

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



12/2-74

C-87

P1 - 7730

1803/2-74

З.С.Стругальский, Я.Плюта

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И УГЛОВЫЕ СПЕКТРЫ
ПРОТОНОВ,
ИСПУСКАЕМЫХ В $p^+ + \text{Xe}$ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 3,5 ГЭВ/С

1974

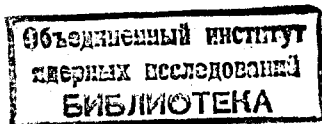
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

P1 - 7730

З.С.Стругальский,* Я.Плюта *

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И УГЛОВЫЕ СПЕКТРЫ
ПРОТОНОВ,
ИСПУСКАЕМЫХ В $\pi^- + \text{Xe}$ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 3,5 ГЭВ/С

Направлено в ЯФ



* Институт физики Варшавского технического университета.

Стругальский З.С., Плюта Я.

P1 - 7730

Энергетические и угловые спектры протонов, испускаемых в $\pi^- + \text{Xe}$ взаимодействиях при 3,5 ГэВ/с

В работе даются результаты экспериментальных исследований энергетических и угловых характеристик протонов, испускаемых во взаимодействиях $\pi^- + \text{Xe}$ при 3,5 ГэВ/с.

Получены зависимости характеристик от числа генерированных во взаимодействиях π^0 -мезонов.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1974

Strugalski Z.S., Pluta J.

P1 - 7730

Energy and Angular Spectra of Protons
Emitted in $\pi^- + \text{Xe}$ Interactions at 3.5 GeV/c

The results are presented of experimental study of the energy and angular characteristics of protons emitted in $\pi^- + \text{Xe}$ interactions at 3.5 GeV/c. The dependences of the characteristics on the number of generated π^0 -mesons are obtained.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1974

Для определения механизма процесса взаимодействия быстрой частицы с ядром атома весьма полезными могут оказаться характеристики испускаемых в этом процессе протонов: распределения реакций по числу протонов, энергетические и угловые спектры протонов. Такие характеристики могут оказаться особенно ценными, если скоррелировать их с соответствующими характеристиками наиболее интенсивно появляющихся в исследуемых реакциях вторичных продуктов - π^0 -мезонов.

Например, зависимость числа испущенных в реакции частица-ядро протонов от числа всех рожденных π^0 -мезонов позволяет получить сведения о степени вовлечения в реакцию составляющих ядро нуклонов в случае акта рождения мезонов. Аналогичную информацию могут дать зависимости энергетических или угловых спектров протонов от числа излученных π -мезонов или от числа испущенных в реакции протонов.

Особенно благоприятные условия существуют для получения таких характеристик, если использовать для исследования ксеноновую пузырьковую камеру. Химически однородное тяжелое вещество - мишень, жидкий ксенон, предоставляет возможность ясной и однозначной идентификации и интерпретации исследуемых ядерных реакций. В случае применения используемой нами ксеноновой пузырьковой камеры /1/ имеется возможность регистрировать со 100%-ной эффективностью и идентифицировать рожденные π^0 -мезоны во всем диапазоне значений их энергий, начиная с нуля, а также выделить π^+ - и π^- -мезоны в широком диапазоне значений энергий выше 10 МэВ. Протоны можно выделить и определить их кинетические энергии, если значения этих энергий

находятся в интервале 15-200 МэВ. Для такого интервала камера является детектором с геометрией 4π . Можно, но уже в пределе угла раствора 60° конуса направлений эмиссии протонов, регистрировать протоны с энергией вплоть до 350 МэВ.

В этой работе приводятся именно такие характеристики протонов, испускаемых в $\pi^+ + \text{Xe}$ взаимодействиях при 3,5 ГэВ/с.

1. МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Ксеноновая пузырьковая камера объемом 180 литров облучалась в пучке π^- -мезонов с импульсом 3,5 ГэВ/с.

Снимки с камеры, удовлетворяющие критериям качества, просматривались, и все события ядерных взаимодействий, зарегистрированные в выделенной центральной области камеры, отбирались. Отобранные события были измерены на полуавтоматических измерительных устройствах Института физики Варшавского технического университета.

Подробности, касающиеся методики обработки камерных снимков, можно найти в прежних работах нашей группы [2-4].

