

3-63

10

**И Н С Т И Т У Т  
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СОАН С С С Р**

препринт 288

Зинин Э.И., Кабанник В.А., Кулипанов Г.Н.,

Попов С.Г., Сухина Б.Н.

**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ  
ПРОТОННОГО ПУЧКА, ОСНОВАННЫЕ  
НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ  $\delta$ -ЭЛЕКТРОНОВ**

Составитель: В.А. КАБАНИК  
Рецензент: Э.И. Зинин  
Изд. 1-е. М., 1969. 40 стр.  
Цена 2/4 руб. без учета доставки.  
Печатается на заказнике и бумаге СО АН СССР.

НОВОСИБИРСК

1969



МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ПРОТОННОГО ПУЧКА,  
ОСНОВАННЫЕ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ  $\delta$ -ЭЛЕКТРОНОВ

Зинин Э.И., Кабанник В.А., Кулипанов Г.Н.,  
Попов С.Г., Сухина Б.Н.

А Н Н О Т А Ц И Я

Описаны методы определения размеров пучка протонов основанные на использовании электронов возникающих при ионизации остаточного газа. Один из методов обеспечивает чувствительность по току релятивистского протонного пучка

$$I_{\text{мин}} = 10^{-7} \frac{\Delta}{P} \text{ мка}$$

где  $\Delta$  - размер пучка в мм,

$P$  - давление в камере в торр,

при разрешении порядка 0,5 мм.



Известные методы определения размеров пучка протонов / 1 / без его разрушения основаны на использовании электронов или оптического излучения, которые возникают при взаимодействии пучка с остаточным газом или газом специально сформированных струй. Однако как по чувствительности, так и по разрешению они не вполне удовлетворяют требованиям предъявляемым к этим системам при использовании их на накопителях.

Для разработки более чувствительных систем был проведен ряд экспериментов на пучке протонов с энергией в 1 Мэв в канале ускорителя Ван-де-Граафа. Для контроля полного тока пучка протонов в конце канала был установлен цилиндр Фарадея. С помощью этого же цилиндра и подвижной щели производились контрольные измерения размера пучка с разрешением порядка  $0,1$  мм.

На установке была произведена экспериментальная проверка линейной зависимости тока электронов от давления в камере. Результаты в пределах погрешности измерений совпадают с расчетными (рис.3). Был испытан также один из известных методов определения размеров пучка - метод "проволочек" (рис.2). Результаты эксперимента приведены на графиках (рис.4) и достаточно хорошо иллюстрируют возможности этого метода.

Хорошие результаты получены в методе с двойным преобразованием, схема которого изображена на рис.1. Электронно-оптическое устройство состоящее из электрода 1 электростатической линзы 2 и люминесцентного экрана 3, позволяет получить световое изображение, соответствующее распределению протонов в пучке, в одном из выбранных направлений. Это изображение с помощью оптической системы 4 и диссектора 5 /2/ преобразуется вновь в электрический сигнал, форма которого соответствует распределению протонов в пучке. Наличие фокусирующей системы, эффекта усиления на люминесцентном экране, которое вполне компенсирует потери в оптической системе и на фотокатод диссектора и, наконец, большое усиление диодной системы диссектора, обеспечивают расчетную амплитуду выходного тока диссектора

$$I_{\text{вых}} = 10^{23} I_{\text{прот}} \frac{G \cdot [E] P}{\Delta}$$



И, с учетом шумовых свойств диссектора, чувствительность по току протонного пучка

$$I_{\text{мин}} = 10^{-25} \frac{\Delta}{G_i [E] P} \text{ мка}$$

где  $G_i [E]$  сечение ионизации остаточного газа  $\text{см}^2$ ;

$\Delta$  - размер пучка мм;

$P$  - давление в камере торр;

при эффективной длине сбора электронов 15 мм.

Экспериментальная проверка метода на пучке с энергией 1 Мэв подтвердила правильность расчетов. Так при вакууме  $10^6$  торр, токе пучка 10 мка и размере в 1 мм амплитуда тока диссектора была 100 мка, что соответствует приведенному выше расчетному значению, при величине сечения ионизации протонов с энергией 1 Мэв  $\sim 10^{-18} \text{ см}^2$  (для релятивистских протонов  $G_i \sim 10^{-18} \text{ см}^2$ ).

