

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

13-96-35

На правах рукописи
УДК 539.1.074.2
539.1.074.23
539.1.08

Т-65

ТРАВКИН

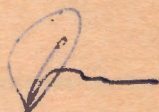
Владимир Иванович

РАЗРАБОТКА ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ДЕТЕКТОРОВ
И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
В ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ
НА УСТАНОВКЕ СИГМА-АЯКС

Специальность: 01.04.01 — техника физического
эксперимента, физика приборов,
автоматизация физических исследований

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Дубна 1996



Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем
Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук

Антипов Ю. М.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук

Селиванов В. И.

доктор физико-математических наук,

профессор

Тяпкин А. А.

Ведущая организация: Московский инженерно-физический институт

Защита диссертации состоится " " 1996г.

в часов на заседании диссертационного совета Д-047,01.03
Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных
исследований, г. Дубна Московской обл.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ

Автореферат разослан " " 1996г.

Ученый секретарь диссертационного совета


В. А. Батусов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

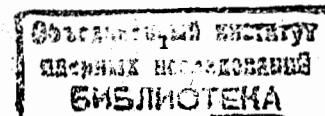
Актуальность проблемы. Газоразрядные детекторы являются сегодня одним из наиболее распространенных приборов современного эксперимента в физике ядра и физике элементарных частиц. Цилиндрические газоразрядные детекторы в связи с достижением предельных точностей и высокой эффективности стали в последние годы самыми предпочтительными устройствами для регистрации рассеянных частиц в 4π -геометрии.

В предлагаемом труде содержатся результаты исследований по двум направлениям: с одной стороны показана перспективность использования идей и предложений применительно к разработанным устройствам и технологиям, с другой стороны, исследования детектора с опорным элементом из пенополиуретана, покрытого слоем эпоксидного компаунда, открывают новые возможности создания более технологичных вершинных детекторов с высокой точностью зазора анод-катод, более простыми в изготовлении и удобными в эксплуатации.

В диссертации автором представлена разработка газоразрядного цилиндрического вершинного детектора, использованного в установке СИГМА-АЯКС на ускорителе У-70 для решения актуальной экспериментальной задачи по изучению дифференциальных сечений упругого рассеяния π^- - и K^- - мезонов на протонах на новом уровне статистической точности.

Цель работы:

- разработка пропорционального счетчика высокого давления для детектирования γ -квантов и экспериментальной проверки способа натяжения анодной проволоки;
- разработка технологичной конструкции вершинного детектора с малым количеством вещества (не более 2 г/см^2) для изучения упругого рассеяния π^- - и K^- - мезонов на протонах при импульсе 43 ГэВ/с ;
- создание модернизированной установки СИГМА-АЯКС с целью проведения эксперимента по исследованию π^-p - и K^-p - рассеяния в диапазоне передач $0,2 < |t| < 1,4 \text{ (ГэВ/с)}^2$



Новизна работы.

Экспериментально показано улучшение энергетического разрешения пропорционального счетчика высокого давления в газовой смеси Ar и 0,5%Xe

Представлен новый высокотехнологичный метод изготовления цилиндрических газоразрядных детекторов с количеством вещества на пути частиц $\approx 0,2 \text{ г/см}^2$, позволивший создать в сжатые сроки надежный и удобный в эксплуатации вершинный детектор в СГС-режиме, с количеством вещества не более 2 г/см^2 , с высокой эффективностью регистрации заряженных частиц $\approx 98\%$. Технологическая точность зазора анод-катод почти в 3 раза превышает точность, достигнутую при изготовлении мировых образцов. Этот метод защищен авторским свидетельством как способ изготовления цилиндрической камеры с индукционным съемом информации.

В процессе подготовки и создания цилиндрического вершинного детектора проведены следующие исследования и получены новые результаты:

-разработана и изготовлена цилиндрическая камера на основе пенопласта с индукционным катодом в виде колец-проволок;

-разработана и изготовлена цилиндрическая камера на основе пенополиуретана с регулировкой натяжения проволочных электродов и одновременным закреплением опорного элемента, анодных и катодных проволок на едином фланце;

-разработана серия цилиндрических камер разного диаметра на основе пенополиуретана с индукционными катодами в виде полосок-стрипов, выполненных токопроводящей краской с последующей полировкой.

Практическая ценность.

В процессе проведенных исследований показано, что добавка $\approx 0,5\% \text{ Xe}$ к Ar при высоких давлениях позволила регистрировать γ -кванты с лучшим энергетическим разрешением, этот эффект использован также при создании нейтринных детекторов.

