

НАБЛЮДЕНИЕ КУМУЛЯТИВНЫХ АНТИПРОТОНОВ

Г.С.Аверичев, В.К.Бондарев¹, П.И.Зарубин, А.Г.Литвиненко,
А.А.Мозелев, Н.С.Мороз, Ю.А.Панебратцев,
В.Г.Перевозчиков, М.Пенця², С.В.Рихвицкий,
В.С.Ставинский, А.Н.Хренов

Приведены результаты измерений инвариантных инклюзивных сечений рождения антипротонов на ядрах Pb и Al в области, кинематически запрещенной для нуклон-нуклонных столкновений. Результаты получены на магнитном спектрометре ДИСК, работающем на выведенном пучке синхрофазотрона ОИЯИ. Получены величины инвариантного дифференциального сечения рождения кумулятивных антипротонов для кумулятивного числа $X = 1,47$ для ядер алюминия и свинца. При $X = 1,85$ сделана верхняя оценка сечения. Показатель степени A -зависимости сечения рождения кумулятивных антипротонов $\alpha = 1,00 \pm 0,12$.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.





Московский ордена Ленина
Государственный Университет
им. М. В. Ломоносова

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

1949

1954



Соколова Е.С.



Кузнецов А.А.



Асанов Р.А.



Заставенко Л.Г.



Бубелев Э.Т.



Гришин В.Т.



Грушин В.Ф.



Танжин М.А.



Зинов В.Т.



Медведев С.В.



Мушин С.В.



Савин И.А.



Вышняков В.В.



Сантов Н.С.



Дениsik С.А.



Троян Ю.А.



Глаголев В.В.



Кириллов А.Д.



Ломофилов А.А.



Соловьев М.И.



Митин Н.А.



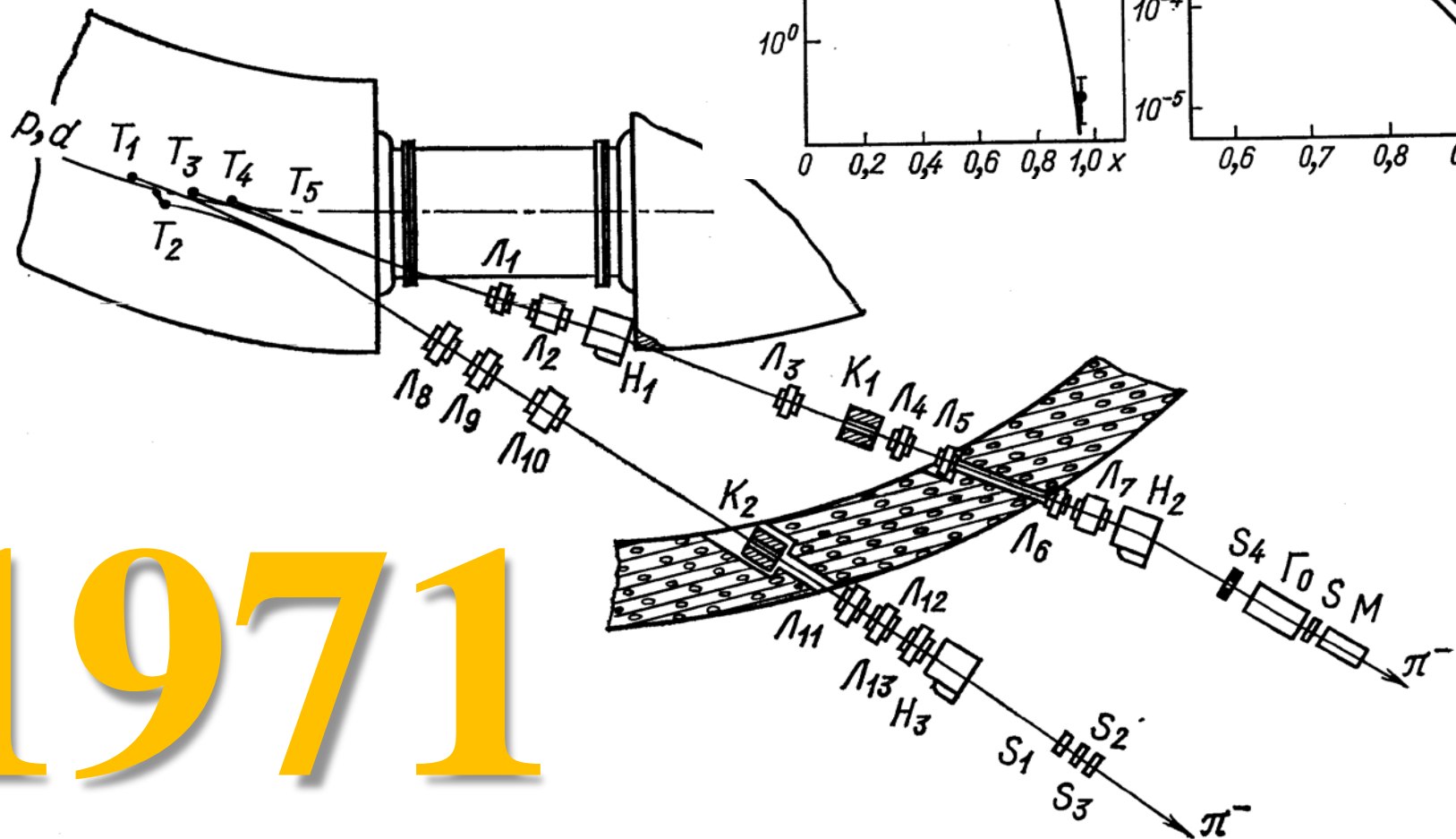
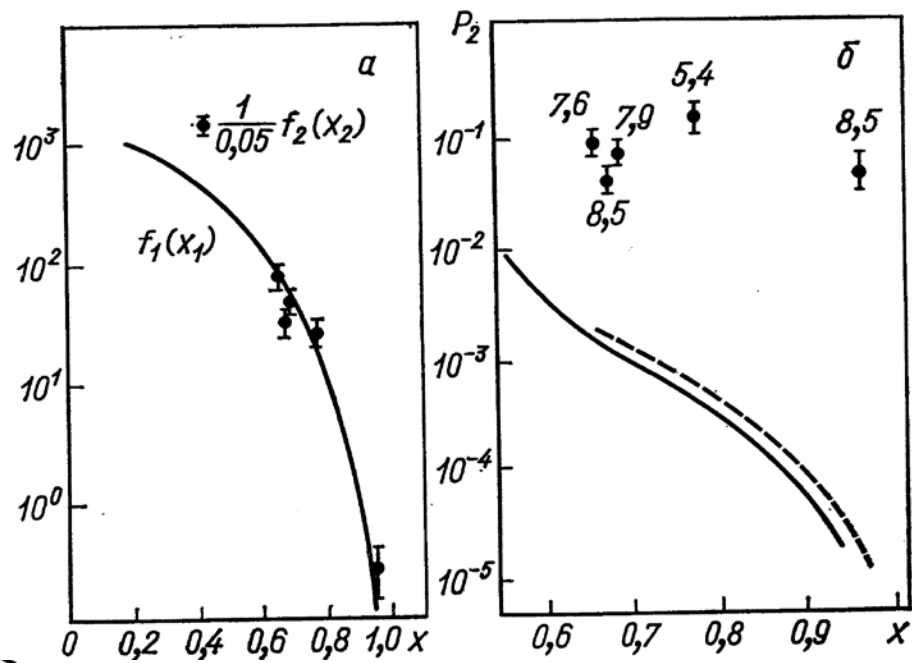
Матуленко Ю.А.



Ставинский В.С.



$$x = \rho_{\pi^-} / \rho_{\pi^-}^{\text{макс}}$$



1971

ФИЗИКА РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР

А. М. Балдин

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Настоящий обзор посвящен изучению столкновений релятивистских ядер и недавним успехам в этой области. В обзоре представлены обоснование, физическая мотивация и описание технических разработок исследований с релятивистскими ядрами.

Наблюденный и исследованный в Дубне кумулятивный эффект (передача энергии образующимся частицам, значительно превышающей энергию, приходящуюся на нуклон налетающего ядра) описывается простыми закономерностями. Установлены масштабно-инвариантное поведение, а также очень необычные A -зависимости инвариантного сечения этого эффекта. Изучение кумулятивного эффекта может прояснить взаимодействие между кварками на больших расстояниях.

