

УДК 535.853:539.1.07

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТОК И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОПРОВОЛОЧНЫХ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ЕРЕВАНСКОМ ЭЛЕКТРОННОМ СИНХРОТРОНЕ

Р. О. АВАКЯН, Р. Б. АЙВАЗЯН, Р. А. АСАТРЯН, М. В. БАРТИКЯН,
С. П. БУЮКЯН, А. П. КАЗАРЯН, М. С. КОРДОНСКИЙ, Э. М. МАТЕВОСЯН,
И. П. ПРОХОРЕНКО, А. А. ОГАНЕСЯН, Е. М. СХТОРЯН, А. М. СИРУНЯН,
Ж. В. ПЕТРОСЯН, К. К. ШИХЛЯРОВ

Ереванский физический институт

(Поступила в редакцию 19 мая 1983 г.)

Приводятся результаты исследований и разработок многопроводочных пропорциональных камер (МПК) в Ереванском физическом институте. Для пространственного разрешения получено значение ± 1 мм, для временного разрешения — 30 нс при эффективности 0,99. Описываются две системы МПК на 1024 и 768 каналов, работающих «на линии» с ЭВМ. Приведены результаты их использования в экспериментальных установках на электронном синхротроне.

1. Введение

Использование систем МПК в комплексе с оборудованием в стандарте КАМАК [1], а также управляющими и вычислительными средствами и терминалами общения с экспериментатором, приводит к качественно новому уровню выполнения исследований. Несмотря на то, что физические основы МПК были развиты достаточно давно [2], по-видимому основным фактором, сдерживающим их широкое внедрение, была высокая стоимость «камерной» электроники, включая и средства автоматизации. Однако в последние годы в результате разработок и освоения промышленностью гибридных интегральных схем специального назначения [3], внедрения нового стандарта на ядерно-физическую аппаратуру и в связи с появлением микроЭВМ высокого класса [4] стало возможным выйти за рамки лабораторных исследований МПК и перейти к созданию на их основе многоканальных практических систем. Для подробного ознакомления с МПК можно рекомендовать обзор [5] и монографию [6].

2. Результаты разработок

Успешному использованию на экспериментальных установках Ереванского электронного синхротрона систем на основе МПК предшествовали разработки и исследования как собственно МПК, так и других сопутствующих систем. В частности, была разработана унифицированная «камерная» электроника модульного типа на основе БГИС К405ХП1, а так-

же создана система автоматизации на базе УВК Э-60/131 [7]. Разработанные камеры позволяли одновременно регистрировать обе координаты события с максимальной пространственной ошибкой ± 1 мм. Использовались МПК двух размеров: 128×128 мм² и 256×256 мм². В качестве рабочего газа применялась аргон-метановая смесь с добавлением паров метилала, позволяющая иметь временное разрешение 30—40 нс при эффективности не менее 0,99 [8]. Загрузочная способность камер определялась в условиях реального эксперимента на ускорителе по наличию «фоновых» событий наряду с истинными. Таким способом удалось оценить нижний предел загрузок, который оказался равным 20 кГц на канал МПК.

На рис. 1 приведена блок-схема системы автоматизации камер, включающая ЭВМ двух уровней: управляющую — на основе «Электроника-60» и базовую — на основе ЕС-1022. Связующим звеном системы МПК с системой автоматизации служат 32-канальные модули «камерной» электроники, условно названные нами МКЭ-32 [9].

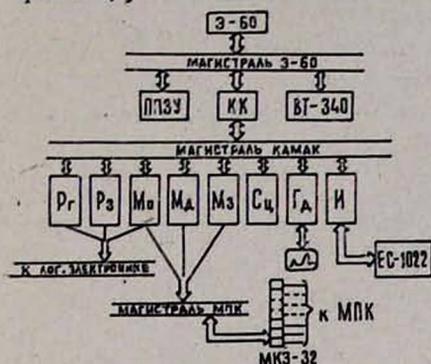


Рис. 1. Блок-схема системы автоматизации МПК.

Система функционирует следующим образом. После выделения события триггерный сигнал с установки поступает в систему КАМАК на модуль разветвителя P_3 и далее на блоки M_d и M_3 , где формируется сигнал ЗАПИСЬ, служащий временными воротами при фиксировании информации в регистрах памяти МКЭ-32. По окончании процесса тем же триггерным сигналом дается команда ЧТЕНИЕ на модуль опроса M_0 [10], информация с которого пословно поступает в ОЗУ управляющей ЭВМ. Каждому сработавшему каналу МПК соответствует одно двухбайтовое слово. В зависимости от физической задачи объем данных на одно событие может изменяться от 0,16 до 0,3 кбит. Информация с остальных детекторов извлекается из входного регистра P_r . Счетчик C_3 выдает номер триггера, одновременно служащий общим признаком события. На время считывания и передачи данных в ЕС-1022 вся экспериментальная установка блокируется.

