

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



13/x-75

A-154

13 - 8967

3954/2-75

В.Г.Аблеев, В.А.Арефьев, С.Г.Басиладзе, Г.Г.Воробьев,
Н.Н.Говорун, Л.Б.Голованов, Ю.В.Заневский, Л.С.Золин,
И.М.Иванченко, И.Ф.Колпаков, Ю.В.Куликов,
А.А.Номофилов, В.Д.Пешехонов, Н.М.Пискунов,
И.М.Ситник, В.А.Смирнов, Е.А.Строковский, Л.Н.Струнов,
Г.М.Сусова, А.С.Чвыров, В.И.Шаров

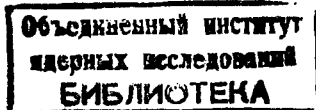
СИСТЕМА НА 2500 КАНАЛОВ
С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМИ И ДРЕЙФОВЫМИ
КАМЕРАМИ
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАССЕЯНИЯ АДРОНОВ

1975

В.Г.Аблеев, В.А.Арефьев, С.Г.Басиладзе, Г.Г.Воробьев,
Н.Н.Говорун, Л.Б.Голованов, Ю.В.Заневский, Л.С.Золин,
И.М.Иванченко, И.Ф.Колпаков, Ю.В.Куликов,
А.А.Номофилов, В.Д.Пешехонов, Н.М.Пискунов,
И.М.Ситник, В.А.Смирнов, Е.А.Строковский, Л.Н.Струнов,
Г.М.Сусова, А.С.Чвыров, В.И.Шаров

**СИСТЕМА НА 2500 КАНАЛОВ
С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМИ И ДРЕЙФОВЫМИ
КАМЕРАМИ
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАССЕЙНИЯ АДРОНОВ**

Доклад на Международном совещании по методике
проволочных камер, Дубна, 17-20 июня, 1975 г.



В последние 10 лет в исследованиях реакций адронов на выведенных вторичных пучках высоких энергий довольно интенсивно использовались on-line спектрометры со сцинтилляционными годоскопами /С.Г./ и, затем, искровыми камерами /И.К./^{1,2/}. Сейчас ясно, что совершенно необходимый дальнейший прогресс в таких исследованиях связан с заменой И.К. на пропорциональные /ПК/ и дрейфовые /Д.К./ камеры, что позволяет с учетом возможностей применяемых ЭВМ почти на два порядка повысить быстродействие установок /т.е. скорость набора статистики/ и, кроме того, значительно улучшить качество эксперимента по фоновым условиям, угловому и импульсному разрешению за счет повышения временного и координатного разрешения детекторов.

В настоящее время в ЛВЭ ОИЯИ создается установка "Альфа"^{13/} с П.К. и Д.К., работающая на линии с ЭВМ ЕС-1010, которая предназначена для исследования в широком диапазоне передач $1.10^{-3} \leq t \leq 5 \text{ ГэВ}^2/c^2$ на ускорителях Дубны и Серпухова бинарных реакций типа $ap \rightarrow ap$, $ap \rightarrow ap^*$, $pa \rightarrow pa^*$, $aa \rightarrow aa$, $\pi^{\pm} p \rightarrow \pi^{\pm} p$, $K^{\pm} p \rightarrow K^{\pm} p$ и т.п.