Разработанная и изготовленная автором цилиндрическая камера была использована в физическом эксперименте на установке СИГМА-АЯКС по исследованию упругого рассеяния π^- и K^- -мезонов на протонах при импульсе 43 ГэВ/с, выполненном на ускорителе ИФВЭ г.Протвино. В течение 1 года было создано 6 цилиндрических камер

методом "одной установки на токарном станке" с новыми способами изготовления индукционного катода, с регулировкой натяжения электродных проволок, удобных в эксплуатации и работающих в СГС-режиме.

В диссертации показана перспективность создания методики изготовления цилиндрических камер с различным количеством вещества на пути рассеянных частиц в зависимости от требований физического эксперимента. Предложенная методика позволяет создавать технологичные цилиндрические камеры с минимальным количеством вещества на пути рассеянных частиц, практически определяемым только наличием проволочных электродов в цилиндрической камере, а также для работы их в пропорциональном режиме.

Автор защищает:

1. Существенное улучшение энергетического разрешения пропорционального счетчика высокого давления в смеси Ar и Xe;
2. Результаты исследований, связанные с разработкой и созданием газоразрядного цилиндрического вершинного детектора, позволившие модернизировать экспериментальную установку СИГМА-АЯКС и провести на ней эксперимент по изучению упругого рассеяния π^- и K^- -мезонов на протонах.

Исследования выполнялись по следующим этапам:

- 1) разработка цилиндрической камеры на основе пенопласта с индукционным катодом в виде колец-проволок;
- 2) разработка и внедрение способа изготовления цилиндрической камеры на основе пенополиуретана:
 - с одной установки на токарном станке,
 - с регулировкой натяжения проволочных электродов,
 - с закреплением опорного элемента, анодных и катодных проволок на одном конструкционном фланце.
- 3) разработка серии цилиндрических камер разного диаметра на основе пенополиуретана с индукционными катодами в виде полосок-стрипов, выполненных токопроводящей краской с последующей полировкой.

Апробация работы.

Достигнутые результаты диссертационной работы представлялись на конференциях, на научных семинарах ЛЯП, ОИЯИ, ИФВЭ г. Серпухов.

Авторские работы по цилиндрическим камерам подтверждены актами об использовании в патентных отделах ИФВЭ и ОИЯИ.

Публикации.

В диссертации обобщены данные исследований, выполненных автором в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ в период 1978-1989г. Основные результаты опубликованы в пяти работах - в журналах ПТЭ и в изданиях ОИЯИ /1-5/.

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка цитируемой литературы, включающего 57 наименований. Объем диссертации 111 страниц, включая 39 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Во введении сформулированы основные цели работы, анализируются актуальные проблемы и задачи, а также новые подходы при создании цилиндрического вершинного детектора для установки СИГМА-АЯКС, защищаемые автором. Изложена структура диссертации.

В первой главе сформулированы физические и технические требования к вершинному детектору с целью использования его в эксперименте по исследованию упругого рассеяния π^- и K^- -мезонов на протонах при импульсе 43 ГэВ/с в диапазоне передач импульсов $0,2 < |t| < 1,4(\text{ГэВ/с})^2$. В сжатой форме дан исторический анализ состояния дел и проблем в области исследований и применений цилиндрических камер, лучшие конструктивные решения которых были использованы автором при разработке цилиндрических камер для установки СИГМА-АЯКС. Раздел заканчивается кратким анализом современных тенденций в создании цилиндрических детекторов.

Вторая глава посвящена исследованиям пропорционального счетчика высокого давления. В результате измерений получено лучшее энергетическое разрешение пропорционального счетчика $\approx 6\%$ при регистрации γ -квантов на линии 59,6 КэВ в газовой смеси аргона с добавкой 0,5% ксенона. Использованный метод натяжения проволок был развит при создании цилиндрических камер.

В третьей главе представлена разработка прототипа цилиндрической камеры на основе пенопласта с целью оптимизации технологии изготовления вершинного детектора для проведения физических экспериментов на установке СИГМА-АЯКС.

