

802009947

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

И Ф В Э 80-87  
ОНФ SERP-E-114

А.А.Волков, В.И.Кочетков, В.И.Курбаков,  
А.И.Мухин, Ю.М.Свиридов

ОБРАЗОВАНИЕ ПРЯМЫХ МЮОНОВ В ОБЛАСТИ МАЛЫХ  $X_F$  И  $P_T$   
В ПРОТОН-ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
ПРИ ЭНЕРГИИ 70 ГэВ

Серпухов 1980

А.А.Волков, В.И.Кочетков, В.И.Курбаков,  
А.И.Мухин, Ю.М.Свиридов

ОБРАЗОВАНИЕ ПРЯМЫХ МИООНОВ В ОБЛАСТИ МАЛЫХ  $X_F$  И  $P_T$   
В ПРОТОН-ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
ПРИ ЭНЕРГИИ 70 ГэВ

Направлено в ЯФ

**Аннотация**

Волков А.А., Кочетков В.И., Курбаков В.И., Мухин А.И., Свиридов Ю.М.

Образовании прямых мюонов в области малых  $X_F$  и  $P_T$  в протон-ядерных взаимодействиях при энергии 70 ГэВ. Серпухов, 1980.

8 стр. с рис. (ИФВЭ ОНФ 80-87, SERP-E-114).

Библиогр. 5.

Приводятся результаты дальнейшего анализа данных по образованию прямых мюонов, полученных в эксперименте с поглощением пучка протонов в железе при энергии 70 ГэВ. Не обнаружено зависимости отношения  $\mu/\pi$  от поперечного импульса при фиксированном продольном импульсе мюона  $P_L > 7$  ГэВ/с. При  $X_F \approx 0$  ( $\theta^* \approx 90^\circ$ ) и  $P_T \approx 1$  ГэВ/с отношение  $\mu^{пр}/2\pi^+ = (7,0 \pm 1,1) \times 10^{-5}$ , что не противоречит постоянству  $\mu/\pi$  в области  $1 \leq P_T \leq 3$  ГэВ/с. Полный выход прямых мюонов в переднюю полусферу в с.п.м. двух нуклонов равен  $(3,6 \pm 0,5) \times 10^{-4}$  х протон $^{-1}$ .

**Abstract**

Kochetkov V.I., Kurbakov V.I., Mukhin A.I., Sviridov Yu.M., Volkov A.A.

Prompt Muon Production at Small  $X_F$  and  $P_T$  in 70 GeV Proton-Nuclear Collisions. Serpukhov, 1980.

p. 8. (INEP 80-87, SERP-E-114).

Refs. 5.

The further results on prompt muon production in the INEP beam-dump experiment at 70 GeV are presented. Muon to pion ratio was found to be independent of  $P_T$  at fixed longitudinal muon momentum  $P_L > 7$  GeV/c within 15 percent. At  $X_F \approx 0$  ( $\theta^* \approx 90^\circ$ ) and  $P_T \approx 1$  GeV/c  $(\mu^+ + \mu^-)/2\pi^+$  ratio is equal to  $(7,0 \pm 1,1) \times 10^{-5}$ , thus indicating flat  $\mu/\pi$  behaviour over  $P_T$  range from about 1 to 3 GeV/c. Total prompt muon yield in the center of mass forward hemisphere is equal to  $(3,6 \pm 0,5) \times 10^{-4}$  per interacting proton.

При энергии 70 ГэВ образование прямых мюонов в центральной области фейнмановской переменной  $X_F = \frac{2p_L^*}{\sqrt{s}} \approx 0$  в протон-ядерных взаимодействиях изучено<sup>/1/</sup> в области  $1,9 \lesssim P_T \lesssim 3,1$  ГэВ/с. В этом интервале поперечных импульсов среднее значение отношения  $\mu^+/\pi^+$  составляет  $(6,7 \pm 0,9) \times 10^{-5}$ . В настоящей работе сделана попытка продвинуться в определении выхода прямых мюонов при  $X_F \approx 0$  до  $P_T \approx 1$  ГэВ/с.

Таблица

Параметры мишеней

№ мишени	Длина железа	Длина воздушно-го промежутка
1	185 см	-
2	1 см x 90	1 см x 90
3	1 см x 36	4 см x 36

Постановка эксперимента подробно описана ранее<sup>/2/</sup>. Использовался метод поглощения выведенного протонного пучка в мишенях различной эффективной плотности (табл. 1). Выходы мюонов с каждой мишени измерялись с помощью системы ионизационных камер, расположенных на разной глубине в нескольких разрезах стальной защиты нейтринного канала (см. работу<sup>/2/</sup> и рис. 1а, б).

