

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Л - 756

1-82-924

ЛОМТАДЗЕ
Теймураз Александрович

ПЯТИМЕТРОВАЯ СТРИМЕРНАЯ КАМЕРА
И МНОЖЕСТВЕННОЕ РОЖДЕНИЕ АДРОНОВ
В π A-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ ЭНЕРГИИ 40 ГэВ

Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

БИБЛИОТЕКА

Дубна 1982

Работа выполнена в Институте физики Академии наук Грузинской ССР и в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители:

кандидат физико-математических наук В.А. МИХАЙЛОВ,

доктор физико-математических наук В.И. ПЕТРУХИН.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук Т.Л. АСАТИАНИ,

доктор физико-математических наук В.Н. БОЛОТОВ.

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Московский инженерно-физический институт (г. Москва).

Защита диссертации состоится "___" _____ 1983 г.
в "___" _____ часов на заседании Специализированного совета Д 047.01.03 при Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований, г. Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Автореферат разослан "___" _____ 1983 г.

Ученый секретарь Совета
доктор физико-математических наук

Ю.А. БАТУСОВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

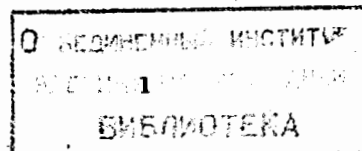
Актуальность проблемы. Создание новых и усовершенствование существующих детекторов, предназначенных для изучения свойств и характера взаимодействия элементарных частиц, стимулируется пуском новых ускорителей, ростом энергии и интенсивности пучков частиц. Развитие и усовершенствование используемых в экспериментах на ускорителях методик — одна из важнейших задач экспериментальной физики. Несомненно, актуальной задачей является развитие методик искровых и стримерных камер. Весьма актуально также создание большеобъемных стримерных камер.

В экспериментах, которые ставят своей целью исследование процессов множественной генерации частиц при взаимодействии адронов с нуклонами и ядрами при высоких энергиях, использование стримерных камер дает возможность получить полную информацию о событии, необходимую для выяснения природы и динамики сильных взаимодействий. Имеющиеся к настоящему времени данные по адрон-ядерным взаимодействиям получены в значительной мере с помощью пузырьковых камер, что не позволяет изучить зависимость множественного рождения вторичных частиц от массового числа ядра в широком диапазоне его изменения, а в случае ядерных фотоэмульсий экспериментальные результаты неоднозначны из-за многокомпонентности мишени.

Исследуя зависимость множественностей вторичных заряженных частиц, образующихся в ядерных взаимодействиях, от массового числа ядра, мы можем получить сведения о том, какова пространственно-временная картина взаимодействия адронов, в этом случае ядро является своеобразным пространственно-временным анализатором процесса рождения вторичных частиц.

Цель работы:

- исследование возможности создания протяженных искровых камер,
- создание универсальной пятиметровой стримерной камеры для исследования адрон-нуклонных и адрон-ядерных взаимодействий,
- получение экспериментальных данных по множественному рождению заряженных частиц в $\bar{p}A$ -взаимодействиях при энергии 40 ГэВ.



Новизна работ: впервые предложена и осуществлена новая схема питания систем широкоазорных искровых промежутков коротким высоковольтным импульсом от одной общей двойной формирующей линии, что позволило создать искровую камеру - "мишень", обладающую улучшенными характеристиками.

Важной является и вторая возможность, вытекающая из особенностей новой схемы, а именно, возможность создания стримерных камер большой глубины. Исследован коэффициент затухания высоковольтного импульса в полосковых линиях различной геометрической конфигурации и длины, который является определяющим параметром при создании протяженных искровых и стримерных камер.

Разработана и создана биполярная пятиметровая стримерная камера с непрерывным чувствительным объемом с глубиной 80 см, исследованы ее характеристики. На этой камере набрана статистика ~350 тыс. событий адрон-ядерных и адрон-нуклонных взаимодействий.