Такая чувствительность позволяет в большинстве случаев обходиться без создания локальной газовой струи, что сильно упрощает устройство.

Необходимо отметить, что имеется принципиальная возможность увеличить чувствительность метода путем переноса диссектора в вакуумную камеру ускорителя с использованием непосредственно первичных электронов. Практически, не увеличивая абсолютного значения выходного сигнала, метод обеспечит значительно большую чувствительность за счет улучшения шумовых свойств системы. Это даёт возможность при необходимости регистрировать "размеры" пучка, в накопителе, состоящего из одного или нескольких протонов.

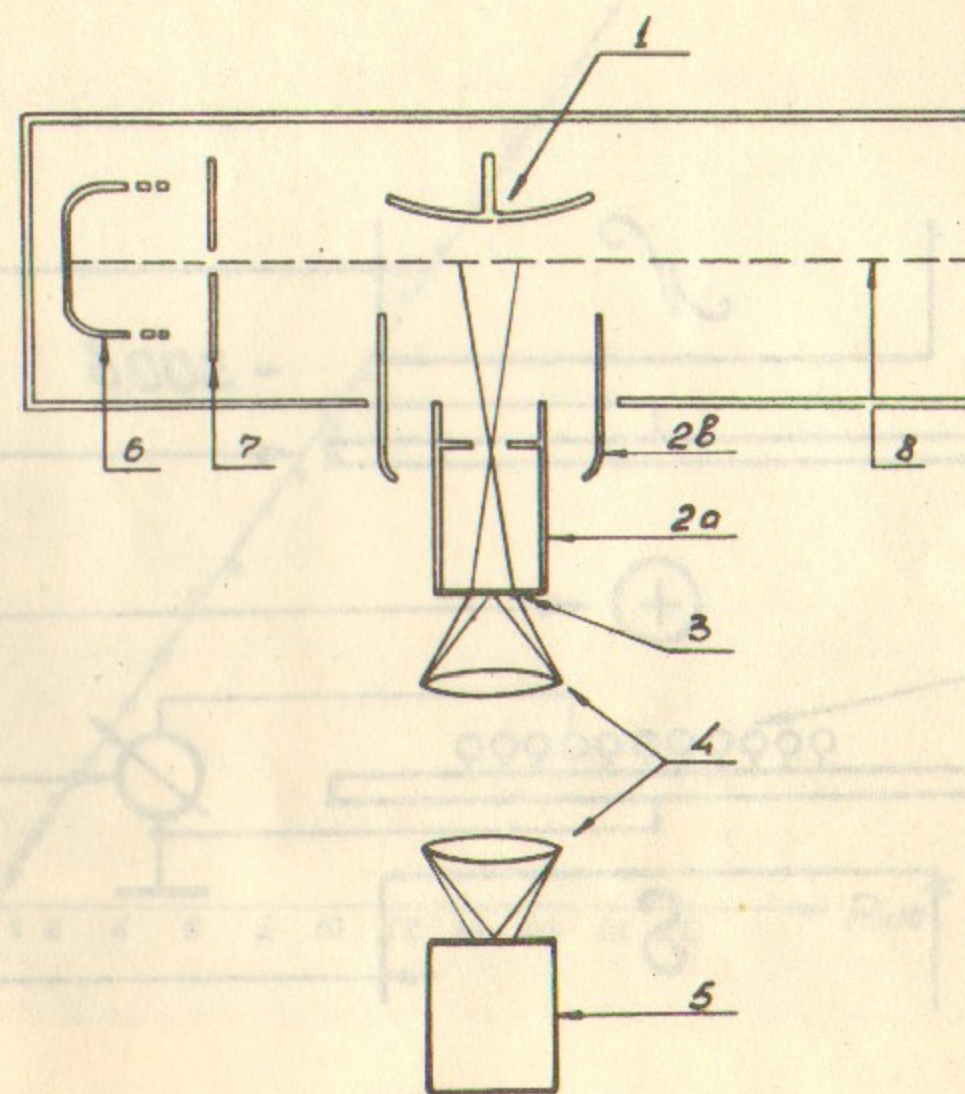


Рис.1

Схема измерения размеров протонного пучка методом двойного преобразования.