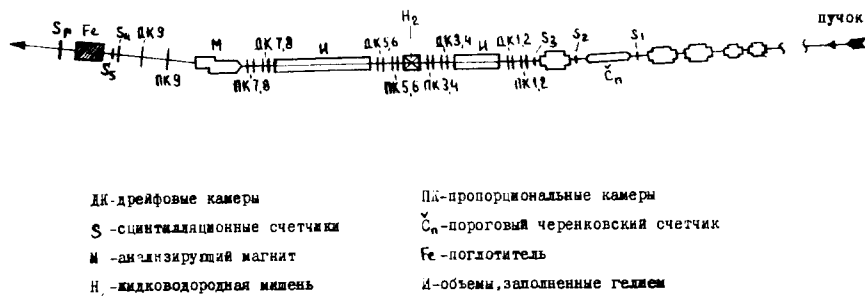
Схема таких измерений в диапазоне небольших t , включающем область кулон-ядерной интерференции^{3/}, аналогична применявшейся в ЛВЭ ОИЯИ прежде^{1,2/}. Отличие новой установки /рис. 1/ от прежней^{2/} состоит в замене И.К. /как координатных детекторов/ на П.К. и Д.К.; применявшаяся ранее аппаратура отбора событий рассеяния на малые углы /триггер, основанный на использовании газовых дифференциальных черенковских счетчиков^{4/} / заменена на более эффективную и универсальную систему с быстрым цифровым процессором, сопряженным с П.К.^{3,5/}. Принцип работы процессора основан на сравнении угла рассеяния θ с заданной кон-

стантой θ_0 : если $|\theta| < \theta_0$, то считается, что рассеяния не было, в таком случае информация с координатных детекторов в ЭВМ не направляется. Измерив в опытах с полной и пустой мишенями отношения числа событий с $|\theta| < \theta_0$ к числу мониторинговых частиц, падающих на мишень, можно определить полное сечение рассеяния классическим трансмиссионным методом в условиях весьма "хорошей геометрии", когда становятся практически не существенными пространственные и угловые размеры пучка и детекторов /параметры "эффективного пучка" определяются координатным и угловым разрешением системы/. Поправки, необходимые для корректного определения σ_{tot} из трансмиссионных измерений /эффекты кулоновского рассеяния и т.п./, находятся по информации, полученной в том же эксперименте, которая необходима для определения дифференциальных сечений /6/.

Общие характеристики установки /при $P_{нач} = 40 - 60$ ГэВ/с/:

- угловое разрешение $\Delta\theta \sim 10^{-4}$ рад;
- импульсное разрешение $\delta p/p \sim 10^{-3}$ /без учета импульсного разброса начального пучка/;
- скорость набора статистики /при интенсивности $\sim 10^5$ частиц/цикл на жидководородной мишени толщиной $\sim 3,5$ г/см²/ $\sim 10^6$ соб. за неделю экспозиции.

Новый комплекс аппаратуры позволит в одном эксперименте измерить с точностью $\sim 1\%$ абсолютные значения



ДК - дрейфовые камеры
 С - сцинтилляционные счетчики
 М - анализирующий магнит
 Н₂ - жидководородная мишень
 ПК - пропорциональные камеры
 С_н - пороговый черенковский счетчик
 Fe - поглотитель
 и - объемы, заполненные гелием

Рис. 1. Спектрометр для измерений дифференциальных сечений в области малых углов рассеяния адронов.

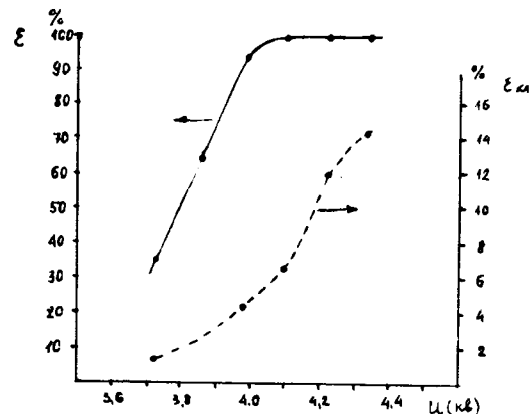


Рис. 2. Зависимости эффективности и доли "кластеров" от напряжения высоковольтного питания пропорциональной камеры размером 150x150 мм², полученные на пучке π-мезонов. Газовая смесь: Ar - 70%, CO₂ - 30%; длительность строба - 70 нс.