Показано, что среднее число отрицательно заряженных частиц в $\bar{p}A$ -взаимодействиях медленно растет с A .

Наблюдается избыток положительно заряженных вторичных частиц (с вычетом идентифицированных протонов с импульсом 500 МэВ/с) и получена эмпирическая формула, описывающая рост этого избытка с A при взаимодействии \bar{p} с легкими и средними ядрами.

Приводится зависимость нормированной множественности $R^{\pm} = \langle n^{\pm} \rangle_{\bar{p}A} / \langle n^{\pm} \rangle_{pp}$ для положительно и отрицательно заряженных частиц от параметра \bar{y} (числа соударений в ядре), которая описывается линейными функциями:

$$R^{-} = \alpha^{-} + \beta^{-} \bar{y}.$$

$$R^{+} = \alpha^{+} + \beta^{+} \bar{y}.$$

Средняя множественность в $\bar{p}A$ -взаимодействиях растет с A сильнее, чем в pA -взаимодействиях, что свидетельствует о росте вклада аннигиляционных каналов с увеличением массового числа ядер.

Показано, что отношение моментов $D/\langle n \rangle \sim 0,5$ для быстрых отрицательно заряженных частиц и почти не зависит от A , т.е. быстрые частицы в ядре не каскадируют, тогда как для идентифицированных протонов и медленных отрицательно заряженных частиц это отношение падает с ростом A .

Научная и практическая ценность работ. Приведенные в диссертации результаты представляют значительный по объему и содержанию экспериментальный материал, посвященный дальнейшему развитию трековых детекторов. Показана возможность работы стримерных камер больших объемов на современных ускорителях, в частности осуществлен режим работы стримерной камеры с временем памяти ~ 1 мкс. Впервые получены

данные по множественностям n^{+} и n^{-} вторичных частиц, образующихся в $\bar{p}A$ -взаимодействиях при энергии 40 ГэВ. Эти данные могут найти применение при планировании новых экспериментов по взаимодействию адронов с нуклонами и ядрами. Результаты работы важны для дальнейшей разработки моделей и теории множественной генерации частиц.

Апробация работ. Основные результаты диссертации докладывались на международной конференции по физике высоких энергий в Лиссабоне (1981 г.), на сессии Отделения ядерной физики АН СССР в 1981 г., на семинарах ЛЯП ОИЯИ, ИФВЭ, Института физики АН ГССР, ИФВЭ ТГУ и рабочих совещаниях международного сотрудничества РИСК.

Публикации. Основное содержание диссертации опубликовано в трех статьях журнала ПТЭ, двух статьях в журнале "Nucl. Instr. and Meth", в "Известиях АН СССР", журнале "Месяцэреба" АН ГССР и в журнале "Ядерная физика".

Объем диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Текст занимает 101 страницу, включая 6 таблиц и 39 рисунков. Используемая литература содержит 64 наименования.

Автор защищает:

1. Результаты исследования характеристик сконструированной двухсекционной широкоазорной искровой камеры с сетчатыми высоковольтными электродами.
2. Результаты исследования предложенной и осуществленной новой схемы питания искровых промежутков, заполненных камерами, от одного генератора, содержащего двойную формирующую линию.
3. Результаты изучения свойств и возможностей созданной глубокой стримерной камеры, ее характеристик при наличии и отсутствии магнитного поля.
4. Результаты исследований по разработке конструкции и созданию пятиметровой стримерной камеры, используемой в экспериментах на спектрометре РИСК (релятивистская ионизационная стримерная камера).
5. Новые экспериментальные данные по множественному рождению адронов в $\bar{p}A$ -взаимодействиях и выводы, сделанные на основе анализа полученных данных.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении отмечается актуальность разработки и создания больших трековых детекторов для использования их в экспериментах по изучению свойств и характера адрон-адронных и адрон-ядерных взаимодействий.