В дополнение дается краткий обзор программы исследований с релятивистскими ядрами в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

«ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И АТОМНОГО ЯДРА»,
1979, ТОМ 10, ВЫП. 5

УДК 539.171.1

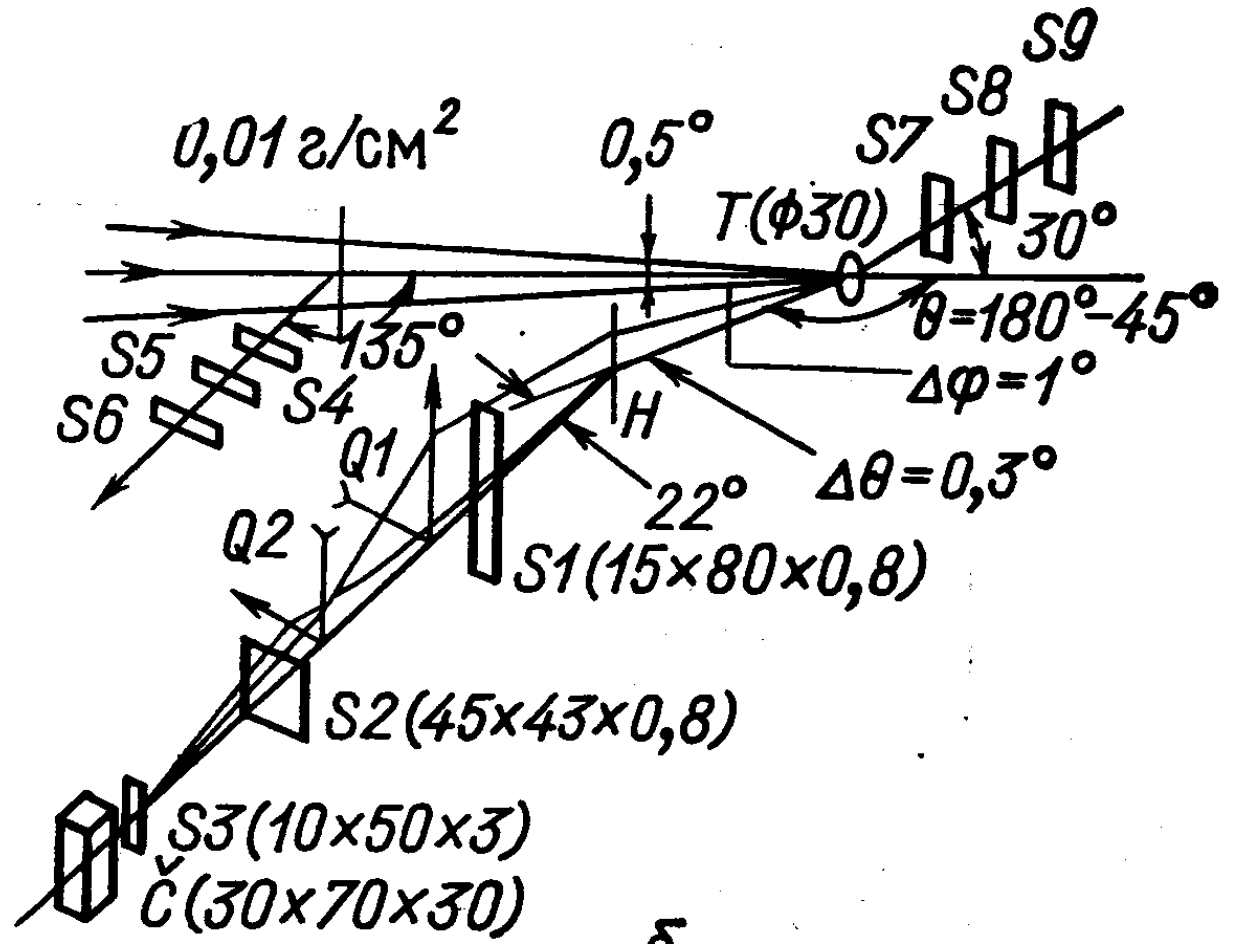
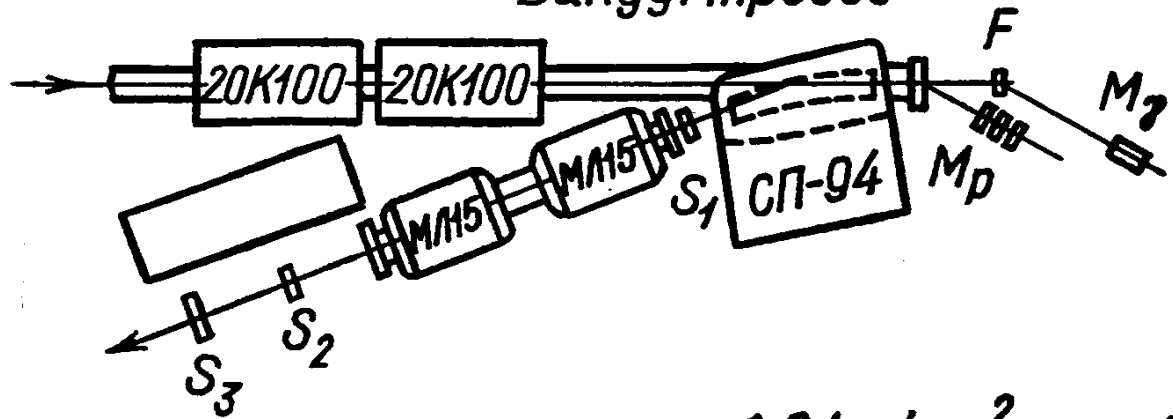
ПРЕДЕЛЬНАЯ ФРАГМЕНТАЦИЯ ЯДЕР — КУМУЛЯТИВНЫЙ ЭФФЕКТ (ЭКСПЕРИМЕНТ)