дифференциальных сечений упругого $ap-$, $(\pi^{\pm} p, K^{\pm} p)$ - рассеяния в области кулон-ядерной интерференции и дифракционного конуса /откуда можно определить основные характеристики рассеяния: параметр наклона конуса, вещественную и мнимую части ядерной амплитуды/ и, кроме того, независимым трансмиссионным способом измерить полные сечения.

В установке используются следующие камеры.

Пропорциональные камеры

а/ ПК 150x150 мм², шаг намотки 2 мм, типичная характеристика ПК показана на рис. 2, электроника регистрации описана в работе /5/. Эти камеры сопряжены с цифровым процессором /5/, рис. 3 иллюстрирует работу процессора.

б/ ПК 350x200 мм² и ПК 900x300 мм², с шагом намотки 2 мм, используются для координатных измерений. Передача данных осуществляется по телефонному кабелю. Камеры и регистрирующая электроника описаны в работах /7,8/. Характеристики ПК показаны на рис. 4.

Рис. 3а. Угловое распределение π -мезонов, рассеянных на мишени /процессор выключен/.

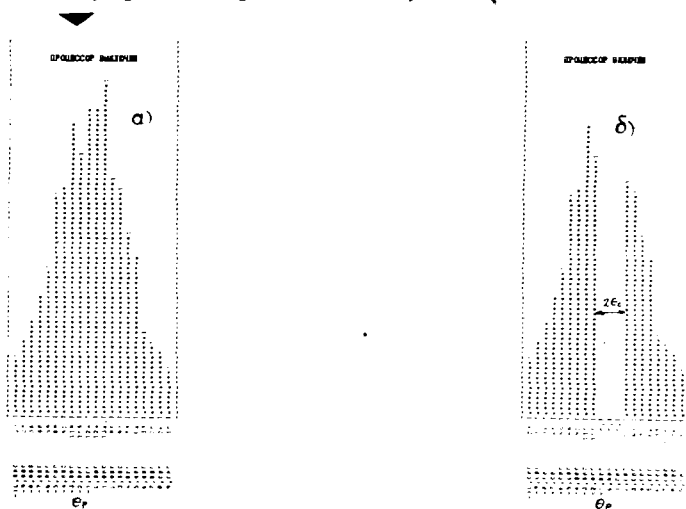


Рис. 3б. Угловое распределение π -мезонов, рассеянных на мишени /процессор включен/.

Дрейфовые камеры /9-11/

Общее число каналов ~ 50 , шаг между сигнальной и потенциальной проволочками 24 мм, электроника регистрации /11/ обеспечивает координатную точность $\leq 0,1$ мм. Роль Д.К., с помощью которых проводятся прецизионные координатные измерения, особенно важна в исследовании рассеяния при значениях $t \sim 10^{-3} \text{ ГэВ}^2/c^2$, где необходимо высокое угловое разрешение. Большое количество каналов координатно-временной информации и блоков логической электроники требует автоматизации как процессов настройки аппаратуры, так и соответствующих контрольных измерений на пучке, которые в прецизионных опытах проводятся практически одновременно с накоплением рабочей статистики. Для этих целей применяются /12/ управляемые от ЭВМ модули КАМАК, разработанные в ЛВЭ ОИЯИ.