Экспериментальные данные, публикуемые в настоящей работе, основываются на 1564 обработанных без выборки событиях $\pi^- + \text{Xe}$ взаимодействий.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

В результате тщательной обработки каждого выбранного при просмотре снимков зарегистрированного в камере $\pi^- + \text{Xe}$ взаимодействия нами был получен экспериментальный материал, который является исходным для строения разных характеристик процесса эмиссии вторичных продуктов реакций. Здесь будут приведены такие из этих характеристик, по которым можно будет судить о взаимосвязи эмиттированных протонов, имеющих

энергию выше 15 МэВ, с процессом образования вторичных π^- -мезонов в реакциях соударения быстрых первичных пучковых π^- -мезонов с атомными ядрами, с ядрами ксенона.

А. Распределение взаимодействий по числу эмиттированных протонов

Распределение зарегистрированных событий по числу испущенных наблюдаемых протонов показано на рис. 1.

На рис. 2 приведена зависимость среднего числа N_p протонов, испущенных в исследуемых событиях, от числа N_π рожденных в этих событиях π^\pm -мезонов.

Б. Энергетические спектры протонов

Были построены энергетические спектры протонов во взаимодействиях с разными числами $N_p = 1, 2, 3, \dots$ протонов, а также такие спектры во взаимодействиях с разными числами $N = 0, 1, 2, \dots$ π^\pm -мезонов. Эти спектры выглядели почти одинаковыми по форме в классах событий для разных N_p и аналогично в классах для одинаковому числу случаев в классах взаимодействий, включающих $1 \leq N_p < 5,5$, $5,5 \leq N_p < 9,9$, $9,9 \leq N_p < 13$, и соответственно в классах, включающих $0 \leq N_\pi < 3,3$, $3,3 \leq N_\pi < 6,6$, $6,6 \leq N_\pi < 9$. Оказалось, что спектры в классах как по N_p , так и по N_π , действительно, совпадают. Следовательно, мы построили такие спектры соответственно для групп событий, включающих все случаи данного класса. Они показаны на рис. 3 и 4.

На рис. 5 показана зависимость средней кинетической энергии протонов E_p от числа N_π испущенных π^\pm -мезонов.

В. Угловые спектры протонов

Совершенно так же, как при исследовании энергетических спектров, исследуемые события были разделены

при построении угловых спектров протонов. Идентичным был также ход рассуждений при оценке возможности группирования событий в классы.

На рис. 6 показано распределение протонов по косинусу угла их эмиссии для классов событий с разными числами протонов N_p : $1 \leq N_p < 5$, $5 \leq N_p < 9$, $9 \leq N_p < 13$. На рис. 7 показано аналогичное распределение, но для классов событий с разными числами π^\pm -мезонов N_π : $0 \leq N_\pi < 3$, $3 \leq N_\pi < 6$, $6 \leq N_\pi < 9$. Распределения нормированы к одинаковым числам случаев.

Зависимость средних значений косинусов углов эмиссии протонов, $\overline{\cos \theta_p}$, от числа генерированных во взаимодействиях π^\pm -мезонов N_π показана на рис. 8.

3. ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ

В итоге проведенных исследований были получены следующие сведения об эмиссии протонов во взаимодействиях π^- -мезонов с импульсом $3,5 \text{ ГэВ/с}$ с ядрами ксенона.

1. Среднее число \bar{N}_p протонов, испускаемых во взаимодействиях, максимально в тех случаях, в которых отсутствуют наблюдаемые π^\pm -мезоны, т.е. при $N_\pi = 0$; тогда $\bar{N}_p = 7,8 \pm 0,8$. Это максимальное число сильно отличается от средних чисел протонов, испускаемых в событиях с $N_\pi > 1$, для которых \bar{N}_p почти постоянны и укладываются в пределе значений от $2,8 \pm 0,3$ до $3,8 \pm 0,3$ /рис. 2/.

2. Энергетический спектр протонов не зависит от числа испущенных в данном взаимодействии протонов.

Спектр этот в диапазоне значений $E_p > 60 \text{ МэВ}$ почти одинаков также для взаимодействий с разными числами N_π -генерированных π^\pm -мезонов. Имеется разница в спектрах в диапазоне значений 60 МэВ для групп событий с $0 \leq N_\pi < 3$ и $3 \leq N_\pi < 9$ /рис. 4 и 5/.

3. Значение средней энергии испускаемых протонов E_p почти постоянно для взаимодействий с разными числами N_π генерированных π^\pm -мезонов и лежит в пределе значений от $60 \pm 8 \text{ МэВ}$ до $77 \pm 8 \text{ МэВ}$.

