

объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
дубна

13-85-397

В.П.Зрелов, В.П.Лупильцев, И.В.Мирохин

ОДНОВРЕМЕННОЕ ШЕСТИКРАТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ  
СРЕДНЕЙ ЭНЕРГИИ ПРОТОНОВ  
В ПУЧКЕ  $\sim 1$  ГэВ  
ДВУХКОНУСНЫМ И РАЗНОСТНЫМ  
ЧЕРЕНКОВСКИМИ МЕТОДАМИ

Направлено в журнал  
"Приборы и техника эксперимента"

1985

## ВВЕДЕНИЕ

Методы измерения средней энергии в коллимированных пучках с использованием излучения Вавилова-Черенкова /ИВЧ/ позволяют производить абсолютные и прецизионные измерения скорости /энергии/ частиц по углу испускания ими излучения в среде с точно известным показателем преломления  $n$ . Однако, несмотря на то, что, как правило, измерения  $n$  производятся на образцах /призмах/, вырезанных из того же куска материала, что и сам радиатор, все же полной гарантии точного совпадения  $n$  радиатора в месте прохождения пучка частиц и измеренного  $n$  нет /из-за возможного присутствия неоднородностей стекла по  $n$  и других дефектов/. Поэтому использование второго радиатора, помимо улучшения точности измерения энергии частиц, уменьшает вероятность такой систематической ошибки путем сравнения величин энергий, измеренных по одному и второму конусам ИВЧ.

### 1. ОПИСАНИЕ ПЕРВОГО /ДВУХКОНУСНОГО/ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ

В<sup>1/</sup> был предложен двухконусный метод измерения средней энергии в коллимированных пучках частиц, который по существу является усовершенствованным простым методом двойных отражений<sup>2-4/</sup>. Схема эксперимента приведена на рис.1. Принцип работы двухконусного метода показан на рис.2. Перед входной гранью призмы-радиатора, используемой в простом методе, помещена на оптическом контакте плоскопараллельная пластинка с зеркальной поверхностью /III/ со стороны входа частиц. Если пластинка и призма-радиатор имеют абсолютные показатели преломления соответственно  $n_1$  и  $n_2$ , то при прохождении через них достаточно быстрой частицы со скоростью  $\beta$  в каждом из них возникнут конусы излучения Вавилова-Черенкова /ИВЧ/ с полными углами раскрытия  $2\theta_1$  и  $2\theta_2$ , где  $\theta_1 = \arccos \frac{1}{n_1\beta}$  и  $\theta_2 = \arccos \frac{1}{n_2\beta}$ . Через грань I /наполовину зеркальную/ призмы-радиатора под углами  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  будут выходить как прямое, так и дважды отраженное ИВЧ, возникшее в самой призме /рис.2а/. Через эту же грань под углами  $\Gamma_3$  и  $\Gamma_4$  будут выходить излучение от плоского радиатора как прямое, так и дважды отраженное. В этом случае угол черенковского излучения  $\theta_2$  в призме-радиаторе определяется как



$$\theta_2 = \alpha_2 \pm \arcsin \frac{1}{n_2'} \sqrt{\frac{\sin^2 \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} - n_2'^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \sin^2(\alpha_2 - \alpha_1)}{\cos^2(\alpha_2 - \alpha_1) - \operatorname{tg}^2 \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \sin^2(\alpha_2 - \alpha_1)}} \quad /1/$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  - соответственно углы наклона граней I и II призмы к ее входной грани III.