В. С. Ставинский

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

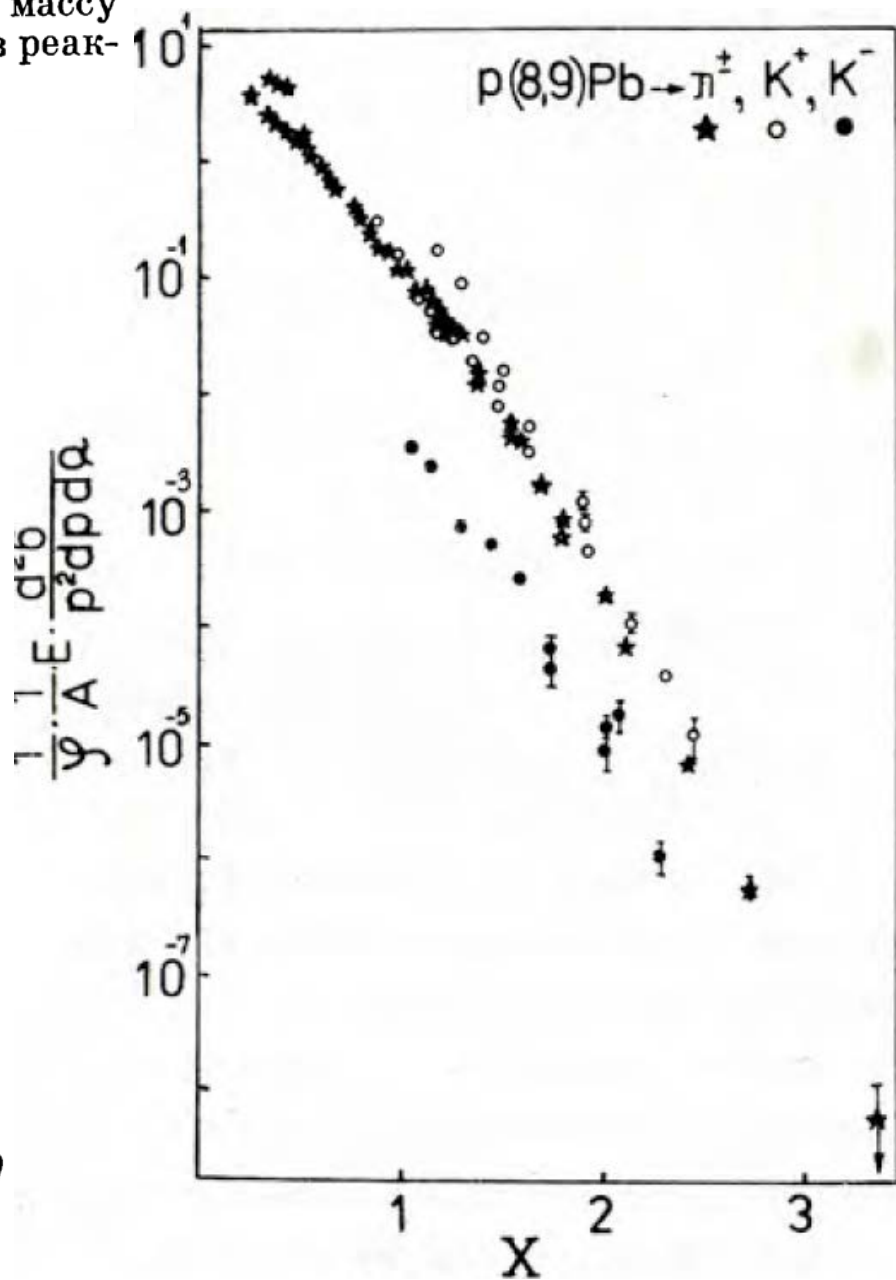
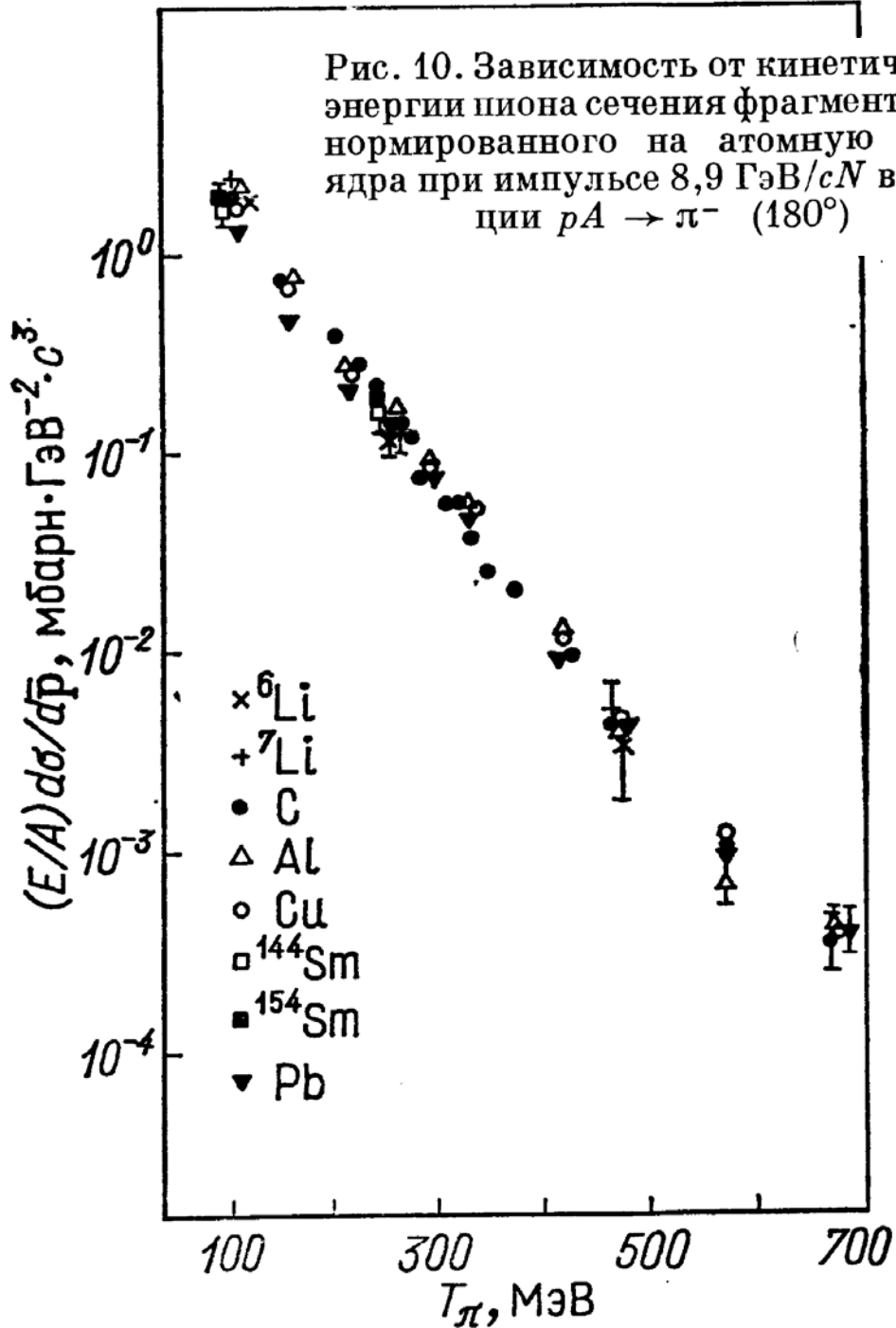
В обзоре рассмотрена гипотеза Балдина о масштабной инвариантности взаимодействия релятивистских ядер (кумулятивный эффект) и приведены имеющиеся на сегодняшний день экспериментальные данные по вероятности рождения кумулятивных частиц (зависимости от энергии и угла эмиссии вторичных частиц, от атомной массы фрагментирующего ядра и энергии взаимодействующих ядер). Экспериментальные данные отобраны по принципу: первые данные, наиболее точные данные и единственные к настоящему времени.

Вакуумпровод



δ

Рис. 10. Зависимость от кинетической энергии пиона сечения фрагментации, нормированного на атомную массу ядра при импульсе 8,9 ГэВ/сN в реакции $pA \rightarrow \pi^-$ (180°)



78-3-213
高工研圖書室

P1 - 11168

А.М.Балдин, В.К.Бондарев, Л.Б.Голованов,
В.Л.Мазарский, А.Н.Манятовский, Н.С.Мороз,
Ю.А.Панебратцев, А.А.Повторейко, С.В.Рихвицкий,
В.С.Ставинский, А.Н.Хренов, А.П.Цвинев

78-6-100
高工研圖書室

P1 - 11302

А.М.Балдин, В.К.Бондарев, А.Н.Манятовский,
Н.С.Мороз, Ю.А.Панебратцев, А.А.Повторейко,
С.В.Рихвицкий, В.С.Ставинский, А.Н.Хренов

КУМУЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ ЯДЕР

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ И А-ЗАВИСИМОСТИ
КУМУЛЯТИВНОГО РОЖДЕНИЯ
БАРИОННЫХ СИСТЕМ

1977
P1 - 11168

1978

78-3-213
高工研圖書室

А.М.Балдин, В.К.Бондарев, Л.Б.Голованов,
В.Л.Мазарский, А.Н.Манятовский, Н.С.Мороз,
Ю.А.Панебратцев, А.А.Повторейко, С.В.Рихвицкий,
В.С.Ставинский, А.Н.Хренов, А.П.Цвинев

78-6-100
高工研圖書室

P1 - 11302

А.М.Балдин, В.К.Бондарев, А.Н.Манятовский,
Н.С.Мороз, Ю.А.Панебратцев, А.А.Повторейко,
С.В.Рихвицкий, В.С.Ставинский, А.Н.Хренов

父八
93-8-099
高工研圖書室

E1-93-84

КУМУЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ ЯДЕР

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ И А-ЗАВИСИМОСТИ
КУМУЛЯТИВНОГО РОЖДЕНИЯ
БАРИОННЫХ СИСТЕМ

V.K.Bondarev, N.Ghiordanescu¹, A.N.Khrenov,
A.G.Litvinenko, M.Pentia², V.S.Stavinsky, P.I.Zarubin

EXPERIMENTAL RESULTS
ON CUMULATIVE PARTICLE PRODUCTION
BY PROTONS AND LIGHT NUCLEI

1977

1978

78-6-100
高工研圖書室

P1 - 11302

高工研圖書室

P1 - 11302

А.М.Балдин, В.К.Бондарев, А.Н.Манятовский,
Н.С.Мороз, Ю.А.Панебратцев, А.А.Повторейко,
С.В.Рихвицкий, В.С.Ставинский, А.Н.Хренов

А.М.Балдин, В.К.Бондарев, А.Н.Манятовский,
Н.С.Мороз, Ю.А.Панебратцев, А.А.Повторейко,
С.В.Рихвицкий, В.С.Ставинский, А.Н.Хренов