4. Угловые распределения протонов не зависят ни от числа испущенных во взаимодействии протонов, ни от числа рожденных во взаимодействии π^\pm -мезонов.

5. Средний угол эмиссии протонов лежит в пределе $77 \div 81^\circ$ в зависимости от числа рожденных во взаимодействиях π^\pm -мезонов.

Авторы весьма благодарны М.И.Соловьеву, И.В.Чувилу и В.А.Шебанову за содействие при осуществлении этой работы.

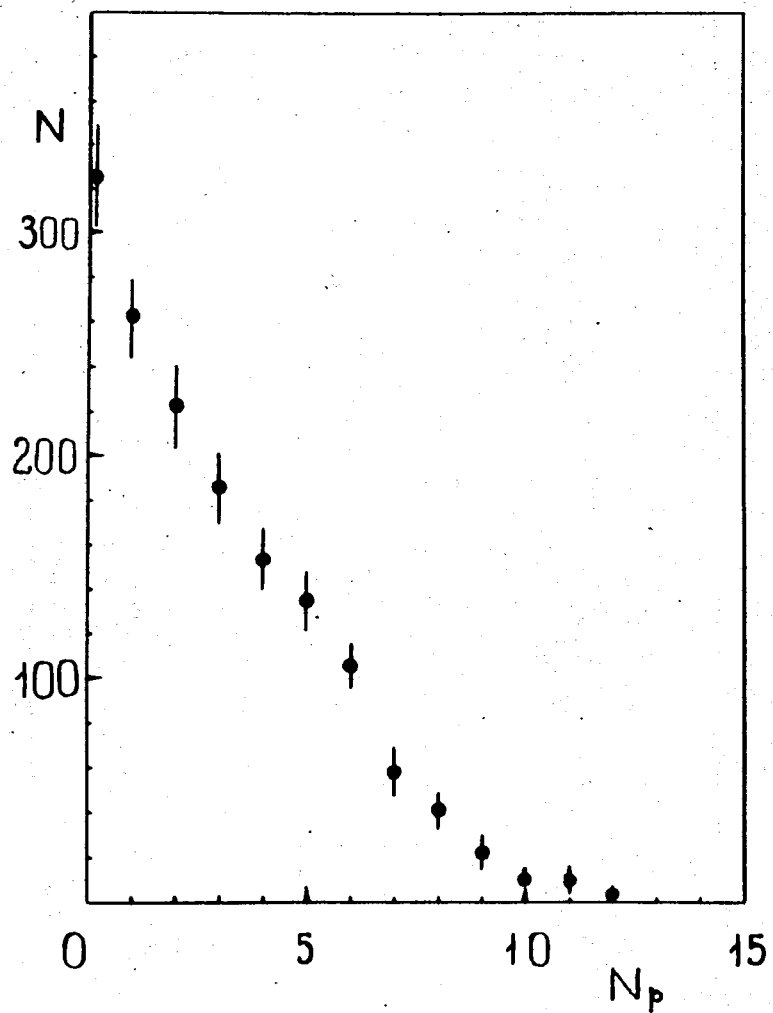


Рис. 1. Распределение $\pi^- + \text{Xe}$ взаимодействий по числу N_p испущенных протонов с энергиями $E_p > 15 \text{ МэВ}$.