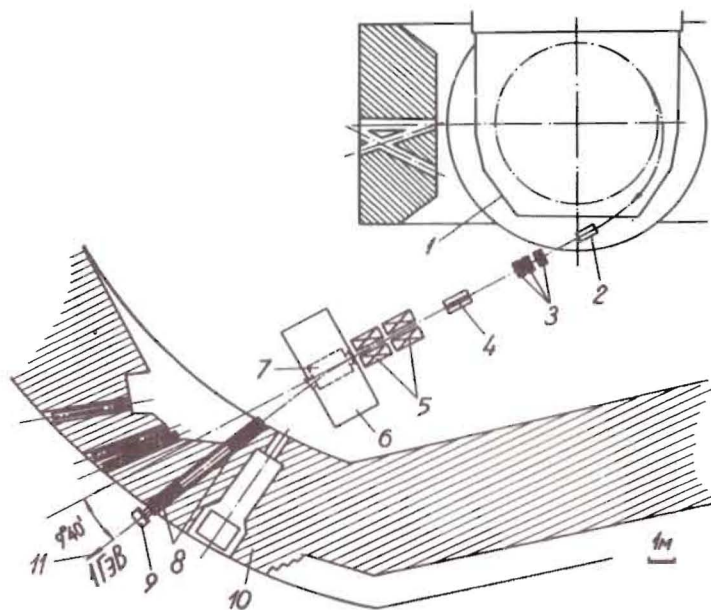


Рис.1. Тракт пучка протонов, выведенного из синхротрона ЛИЯФ на энергию ~1 ГэВ: 1 - вакуумная камера ускорителя; 2 - фокусирующая секция магнитного канала; 3 - триплет магнитных линз; 4 - целевой коллиматор; 5 - дублет магнитных линз; 6 - отклоняющий магнит с вакуумной камерой <sup>77</sup>/; 8 - входной /диаметр  $D_1 = 12$  мм, длина  $L_1 = 1,5$  м/ и выходной /диаметр  $D_2 = 5$  мм, длина  $L_2 = 1,0$  м/ коллиматоры; 9 - место расположения черенковского прибора; 10 - защита ускорителя; 11 - пучок протонов.

Угол  $\theta_1$  черенковского излучения, возникшего в плоском радиаторе, определяется с учетом преломления на границе раздела как  $\theta_1 = \arcsin \frac{n_2}{n_1} \cdot \sin \gamma_1$ , где  $\gamma_1$  - угол излучения в призме-радиаторе:

$$\gamma_1 = \alpha_2 \pm \arcsin \frac{1}{n_2'} \sqrt{\frac{\sin^2 \frac{\gamma_3 + \gamma_4}{2} - n_2'^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\gamma_3 + \gamma_4}{2} \sin^2(\alpha_2 - \alpha_1)}{\cos^2(\alpha_2 - \alpha_1) - \operatorname{tg}^2 \frac{\gamma_3 + \gamma_4}{2} \sin^2(\alpha_2 - \alpha_1)}} \quad /2/$$

$n_2' = \frac{n_2}{n_3}$ , а  $n_3$  - показатель преломления среды, в которую выходит излучение из призмы-радиатора.

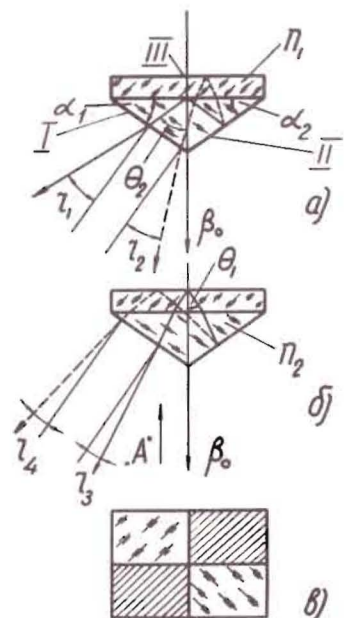


Рис.2. Принципиальная схема двухконусного метода: а/ ход лучей ИВЧ от призмы-радиатора  $\text{SiO}_2$  с показателем преломления  $n_2$ ; б/ ход лучей ИВЧ от плоско-параллельного радиатора  $\text{LiF}$  с показателем преломления  $n_1$ ; в/ вид на призму-радиатор против пучка частиц  $\beta_0$ , где сплошной штриховкой показаны зеркальные части граней.