Плотность потока мюонов в каждом разрезе измеряется в 121 точке по площади квадрата  $1,4 \times 1,4$  м<sup>2</sup>. При этом в первом разрезе регистрируются мюоны с продольным импульсом  $\geq 7$  ГэВ/с в интервале углов в лабораторной системе  $\theta_{\text{лаб}} \lesssim 160$  мрад. На рис. 1в схематически изображен аксептанс для нескольких первых измерительных плоскостей в переменных с.ц.м. двух сталкивающихся нуклонов  $X_F$  и  $P_T$ .

Поток прямых  $\mu^{\text{пр}}$  мюонов определяется экстраполяцией измеренной зависимости величин потоков от плотности мишени к бесконечной плотности (рис. 2). Здесь  $R$  – отношение потоков с мишени 2(3) к потоку с мишени 1 при соответствующих значениях энергии мюонов. Отрезок  $a$ , отсекаемый прямой  $R = a + b(1/\rho)$  на оси ординат, составляет долю прямых мюонов в потоке с мишени 1. Величина  $a$  связана с отношением  $\mu^{\text{пр}}/\pi$ :

$$\frac{a}{1-a} = \frac{\mu^{\text{пр}}}{\mu_{\text{расп}}} \sim \frac{\mu^{\text{пр}}}{\pi}.$$

Для определения  $R$  в данном разрезе в измеренные выходы мюонов с мишеней 2 и 3 вводились поправки, учитывающие разницу в энергетических потерях мюонов из-за разного количества вещества в мишенях (табл.1). В эти поправки входят экспериментально полученный наклон энергетического спектра мюонов и рассчитанная методом Монте-Карло эффективная плотность разреженных мишеней.

На рис. 3 приведена зависимость от угла вылета в лабораторной системе отношения числа прямых мюонов к числу мюонов от распада пионов (т.е. величина, пропорциональная  $\mu^{\text{пр}}/\pi$ ) для нескольких значений энергии мюонов. В пределах ошибок это отношение близко к постоянному в каждом энергетическом интервале в области измеренных углов.

На рис. 4 приведены значения выхода прямых мюонов в области, указанные на рис. 1а, в. Точность определения  $R$  для полных потоков с разных мишеней составляет  $\approx 5\%$ . Благодаря независимости  $\mu^{\text{пр}}/\pi$  в каждом разрезе от радиуса, для определения этого отношения при  $X_F \approx 0$  и  $P_T \approx 1$  ГэВ/с достаточно найти его величину для области 1 (рис. 1-в) в целом:

$$\frac{\mu^{\text{пр}}}{2\pi^+} = (7,0 \pm 1,1) \times 10^{-5}.$$

Спектр пионов в области  $E \gtrsim 5$  ГэВ и  $P_T \lesssim 1$  ГэВ/с был восстановлен ранее<sup>/2/</sup>.

Полученный результат приведен на рис. 5 в сравнении с данными<sup>/1/</sup> о выходе прямых мюонов при  $P_T \gtrsim 2$  ГэВ/с, полученными также под углом  $\theta^* \approx 90^\circ$  при  $\sqrt{s} = 11,5$  ГэВ. В пределах ошибок отношение  $\mu/\pi$  не зави-