¹Bucharest University, Bucharest, Romania
²Institute of Atomic Physics, Bucharest, Romania

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ И А-ЗАВИСИМОСТИ
КУМУЛЯТИВНОГО РОЖДЕНИЯ
БАРИОННЫХ СИСТЕМ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ И А-ЗАВИСИМОСТИ
КУМУЛЯТИВНОГО РОЖДЕНИЯ
БАРИОННЫХ СИСТЕМ

1978

1978

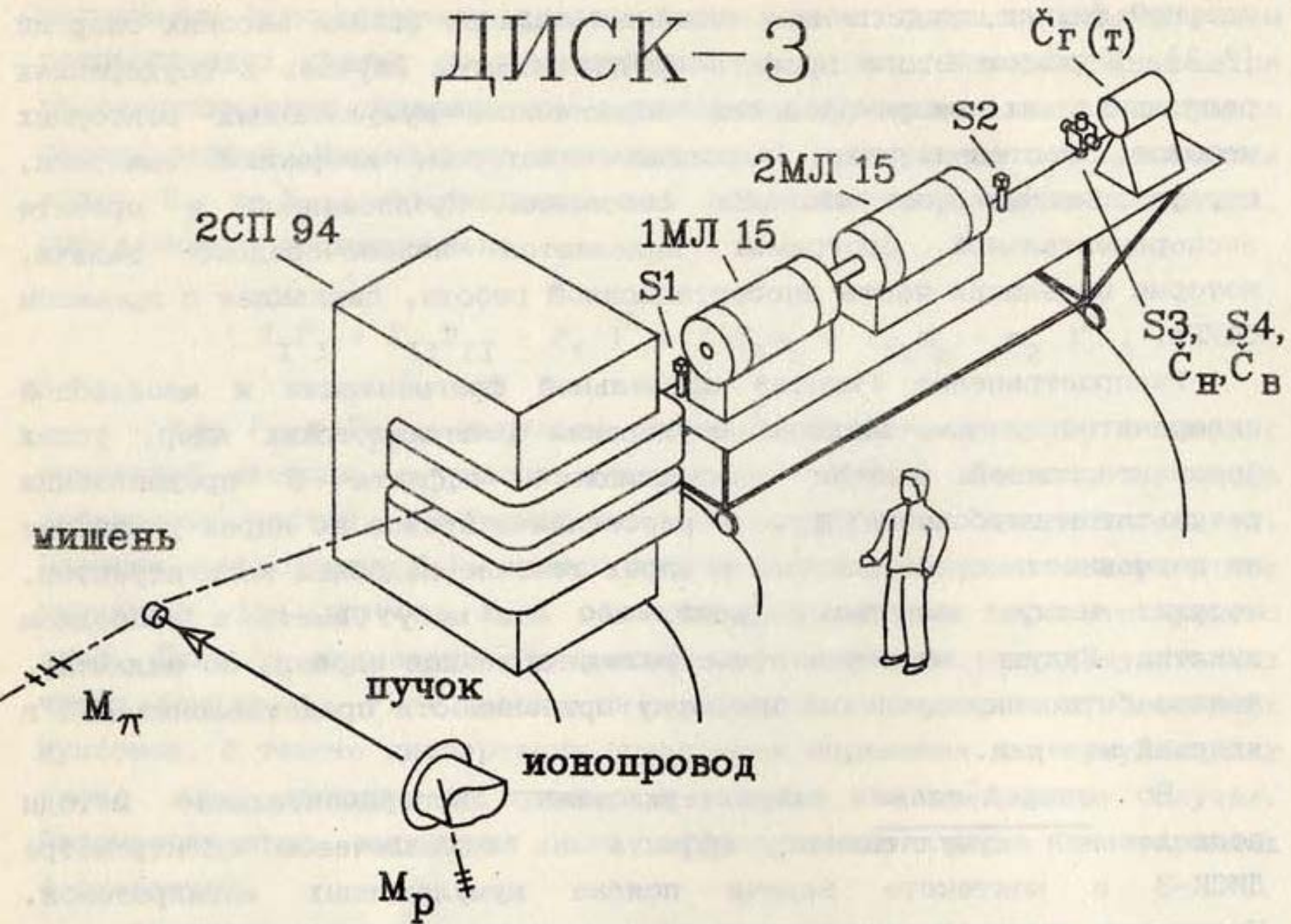
Другим эффектом, где возможно проявление коллективных взаимодействий нуклонов, является механизм подпорогового рождения антипротонов [15]. Пороговая энергия рождения антипротонов в нуклон-нуклонном столкновении

$$E_{\text{порог}} \approx 6,6 \text{ ГэВ.}$$

Однако эксперимент обнаруживает акты рождения антипротонов при энергиях порядка 3,9 ГэВ. При такой энергии первичных протонов антипротоны могут рождаться в двух случаях:

- а) встречный ферми-импульс $\gtrsim 0,6 \text{ ГэВ}/c$;
- б) масса мишени $\geq 3 m_N$.

ДИСК-3



Первичный пучок	Угол наблюдения, град.	π	K^+	K^-	p	\bar{p}
протоны	61	0,36	0,63	0,73	0,07	1,47
	90	0,66	0,95	1,06	0,39	1,85
дейтроны	61	0,44	0,86	1,15	0,39	3,13

Рис.1. Спектр амплитуд со
счетчика на свинцовом стек-
ле для пионов, каонов и ан-
типротонов.