В первой главе анализируется современное состояние теории развития и распространения стримеров. Описываются новые достижения в развитии методики стримерных камер.

Вторая глава посвящена исследованию широкоазорных искровых камер с сетчатыми электродами, многослойной системы искровых промежутков (камера-мишень), а также стримерных камер пониженного напряжения питания.

Для эксперимента по исследованию зависимости множественности вторичных частиц от массового числа ядра-мишени и от энергии налетающей частицы была разработана (с учетом условий высокогорья ~ 2500 м над уровнем моря - станция Цхра-Цхаро) и создана искровая камера, состоящая из двух отсеков. Рабочий объем камеры - $448 \times 10^3 \text{ см}^3$; размеры каждого отсека - $140 \times 80 \times 20 \text{ см}^3$.

В этой главе предлагается принципиально новая схема (рис. 1) питания искровых промежутков, заполненных камерами, от одного генератора, содержащего двойную формирующую линию. Применение новой схемы питания позволило устранить такие недостатки искровых камер, как неодинаковая яркость треков, невозможность наблюдения распадов нейтральных частиц, а также улучшить характеристики искровых камер.

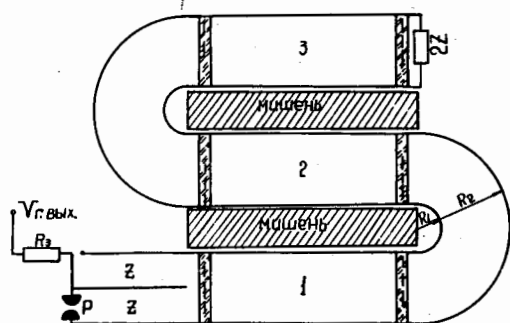


Рис. 1. Новая схема питания системы искровых промежутков.

В основу построения новой схемы положены два соображения. Первое - это то, что протяженная искровая камера обладает волновыми свойствами полосковой линии и ее можно полностью согласовать с устройством, формирующим импульс питания, и второе - то, что, придавая линии соответствующую геометрическую конфигурацию, удается образовать систему искровых промежутков, оказывающихся под действием распространяющегося вдоль линии импульса напряжения.

Очевидно, что в предлагаемой схеме заложена как возможность конструирования камер-мишеней, так и возможность создания глубоких стримерных камер, работающих при пониженных напряжениях питания. Для осуществления предлагаемой схемы питания и выяснения предельных длин искровых и стримерных камер проводилось исследование затухания высоковольтного импульса для полосковых линий различной геометрической формы, протяженности и величины межэлектродного зазора. Осциллографическое измерение амплитуды высоковольтного импульса в различных точках волновода позволило экспериментально определить коэффициент затухания $\alpha \sim 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$. Данные аппроксимируются линейной зависимостью

$$U_\ell = U_0(1 - \alpha \ell),$$

где U_0 и U_ℓ - амплитуды импульса соответственно в начале линии и в точке ℓ , а α - коэффициент затухания.

Описывается созданная камера-мишень на основе предложенной схемы питания. Электроды камер дважды изогнуты под углом 180° и имеют общую протяженность 4 м. Таким образом возникает три промежутка для искровых камер, а также два промежутка для расположения мишеней-поглотителей. В камере-мишени зарегистрированы ливни с треками, наклон которых составлял $\sim 60^\circ$, что значительно превышает предельный угол, характерный для следящего режима при обычном способе питания искровых камер. При наклоне $> 60^\circ$ трек проявляется в виде отдельных светящихся центров. Если между искровыми промежутками поместить пористый радиатор, то можно в камере-мишени регистрировать γ -кванты переходного излучения в виде стримеров с повышенной яркостью свечения. Эти светящиеся области возникают от фотоэлектронов, выбитых из атомов рабочего газа камеры γ -квантами переходного излучения.

