

A-154

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



31-772.

13 - 10025

5264/2-76

В.Г.Аблеев, С.Г.Басиладзе, С.А.Запорожец,  
А.Н.Парфенов, Н.М.Пискунов, И.М.Ситник,  
Е.А.Строковский, Л.Н.Струнов, Ли Ван Сун, В.И.Шаров,  
В.К.Юдин

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫХ БЛОКОВ  
НАНОСЕКУНДНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ  
ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

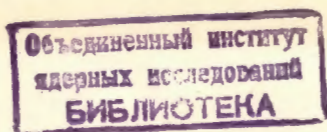
**1976**

13 - 10025

В.Г.Аблеев, С.Г.Басиладзе, С.А.Запорожец,  
А.Н.Парфенов, Н.М.Пискунов, И.М.Ситник,  
Е.А.Строковский, Л.Н.Струнов, Ли Ван Сун, В.И.Шаров,  
В.К.Юдин

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫХ БЛОКОВ  
НАНОСЕКУНДНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ  
ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Направлено на X школу по автоматизации научных исследований, Геленджик, ноябрь 1976 г.  
и на I Всесоюзное совещание по автоматизации научных исследований в ядерной физике, Киев, октябрь 1976 г.



Как известно, качественный скачок, происшедший около десяти лет назад в технике физического эксперимента, был связан с подключением ЭВМ "в линию" с экспериментальной физической аппаратурой. Техническая база для этого возникла с развитием электроники 2-го поколения. С появлением схем 3-го поколения появилась возможность унифицировать электронику для автоматизации физического эксперимента, выразившаяся в разработке стандарта КАМАК. Электроника съема, регистрации и предварительного отбора сигналов за прошедшее время существенно усложнилась и стала включать в себя сотни и тысячи датчиков информации о событии. Роль ЭВМ в эксперименте не претерпела, однако, принципиальных изменений в том смысле, что она по-прежнему состоит в сборе поступающей информации ( и ее предварительной обработке), т.е. имеется лишь односторонняя (прямая) связь электроники регистрации с ЭВМ. В то же время появились разработки<sup>1-3/</sup>, наглядно показавшие возможность введения в традиционную электронику регистрации цифрового управления параметрами. Схемы 3-го поколения ( в особенности быстродействующие) практически обеспечили основу создания информационно-измерительных систем нового уровня - с обратной связью от ЭВМ к электронике регистрации.

В Лаборатории высоких энергий ОИЯИ для этих целей в 1974 году была разработана система блоков быстрой электроники с цифровым управлением параметрами в стандарте КАМАК<sup>4/</sup>, включающая в себя:

✓1. Быстродействующий формирователь импульсов с цифровым управлением порогом срабатывания, задержкой и длительностью выходного сигнала /5/.

✓ 2. Сдвоенный управляемый блок задержки наносекундного диапазона /6/.

3. Управляемый логический блок /7/.

4. Быстродействующий генератор импульсов для светодиодов с цифровым управлением /8/.

5. Тестовый блок /9/ для машинной проверки сложных электронных узлов.

В основу разработки системы были положены принципы модульности, совместимости и универсальности (полноты). К настоящему времени имеется ряд подобных разработок /10-13/.

Остановимся вкратце на качественно новых возможностях, которые открываются при использовании программно-управляемых быстрых электронных блоков. Как известно, электроника физических экспериментальных установок проходит в своем существовании три стадии: 1) этап первоначальной отладки; 2) настройка установки на пучке; 3) проведение непосредственно физических измерений.

Применение программно-управляемых блоков на этапе отладки установки позволяет: а) реализовать тесты сложных электронных блоков и узлов с помощью ЭВМ; б) ускорить предварительную настройку режимов (временных соотношений) и автоматизировать рутинные операции (например, подбор задержек); в) осуществить "тренировку" установки в различных режимах на начальном периоде сравнительно большого числа отказов.

Результатом перечисленных действий является существенное сокращение времени и усилий и, главное, более высокое качество подготовки электроники ко 2 этапу.