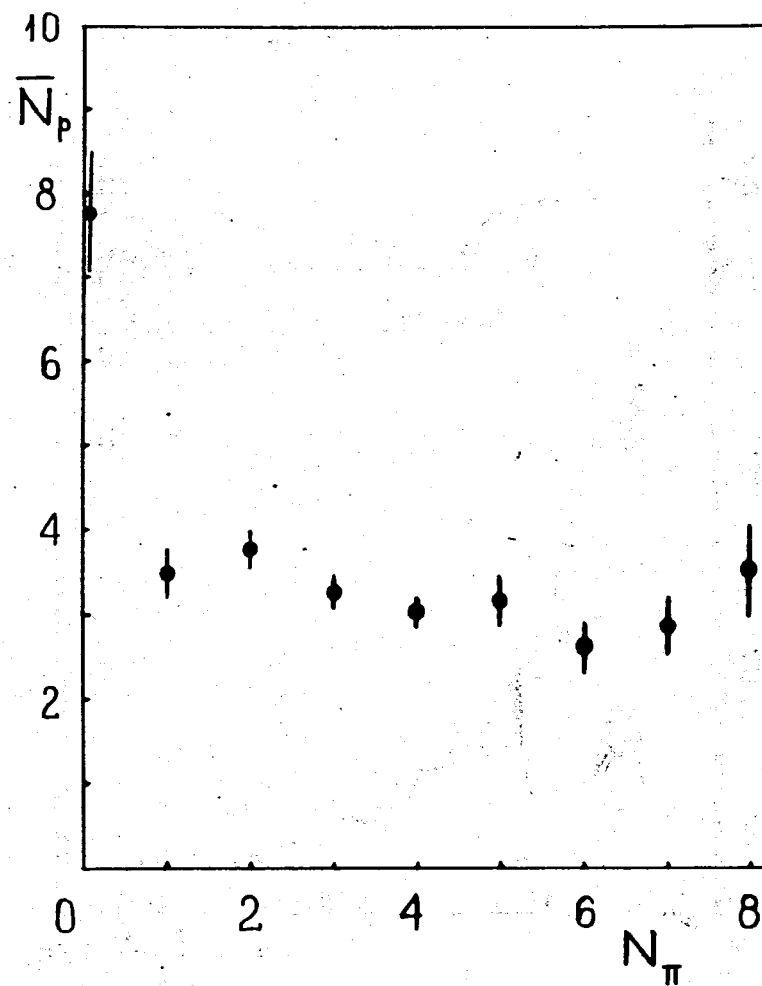


Рис. 2. Зависимость среднего числа \bar{N}_p протонов, испущенных в исследуемых взаимодействиях, от числа N_π генерированных в этих взаимодействиях π^- -мезонов.

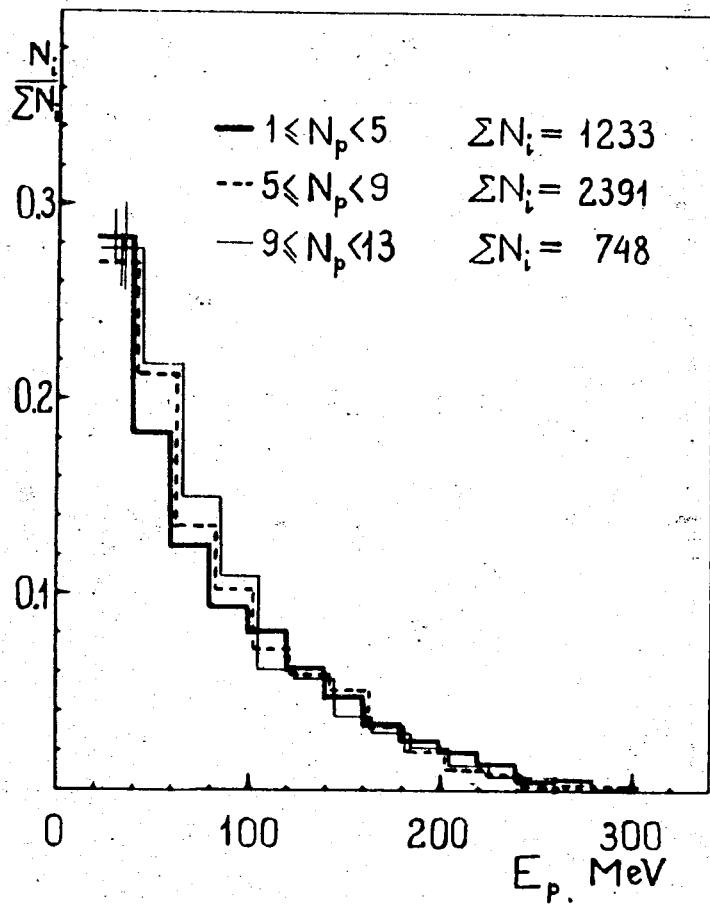


Рис. 3. Энергетические спектры протонов с энергиями $E_p > 15$ МэВ в классах событий с разными числами N_p протонов. Спектры нормированы к одинаковым числам событий.