Это качество можно использовать в экспериментах высоких энергий с космическими лучами, а также на ускорителях следующего поколения для идентификации высокоэнергетичных вторичных частиц.

В этой главе описывается также стримерная камера большой глубины и экспериментальная установка, на которой изучались ее характеристики. Систему разрядных промежутков можно рассматривать как единую глубокую стримерную камеру, которая оказывается работоспособной при напряжении питания, обеспечивающем напряженность поля в стримерном режиме для одного промежутка. Так, например, в 3-секционной камере общей глубиной 30 см с неоновым наполнением треки получены при напряжении 120 кВ. Показано, что ценой нетрудоемких изменений можно получить качественные следы частиц в ряде инертных газов, а также в водороде.

Исследовалась возможность экспонирования стримерной камеры в пучках с большой интенсивностью ($\sim 10^6$ частиц/с), что определяется временем памяти камеры. Для получения времени памяти $1,5 \pm 2$ мкс была найдена необходимая концентрация электроотрицательного газа (SF_6 — "аэгаз"), $n_{SF_6} = 7 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$. На основе полученных экспериментальных данных определено сечение захвата тепловых электронов молекулами SF_6 . Оно оказалось равным $\sigma = (1,2 \pm 0,15) \cdot 10^{-15} \text{ см}^2$. На рис. 2 приводится зависимость относительной плотности ионизации N/N_{max} от задержки высоковольтного импульса при $n_{SF_6} = 7 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$ для стримерной камеры в магнитном поле напряженностью $H=5 \text{ кГс}$ и без магнитного поля.

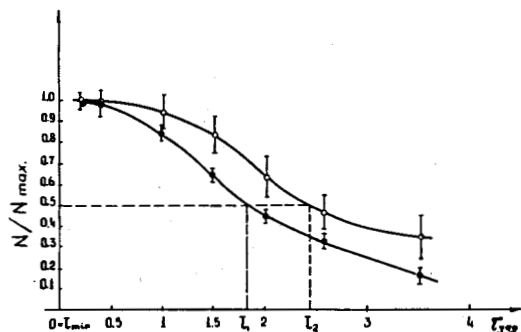


Рис. 2. Зависимость относительной плотности ионизации N/N_{max} от задержки высоковольтного импульса τ_{300} , полученная в неоне, \bullet — $H=0$ и \circ — $H=5 \text{ кГс}$, при концентрации ($n_{SF_6} = 7 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$).

В третьей главе описана пятиметровая стримерная камера, предназначенная для проведения экспериментов на магнитном спектрометре РИСК. Приводятся конструктивные особенности камеры и ее рабочие характеристики. В процессе создания пятиметровой камеры использовались результаты проведенных методических исследований, описанных выше. Особенности конструкции камеры связаны с ее большим рабочим объемом, необходимостью работы в магнитном поле и с эффективным использованием зазора магнита СП-136. Применение камеры для осуществления широкой экспериментальной программы обусловило необходимость разборной конструкции.

Поперечное сечение камеры и профиль высоковольтного электрода приведены на рис. 3.

Два крайних отсека камеры имеют межэлектродный зазор 20 см, а высота центрального отсека равна 40 см. Высоковольтные электроды расположены над и под центральной секцией. На эти электроды синхрон-

но подаются сформированные импульсы напряжения одинаковой амплитуды и разной полярности ($\pm 400 \text{ кВ}$). На рис. 4 приведена фотография пятиметровой стримерной камеры без внешнего кожуха.