- 1) Электрод - 500 в; 2а) линза + 15000 в; 2в) экран линзы;  
3) люминофор; 4) оптическая система; 5) диссектор;  
6) цилиндр Фарадея; 7) подвижная щель; 8) протонный пучок.



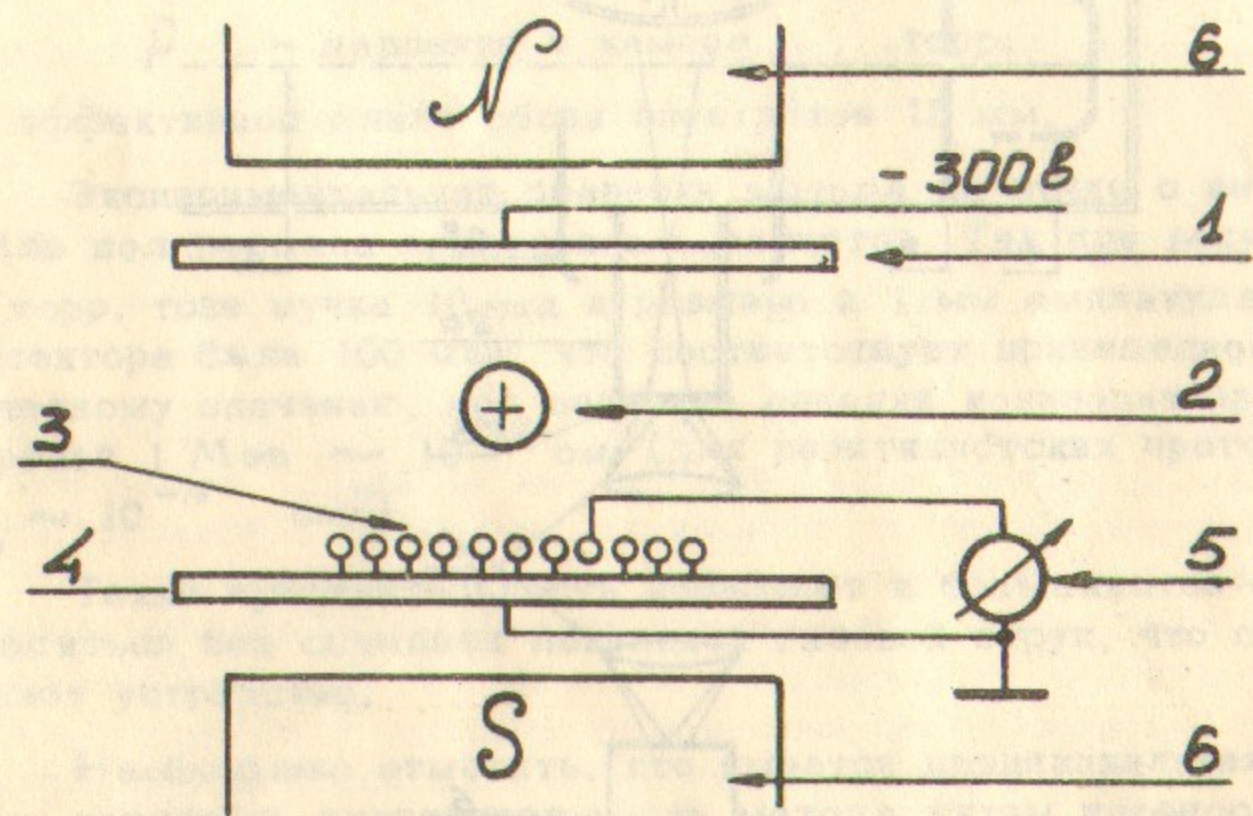


Рис.2.

Схема измерения размеров протонного пучка методом "проволочек".  
 1) Высоковольтный электрод; 2) протонный пучок; 3) "проволочки";  
 4) электрод; 5) микровольтметр.