Для случая выхода излучений через грань II призмы-радиатора формулы для углов  $\theta_2'$  и  $\gamma_1'$  будут иметь аналогичный вид, но угол  $\alpha_2$  заменяется на  $\alpha_1$ , а углы  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$  - на  $\gamma_1', \gamma_2', \gamma_3', \gamma_4'$ . Следует заметить, что углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  - это углы между выходными гранями I и II призмы-радиатора и входной поверхностью плоскопараллельного радиатора, которые могут отличаться от соответствующих уг-

лов  $\alpha_1'$  и  $\alpha_2'$  призмы из-за отклонений от плоскопараллельности пластинки с показателем преломления  $n_1$ , а также в результате склейки ее с призмой.

## 2. СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА

Испытания двухконусного метода измерения энергии частиц были проведены на выведенном пучке протонов с энергией ~1 ГэВ синхротрона ЛИЯФ. В данном эксперименте использовалось устройство, схематически показанное на рис.3, т.е. был практически полностью взят прибор для измерения энергии простым методом <sup>1/</sup>, но к призме-радиатору из кварца был добавлен плоский радиатор из  $\text{LiF}$  толщиной 2 мм, а углы призмы из плавленного кварца были такими:  $\alpha_1 = 36^\circ 58' 55'' \pm 5''$  и  $\alpha_2 = 37^\circ 01' 09'' \pm 5''$ . Толщина призмы по оси пучка равнялась 4 мм. Зависимость показателя преломления призмы-радиатора имела вид /при  $t = 20^\circ\text{C}/$ :



$$n(\lambda) = 1,44816 + 3,69103 \cdot 10^{-8} / \lambda^2 - 3,09715 \cdot 10^{-5} / \lambda^4, \quad /3/$$

где  $\lambda$  — в мкм. Ошибка определения  $n$  по формуле /3/ составляет  $\Delta n = +4 \cdot 10^{-5}$ . Зависимость  $n(\lambda)$  для плоского радиатора из LiF имела вид:

$$n(\lambda) = 1,38630 + 2,0618 \cdot 10^{-8} / \lambda^2 - 8,6473 \cdot 10^{-6} / \lambda^4, \quad /4/$$

где  $\lambda$  в мкм, с ошибкой  $\Delta n = +4 \cdot 10^{-5}$ .

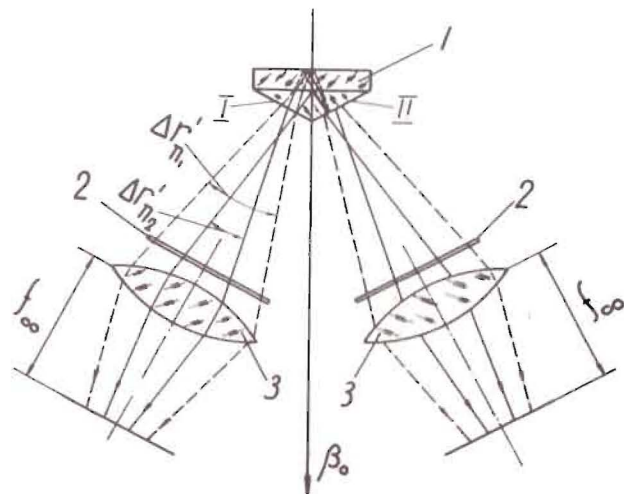


Рис.3. Схема прибора, использованного в измерениях на пучке протонов с энергией ~1 ГэВ: 1 — спаренный радиатор /плоскопараллельная пластинка из LiF и призма из плавленного кварца SiO<sub>2</sub> /; 2 — интерференционные фильтры, пропускающие излучение с  $\lambda \sim 600$  нм и полосой  $\Delta \lambda \sim 9$  нм; 3 — объективы "Гелиос-40" /1:1,5/ с  $f = 85$  мм, настроенные на бесконечность.