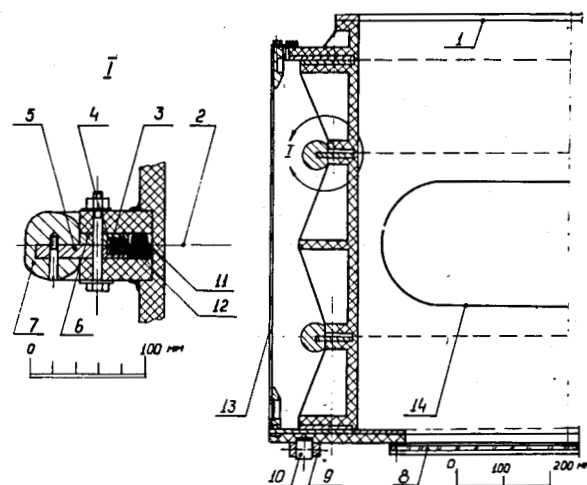


Рис. 3. Поперечное сечение камеры и профиль высоковольтного электрода: 1—лавсановая пленка, 2—проволочная сетка, 3—резиновая рамка, 4—паз в раме, 5—рама, 6—планка, 7—противокоронное обрамление, 8—окно для просмотра реперных крестов, 9—рельс, 10—ролик, 11—круглая резина, 12—плоская резина, 13—волновод-кожух, 14—окно для пучка.



Рис. 4. Пятиметровая стримерная камера без волновода (общий вид).

Пятиметровая стримерная камера экспонируется на канале 4Э серпуховского ускорителя, с 1979 года по настоящее время получено ~ 350 тыс. фотографий. Камера используется в различных экспериментах, например, по исследованию множественного рождения адронов на нуклонах и ядрах; процессов с рождением частицы, имеющей большой поперечный импульс ($p_{\perp} > 1$ ГэВ/с); изучению адронного сопровождения Ψ -частиц и димеонов. Необходимо отметить высокую надежность работы камеры во время эксплуатации. На рис. 5 приведена фотография $\bar{p}A$ -взаимодействия в пятиметровой стримерной камере.

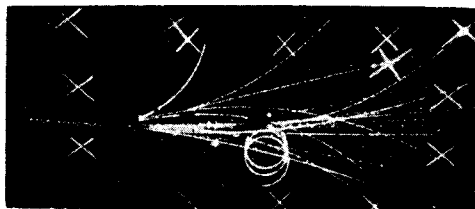


Рис. 5. Фотография взаимодействия $\bar{p}A$ в пятиметровой стримерной камере.

В четвертой главе приводится описание магнитного спектрометра РИСК, на котором изучались взаимодействия $\bar{p}A$ с импульсом 40 ГэВ/с с ядерными мишенями в стримерной камере в условиях 4π -геометрии с тонкими мишенями.

Чувствительный объем камеры просматривается восемью объективами (четыре стереопары), каждый из которых имеет двухкаскадный усилитель яркости, с регистрацией на четыре фотопленки.

Камера экспонировалась в несепарированном пучке отрицательно заряженных частиц со средним импульсом 40 ГэВ/с и разбросом $\Delta p/p \sim 1,5\%$ (состав пучка: $\bar{p} : K^- : \bar{p} = 100 : 1,8 : 0,3$). Антипротоны выделялись из пучка с помощью трех пороговых счетчиков. Примесь \bar{p}, K^- -мезонов в триггере составляла $< 1\%$. Вдоль пучка в камере помещались мишени из Li, C, S, Cu, CsI, Pb, всего 11 мишеней. Полная толщина всех мишеней составляла 11,6% длины поглощения для \bar{p} .

Обработка событий проводилась следующим образом: для каждого полученного события определялось полное число отрицательно и положительно заряженных вторичных частиц (n^- и n^+). С помощью соответствующего шаблона определялось также число медленных частиц с импульсом ≤ 500 МэВ/с, n_{sl}^- и n_{sl}^+ . Кроме того, регистрировались "черные" треки n_{bl}^+ .

Средние величины полученных множественностей корректировались на конверсию γ -квантов от \bar{p} -распада, на вторичные взаимодействия заряженных частиц в мишенях и на V^0 -распад вблизи точки взаимодейст-

вия. Поправки в средних множественностях отрицательно заряженных частиц для C- и Pb-мишеней составляют ~ 4% и ~ 8% соответственно.