Во время настройки установки на пучке достигается: а) существенное упрощение и сокращение времени на операции по подбору режимов (задержки, стробы, "плата" по эффективности и т.п.); б) оперативная перестройка логики и, в принципе, поиск оптимальной струк-

турной схемы "триггера". Основным выигрышем на 2 этапе является существенная экономия времени ускорителя.

В процессе проведения измерений программно-управляемая электроника позволяет: а) обеспечить вместо эпизодического ручного, непрерывный контроль за параметрами установки со стороны ЭВМ; б) стабилизировать режимы работы установки (компенсация дрейфа параметров); в) производить параллельно с измерениями проверочные (контрольные) запуски установки с видоизмененным (упрощенным) типом "триггера", в целях оценки поступающей информации, либо определения эффективности детекторов и фоновых условий; г) путем программного переключения структуры измерять одновременно (в одинаковых условиях) несколько возможных каналов реакции; д) избежать ошибок оператора. Основным результатом является повышение качества и надежности поступающей информации, повышение эффективности использования времени ускорителя, разгрузка экспериментатора.

В целом программно-управляемая электроника позволяет создавать более сложные и, следовательно, более производительные экспериментальные установки, обеспечивает более высокую степень осведомленности о правильности работы установок в процессе эксперимента, сокращает сроки введения их в эксплуатацию, служит повышению эффективности использования времени эксперимента. Аппаратура может работать дистанционно, в труднодоступных условиях. Потребность в подобной электронике возникает по достижении определенной степени сложности эксперимента, а выгоды ее использования растут с увеличением габаритов установки. Доля программно-управляемых блоков не обязательно должна быть высокой, ими должны быть обеспечены главные узлы, оказывающие решающее влияние на работу и эффективность установки в целом.

Ниже описывается опыт первого применения в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ программно-управляемых блоков быстрой электроники в современной

крупной физической установке "Одноплечевой магнитный спектрометр" (установка "Альфа")/13/. Детекторы установки содержат (рис. 1) 9 сцинтилляционных счётчиков, охваченных системой проверки с помощью генератора для светодиодов; 256-канальную систему пропорциональных камер, сопряженных с процессорами/13/, для быстрого отбора событий по углу рассеяния частиц в мишени (ПК<sub>1</sub>, ПК<sub>2</sub>, ПК<sub>4</sub>) и 732-канальную систему пропорциональных камер (ПК<sub>3</sub>, ПК<sub>5</sub>, ПК<sub>6</sub>) для точного определения угла рассеяния и импульса частиц на стадии обработки.

На этапе наладки установки электроника пропорциональных камер проходила проверку/9/ с помощью тестового блока. Обобщенная структурная схема для проверки блоков показана на рис. 2. Тестовые комбинации в виде 32-разрядных слов подавались от ЭВМ через тестовый блок на проверяемый. Управляемые блок задержки и формирователь позволяли снимать кривые задержанных совпадений (рис. 3) по каждому из 32 каналов блоков регистрации типа 922/14/. В блоках регистрации с кодировкой номера сработавшей проволоки в двоичный код (типа 921)/15/, выводимого на переднюю панель, дополнительно проверялась правильность шифровки, путем считывания этих сигналов через тестовый блок (обратная связь на рис. 2). В первом случае число тестовых комбинаций (шагов) составляло  $\sim 10^4$ , а во втором  $\sim 10^3$ . Процессоры для плоскостей X и Y (типа 931) проверялись путем выборочных тестов (рис. 3), поскольку полный перебор комбинаций ( $\sim 2^{20}$ ) занял бы неприемлемо большое время даже у ЭВМ. Управление процессором проверки и фиксация неверных срабатываний производились с помощью дисплея ВТ-340 "Видеотон". Применение машинной проверки позволило выявить ряд принципиально трудноуловимых дефектов, оставшихся после ручной отладки блоков, и сильно сократило сроки отладки электронной аппаратуры.