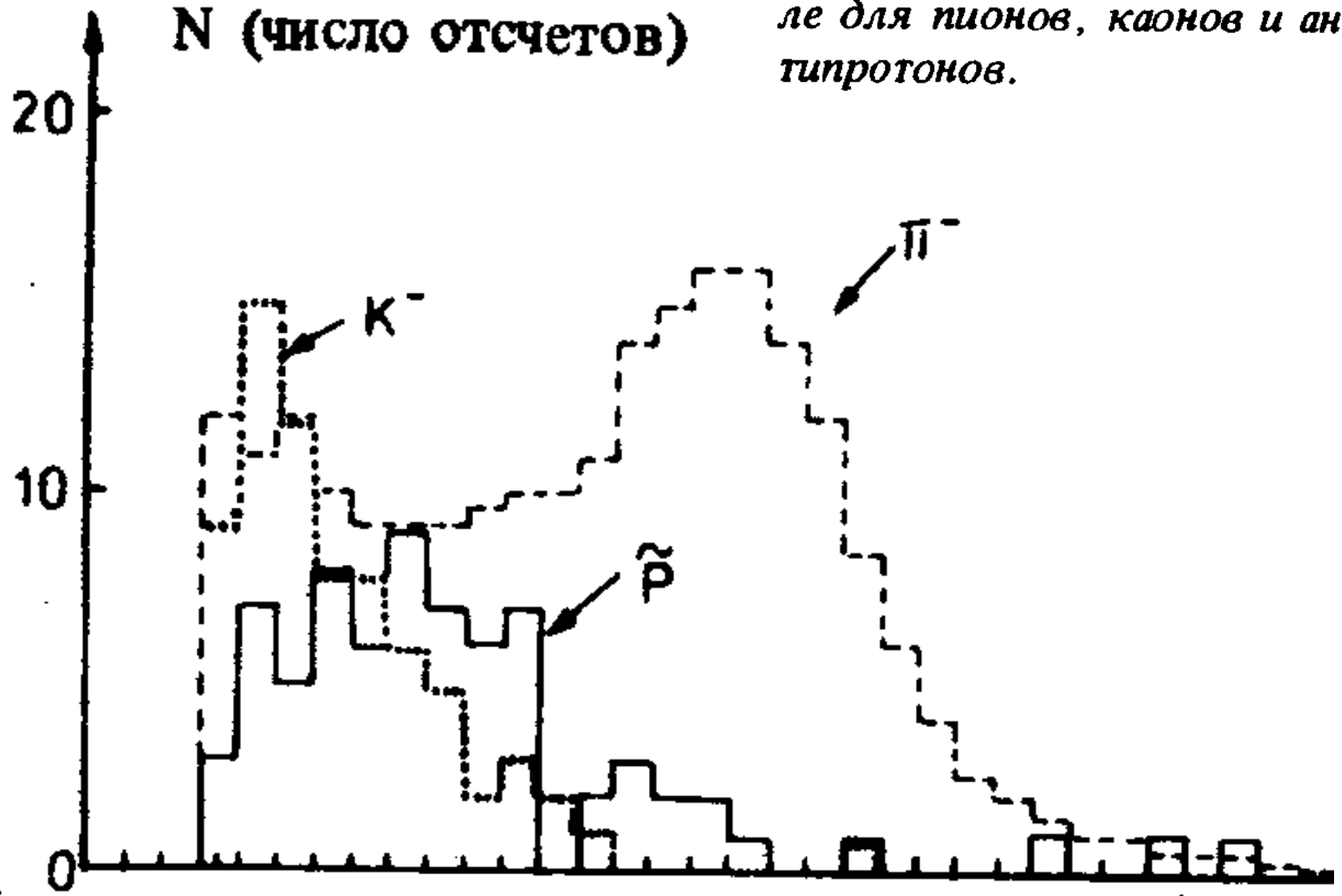
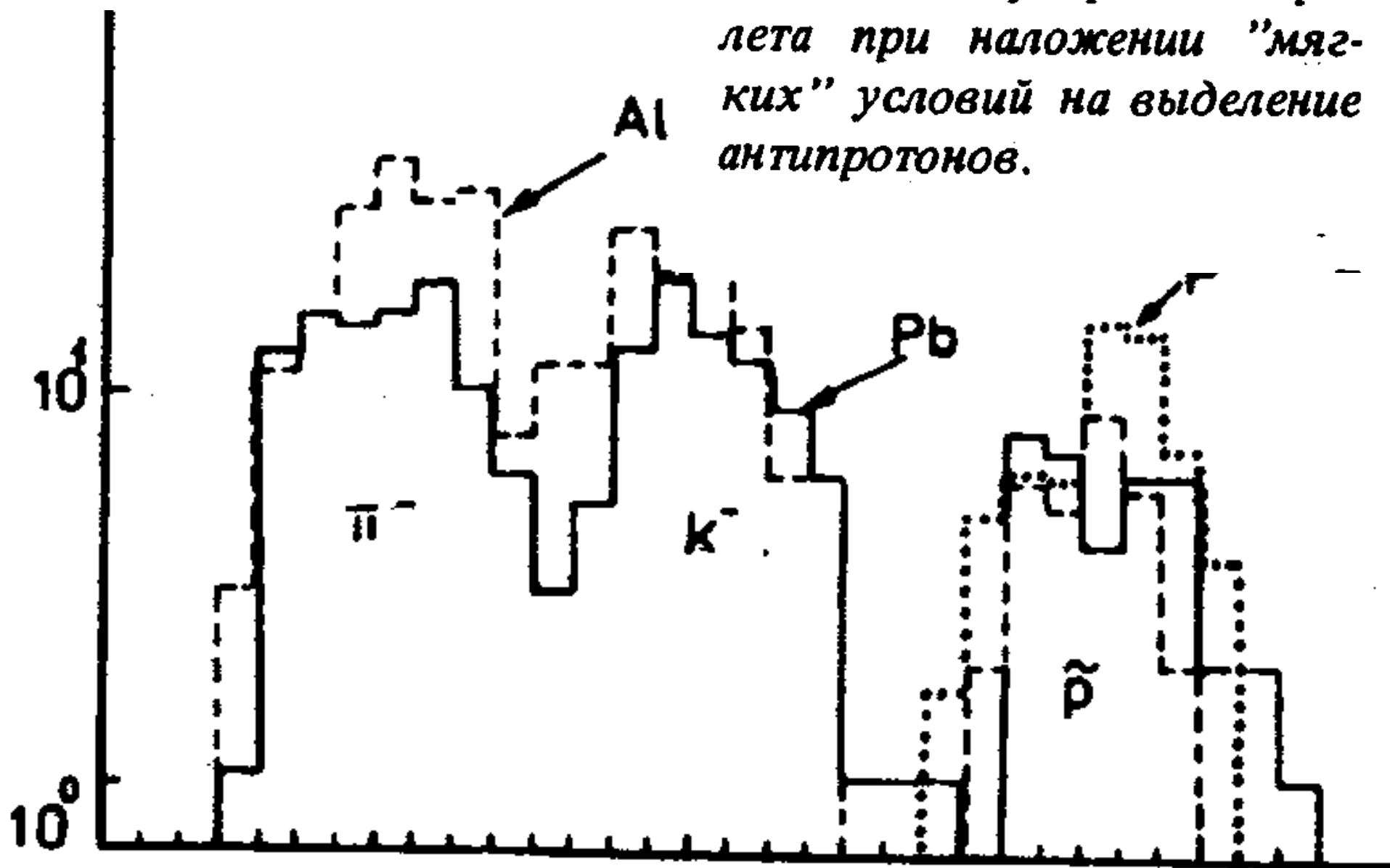


Рис.2. Спектр времени пролета при наложении "мягких" условий на выделение антипротонов.



В данной работе этот фон был подавлен, так как:

а) вероятность регистрации протонов с импульсом 500 МэВ/с в области амплитуд, соответствующих антипротонам, не превышает уровня 10^{-5} в счетчике на свинцовом стекле;

б) согласно универсальной зависимости сечений от кумулятивного числа должна наблюдаться сильная зависимость выхода антипротонов от первичной энергии, т.е. в нашем случае при переходе от ускоренных протонов к дейтронному пучку (см. табл.1). Число событий, интерпретируемых как антипротоны, уменьшилось не менее чем в 20 раз, тогда как уровень фона понизился примерно в 2 раза. Кроме того, по тем же причинам (см. табл.1) при переходе с угла наблюдения 61° к 90° выход антипротонов упал не менее чем в ~ 16 раз, а фон в 4 раза.

в) измерения выхода антипротонов на пониженной (~ 5 раз) интенсивности и изменение толщины мишени (в 8 раз) показали линейность эффекта.

Сечения рождения кумулятивных антипротонов с импульсом 500 МэВ/с и углом наблюдения в 61° равны соответственно для алюминия $(8,0 \pm 1,5) \cdot 10^{-6}$ и для свинца $(8,1 \pm 1,4) \cdot 10^{-6}$ (мб. $\text{с}^3 \cdot \text{ср}^{-1} \cdot \text{ГэВ}^{-2}$) на нуклон фрагментирующего ядра. Величины отношения сечений рождения антипротонов к сечениям рождения протонов и пионов на нуклон с тем же импульсом и углом даны в табл.2. Систематическая ошибка величины сечений $\pm 13\%$.

Верхняя оценка величины сечения рождения кумулятивных антипротонов на свинце на угол 90° с импульсом 500 МэВ/с составляет $0,5 \cdot 10^{-6}$ (мб. $\text{ср}^{-1} \cdot \text{ГэВ}^{-2}$) на нуклон.

В предположении степенной зависимости сечения от атомного веса оценка показателя степени А-зависимости составляет величину $1,00 \pm 0,12$.

	Алюминий	Свинец
\tilde{p}/p	$(3,7 \pm 1,1) \cdot 10^{-7}$	$(5,7 \pm 1,1) \cdot 10^{-7}$
\tilde{p}/π^-	$(5,3 \pm 0,9) \cdot 10^{-6}$	$(3,5 \pm 0,6) \cdot 10^{-7}$