Программа сбора данных реализована на базе УВК Э-60/131 и работает в интерактивном режиме в реальном масштабе времени. Программа обеспечивает прием данных с МПК, первичную обработку и вывод их по одному или нескольким из трех «направлений»:

- на алфавитно-цифровой дисплей ВТ-340, используемый в качестве операторского терминала;

- на графический дисплей в виде гистограмм распределения событий в МПК;

— по межмашинному каналу связи в ЕС-1022 для дальнейшей обработки.

Конкретный «вывод» экспериментатор устанавливает с клавиатуры ВТ-340 в процессе диалога. По межмашинному каналу данные передаются автоматически блоками фиксированной длины по 1 кбайт с соблюдением контрольного протокола обмена. Обработка принятой информации осуществляется в промежутках между сеансами связи. Программы управления расположены в ППЗУ УВК и работают самостоятельно, без операционной системы.

3. Экспериментальная часть

Ниже приводятся основные результаты, полученные с помощью систем МПК, впервые использованных в двух экспериментальных установках на Ереванском электронном синхротроне.

Экспериментальная установка «Большой магнитный спектрометр» [11] включала четыре камеры с общим числом каналов 1024. С помощью МПК последовательно восстанавливались траектории, а затем и углы вылета заряженных частиц из мишени. Схема установки изображена на рис. 2. В установке регистрировались заряженные π -мезоны и протоны с

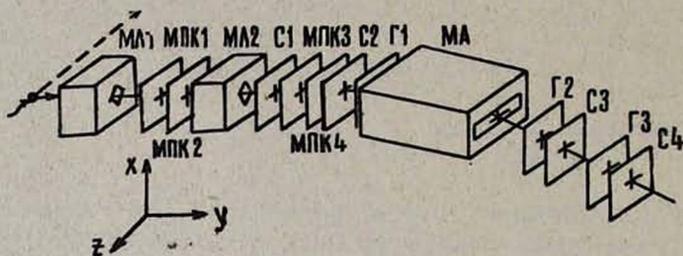


Рис. 2. Схема установки «Большой магнитный спектрометр» с системой МПК на 1024 канала.

импульсами более 0,7 ГэВ/с. Отличительной особенностью установки являлось использование квадрупольных линз МЛ1 и МЛ2 для увеличения углового акцептанса. Увеличение телесного угла указанным способом усложняло задачу восстановления углов вылета частиц из мишени Т. Дело в том, что прямолинейные траектории частиц после прохождения системы линз трансформируются в пространственные кривые. Поэтому реконструкция углов вылета заряженных частиц из мишени проводилась на основе матричного метода, в котором кроме информации о координатах использовались значения импульса частицы, а также матрицы передачи квадрупольных линз. В качестве иллюстрации на рис. 3 приведена одна из восстановленных траекторий. Среднее время обработки одного события составляло 2 с. Достигнутая с помощью системы МПК угловая точность в установке составила более $1,9 \cdot 10^{-3}$ рад [12].

Другая установка, в которой использовалась система МПК, предназначалась для измерения поляризационных параметров в реакции фоторождения $\gamma p \rightarrow p \pi^0$. В установке использовались четыре камеры с общим числом каналов 768. Система МПК позволяла восстанавливать траекто-

рии и углы вылета протонов отдачи из мишени. Схема установки приведена на рис. 4. Распознавание треков проводилось методом «опорных» ка-

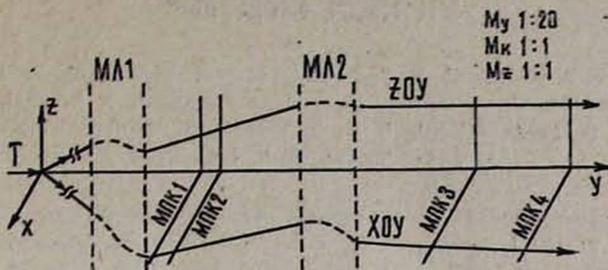
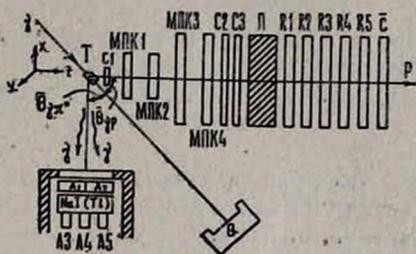


Рис. 3. Восстановленная с помощью МПК траектория протона (в двух проекциях) в установке «Большой магнитный спектрометр».