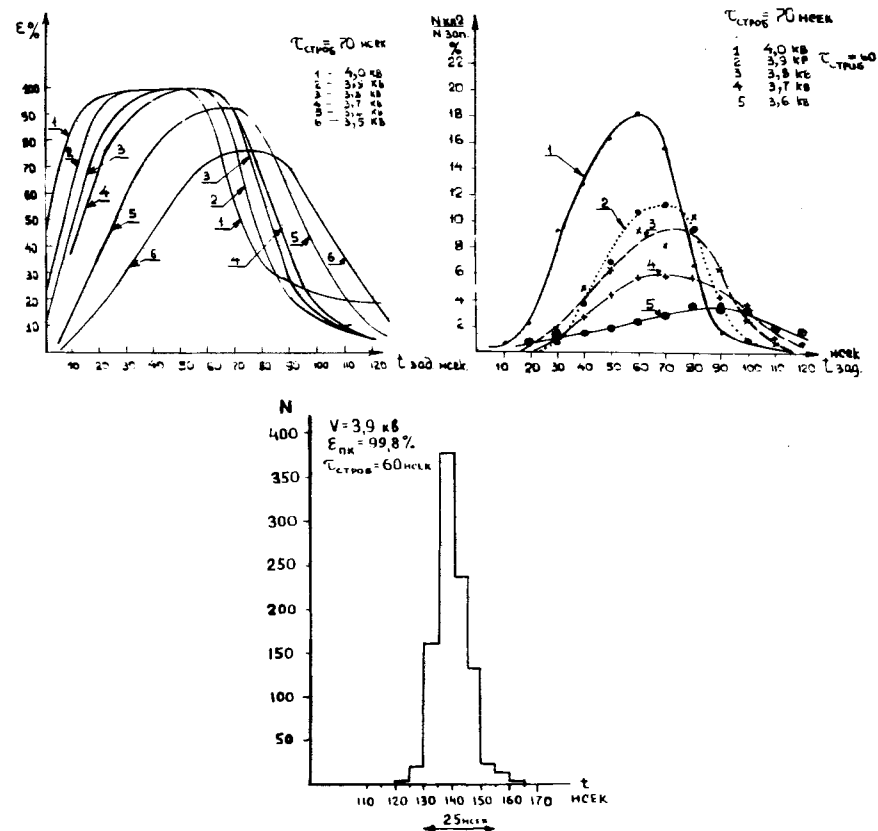


Рис. 4. Характеристики пропорциональной камеры с регистрирующей электроникой, переданной в производство фирме "POLON": а/ зависимость эффективности пропорциональной камеры от времени задержки строба при разных напряжениях высоковольтного питания, б/ зависимость доли "кластерных" событий от времени задержки строба, в/ временной спектр сигнала "ИЛИ".

При больших $|t|$, когда пробеги частиц отдачи достаточно велики $/R_{ch,0} \geq 0,1 \text{ г/см}^2/$, для исследования упругого рассеяния будет использован 2-плечевой спектрометр /рис. 5/. Полное число каналов ПК в этой конфигурации ≈ 2500 . Для быстрого отбора редких случа-

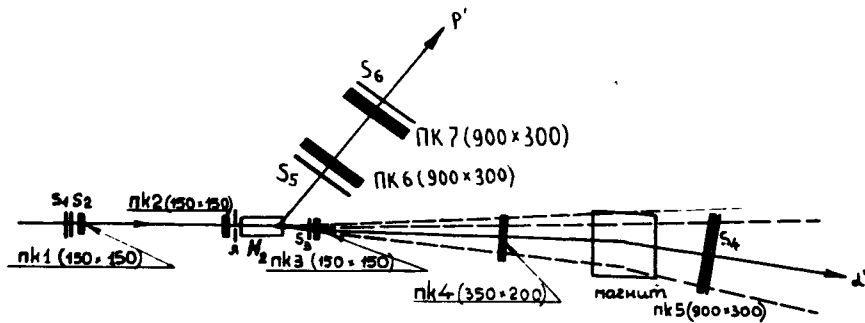


Рис. 5. Схема двухплечевого спектрометра для измерений α -рассеяния на большие углы.

ев упругого рассеяния на большие углы в условиях большого фона предполагается использование процессоров для выделения события не только по углу рассеяния, но также по импульсу /углу отклонения в магните/ рассеянной частицы и критерию компланарности. Ближайшую к мишени плоскую камеру /рис. 6/ плеча отдачи предполагается заменить на цилиндрическую пропорциональную камеру^{13/}, окружающую мишень. Помимо того, что такая камера выполняет функции плоской камеры, ее можно использовать в качестве вето-системы с Ω -4 π для подавления запусков от многолучевых событий.