Для средних длин волн пропускания использовавшихся интерференционных фильтров абсолютные показатели преломления  $n(\lambda)$  плоского радиатора LiF и призмы-радиатора SiO<sub>2</sub> приведены в табл.1.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

При экспонировании устройства в коллимированном пучке протонов ~1 ГэВ были получены фотографии изображений конусов излучения Вавилова-Черенкова в виде, показанном на рис.4. Внутренняя пара дуг — излучение от призмы-радиатора (SiO<sub>2</sub>), наруж-

Фото-аппарат	$\bar{\lambda}$ , нм	$n(\lambda)$	Показатель преломления воздуха при $t = 20^\circ\text{C}$
I	605,9	LiF : 1,392185	1,000273
		SiO <sub>2</sub> : 1,458383	
II	601,3	LiF : 1,392270	1,000273
		SiO <sub>2</sub> : 1,458530	

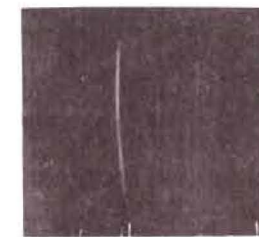


Рис.4. Позитивное изображение "дуг" ИВЧ, полученное на пучке протонов ~1 ГэВ /внутренние "дуги" от призмы-радиатора SiO<sub>2</sub>, наружные — от радиатора LiF /.

ная — от плоского радиатора (LiF). Такое взаимное их положение друг относительно друга, а также направление "вогнутостей" дуг объясняется тем, что углы ИВЧ протонов с энергией ~1 ГэВ в кристалле LiF и призме из SiO<sub>2</sub> составляют  $\theta_{\text{LiF}} \approx 34^\circ 49'$  и  $\theta_{\text{SiO}_2} \approx 38^\circ 23'$ , т.е. в этом случае  $\theta_{\text{SiO}_2} > \alpha$  и  $\theta_{\text{LiF}} < \alpha$  ( $\theta_{\text{LiF}}$  — угол ИВЧ от LiF в призме SiO<sub>2</sub> после преломления).

Фотометрическая кривая негативных изображений ИВЧ /рис.4/, полученная с помощью микрофотометра /Карл Цейс II", показана на рис.5, на котором отчетливо видны четыре "пика" ИВЧ, соответствующие двум конусам, выходящим через одну грань призмы. Расстояние между каждой парой дуг дает возможность независимо определить среднюю энергию пучка протонов, используя, например, для этого графики, приведенные на рис.6. Различия в ходе кривых  $I(E_p)$  для фотоаппаратов I и II объясняются не только разницей в длинах волн, пропускаемых соответствующими интерференционными фильтрами фотоаппаратов, но и разницей между углами  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  при основании призмы-радиатора.

Процедура обработки кривых, показанных на рис.5, для более точного определения расстояний ( $l_{i,j}$ ) между парами "дуг" производилась путем аппроксимации пиков ИВЧ гауссовыми кривыми /как и в работе /4/, что позволило получить точность в  $l_{i,j}$  не хуже, чем 0,08 мм. При этом учитывалась дисторсия объективов "Гелиос-40", зависимость плотности почернения фотопленки "КН-3" от времени экспозиции, а также различие в углах падения ИВЧ на интерференционные фильтры. Результаты обработки приведены в табл.2.