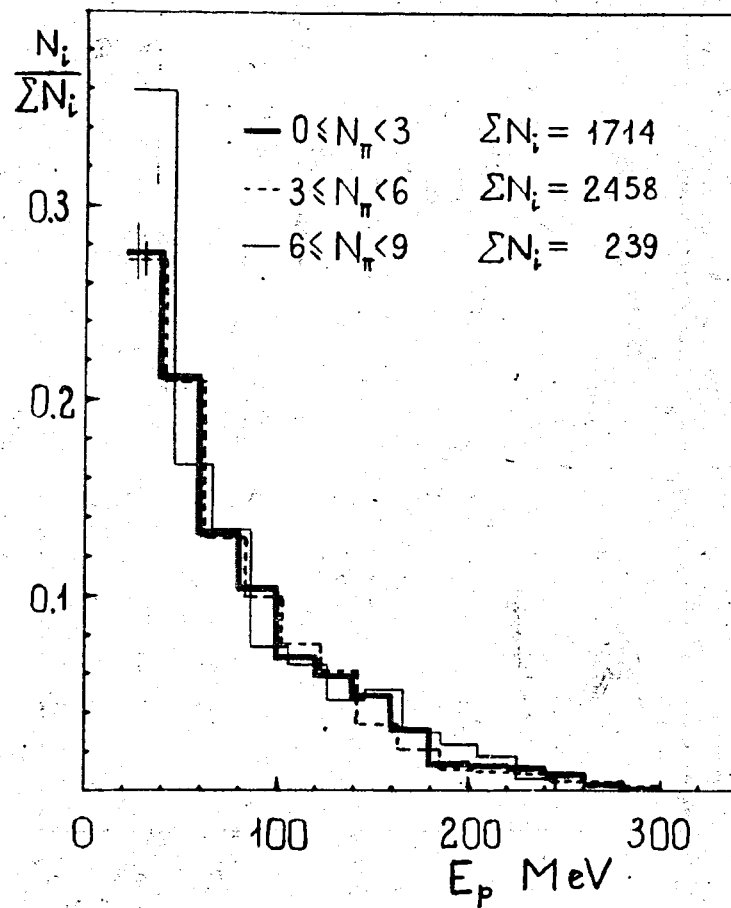


Рис. 4. Энергетические спектры протонов с энергиями $E_p > 15$ МэВ в классах событий с разными числами N_π π^\pm -мезонов. Спектры нормированы к одинаковым числам событий.