Были проведены специальные исследования влияния паров воды и метилала на размеры пенополиуретановых (ППУ) деталей. Брусок из ППУ, помещенный в пары воды при 100% влажности, увеличивал свои размеры на 0,5% за 10 часов и затем размер стабилизировался, после извлечения бруска на открытый воздух он приблизительно за такое же время восстанавливал свои размеры. Помещение бруска ППУ размером $135 \times 20 \times 12 \text{ мм}^3$ в атмосферу сухого воздуха приводило к сокращению его размеров на 0,25%. После извлечения бруска на открытый воздух он восстанавливал свои размеры. Образец из ППУ, помещенный в атмосферу рабочего газа (аргон, метан и метилал в соотношении 50%, 33%, 17%) не менял своих размеров в пределах 0,05% в течение 3-х недель.

В результате проведенных исследований был сделан вывод, что при разработке цилиндрических камер можно использовать пенопластовые и пенополиуретановые трубы в качестве опорного элемента с изготовлением индукционного катода в виде проволочных колец на поверхности опорного элемента. Камеру следует изготавливать известным в механике методом, с одной установки на токарном станке, не применявшимся в методике производства цилиндрических камер, что в несколько раз повышает точность зазора анод-катод и, поэтому делает его перспективным при создании, например, дрейфовых камер. Метод позволяет изготавливать цилиндрическую камеру с минимальным количеством вещества, практически определяемым материалом электродных проволок.

В четвертой главе представлена цилиндрическая двухкоординатная камера с опорным элементом из пенополиуретана плотностью $\rho = 0,2 \text{ г/см}^3$ диаметром 126 мм с длиной чувствительного слоя 600мм. Пенополиуретан (ППУ) позволял отливать цилиндры, которые легко обрабатывались, что обеспечило высокую точность изготовления камеры с одной установки на токарном станке, для чего потребовалась разработка специального фланца для крепления анодных и катодных проволок. В этой главе представлены разработанный автором более технологичный способ регулировки натяжения анодных и катодных проволок по сравнению с натяжением с помощью пружины, исследования упругих свойств (ППУ) и электростатический расчет анодной поверхности сигнальных проволок. Камера работала в самогасящемся стримерном режиме (СГС) с индукционным съемом

информации. Конструкция камеры, показанная на Рис. 1, обеспечивала определение θ и φ координат.

В качестве опорного элемента (1) камеры использовалась пенополиуретановая труба. К торцам трубы длиной 600 мм, толщиной 6,5 мм, и с наружным диаметром 126 мм прикреплялись два стеклотекстолитовых фланца. Один из них (2) прикреплен к трубе эпоксидной смолой, другой (3) подвижен, и его положение можно менять с помощью винтов (4). Тем самым можно было корректировать натяжение проволочек в случае усадки трубы. На поверхность трубы был нанесен слой эпоксидного компаунда толщиной 0,5 мм. По периметру трубы, как и в первом варианте, сделаны канавки и в них уложены кольца (5) из медной луженой проволоки \varnothing 0,25 мм. Кольца

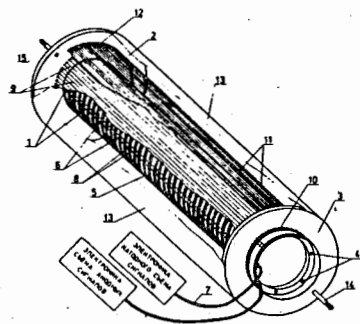


Рис. 1. Цилиндрическая двухкоординатная (СГС) - камера на основе пенополиуретана.

распаяны на плате (6) из фольгированного стеклотекстолита размером $600 \times 10 \times 1$ мм³. Плата с предварительно запаянными, скрученными парами проводов (7) для вывода сигналов вклеена в паз. Четыре кольца, соединенные между собой, образовывали стрип (8), с которого снимался сигнал для определения продольной координаты трека. Совокупность стрипов на поверхности цилиндра образовывала внутренний катод. На расстоянии 7,55 мм от него были натянуты анодные проволочки (9) \varnothing 50 мкм из бериллиевой бронзы, 64 анодные проволочки припаяны к платам (10) из фольгированного стеклотекстолита с шагом $8 \pm 0,01$ мм. Номер сработавшей проволочки

и время дрейфа электронов до нее давали азимутальную координату трека. На расстоянии 8,45 мм от анодных проволочек расположен внешний катод (11), представляющий собой 248 проволочек \varnothing 100 мкм из бериллиевой бронзы, распаянных на платах (12) из фольгированного стеклотекстолита с шагом $2 \pm 0,05$ мм. Радиусы расположения анодных R_a и катодных R_{k1}, R_{k2} проволочек рассчитывались из условия нахождения анодной проволочной поверхности в

электростатическом равновесии $R_a = \sqrt{R_{k1} R_{k2}}$. Упругие свойства пенополиуретана и пенопласта исследовались с трубами внешним диаметром 130 мм, толщиной 7 мм и длиной 550 мм. Результаты представлены на Рис. 2. После длительной нагрузки [375 кг в течение 6 суток] трубы

[кривая 1 - пенопласт, 2 - (ППУ)] дали примерно равную усадку на $\approx 1,25\%$. В этой связи в конструкции камеры была предусмотрена регулировка натяжения проволочек.