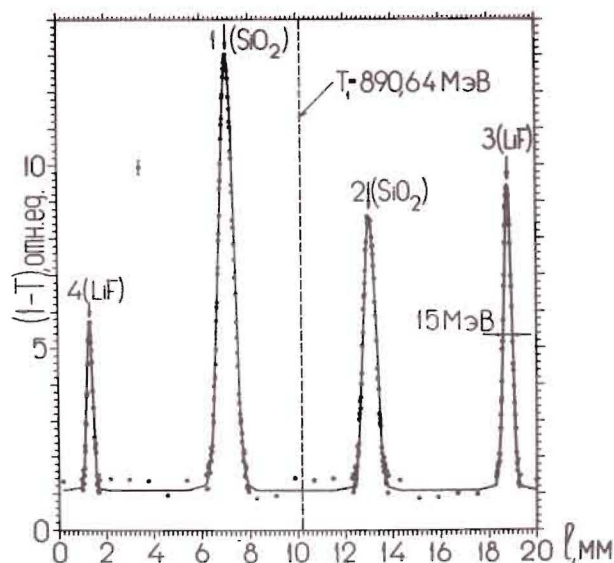


Рис.5. Фотометрическая кривая  $I-T$ , где  $T$  - пропускание/ негативных изображений ИВЧ в наиболее выпуклых /вогнутых/ их частях. Пунктирная линия показывает расчетное положение "дуг" ИВЧ от радиатора  $\text{SiO}_2$ , если бы  $\theta_{\text{SiO}_2} = \alpha_2$ . Сплошная кривая - результат аппроксимации экспериментальных точек гауссовыми кривыми. Слева сверху рисунка указан масштаб ошибок.

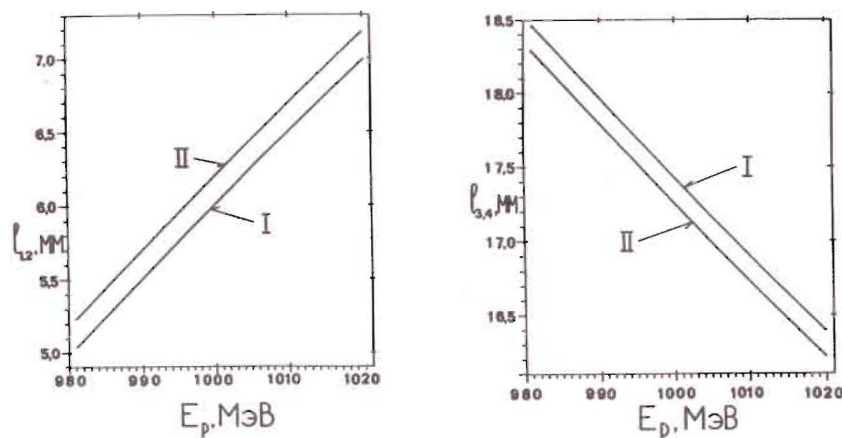


Рис.6. Зависимость расстояний между дугами от энергии протонов для данного устройства: а -  $l_{1,2}$  - расстояние между "дугами" ИВЧ от призмы-радиатора  $\text{SiO}_2$ ; б -  $l_{3,4}$  - расстояние между дугами ИВЧ от плоского радиатора  $\text{LiF}$ ; I, II - обозначают фотоаппараты с соответствующими фильтрами.

Дата экспозиции	Фото-аппарат	Расстояние, мм	Средняя энергия в радиаторах, МэВ	Средняя энергия на входе в радиатор $\text{LiF}$ , МэВ
21.1.1979	I	$\text{SiO}_2: 5,99$ $\text{LiF}: 17,46$	$998,36 \pm 1,27$ $999,59 \pm 1,39$	$1000,03$ $1000,05$
	II	$\text{SiO}_2: 6,14$ $\text{LiF}: 17,37$	$997,58 \pm 1,44$ $997,98 \pm 1,53$	$999,25'$ $998,44$
14.IV.1979	I	$\text{SiO}_2: 5,96$ $\text{LiF}: 17,44$	$997,82 \pm 1,44$ $1000,04 \pm 1,50$	$999,49$ $1000,50$
	II	$\text{SiO}_2: 6,27$ $\text{LiF}: 17,23$	$1000,20 \pm 1,52$ $1000,64 \pm 1,58$	$1001,87$ $1001,10$
18.V.1979	I	$\text{SiO}_2: 5,96$ $\text{LiF}: 17,55$	$997,82 \pm 1,54$ $997,91 \pm 1,59$	$999,49$ $998,37$