Числа проанализированных событий \bar{p} -взаимодействий с ядрами (полученные после трехкратного просмотра) приведены в таблице I.

Таблица I

	Li	C	S	Cu	CsI	Pb
A	7	12	32	64	130	207
Число событий	574	578	554	445	538	495

На рис. 6 приведена зависимость нормированной множественности $R_A = \langle n \rangle_{\bar{p}A} / \langle n \rangle_{\bar{p}p}$ (где $\langle n \rangle_{\bar{p}A}$ и $\langle n \rangle_{\bar{p}p}$ - средние множественности частиц на ядерной и водородной мишенях) в зависимости от массового числа ядра-мишени (A). Экспериментальные точки аппроксимируются линейной зависимостью $R = a + b\bar{y}$, где $\bar{y} = A\sigma_{\bar{p}p} / \sigma_{\bar{p}A} - A^{2/3}$ (\bar{y} - обычно интерпретируется как среднее число неупругих соударений адронов в ядре) - полученные значения для $a = 0,79 \pm 0,06$ и $b = 0,43 \pm 0,05$.

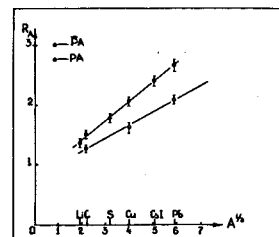


Рис. 6. Зависимость R_A ($\bar{p}A$ и pA) от $A^{1/3}$: ● - $\bar{p}A$, ○ - pA .

Из рис. 6 видно, что величина R_A растет с увеличением массового числа ядра-мишени, однако даже для тяжелых ядер (Pb) величина R_A не превышает ~ 2,7. Этот факт не противоречит аддитивной кварковой модели. Действительно, так как число составляющих кварков в налетающем антипротоне ограничено (3), то отсюда следует (без учета ядерного каскада) ограничение на величину $R_A \leq 3$.

На рис. 6 приведены также данные о pA -взаимодействиях при энергии 50 ГэВ (J. E. Elias et al. Prepr. Fermilab-PUB-79/47-Exp. 7185, 178, 1979). Средняя множественность вторичных частиц, образованных в $\bar{p}A$ -взаимодействиях больше, чем образованных в pA -взаимодействиях, причем разница $R_A(\bar{p}A) - R_A(pA)$ увеличивается с ростом массового числа ядра-мишени.

На рис. 7 приведена зависимость нормированной множественности R^- - для $\langle n^- \rangle$ и R^+ для $\langle n^+ - n_{sl}^+ \rangle$ от \bar{y} . Соответствующие значения коэффициентов a и b следующие:

$$\bar{\alpha} = 0,94 \pm 0,05; \quad \bar{\beta} = 0,23 \pm 0,03;$$

$$\alpha^+ = 0,67 \pm 0,07; \quad \beta^+ = 0,65 \pm 0,03.$$

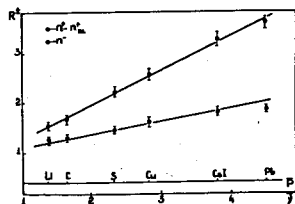


Рис. 7. Зависимости нормированных множественностей отрицательно (R^-) и положительно (R^+) заряженных частиц от параметра A : $\bullet - R^+$, $\circ - R^-$.

Как видно из рис. 7, R^+ растет с ростом атомного номера мишени быстрее, чем R^- , что указывает на наличие избытка положительных вторичных частиц (с вычетом идентифицированных протонов с импульсом ≤ 500 МэВ/с). Для величины $R^+ - R^- = \Delta R$ получена эмпирическая формула $\Delta R = A^{1/6} - 1$, описывающая рост избытка вторичных положительных частиц при взаимодействии \bar{p} с легкими и средними ядрами. Наличие ΔR в адрон-ядерных взаимодействиях пока не имеет соответствующего теоретического описания.