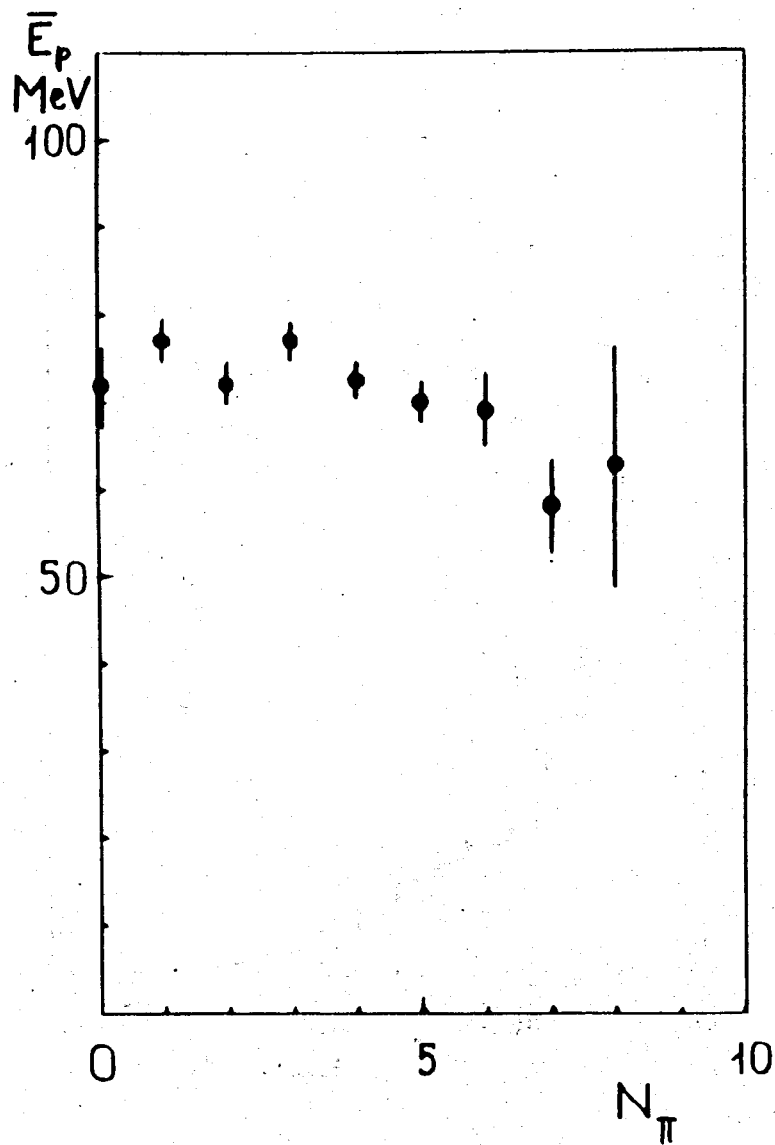


Рис. 5. Зависимость средней энергии протонов \bar{E}_p , испущенных во взаимодействиях, от числа N_π генерированных в этих взаимодействиях π^0 -мезонов.

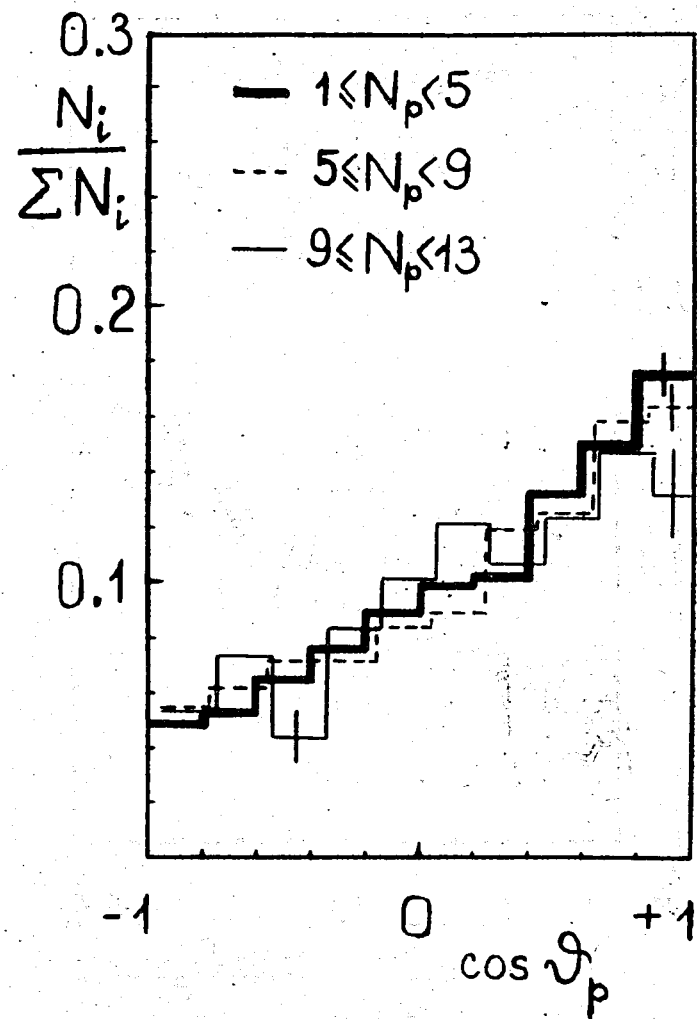


Рис. 6. Распределение косинусов углов эмиссии протонов $\cos \theta_p$ в событиях с разными числами протонов N_p . Распределения нормированы к одинаковым числам случаев.