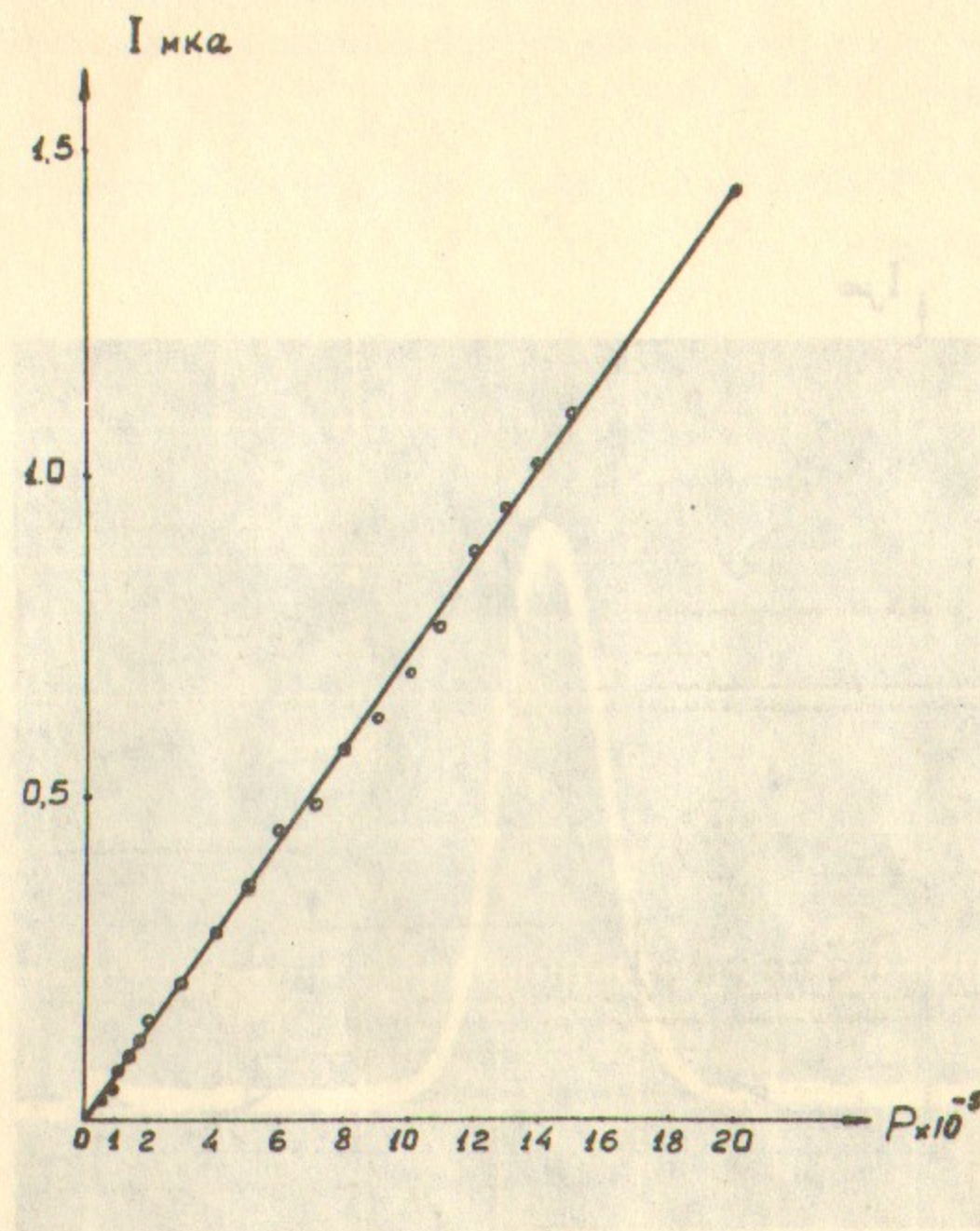


Рис. 3.

Зависимость полного электронного тока собранного с пластин длиной 15 см от давления остаточного газа.



