

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.

Образование 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 μ/π от поперечного импульса при фиксированном продольном импульсе мюона $P_L \geq 7$ 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 μ/π 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 μ/π 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^{/1/} в области $1,9 \lesssim P_T \lesssim 3,1$ ГэВ/с. В этом интервале поперечных импульсов среднее значение отношения μ^+/π^+ 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^{/2/}. 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^{/2/} и рис. 1а, б).

Плотность потока мюонов в каждом разрезе измеряется в 121 точке по площади квадрата $1,4 \times 1,4$ м². При этом в первом разрезе регистрируются мюоны с продольным импульсом ≥ 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^{/2/}.

Полученный результат приведен на рис. 5 в сравнении с данными^{/1/} 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 μ/π не зави-

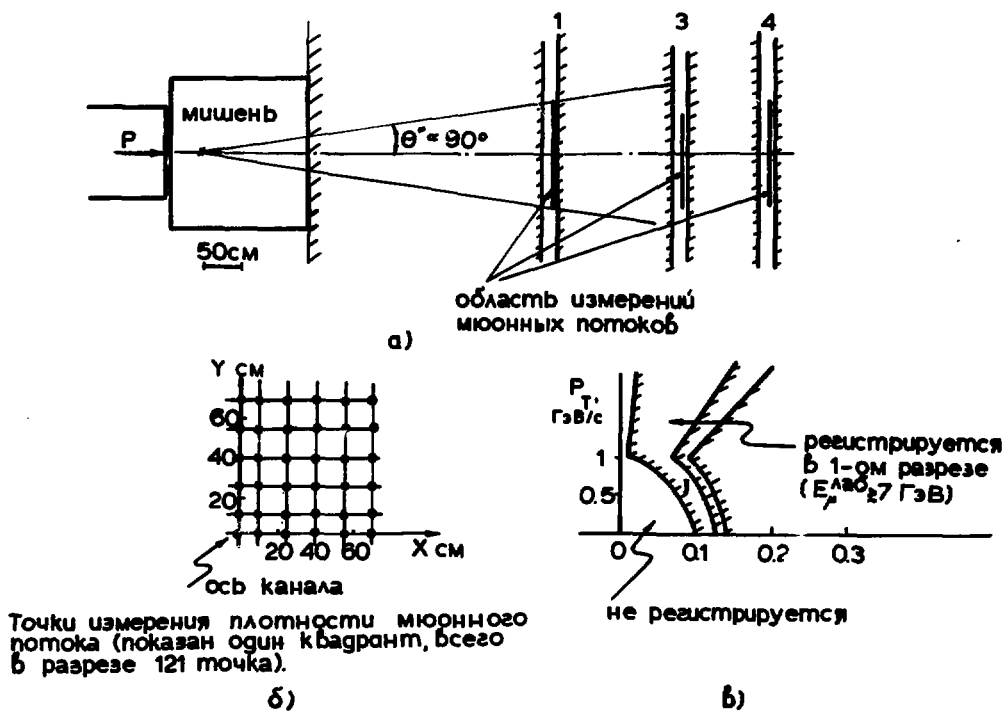


Рис. 1. Схема измерения мюонных потоков в эксперименте (а, б). Аксисатис установки в переменных системы центра энергии двух нуклонов X_p и P_T (в).

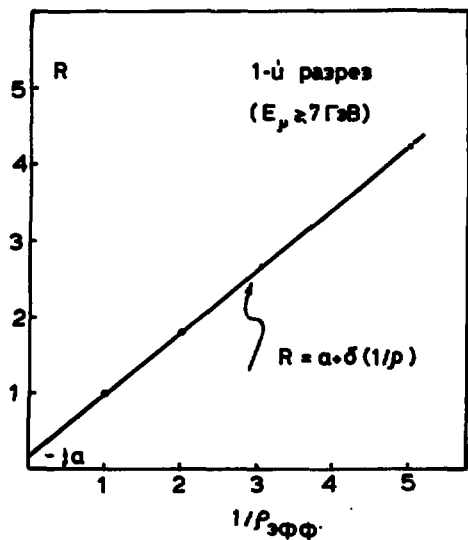


Рис. 2. Определение доли прямых мюонов в потоке с плотной мишенью. R - отношение измеренных потоков с мишеней 2 и 1 (3 и 1). $E_{\min} \geq 7$ ГэВ.