Камера испытывалась с помощью радиоактивного источника и на пучке ускорителя ИФВЭ г. Протвино. Схема измерений и набор стандартных блоков электроники были разработаны учеными ОИЯИ

г. Дубна и ИФВЭ. Анодный профиль пучка строился в зависимости от номеров сработавших проволочек.

Сигналы со стрипов подвергались амплитудному анализу для определения координаты стримера вдоль анодной проволочки.

Основным результатом работы, описанной в этой главе является создание методики производства цилиндрической камеры на основе пенополиуретана, покрытого слоем эпоксидного компаунда с количеством вещества $\approx 0,15$ г/см². Полученная точность зазора анод-катод и точность шага анодных проволочек составили $\pm 0,05$ мм (что соответствует точности станка). Измерения зазора индикатором и шага микроскопом показали, что получена точность зазора -

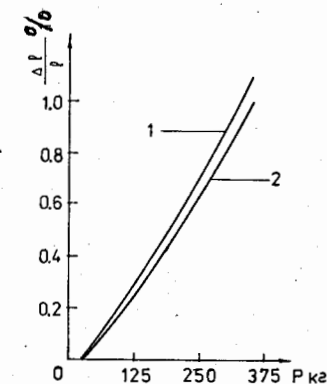


Рис. 2. Зависимость усадки от осевой нагрузки.

$\pm 0,02\text{мм}$, точность шага - $\pm 0,01\text{мм}$.

Полученные точности обеспечивают надежность эксплуатации и транспортировки. Исследования упругих свойств пенополиуретана подтвердили перспективность использования его при создании цилиндрических камер.

Пятая глава посвящена созданию вершинного детектора, состоящего из 4-х цилиндрических камер на основе пенополиуретана. Изготовленная серия цилиндрических камер с разными диаметрами отличается от предыдущих новой авторской разработкой индукционного катода на основе токопроводящей краски с последующей полировкой.

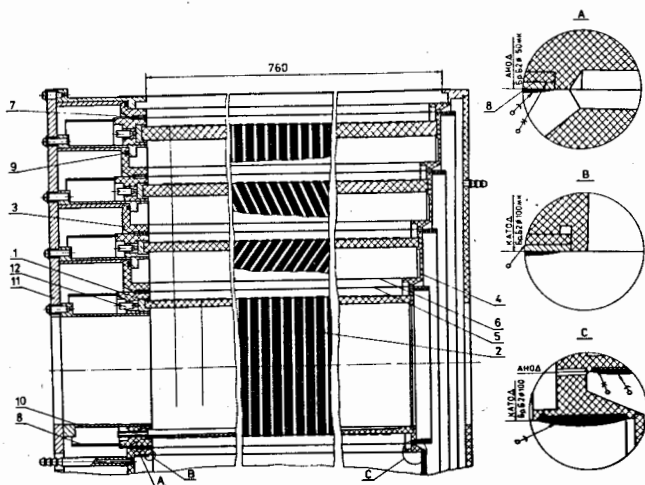


Рис. 3 Вершинный детектор из 4-х проволочных цилиндрических камер.

Каждая камера работала в самогасящемся стримерном режиме и позволяла регистрировать три координаты частицы (по номеру сработавшей анодной проволоки, по распределению заряда наведенного на катоде и по радиусу расположения чувствительного слоя.

Вершинный детектор был предназначен для дальнейших экспериментов по измерению частиц отдачи с количеством вещества не более $1,5 \text{ Г/см}^2$ на пути рассеянных частиц. При разработке технологии и конструкции важно было сделать в сжатые сроки

детектор удобным в эксплуатации, то есть быстро разбираемым, ремонтируемым и собираемым, так как общим недостатком любых проволочных камер является обрыв тонких проволок или их ослабление в результате деформаций. Время на разборку, замену нескольких проволочек и сборку 4-х камер составляло около 4 часов.