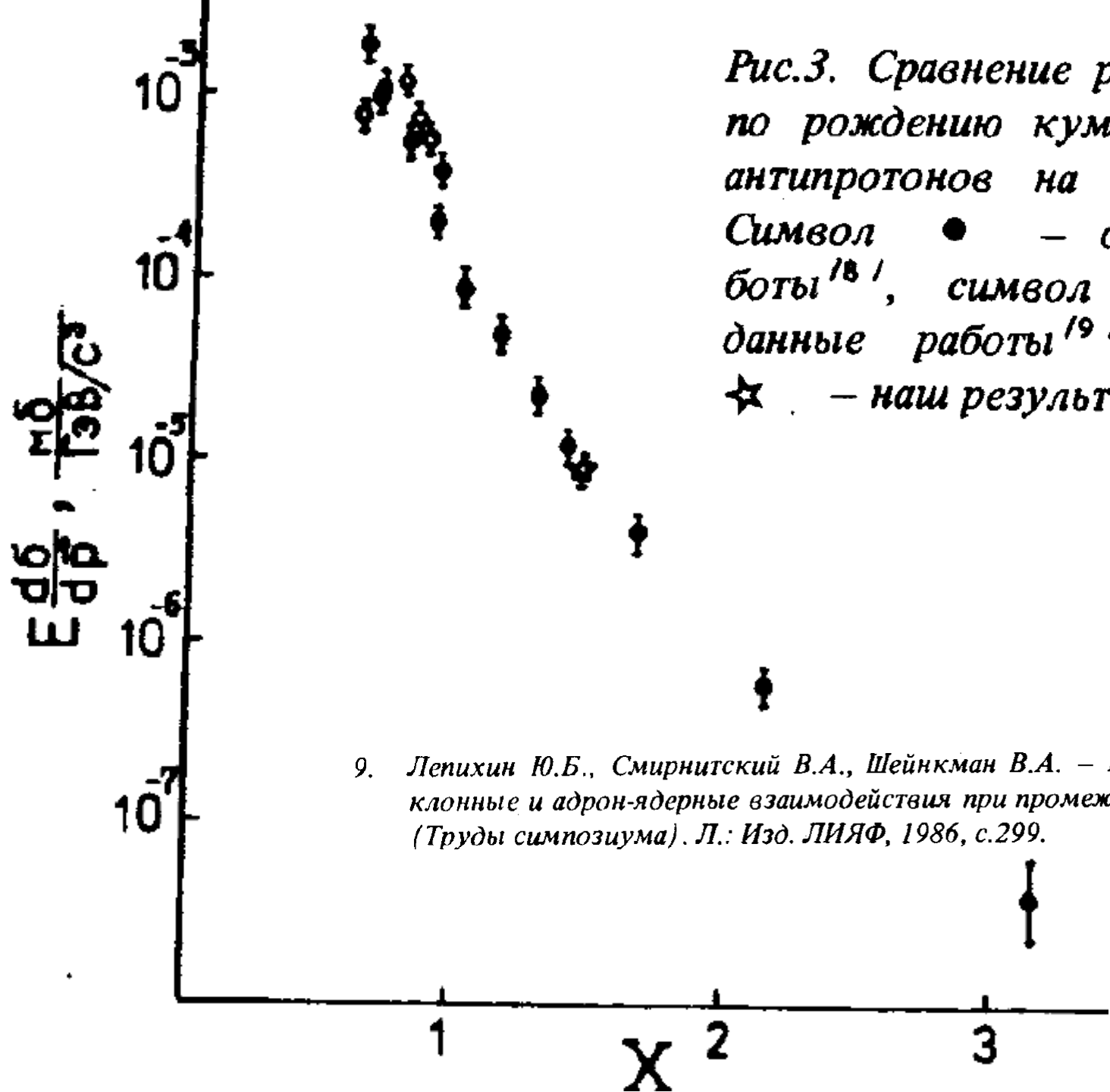


Рис.3. Сравнение результатов по рождению кумулятивных антипротонов на алюминии. Символ ● — данные работы¹⁸, символ ○ — данные работы¹⁹, символ ☆ — наш результат.

9. Лепихин Ю.Б., Смирнитский В.А., Шейнкман В.А. — В сб.: Нулкон-нуклонные и адрон-ядерные взаимодействия при промежуточных энергиях (Труды симпозиума). Л.: Изд. ЛИЯФ, 1986, с.299.



РОЖДЕНИЕ ЧАСТИЦ В ЯДЕРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ И
ДИССОЦИАЦИЯ ЯДЕР НА НУКЛОНЫ

В.С.Ставинский

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ
ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА
И КВАНТОВАЯ
ХРОМОДИНАМИКА

IX Международный
семинар
по проблемам
физики
высоких энергий

1988 ДУБНА

1. Все структурные функции при $X > 1$ имеют одинаковую аналитическую зависимость от X ;

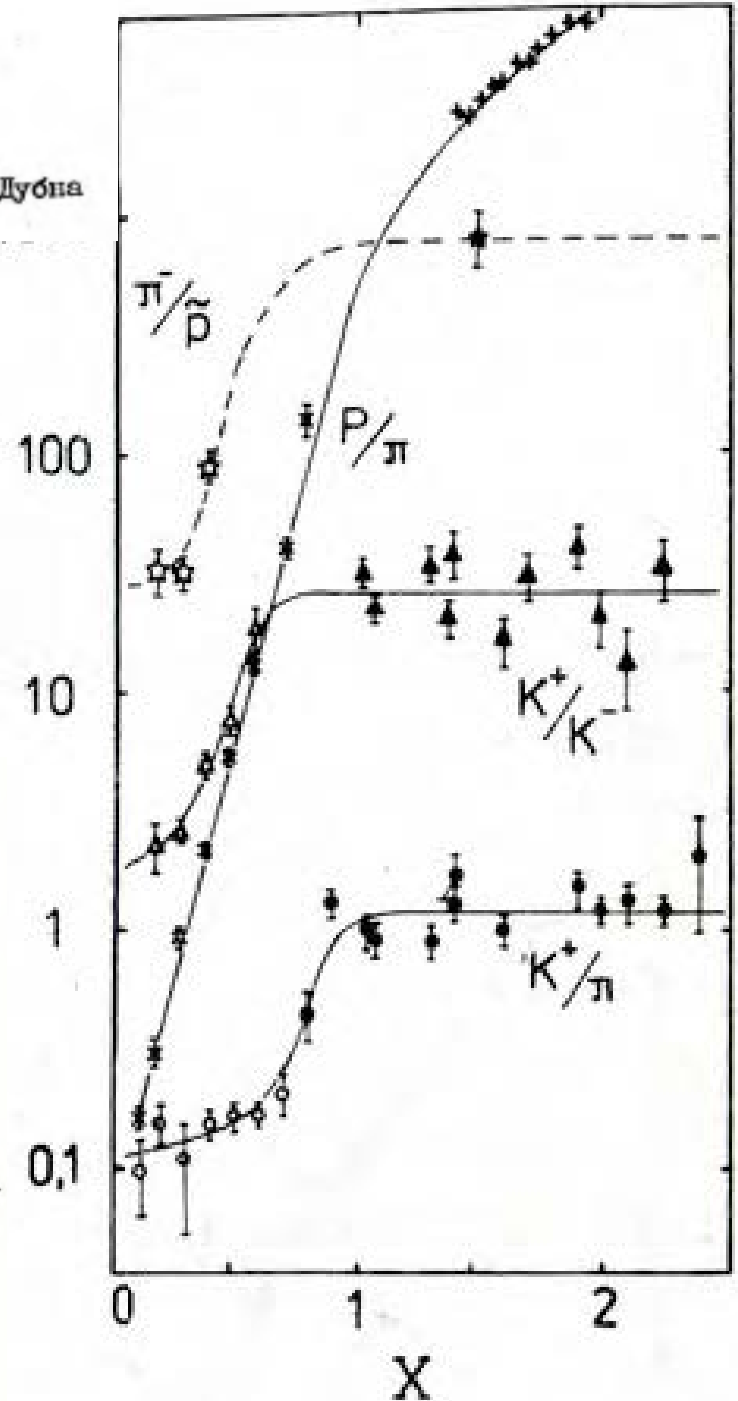
2. отношение структурных функций K^+/π^+ при $X > 1$ близко к единице, что естественно ожидать из простой фрагментационной модели^[11], так как K^+ и π^+ -мезон содержат одинаковые валентные кварки;

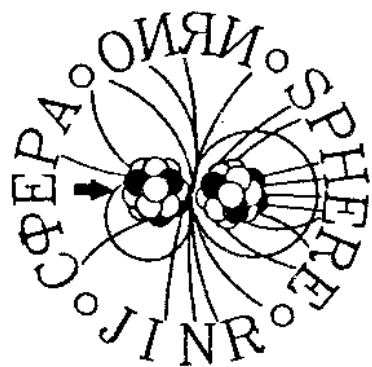
3. отношение структурных функций $K^+/K^- \approx 20-30$, что можно понять из фрагментационной модели как подавление морских кварков, но независимость этого отношения от X говорит о том, что в жесткой части спектра зависимости от X для валентных и морских кварков тождественны;

4. рассматриваемые отношения структурных функций при $X < 1$ в зависимости от аргумента плавно переходят к асимптотическим величинам в кумулятивной области;