В исследованиях реакций адронов на гелии в области малых $|t|$, $\leq 0,3 \text{ ГэВ}^2/c^2$, где пробеги частиц отдачи малы / $R_{\text{ч.о.}} \leq 0,1 \text{ г/см}^2$ /, необходимо использовать газовую мишень-детектор частиц отдачи^{13/}. Она будет состоять из 2-х цилиндрических ПК /рис. 6/, между которыми создается электрическое поле. Когда пробеги частиц отдачи достаточно велики для того, чтобы их треки пересекали обе ПК, камеры используются для получения координатной информации о треке частицы отдачи. При меньших пробегах, когда частица отдачи останавливается в дрейфовом промежутке между камерами, эта информация дополняется данными о длине пробега частиц отдачи: образовавшиеся электроны дрейфуют под действием поля \vec{E} между камерами к внешней ПК и вызывают ее срабатывание. Запаздывание момента

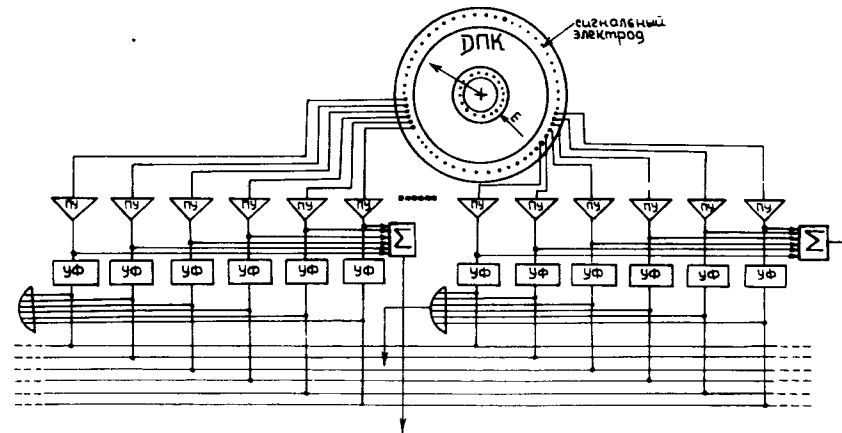


Рис. 6. Схема газовой мишени-детектора α -частиц отдачи /дрейфово-пропорциональная система с проволочными электродами/.

появления сигнала на внешней ПК относительно момента рассеяния определяет положение конца трека частицы отдачи; координаты начала трека определяются с помощью ПК и ДК спектрометра быстрой рассеянной частицы. В обоих случаях сигнал "ИЛИ" с внутренней ПК используется в триггере как признак наличия частицы отдачи. Таким образом, детектор позволяет получить следующую информацию:

- а/ есть /нет/ частица отдачи /ч.о./;
- б/ каков азимутальный угол вылета ч.о.;
- в/ какова длина проекции трека ч.о. на плоскость, перпендикулярную пучку.

В принципе, измеряя амплитуду сигнала с внешней ПК, можно оценить энергию ч.о.; по длительности этого сигнала - оценить длину ее пробега независимо от предыдущего способа. Варьируя давление и температуру газа в мишени-детекторе в пределах $4 \text{ К} \leq T \leq 300 \text{ К}$ и $0 \text{ атм} \leq P_{\text{изб}} \leq 10 \text{ атм}$, можно настраиваться на определенный интервал энергий /а соответственно и пробегов/ частицы отдачи. Если ограничиться информацией, указанной в п.п. а/, в/, то можно использовать модификацию более простого детектора, идея и конструкция