Из анализа экспериментальных данных наблюдается существенная разница в зависимости между поведением отношения моментов $D/\langle n \rangle$ (где $D = \sqrt{\langle n^2 \rangle - \langle n \rangle^2}$) от числа нуклонов в ядре для быстрых отрицательных частиц и для медленных вторичных заряженных частиц. Отношение моментов $D/\langle n \rangle \sim 0,5$ и почти не зависит от A , в то время как для идентифицированных протонов (с импульсом меньше 500 МэВ/с) значения $D^+/\langle n^+ \rangle$ и $D^-/\langle n^- \rangle$ быстро уменьшаются с ростом A . Эти факты могут быть объяснены на основе следующего предположения. Время формирования вторичных частиц $t_c = \frac{K}{M}$, где K - импульс вторичных частиц, а M - характеристическая масса. Отсюда следует, что быстрые частицы формируются вне ядра и поэтому величина $D/\langle n \rangle$ не зависит от A , а медленные частицы успевают сформироваться внутри ядра и каскадируют, что приводит к зависимости величины $D/\langle n \rangle$ от A .

В заключении приводятся основные результаты, полученные в диссертации:

1. Проведено дальнейшее развитие методики широкоазорных искровых камер. Предложена и осуществлена новая схема питания камер от одного генератора, содержащая двойную формирующую линию, показана возможность создания камер-мишени и стримерных камер большой глубины. Впервые количественно исследован коэффициент затухания ($\mathcal{A} = 2,5 \cdot 10^{-3}$) высоковольтного импульса в полосковых линиях, который является опре-

деляющим параметром при создании протяженных искровых и стримерных камер. Показана возможность использования электродов из металлической сетки.

2. Создана стримерная камера, позволяющая использовать различные благородные газы и водород. Экспериментально определена концентрация N_{SF_6} (7×10^{13} см³), необходимая для работы стримерной камеры в пучках $\sim 10^6$ частиц/с как без магнитного поля, так и в магнитном поле.

3. Разработана и создана пятиметровая стримерная камера с непрерывным чувствительным объемом - один из основных модулей спектрометра РИСК.

4. Впервые получены экспериментальные данные по множественности адронов во взаимодействиях антипротонов с ядрами (Li, C, S, Cu, Ca, Pb) при энергии 40 ГэВ.

5. Анализ экспериментальных данных показал, что:

- рост множественности вторичных адронов от A обусловлен в основном вкладом положительных частиц. Получена эмпирическая формула, описывающая рост избытка вторичных положительных частиц при взаимодействии \bar{p} с легкими и средними ядрами;

- средние числа идентифицированных протонов (с импульсом меньше 500 МэВ/с) растут с увеличением A ($\langle n_{p1}^+ \rangle = \mathcal{A} A^\alpha$, где $\alpha = 0,69 \pm 0,07$);

- отношение моментов $D/\langle n \rangle$ почти не зависит от A для быстрых вторичных частиц. В то время как соответствующие отношения для идентифицированных протонов ($P \leq 500$ МэВ/с) и медленных отрицательных частиц уменьшаются с ростом A , что может быть обусловлено развитием ядерного каскада только для медленных частиц;

- средняя множественность адронов в $\bar{p}A$ -взаимодействиях выше, чем в pA -взаимодействиях. При этом разница $n(\bar{p}A) - n(pA)$ с ростом A увеличивается;

- Полученные экспериментальные данные качественно согласуются с предсказаниями аддитивной кварковой модели.

Публикации

1. В.А. Михайлов, В.Г. Мацаберидзе, Т.А. Ломтадзе, А.В. Стругалина. "Исследование широкоазорной искровой камеры с сетчатыми электродами". ПТЭ № 5, 48, 1973.
2. Т.А. Ломтадзе, В.А. Михайлов. "Использование двойной формирующей линии для питания симметричной стримерной камеры". ПТЭ № 5, 101, 1975.