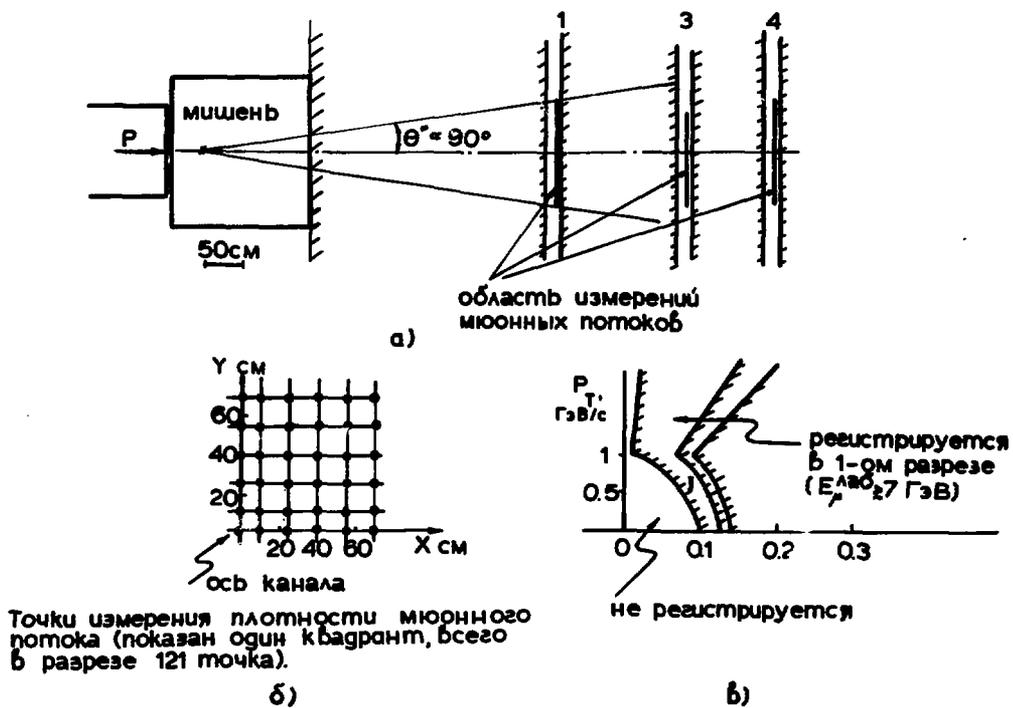


Рис. 1. Схема измерения мюонных потоков в эксперименте (а, б). Аксептанс установки в переменных системах центра энергии двух нуклонов  $X_p$  и  $P_T$  (в).

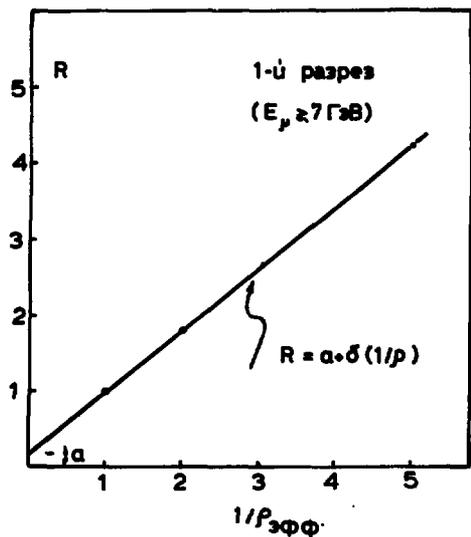


Рис. 2. Определение доли прямых мюонов в потоке с плотной мишенью.  $R$  - отношение измеренных потоков с мишеней 2 и 1 (3 и 1).  $E_{\text{min}} \geq 7$  ГэВ.

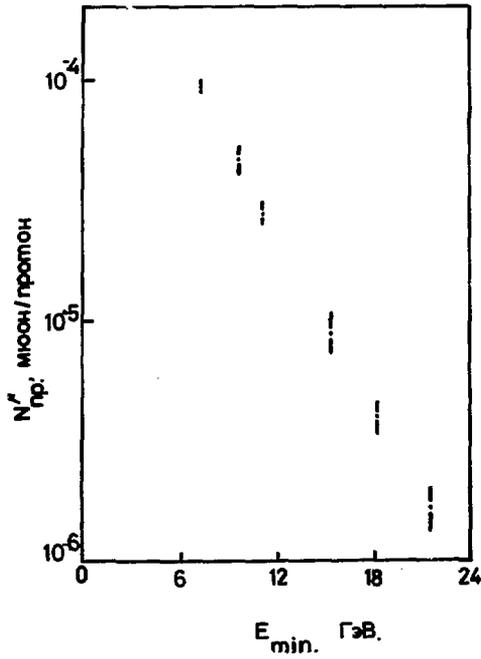


Рис. 3. Зависимость отношения числа прямых мюонов к числу мюонов от распада  $\pi^-$ , K-мезонов от угла вылета в лабораторной системе для нескольких значений энергии мюонов.

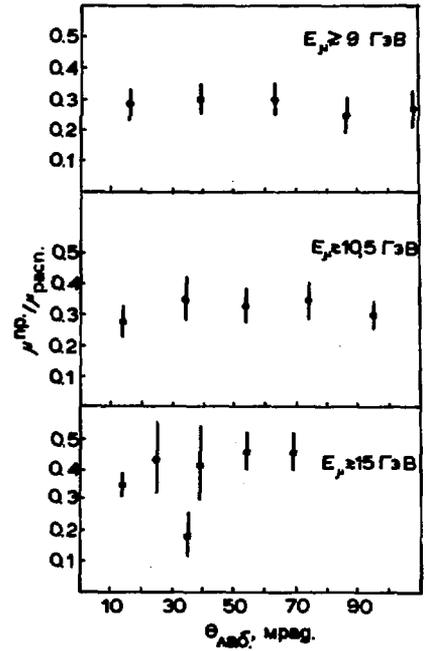


Рис. 4. Интегральные потоки прямых мюонов в области, указанные на рис. 1-в.