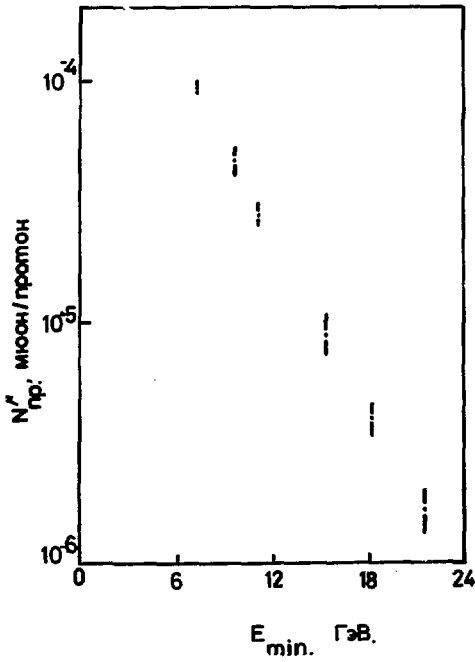


Рис. 3. Зависимость отношения числа прямых мюонов к числу мюонов от распада π^- , K-мезонов от угла вылета в лабораторной системе для нескольких значений энергии мюонов.

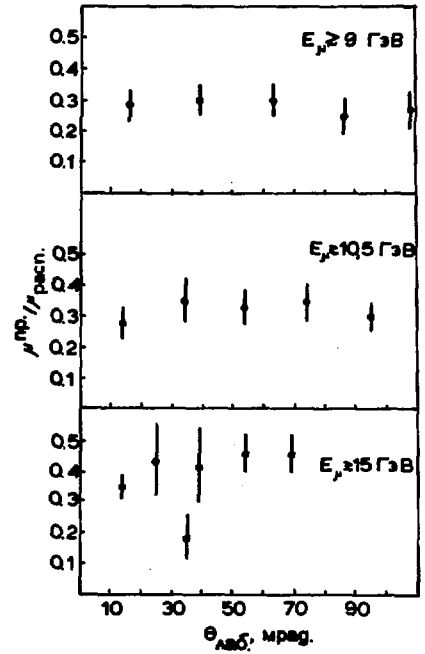


Рис. 4. Интегральные потоки прямых мюонов в области, указанные на рис. 1-в.

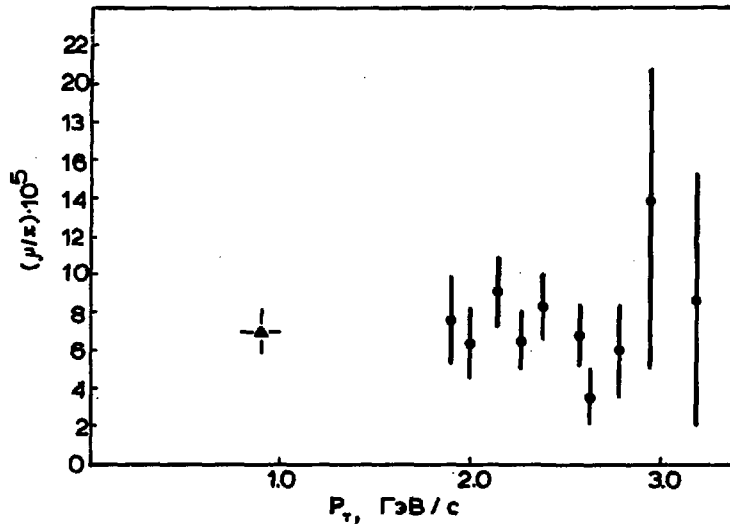


Рис. 5. Зависимость отношения μ/π от поперечного импульса: Δ - $\mu^{пр}/2\pi^+$, данные эксперимент; ϕ - μ^+/π^+ , В.В.Абрамов и др./1/.

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 μ/π на уровне 1×10^{-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, ^{/4/}). Недавно ^{/5/} 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.

Л И Т Е Р А Т У Р А

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.