3. Т.А.Ломтадзе, В.А.Михайлов. "Экспериментальное исследование затухания высоковольтного импульса в протяженной несимметричной полосковой линии. Процессы множественной генерации при высоких энергиях". Изд. "Мецниереба", Тбилиси, 1979.
4. V.A.Mikhailov and T.A.Lomtadze. "The use of a planar three-electrode Blumlein line for the supply of symmetric streamer chambers". Nucl. Instr. and Meth., 130, 61, 1975.
5. A.K.Javrishvili, T.A.Lomtadze, Z.Sh.Mandjavidze, A.J.Kharchilava, and A.Y.Shtaerman. "A five meter long streamer chamber". Nucl. Instr. and Meth., 177, 381, 1980.
6. А.К.Джавришвили, Т.А.Ломтадзе, З.Ш.Манджавидзе, А.И.Харчилава, А.Ю.Штаерман. "Пятиметровая стримерная камера", ПТЭ № 6, 37, 1981.
7. Г.Бом, Г.Беттхер, И.Галым, У.Генш, Г.Г.Кауфман, П.Костка, В.Ломанн, Р.Ляйсте, Т.Науманн, Д.Позе, Х.Ролофф, Х.Том, К.Шпиринг, У.Хардер, В.Фрибель, -Институт физики высоких энергий, Берлин, ГДР. Т.Гемеш, Л.Джоши, Ш.Красновски, Д.Пинтер, И.Шпитцер - Центральный институт физических исследований, Будапешт, ВНР. Р.Домбровски, Я.Закшевски, М.Ижицки, М.Кудла, С.Маевоки - Институт экспериментальной физики Варшавского университета, Варшава, ПНР. В.Доминик - Институт ядерных исследований, Варшава, ПНР. А.Яколковски - Педагогический институт, Варшава, ПНР. Е.М.Андреев, А.В.Банников, Я.Бер, Х.Бервольф, И.Вагнер, Л.С.Вертоградов, Ю.Бер, С.Внскочил, Я.Гаевски, К.-П.Гласнек, Я.В.Гришкевич, Э.Денеш, А.Дерлики, П.Завада, Ю.Кальтвассер, А.Китвареди, З.В.Крумштейн, А.Майер, Ю.П.Мереков, З.Михайи, Ю.Надь, И.Немет, В.И.Петрухин, К.Пишка, В.Пфлугбайль, Я.Седлак, В.В.Токменин, Л.Г.Ткачев, В.Фалькенберг, Е.Федорович, Н.Н.Хованский, Б.А.Хоменко, З.Цисек, К.Шафарик, А.Швинд, Г.А.Шелков, Х.Ю.Шрайбер - Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, СССР. М.Малы - Физический институт ЧСАН, Прага, ЧССР. В.Н.Пенев - Институт ядерных исследований и ядерной энергетики, София, НРБ. Н.И.Атанелишвили, А.К.Джавришвили, А.Б.Иванова, Э.Ш.Иорамашвили, Т.А.Ломтадзе, З.Ш.Манджавидзе, А.А.Раздольская, Н.Н.Ройнишвили, А.И.Харчилава, Л.В.Шаламберидзе - Институт физики АН ГССР, Тбилиси, ГССР. Сотрудничество РИСК. "Множественность заряженных частиц, рожденных в соударениях $\overline{J/\psi}$ - и K^- - мезонов с ядрами в стримерной камере при 40 ГэВ/с. ЯФ, т. 35, вып. 3, 700, 1982.
8. "Charged Particle multiplicities in $\overline{J/\psi}$, K^- and \bar{p} interaction with nuclei in a streamer chamber at 40 GeV/c. RISK-Collaboration. Intern. Conf. of High Energy Physics 5D, 57, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 декабря 1982 года.