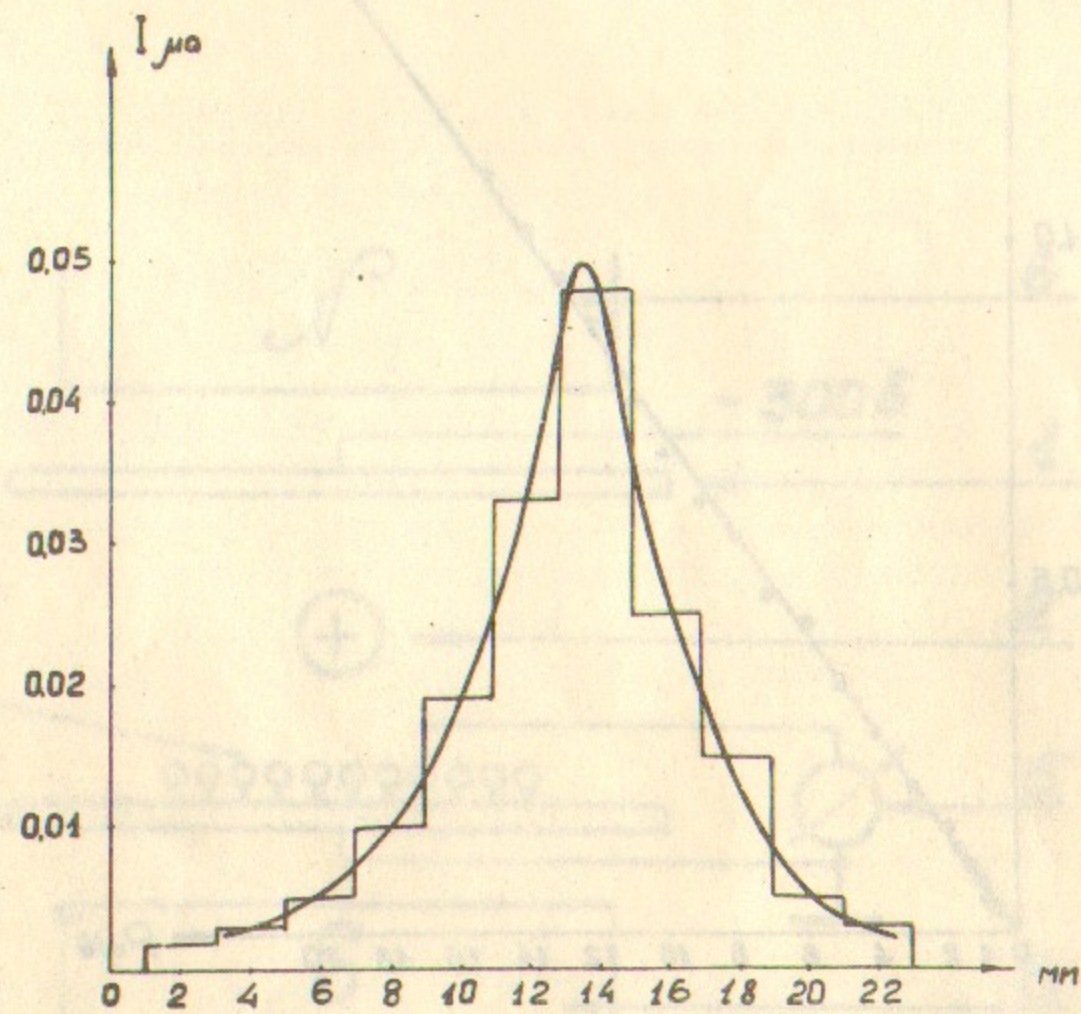


Рис. 4.

Гистограмма электронного тока с "проволочек" (длина "проволочек" 10 см,  $P = 10^{-5}$  торр,  $\Delta = 4$  мм,  $J$  пучка = 30 мка).