На рис.3 показано: (1)-опорный элемент из пенополиуретана, (2)-полоски-стрипы, (3), (4)-кольца-фланцы, (5)-аноды, (6)-катоды, (7)-отверстия, (8)-плата, (9)-резиновый жгут, (10)-соединительные фланцы, (11)-монтажная плата, (12)-регулирующие винты.

Вершинный детектор представлял собой конструкцию из 4-х цилиндрических камер, вставленных друг в друга по принципу "матрешки". Каждая камера была изготовлена с опорным элементом (1) из пенополиуретана методом вспенивания в специально разработанных прессформах. На поверхность труб был нанесен тонкий слой ($0,5\text{мм}$) эпоксидного компаунда, который был покрашен токопроводящей краской. Токопроводящая краска после высыхания прокатывалась стальным шариком (полировка) для выравнивания сопротивления полосок-стрипов (2) прорезанных по периметру трубы. Совокупность полосок-стрипов представляла собой индукционный катод. В первой и четвертой камерах полоски-стрипы наносились перпендикулярно оси пучка, а во второй и третьей камерах - по винтовой линии с шагом 40 мм . Вторая камера сделана с левым заходом, а третья - с правым для упрощения распознавания многотрековых событий. Ширина полосок-стрипов 7мм , сопротивление $50-100 \text{ Ом}$. По торцам пенополиуретановых труб были закреплены стеклотекстолитовые кольца-фланцы (3) и (4), на которых удерживались проволочные аноды (5) и катоды (6). Конструкция камер обеспечивала регулировку натяжения анодных и катодных проволок в пределах 10 мм . Каждая из четырех камер, заключенная в герметичный кожух, может быть использована как отдельный трековый детектор. Параметры камер приведены в таблице 1.

Следует отметить, что авторский метод полировки токопроводящей краски оказался перспективным и был исследован, и успешно применен в дальнейшем при создании установки ДЕЛФИ. Полировка позволила уменьшить темновой ток, а значит и уменьшить количество "брака" в 7 раз.

В условиях приближенных к эксперименту камеры испытывались с радиоактивным источником и на пучке π^- -мезонов и мюонов с энергией 40 ГэВ на ускорителе У-70. Эффективности камер к треку при рабочих

Таблица 1. Общие параметры камер.

№	Камеры	K1	K2	K3	K4
1.	Рабочая длина ППУ трубы, мм	791	799	807	815
2.	Чувствительная длина камер, мм	640	640	720	720
3.	Диаметр анода, мм	143,3	247,5	355	461
4.	Диаметр индукционного катода, мм	127	231	338	445
5.	Диаметр внешнего катода, мм	159	263	370,3	476,68
6.	Измеренная по опорам точность зазора не хуже, мм	0,02	0,02	0,2	0,05
7.	Число анодных проволок	64	96	160	192
8.	Число проволок внешнего катода	249	413	581	748
9.	Число стрипов	80	80	90	90
10.	Шаг стрипов, мм	8	8	8	8
11.	Толщина анодных проволок, мм	0,05	0,05	0,05	0,05
12.	Толщина катодных проволок, мм	0,1	0,1	0,1	0,1
13.	Толщина ППУ трубы, мм	6,75	7,75	10,4	12,57

напряжениях имели следующие значения:

XZ(аноды): 1к - 98,2%, 2к - 97,2%, 3к - 94,1%, 4к - 97,0%;

YZ(стрипы): 1к - 98,1%, 2к - 98,0%, 3к - 92,5%, 4к - 96,0%.

Значения среднеквадратичных отклонений распределений по стрипам равны 0,30 - 0,35 мм при угле между осью камеры и пучком 60° .

Представленные исследования были использованы при проектировании установки СИГМА-АЯКС, предназначенной в частности для изучения упругого рассеяния π^- и K^- - мезонов на протонах при импульсе 43 ГэВ/с, в которую была включена разработанная автором цилиндрическая камера. Используемая в эксперименте аппаратура и уровень набранной статистики, превышающий мировую, позволили определить дифференциальные сечения упругого рассеяния в диапазоне передач $0,2 < |t| < 1,4$ (ГэВ/с)².

Заключение.

Настоящая диссертация написана на основе работ^{1-5/}, выполненных в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ и на ускорителе ИФВЭ в период с 1978 по 1989 г.