Найденные таким образом расстояния  $l_{1,2}$  были переведены в соответствующие углы испускания ИВЧ в радиаторах  $\text{LiF}$  и  $\text{SiO}_2$ , которые, например, для экспозиции от 21.1.1979 г. /по фотоаппарату I/ составили  $\theta_{\text{LiF}} = 34^\circ 49,3' \pm 1,1'$  и  $\theta_{\text{SiO}_2} = 38^\circ 23,3' \pm 0,9'$ , что соответствует средней скорости протонов в  $\text{LiF}$   $\beta_{\text{LiF}} = 0,87497 \pm 0,00019$  и в  $\text{SiO}_2$   $\beta_{\text{SiO}_2} = 0,87480 \pm 0,00018$ .

Заметим, что полуширина пиков  $\sqrt{3,4}$  от  $\text{LiF}$  на рис.5 приблизительно в 1,7 раза уже, чем от призмы-радиатора. Это качественно объясняется разницей в эффектах многократного рассеяния и замедления в них протонов, так как толщина радиатора  $\text{LiF}$  приблизительно в 1,5 раза меньше, к тому же радиационная длина  $\chi_{\text{LiF}}$  хотя незначительно, но превосходит  $\chi_{\text{SiO}_2}$  ( $\chi_{\text{LiF}} - 1,2\chi_{\text{SiO}_2}$ ). Кроме этого, во всех трех экспозициях по обоим фотоаппаратам энергия, измеренная по радиатору  $\text{LiF}$ , систематически выше, чем от радиатора из  $\text{SiO}_2$  в силу того, что пучок протонов проходит сначала радиатор из  $\text{LiF}$ . Это косвенным образом свидетельствует о высокой чувствительности методов.

Таким образом, за одну экспозицию энергия пучка измерена 4 раза. Для того, чтобы получить среднюю энергию пучка на входе в мишень-радиатор, необходимо к полученным значениям добавить потери энергии на половине толщины плоского радиатора  $\text{LiF}$   $/t_{\text{LiF}}/2 = 0,1$  см/ и на половине эффективной толщины призмы  $\text{SiO}_2$   $/t_{\text{SiO}_2}/2 = 0,15$  см/, т.е. добавить к полученным значениям для средней энергии величину  $\Delta E = 0,464$  МэВ /для ИВЧ в  $\text{LiF}$  / и  $\Delta E = 1,669$  МэВ /для ИВЧ в  $\text{SiO}_2$  /. Последние поправки  $\Delta E$  к средним значениям энергии получены согласно таблицам<sup>5/4</sup>.

Усредненная по четырем измерениям энергия на входе в мишень-радиатор составляет  $E = 999,52 \pm 0,70$  МэВ /для экспозиции от 21.1.1979 г./.



Систематические ошибки измерений энергии разностным методом определяются следующими погрешностями: а/ измерением углов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ ; б/ измерением показателей преломления плоского радиатора  $n_1$  и призмы  $n_2$ ; в/ неопределенностью показателя преломления воздуха; г/ ошибками в калибровке объективов; д/ неопределенностью в угле падения ИВЧ на интерференционный фильтр; е/ ошибкой определения расстояния между изображениями ИВЧ. Наибольший вклад в суммарную ошибку определения энергии вносит последний фактор. Суммарная среднеквадратичная ошибка, вычисленная как

$\Delta E = \sqrt{\sum \Delta E_i^2}$ , с учетом всех вышеприведенных факторов составляет 1,5 МэВ, что находится в соответствии с наблюдаемым разбросом значений энергии на входе в мишень-радиатор.