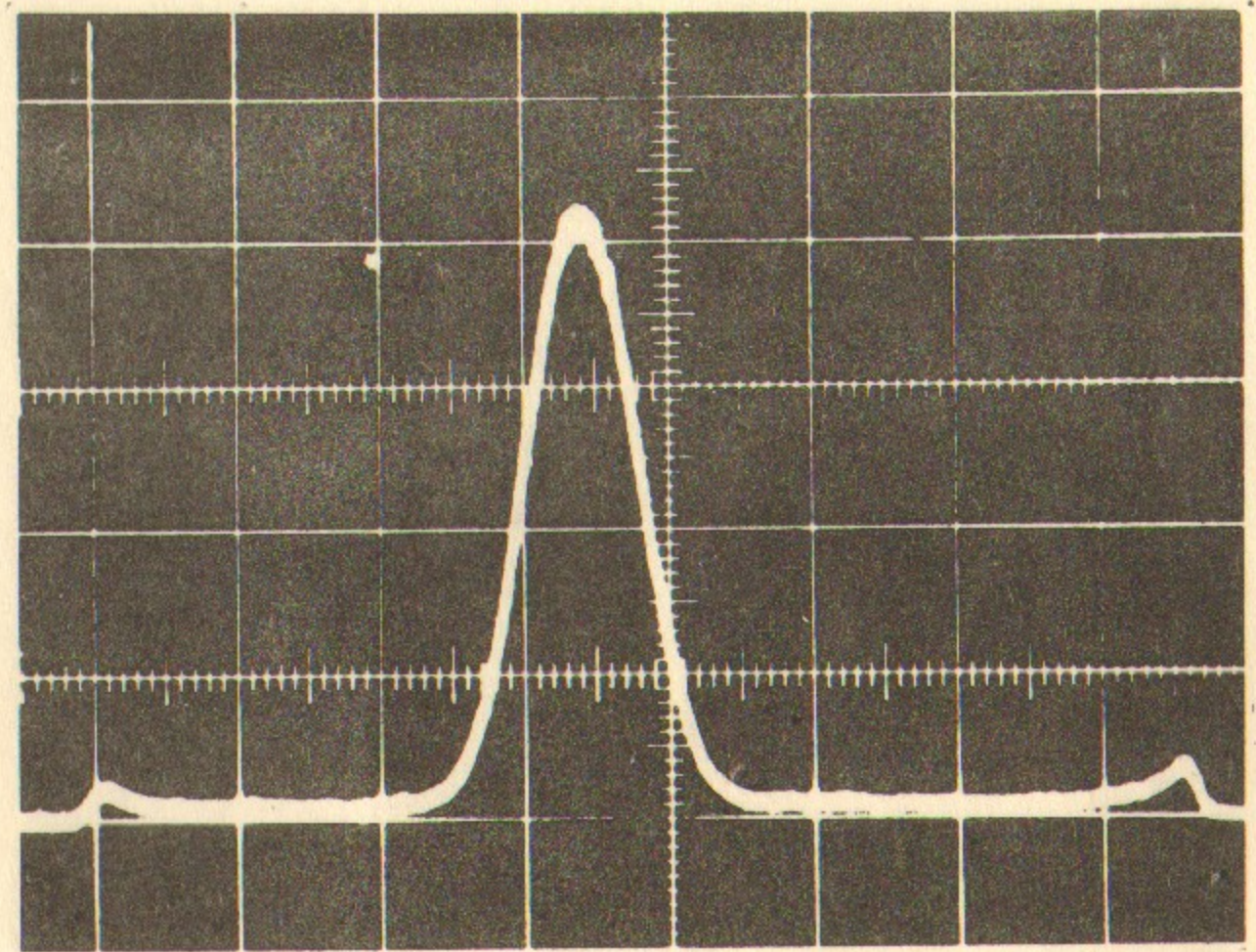
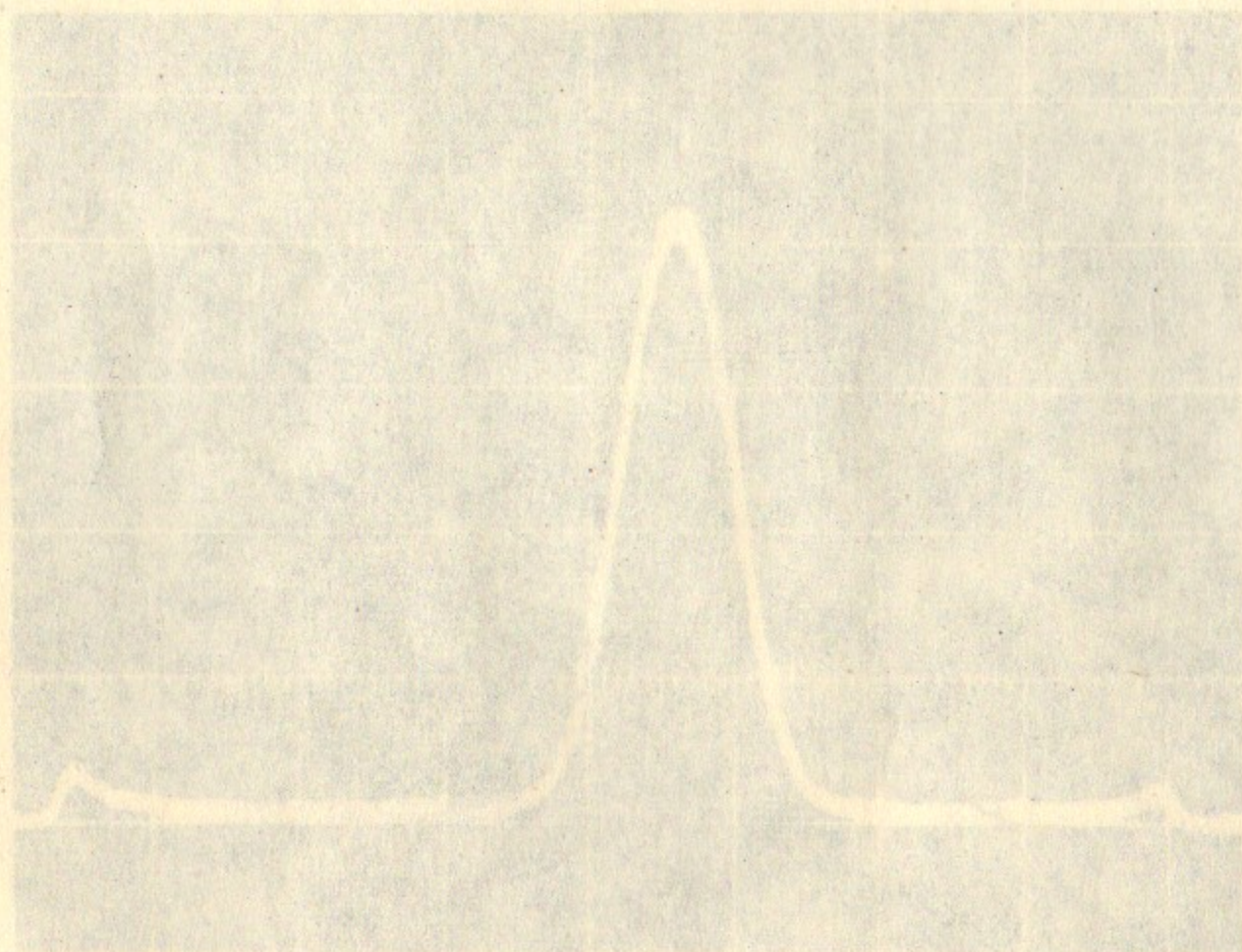


Рис.5. Осциллограмма распределения плотности протонного пучка, полученная методом двойного преобразования (масштаб  $4 \frac{\text{мм}}{\text{ден}}$ ).



Л и т е р а т у р а

1. Дудников В.Г. Получение интенсивного протонного пучка в накопителе методом перезарядной инжекции. Диссертация. Новосибирск, 1966 г.
2. Зинин Э.И. Труды Всесоюзного совещания по ускорителям. Москва, 1968 г.





1. Дубинин В.Г. Получение полимерных пленок в  
электролитическом методе переноса полимеров.  
Новосибирск, 1963 г.

2. Дубинин В.Г. Труды Всесоюзного симпозиума по  
электролизу. Москва, 1963 г.

---

Ответственный за выпуск В.А.КАБАННИК

Подписано к печати 11.3.69

Усл. 1,4 печ.л., тираж 200

Заказ 288, бесплатно.

---

Отпечатано на ротационной машине в ИЯФ СО АН СССР, вг