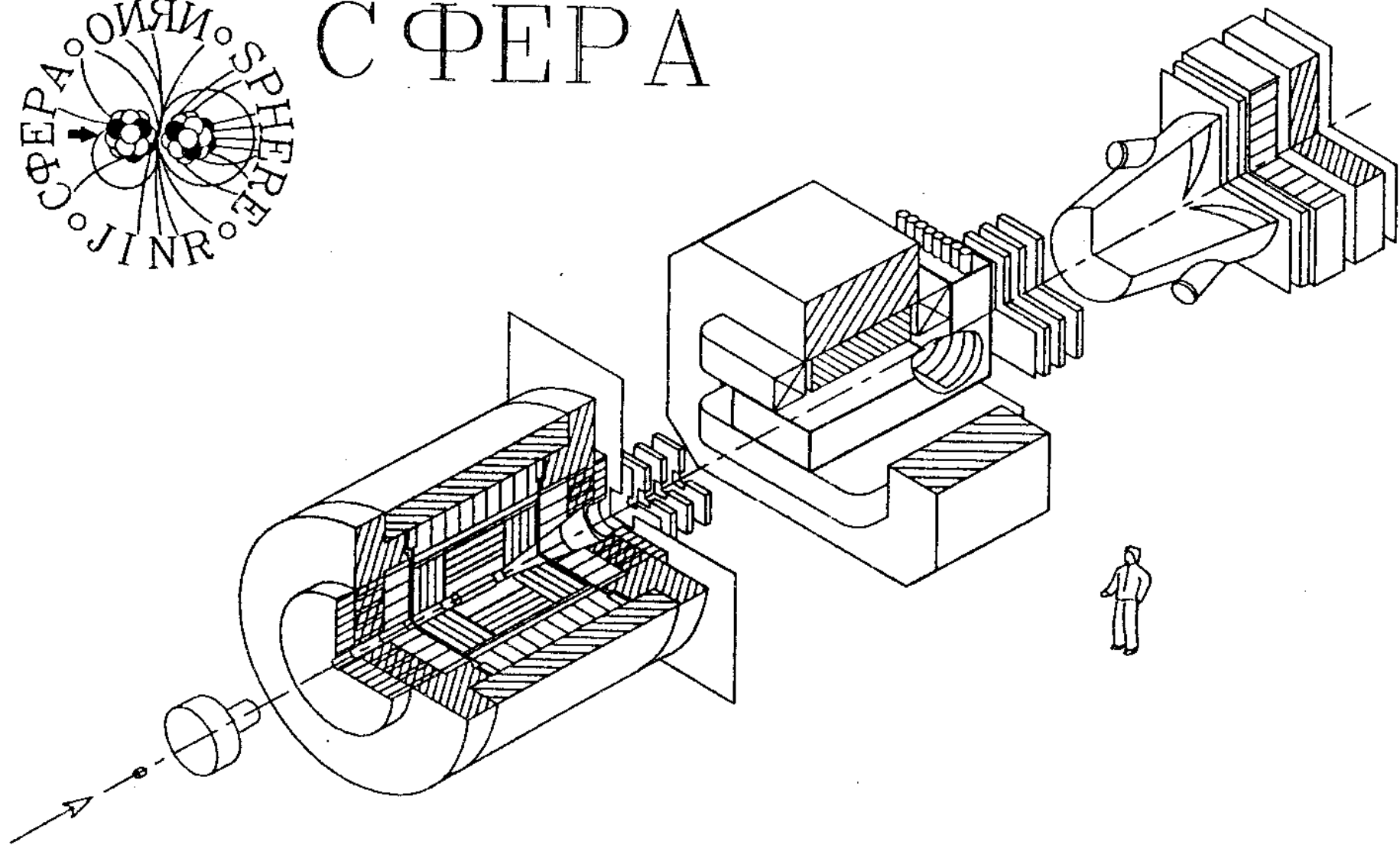
5. наблюдается интересная закономерность "квантования" отношений структурных функций в кумулятивной области

$$\frac{K^+}{\pi^+} \sim 1; \quad \frac{K^+}{K^-} \sim 30; \quad \frac{p}{\pi^-} \sim 900.$$





С Ф Е Р А



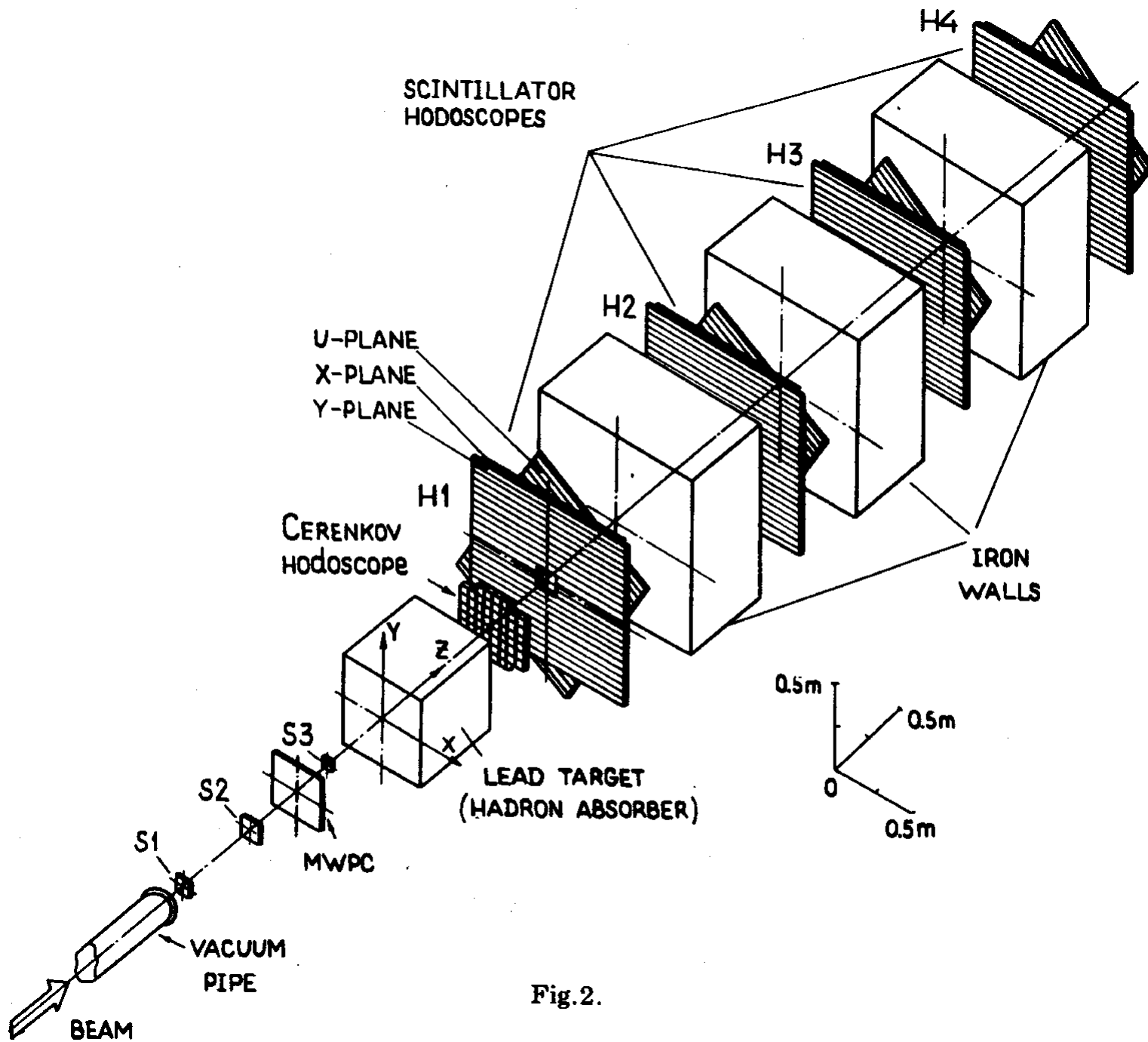


Fig.2.