мер независимо для двух проекций. Достигнутая угловая точность системы составляла $\pm 3 \cdot 10^{-3}$ рад, что позволяло восстанавливать точку взаимодей-

Рис. 4. Схема двухплечевой установки по измерению поляризационных параметров в реакциях фоторождения с системой МПК на 768 каналов.



ствия с мишенью с точностью $\pm 3,2$ мм. Эффективность системы МПК была установлена в режиме непрерывной эксплуатации на электронном синхротроне в течение 600 часов. Ошибка полученной величины $\varepsilon = 0,972 \pm 0,008$ указывает на высокую стабильность всей системы [13].

Авторы признательны А. Ц. Амагуни и Г. А. Вартапетяну за стимулирование и постоянную поддержку работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система КАМАК. Крейт и сменные блоки. Требования к конструкции и интерфейсу. ГОСТ 26.201-80 (1980).
2. Chagrak G. et al. Nucl. Inst. and Meth., 62, 235 (1968).
3. Афанасьев Ю. А. и др. Препринт ОИЯИ 13-10554, Дубна, 1977.
4. Пролейко В. М. Электронная промышленность, № 11—12, 1979.
5. Шарпак Ж. УФН, 108, 340 (1972).
6. Заневский Ю. А. Проволочные детекторы элементарных частиц, Атомиздат, Москва, 1978.
7. Васинюк И. Е. и др. Научное сообщение ЕФИ—500 (43)—81, Ереван, 1981.
8. Апресян А. Н. и др. Научное сообщение ЕФИ—486 (29)—81, Ереван, 1981.
9. Бартикян М. В. и др. ПТЭ, № 3, 75 (1982).
10. Аракелян В. И. и др. Научное сообщение ЕФИ—344 (2)—79, Ереван, 1979.
11. Абрамян Л. О. и др. Научное сообщение ЕФИ—МЭ—10 (72), Ереван, 1972.
12. Айвазян Р. Б. и др. Научное сообщение ЕФИ—516 (6)—83, Ереван, 1983.
13. Авакян Р. О. и др. Научное сообщение ЕФИ—623 (13)—83, Ереван, 1983.

ԲԱԶՄԱԼԱՐ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ԽՅՆՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԵՎ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ
ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ ԵՐԵՎԱՆԻ ԷԼԵԿՏՐՈՆԱՅԻՆ ՍԻՆՔՐՈՏՐՈՆԻ
ՎՐԱ ԴԻՎՈՂ ՓՈՐՁԵՐՈՒՄ

Ռ. Հ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Ռ. Բ. ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Ռ. Ա. ԱՍԱՏՐՅԱՆ, Մ. Վ. ԲԱՐԹԻԿՅԱՆ, Ս. Պ. ԲՈՒՅՈՒԿՅԱՆ,
Հ. Պ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Մ. Ս. ԿՈՐԻՈՆՍԿԻ, Է. Մ. ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ, Ի. Պ. ՊՐՈՆՈՐԵՆԿՈ,
Ա. Ա. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ե. Մ. ՍԽՏՈՐՅԱՆ, Ա. Մ. ՍԻՐՈՒՆՅԱՆ,
Ժ. Վ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Կ. Կ. ՇԻՆԼՅԱՐՈՎ

Բերվում են բազմալար համեմատական խցերի հետազոտությունների արդյունքներն ու մշակումները Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտում: Ստացվել են 0,99 էֆեկտիվության դեպքում տարածական սահմանի համար ± 1 մմ արժեք և ժամանակային սահմանի համար 30 նվ: Նկարագրվում են 1024 և 768 կանալ ունեցող բազմալար համեմատական խցերի երկու համակարգ, որոնք անմիջական կապի մեջ են էլեկտրոնային հաշվիչ մեքենայի հետ: Քննարկված են էլեկտրոնային սինքրոտրոնի վրա փորձարարական սարքերում նրանց կիրառման արդյունքները:

THE DEVELOPMENT AND USE OF MWPC IN EXPERIMENTS
AT THE YEREVAN ELECTRON SYNCHROTRON

R. O. AVAKYAN, R. B. AJVAZYAN, R. A. ASATRYAN, M. V. BARTIKYAN,
S. P. BUYUKYAN, A. P. KAZARYAN, M. S. KORDONSKY, E. M. MATEVOSYAN,
A. A. OGANESYAN, Zh. V. PETROSYAN, I. P. PROKHOREHKO, A. M. SIRUNYAN,
E. M. SKHTORYAN, K. K. SHIKHLYAROV

The results of investigations and development of multiwire proportional chambers (MWPC) at the Yerevan Physics Institute are reported. The values for the spatial resolution of ± 1 mm and time resolution of 30 ns at the efficiency of 0,99 were obtained. The use of MWPC in 1024 and 768 channel systems operating on-line with a computer is described.