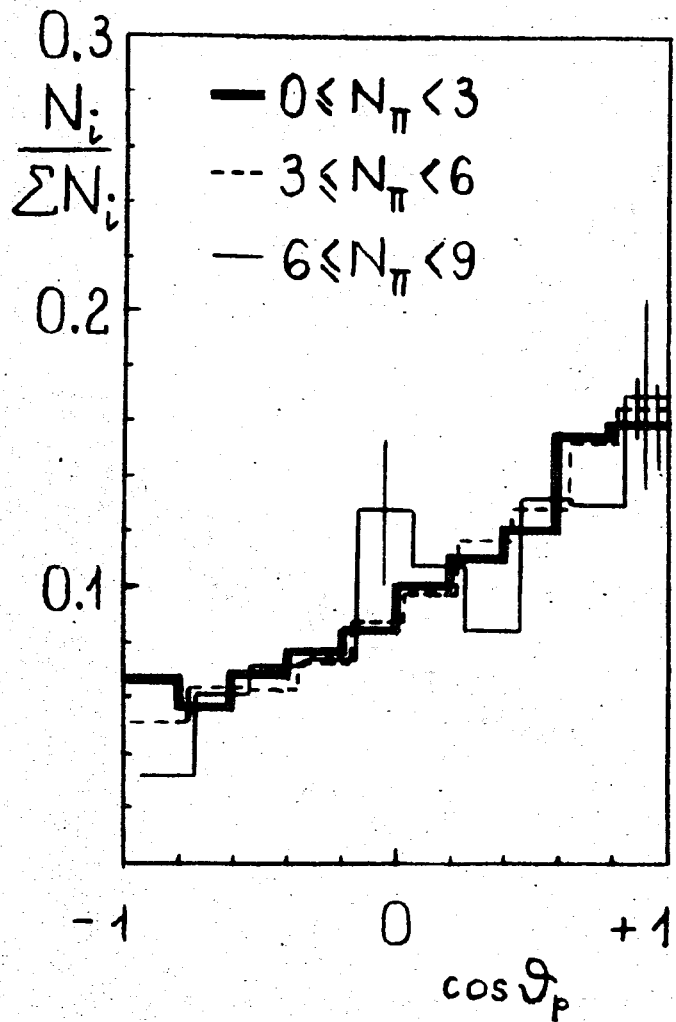


Рис. 7. Распределение косинусов углов эмиссии протонов $\cos \theta_p$ в событиях с разными числами π^{\pm} -мезонов N_{π} . Распределения нормированы к одинаковым числам событий.

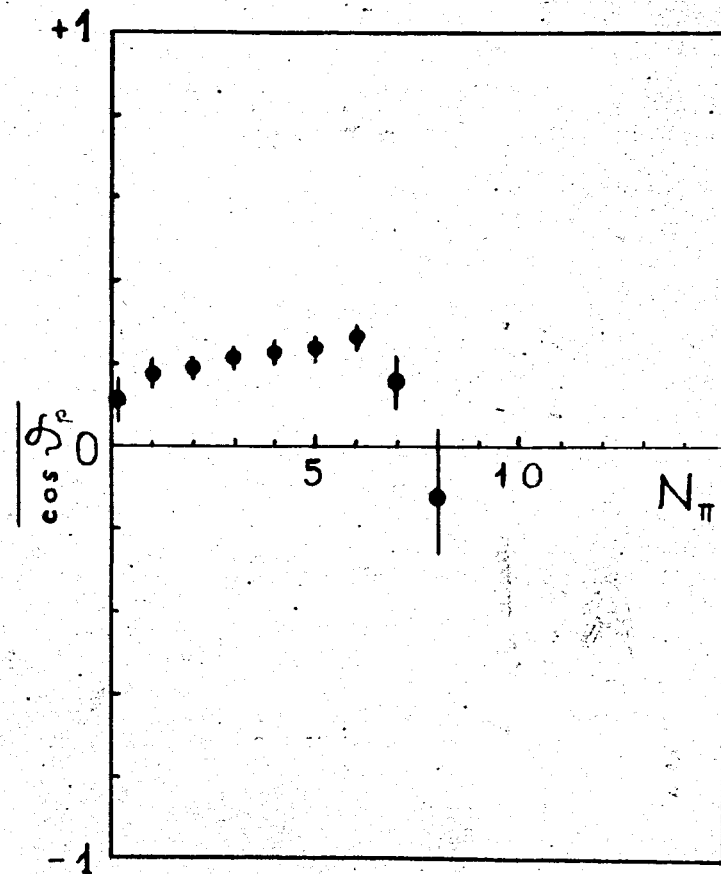


Рис. 8. Зависимость средних значений косинусов углов эмиссии протонов, $\langle \cos \theta_p \rangle$, от числа N генерированных во взаимодействиях π^{\pm} -мезонов.

Литература

1. Е.В.Кузнецов, А.Н.Розанов, Ю.В.Бардюков. ПТЭ, 2, 56 /1970/.
2. Б.Словинский, З.С.Стругальский. Сообщение ОИЯИ, Р1-7439, Дубна, 1973.
3. Я.Плюта, З.С.Стругальский. Сообщение ОИЯИ, Р1-7398, Дубна, 1973.
- 4: Я.Плюта, З.С.Стругальский. Сообщение ОИЯИ, Р1-7399, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 февраля 1974 года.