствуют верхней и нижней границам параметра  $B$ , приведенного в нашем эксперименте. Экспериментальные данные по  $p/\beta$  отношению из /8,7/ неплохо согласуются с расчетными кривыми.

Полученная зависимость световых выходов от плотности ионизации позволяет оценить возможность регистрации мягких протонов /5 ÷ 25 МэВ/ на фоне электронов с энергией  $\sim 1$  МэВ.

На рис.2 приведено расчетное отношение амплитуд сигналов от протонов с энергией  $E_p$  и электронов с энергией  $\sim 1$  МэВ при перпендикулярном падении на сцинтиллятор толщиной  $1$  мм. Видно, что в значительной части указанного энергетического диапазона амплитуда сигнала от протонов почти на порядок больше сигнала от электронов. В условиях хорошего светосбора / $K_{св} \sim 0,5$ / энергетическое разрешение для электронов и протонов должно составить  $\leq 20\%$ . Это дает возможность регистрировать протоны с эффективным подавлением фона от электронов.

Авторы благодарны В.П.Садилу за помощь при подготовке к проведению измерений, а также Ю.Хеннигеру за предоставление программы расчета ионизационных потерь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bandtel K.C. et al. Phys.Rev., 1957, 106, p. 806.
2. Акимов Ю.К. ПТЭ, 1960, №4, с. 71.
3. Birks J.V. Proc.Phys.Soc., 1951, A164, p. 10.
4. Badhwar G.D. et al. Nucl.Instr.Meth., 1967, 57, p. 116.
5. Хеннигер Ю., Хорлбек Б. ОИЯИ, 10-83-366, Дубна, 1983.
6. Batchelor R. et al. Nucl.Instr.Meth., 1961, 13, p. 70.
7. Brooks F.D. "Organic Scintillators" in Progr. Nucl.Phys., 1956, vol. 5. London-New-York. Pergamon Press.

Рукопись поступила в издательский отдел  
29 мая 1984 года.

### НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
Д11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
Д7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
Д2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Воробьева Н.Н. и др.

13-84-375

Зависимость световыхода от плотности ионизации для сцинтиллятора на основе полистирола

Определен параметр  $B$  в формуле Биркса  $\frac{dL}{dx} \sim \frac{dE/dx}{1+B \cdot dE/dx}$ , ап-

проксимирующей зависимость удельного световыхода от плотности ионизации. Измерения проводились со сцинтилляторами на основе полистирола с добавками терфенила /2%/ и POPOP /0,05%, изготовленными в ЛВЭ ОИЯИ. Параметр  $B$  определялся по измеренным отношениям амплитуд сигналов от альфа-источников и бета-источника. Полученное значение  $B = 0,009 \pm 0,001$  г/МэВ/см<sup>2</sup> согласуется с данными для других органических сцинтилляторов. На основе полученных результатов приведена оценка возможности подавления фона от электронов при регистрации мягких протонов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Vorobyeva N.N. et al.

13-84-375

Light Output As a Function of Ionization Density for a Scintillator on Polysterene Basis

Parameter  $B$  from the Birks formula  $\frac{dL}{dx} \sim \frac{dE/dx}{1+B \cdot dE/dx}$ , which

describes differential light output as a function of ionization density, has been determined. The measurement was performed for organic scintillators (polystyrene, terphenil-2%, POPOP-0,05%) prepared at High Energy Laboratory, JINR. The parameter  $B$  was determined by measuring the ratios of signal amplitudes from  $\alpha$ - and  $\beta$ -sources. The obtained value of  $B = 0,009 \pm 0,001$  g/MeV/cm<sup>2</sup> is consistent with the data obtained for other organic scintillators. Using the data obtained, the possibility of electron background discrimination in soft proton registration was estimated.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984