#### 4. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ВТОРОГО /РАЗНОСТНОГО/ МЕТОДА

Использование второго радиатора перед входной гранью призмы позволяет в этом же эксперименте осуществить и разностный черенковский метод измерения энергии частиц, предложенный в работе /6/. Однако прямое измерение этим методом, при котором определялась бы разность в углах прямо выходящих излучений от призмы-радиатора  $\text{SiO}_2(r_1)$  и от радиатора  $\text{LiF}(r_2)$ , не является оптимальным, так как в этом случае излучение выпускается из призмы-радиатора под небольшими углами к нормали, и разность углов излучения слабо зависит от скорости частицы, что приводит к большой ошибке в определении средней энергии. Поэтому был выбран способ, в котором находилась разность в углах выхода излучений: прямо выходящего от призмы-радиатора ( $r_1$ ) и дважды отраженного от радиатора  $\text{LiF}$  ( $r_4$ ) в составной призме. В этом случае при изменении скорости  $\beta$  "дуги" ИВЧ, например 1-4 или 2-3 от обоих радиаторов, перемещаются в противоположные стороны. Для выхода ИВЧ через грань I призмы связь между  $\Delta r = r_4 - r_1$  имеет вид:

$$r_4 - r_1 = \arcsin \left\{ \frac{n_2}{n_3} \left[ \sin(2\alpha_2 - \alpha_1) \cdot \frac{\sqrt{\beta^2(n_2^2 - n_1^2) + 1}}{n_2\beta} - \cos(2\alpha_2 - \alpha_1) \cdot \frac{\sqrt{n_1^2\beta^2 - 1}}{n_2\beta} \right] \right\} - \arcsin \left\{ \frac{n_2}{n_3} \left[ \cos\alpha_1 \cdot \frac{\sqrt{n_2^2\beta^2 - 1}}{n_2\beta} - \frac{\sin\alpha_1}{n_2\beta} \right] \right\}, \quad /5/$$

где  $n_1, n_2$  и  $n_3$  - абсолютные показатели преломления соответственно плоского радиатора, призмы и воздуха.

При  $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$  /оба радиатора плоские/ формула /5/ приводится к формуле /2/ работы /1/ с той лишь разницей, что в данном конкретном случае, где радиаторы из  $\text{LiF}$  и  $\text{SiO}_2, n_1 < n_2$ .

При выводе формулы /5/ было сделано предложение о том, что скорость  $\beta$ -частицы одинакова в обоих радиаторах. Однако в действ-

ительности скорости в радиаторах отличаются на величину  $\Delta\beta$ , равную изменению скорости частицы за счет замедления при движении от середины первого до середины второго радиаторов. С учетом этого обстоятельства формулу /5/ следует записать как:

$$r_4 - r_1 = \arcsin \left\{ \frac{n_2}{n_3} \left[ \sin(2\alpha_2 - \alpha_1) \cdot \frac{\sqrt{\beta^2(n_2^2 - n_1^2) + 1}}{n_2\beta} - \cos(2\alpha_2 - \alpha_1) \cdot \frac{\sqrt{n_1^2\beta^2 - 1}}{n_2\beta} \right] \right\} - \arcsin \left\{ \frac{n_2}{n_3} \left[ \cos\alpha_1 \cdot \frac{\sqrt{n_2^2(\beta - \Delta\beta)^2 - 1}}{n_2(\beta - \Delta\beta)} - \frac{\sin\alpha_1}{n_2(\beta - \Delta\beta)} \right] \right\}. \quad /6/$$

Для используемых в данной работе толщин радиаторов  $t_{\text{LiF}}/2 = 1$  мм и  $t_{\text{SiO}_2}/2 = 1,5$  мм/ вблизи энергии протонов 1 ГэВ  $\Delta\beta = 1,667 \cdot 10^{-4}$ .