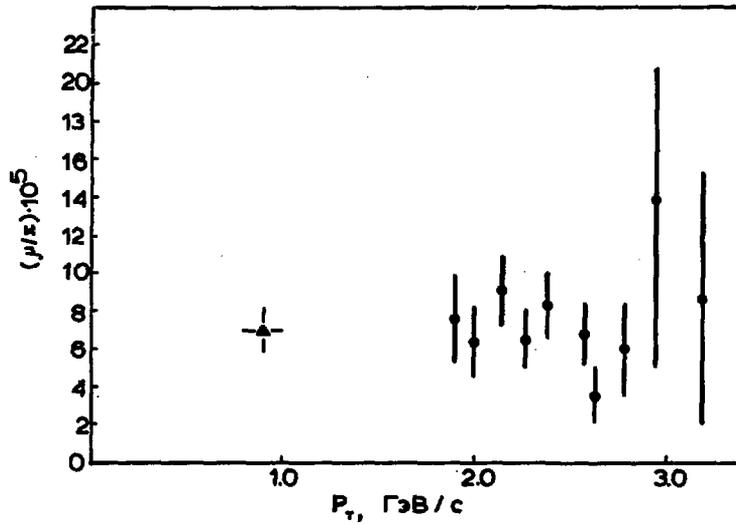


Рис. 5. Зависимость отношения  $\mu/\pi$  от поперечного импульса:  $\Delta$  -  $\mu^{DP}/2\pi^+$ , данные эксперимент;  $\phi$  -  $\mu^+/\pi^+$ , В.В.Абрамов и др./1/.

сит от поперечного импульса в интервале  $1 \leq P_T \leq 3$  ГэВ/с и среднее значение его в этом диапазоне  $P_T$  составляет  $(6,9 \pm 1,0) \times 10^{-5}$ .

Этот результат можно сопоставить с данными, полученными при более высоких энергиях. Постоянство  $\mu/\pi$  на уровне  $1 \times 10^{-4}$  для области поперечных импульсов  $\approx 1,5-3,5$  ГэВ/с было продемонстрировано во многих экспериментах при энергиях протонов выше 300 ГэВ (см., например, <sup>/4/</sup>). Недавно <sup>/5/</sup> при энергии протонов 350 ГэВ для интервала поперечных импульсов 0,1 - 0,6 ГэВ/с найдено в среднем значение

$$\mu/\pi (\langle P_T \rangle = 0,3) = (1,03 \pm 0,14) \times 10^{-4}.$$

Это показывает, что в широком диапазоне энергий первичных протонов отношение сечений образования пионов и прямых мюонов изменяется незначительно.

В перекрываемой нашими измерениями области выходы прямых мюонов могут быть описаны зависимостью

$$\frac{dN}{dX_F dP_T^2} \sim (1 - X_F)^{16 \pm 1} \exp(-4,3 P_T).$$

Если эта зависимость справедлива для всей передней полусферы, мы регистрируем  $27 \pm 3\%$  прямых мюонов с  $X_F > 0$ . Отсюда следует, что полное число прямых мюонов в переднюю полусферу в с.ц.м. двух сталкивающихся нуклонов составляет

$$N_{\text{пр}}(X_F > 0) = (3,6 \pm 0,5) \times 10^{-4} \text{ протон}^{-1}.$$

В заключение авторы выражают благодарность З.Р.Бабаеву, А.П.Бургорскому, А.С.Вовенко, В.Н.Горячеву, В.В.Лапину за полезные обсуждения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В.В.Абрамов и др. Препринт ИФВЭ 76-92, Серпухов, 1976; 78-17, Серпухов, 1978.
2. А.П.Бугорский и др. ЯФ, 30, 702 (1979).
3. J.G.Branson et. al. Phys. Rev. Lett., 38, 457 (1977).
4. J.A.Appel et al. Phys. Rev. Lett., 33, 722 (1974);  
J.P.Boymond et al. Phys. Rev. Lett., 33, 122 (1974).
5. J.L.Ritchie et.al. Phys. Rev. Lett., 44, 230 (1980).

Рукопись поступила в издательскую группу  
6 июня 1980 года.



Цена 5 коп.

© Институт физики высоких энергий, 1980.  
Издательская группа И Ф В Э  
Заказ 598. Тираж 260. 0,4 уч.-изд.л. Т-11940.  
Июнь 1980. Редактор Н.В.Ежела.