X



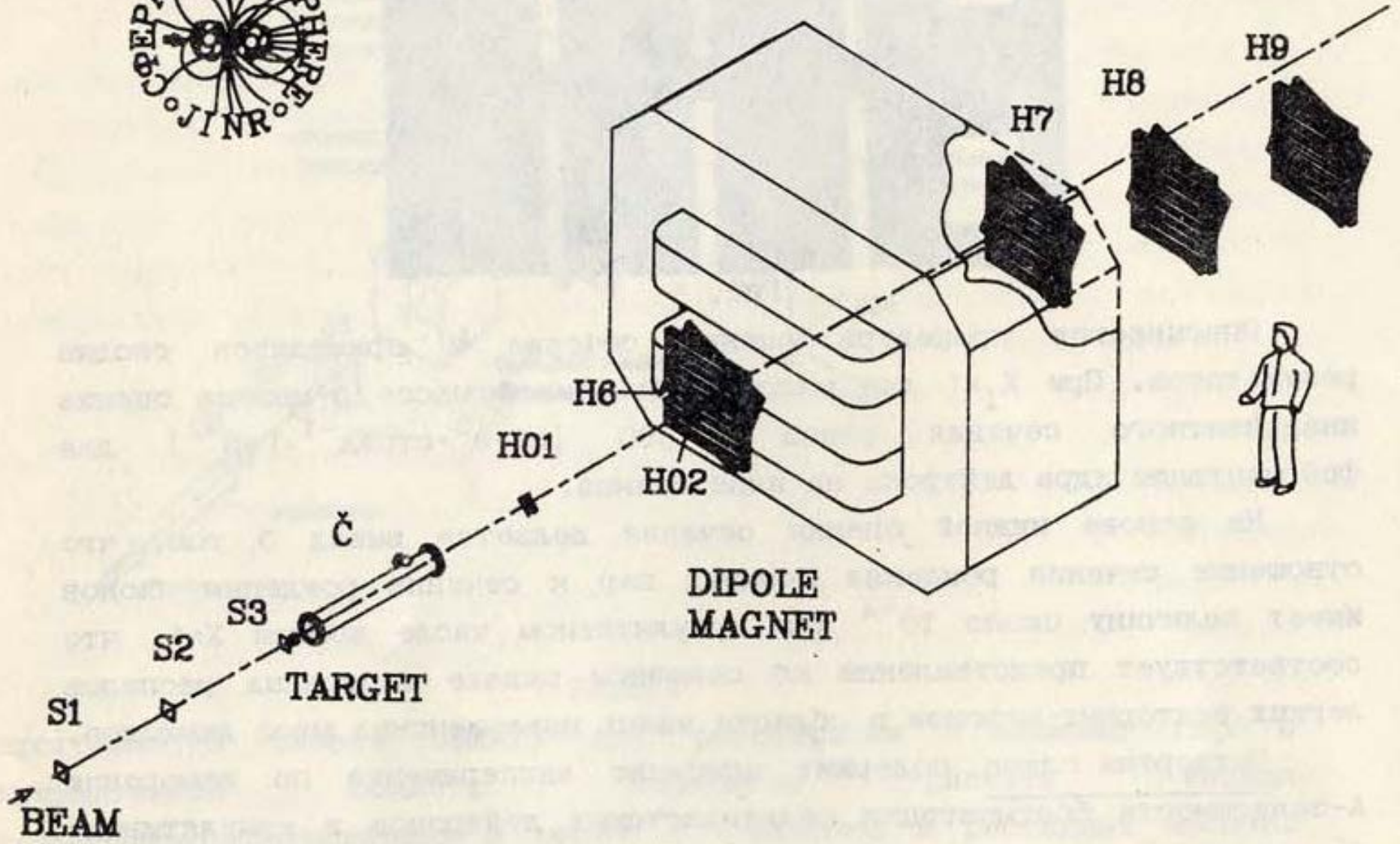
Y



Z

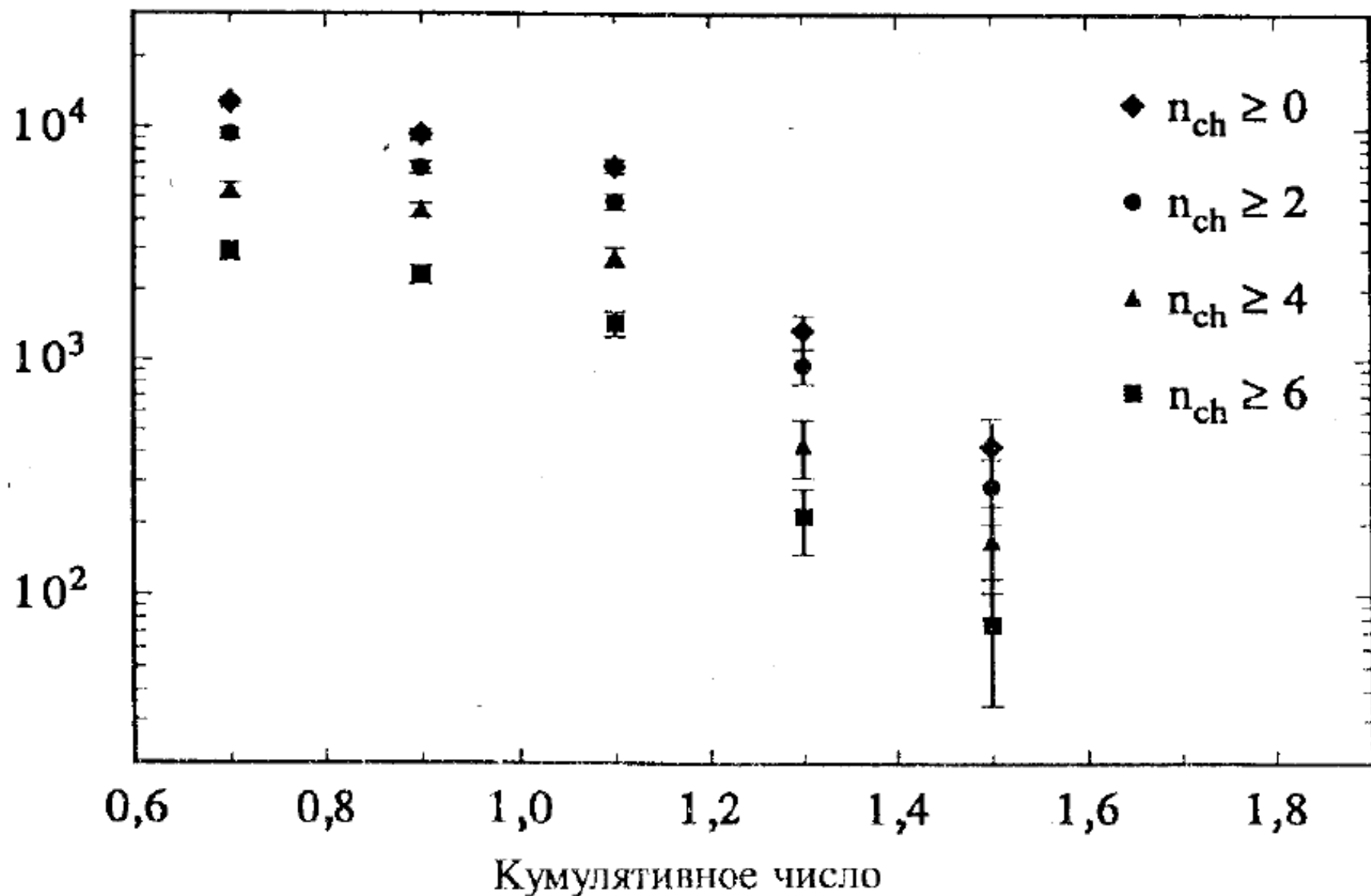


march '91



$C (4,5A \text{ ГэВ/с}) + C \rightarrow \pi^- (0^\circ) + n_{ch} + \dots$

Кумулятивный спектр пионов с n_{ch}



1-92-77

ЗАРУБИН
Павел Игоревич

УДК 539.172.8

РЕДКИЕ ПРОЦЕССЫ
В КУМУЛЯТИВНОМ РОЖДЕНИИ ЧАСТИЦ
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ
РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР

Специальность: 01.04.16 - физика ядра и
элементарных частиц

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного
института ядерных исследований.

Научные руководители:

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

ЛИТВИНЕНКО
Анатолий Григорьевич

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

МАЛАХОВ
Александр Иванович

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
профессор

Граменицкий
Игорь Михайлович

доктор физико-математических наук

Ставинский
Алексей Валентинович

Защита состоится "___" _____ 1992 года в ___ час. на
заседании специализированного совета Д-047.01.02 при Лаборатории
высоких энергий Объединенного института ядерных исследований, Дубна,
Московской области, конференц-зал ЛВЭ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.

Автореферат разослан "___" _____ 1992 года.

Ученый секретарь

специализированного совета *М.Ф. Лихачев* М.Ф. Лихачев