Решая уравнение /6/ относительно  $\beta$ , получим среднюю энергию налетающих частиц в центре плоского радиатора  $\text{LiF}$  согласно

$$T = m_p \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} - 1 \right), \quad \text{где } m_p - \text{масса протона, равная } 938,2796 \text{ МэВ.}$$

Заметим, что если  $\Delta\beta$  существенно меньше ошибки измерения, то можно пользоваться формулой /5/.

При регистрации излучения, выходящего через грань II призмы-радиатора, т.е. при определении разницы углов  $r'_4 - r'_1$  в формулах /5/ и /6/ нужно поменять местами углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ .

Результаты измерений разностным способом при регистрации ИВЧ, выходящего как через грань I, так и грань II призмы-радиатора, приведены в табл.3.

Таблица 3

Дата экспозиции	Фото-аппарат	Средняя энергия в центре радиатора $\text{LiF}$ , МэВ	Средняя энергия на входе в радиатор $\text{LiF}$ , МэВ
2I.I.1979г.	I	999,57±I,34	1000,03
	II	998,37±I,50	998,83
I4.IV.1979г.	I	999,51±I,47	999,97
	II	1000,73±I,53	1000,19
I8.V.1979г.	I	999,098±I,82	999,56

Как и в обычном простом методе, где используется одна призма-радиатор, изложенным выше способом измерение энергии можно производить, используя только один фотоаппарат, так как незначительные  $\pm 0,5^\circ$  отклонения частиц от нормали к входной грани плоского радиатора не влияют на результат.



Поэтому значения энергии, приведенные в табл.3, можно усреднить с данными табл.2 и получить среднюю энергию на входе в радиатор LiF, которая в итоге по шести измерениям, выполненным одновременно двухконусным и разностным методами, составила  $\bar{E} = 999,51$  МэВ с ошибкой  $\Delta E = \pm 0,57$  МэВ /экспозиция от 21.1.79 г./.

Для получения средней энергии на выходе из камеры ускорителя нужно к этой величине добавить сброс энергии  $\Delta E = 5,05$  МэВ.

Можно отметить, что это значение энергии протонов на входе в радиатор LiF находится в пределах ошибки измерения в согласии с результатами, полученными в работе<sup>14</sup> одним простым методом в том же сеансе работы ускорителя.

Авторы благодарны дирекции ЛИЯФ за предоставленную возможность работы на ускорителе, а также В.С.Надеждину, Я.Ружичке, Н.Н.Лебедеву, В.В.Ермакову и Р.В.Столупиной за большую помощь в работе на разных ее этапах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Zrellov V.P. Nucl.Instr. and Meth., 1979, vol.166, p.207-210; ОИЯИ, P1-12164, Дубна, 1979.
2. Zrellov V.P. Nucl.Instr. and Meth., 1974, vol.115, p.457-459.
3. Zrellov V.P., Lupiltsev V.P., Shabashov M.F. Nucl.Instr. and Meth., 1976, vol.134, p.437-440; ОИЯИ, P13-9202, Дубна, 1975.
4. Зрелов В.П., Лупильцев В.П., Мирохин И.В. ОИЯИ, 13-82-254, Дубна, 1982.
5. Janni J.P. At.Data and Nucl.Data Tables, 1982, vol.27, No.2/3, p.283,311.
6. Zrellov V.P. Nucl.Instr. and Meth., 1979, vol.166, p.211-212; ОИЯИ, P1-12163, Дубна, 1979.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют, как и другие издания ОИЯИ, статус официальных публикаций.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the JINR Communications and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

Physics of elementary particles and atomic nuclei.  
Theoretical physics.  
Experimental techniques and methods.  
Accelerators.  
Cryogenics.  
Computing mathematics and methods.  
Solid state physics. Liquids.  
Theory of condensed matter.  
Applied researches.

Being a part of the JINR Communications, the articles of new collection like all other publications of the Joint Institute for Nuclear Research have the status of official publications.

*JINR Rapid Communications* will be issued regularly.



Рукопись поступила в издательский отдел  
29 мая 1985 года.