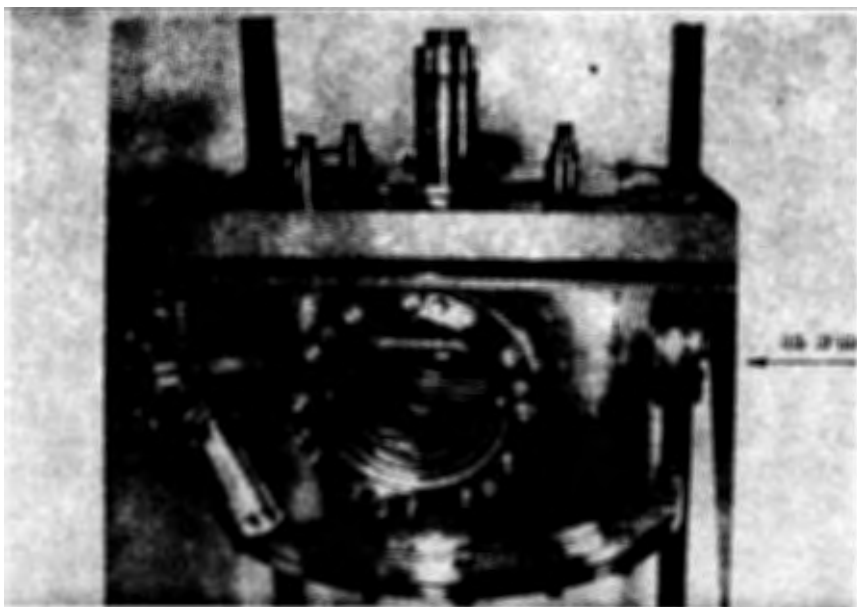


Рис. 7а. Жидкогелиевая мишень-сцинтиляционный детектор частиц отдачи.

которого описаны ранее /3,14/, см. рис. 7 а,б,в. Принцип действия его основан на регистрации сцинтиляционных вспышек в благородных газах /в нашем случае - в гелии/ /15/ при прохождении через них заряженных частиц. Такие вспышки наблюдались нами в парах гелия с помощью прибора, упомянутого выше /14/, путем счета совпадений; вспышки инициировались α -источником, помещенным над поверхностью жидкого гелия. Счет совпадений соответствовал известной активности источника. В предлагаемом детекторе /рис. 7в/ регистрируются 2 вспышки: 1-я в момент рассеяния /от частицы отдачи/, 2-я - спустя время, необходимое для дрейфа электронов со следа частицы отдачи в область развития лавины, 2-я вспышка возникает при развитии лавины вблизи проволочек внешнего электрода. Как и в предыдущем случае, координаты начала трека определяются по ин-