В результате получены следующие методические результаты:

1. Впервые была создана автором и отработана технология изготовления цилиндрических камер на основе пенополиуретановой трубы, покрытой слоем эпоксидного компаунда. Эта технология позволяет значительно сократить сроки подготовки и проведения физического эксперимента. Технология изготовления подобных цилиндрических камер перспективна при создании дрейфовых и пропорциональных камер, так как обеспечивает высокую точность зазора анод катод.

2. Способ изготовления цилиндрической камеры с индукционным съёмом информации защищен авторским свидетельством.

3. Спроектирована и изготовлена цилиндрическая проволочная камера на основе пенопласта: длина чувствительного слоя 190 мм, диаметр индукционного катода \varnothing 90 мм, измерены основные характеристики этой камеры.

4. Спроектирована автором и изготовлена цилиндрическая камера с индукционным съёмом информации. Длина чувствительного слоя 600мм, наружный диаметр индукционного катода 126мм., который представляет собой набор колец-проволок на поверхности пенополиуретановой трубы.

5. Разработана автором методика изготовления вершинных детекторов, на основе цилиндрических камер со стриповым съёмом информации, опорными элементами которых служат пенополиуретановые трубы, покрытые слоем эпоксидного компаунда. Изготовленный вершинный детектор из 4-х цилиндрических камер имеет количество вещества на пути частиц $\approx 1,5$ г/см².

6. Проведены исследования прочностных, эксплуатационных и рабочих характеристик цилиндрических камер (эффективности регистрации и распределение зарядов по стрипам).

7. Проведены экспериментальные исследования влияния нагрузки и влажности на размеры пенополиуретана.

8. Проведены исследования пропорциональных счетчиков высокого давления, и получено, что добавка 0,5% ксенона Xe к аргону Ar

улучшает разрешение пропорционального счетчика с 12% до 6,2% при облучении счетчика гамма - квантами от источника ^{241}Am на линии 59,6 КэВ.

9. В процессе проведенных исследований автором предложены следующие новые технические решения в методике производства цилиндрических камер:

- 1) изготовление цилиндрической камеры на основе пенополиуретана, покрытого слоем эпоксидного компаунда,
- 2) изготовление камеры с одной установки на токарном станке,
- 3) изготовление камеры с индукционным катодом в виде колец - проволоки на поверхности пенополиуретана,
- 4) изготовление камеры с индукционным катодом на основе токопроводящей краски с последующей полировкой,
- 5) разработка метода регулировки натяжения проволочных электродов,
- 6) разработка фланца, обеспечивающего крепление опорного элемента, анодных и катодных электродов с устройством регулировки анатяжения проволок в едином конструкционном элементе.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Додохов В.Х., Жуков В.А., Лазарев А.Б., Ноздрин А.А., Столупин В.А., Травкин В.И.
Характеристики пропорциональных счетчиков при высоких давлениях.
Препринт ОИЯИ, Р13-11869, Дубна, 1978.
2. Травкин В.И.
Способ изготовления цилиндрической камеры с индукционным съемом информации.
Авторское свидетельство № 1424626, приоритет от 31 марта 1986 г.
3. Вахтин В.Г., Травкин В.И.
Цилиндрическая многопровлочная двухкоординатная камера с опорным элементом из пенополиуретана
ПТЭ, № 1, с. 31, 1988.
Препринт ОИЯИ, Р13-86-813, Дубна, 1986.
4. Травкин В.И.
Конструкция вершинного детектора из четырех проволочных цилиндрических камер.

ПТЭ, № 5, с. 54, 1988;

Препринт ОИЯИ, Р13-86-817, Дубна, 1986.

5. Ю.М. Антипов, В.А. Батарин, В.А. Беззубов, Н.П. Буданов, Ю.П. Горин, Д.С. Денисов, О.В. Брошин, В.Г. Карташова, И.В. Котов, Ю.М. Мельник, А.И. Петрухин, С.А. Половников, Д.А. Стоянова, А.В. Вишневский, И.А. Голутвин, Ю.А. Ю.А. Горнушкин, В.Ю. Каржавин, П.А. Кулинич, Р.Лейтнер, Г.В. Мидельмахер, А.А. Ноздрин, А.Г. Ольшевский, А.А. Попов, С.Риманн, Я.Седлак, Д.А. Смолин, Р. Толедо, В.И. Травкин, В.С. Хабаров, Р.В. Пирцхалава, В.Н. Ройнишвили
Установка СИГМА-АЯКС для исследования упругого p -р и K -р рассеяния
Сообщение ОИЯИ Р1-89-202, Дубна 1989.

Рукопись поступила в издательский отдел

6 февраля 1996 года.