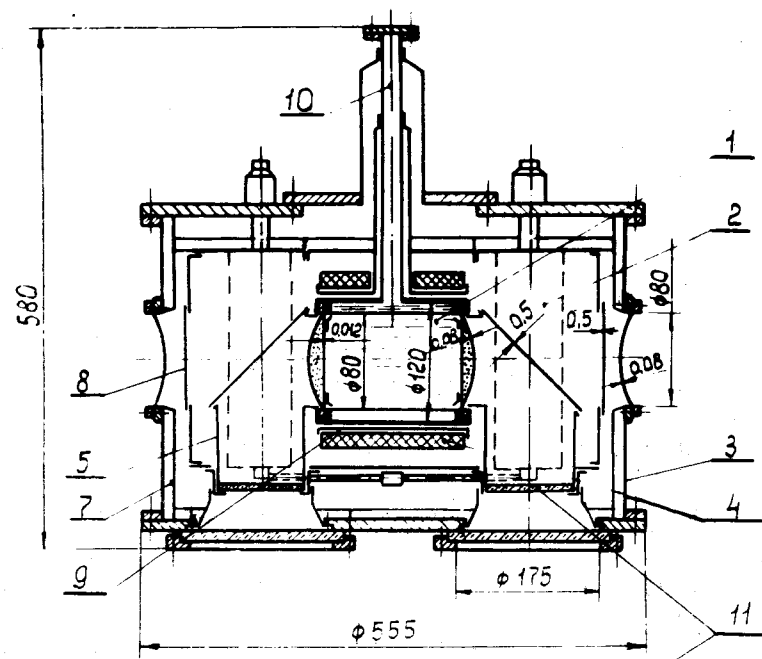


Рис. 7б. Схема гелиевой мишени. 1 - внутренний сосуд; 2 - экран, охлаждаемый жидким азотом; 3 - вакуумный кожух; 4 - сцинтиляционный пластик; 5,6 - световоды; 7 - многослойная изоляция; 8 - окно; 9 - экран; 10 - горловина; 11 - тепловые экраны.

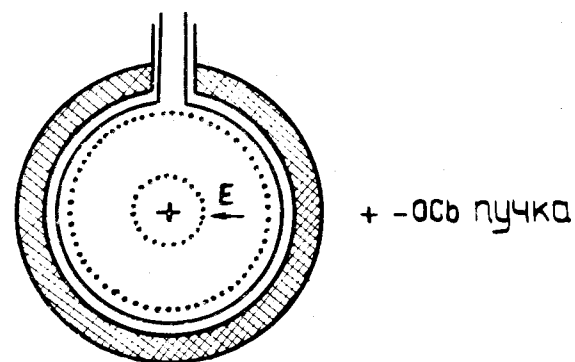


Рис. 7в. Внутренний сосуд газовой криогенной мишени-сцинтиляционного детектора с электродами, к которым прикладывается напряжение, обеспечивающее дрейф электронов к внешнему электроду и усиление сцинтиляционной вспышки около проволочек /20 мкм/ последнего.

формации от спектрометра быстрой рассеянной частицы. /Вполне реально объединить эти два способа, регистрируя сцинтилляционные вспышки в детекторе с пропорциональными камерами/.

Литература

1. См., например, обзор: А.А.Номофилов, И.М.Ситник, Л.Н.Струнов. ОИЯИ, Д-6004, Дубна, 1972.
2. Г.Г.Воробьев и др. ОИЯИ, Р1-4445, Дубна, 1969.
3. Г.Г.Воробьев и др. ОИЯИ, Б1-5489, Дубна, 1970.
4. Г.Г.Воробьев и др. ОИЯИ, Д-5804, том. 1, Дубна, 1970.
5. С.Г.Басиладзе и др. ОИЯИ, 13-7613, Дубна, 1973.
6. Г.Г.Воробьев и др. ЯФ, т. 19, вып. 4, 1974.
7. В.Г.Аблеев и др. ОИЯИ, 13-8829, Дубна, 1975.
8. Р.А.Астабатьян и др. ОИЯИ, 13-8188, Дубна, 1974.
9. Ю.В.Заневский и др. ОИЯИ, 13-7678, Дубна, 1974.
10. Р.А.Астабатьян и др. ОИЯИ, Р13-8383, Дубна, 1974.
11. С.Г.Басиладзе. ОИЯИ, 13-8911, Дубна, 1975.
12. Н.М.Пискунов и др. ОИЯИ, 10-8885, Дубна, 1975. Здесь также приведены ссылки на работы по программно управляемым модулям КАМАК.
13. А.Двуразны, В.Янчур, И.Кнапик, М.Турала. Материалы рабочего совещания по методике проволочных камер. Дубна, 1973. ОИЯИ, 13-7154, стр. 80.
14. Ю.Т.Борзунов, Л.Б.Голованов, А.П.Цвинева. ПТЭ, 4, 32 /1974/.
15. В.Ф.Герасимов, В.С.Зенкевич. Материалы III координационного совещания по сцинтилляторам. Изд. Харьковского университета, Харьков, 1963; Ю.А.Бутиков, Б.А.Долгошеин и др. ЖЭТФ, 56, 1152 /1969/; Б.А.Долгошеин, В.Н.Лебедеенко и др. ЖЭТФ, 57, 42 /1969/.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 августа 1975 года.