На этапе настройки электроники на пучке использовались управляемый генератор для светодиодов, управляемый блок задержки и формирователь; снимались

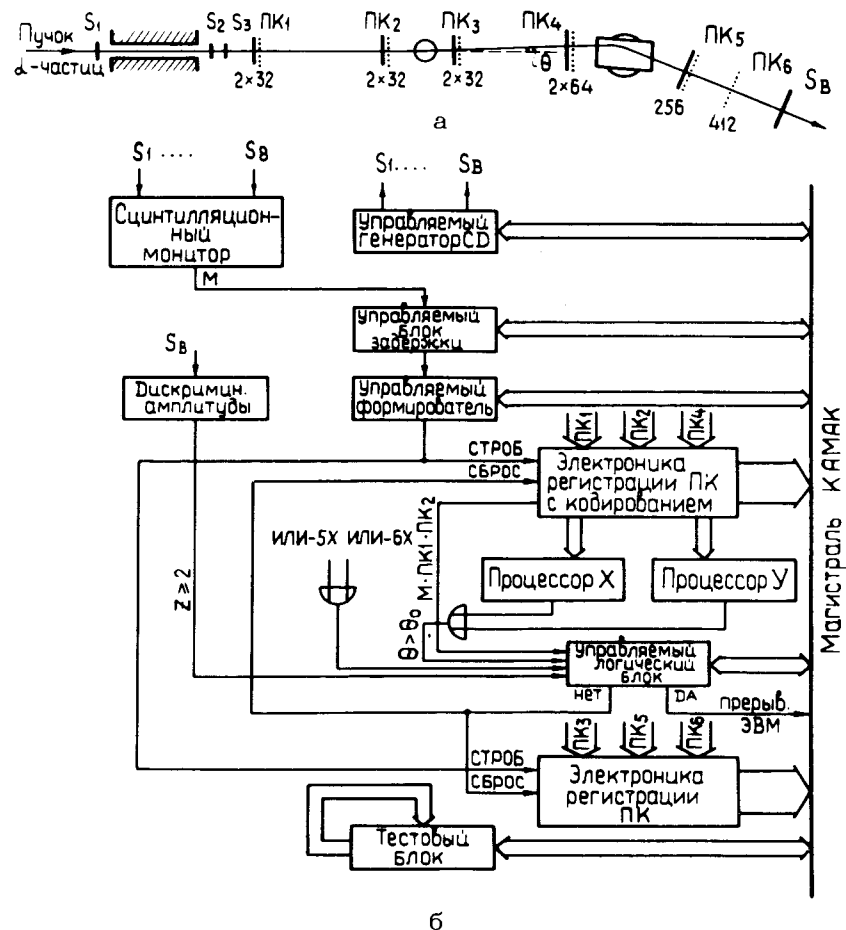


Рис. 1. а) схема расположения детекторов установки "Альфа", б) обобщенная блок-схема электронной аппаратуры.



информации о разрешающей способности и эффективности регистрации спектрометра. При измерениях тестовый блок использовался для контроля правильности работы линии связи с ЭВМ. Для этого включались переключатели между его выходами и входами чтения, и после каждого цикла ускорения осуществлялась посылка, чтение и проверка контрольного слова в ЭВМ.

Накопленный опыт применения программно-управляемых блоков быстрой электроники показывает, что реализация даже части из описанных выше возможностей их использования приносит существенные результаты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. Zacharov, A. C. Peatfield. Intern. Conf. on Instrumentation for High Energy Phys., Dubna, September 1970, p. 52.
2. F. Pozar. Nucl. Instr. and Meth., vol. 91, 1971, p. 253.
3. В. А. Арефьев, С. Г. Басиладзе. Труды VII Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-7616, Дубна, 1974.
4. С. Г. Басиладзе и др. Труды VIII Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-9287, Дубна, 1975, стр. 43.
5. С. Г. Басиладзе, В. Тлачала. ПТЭ, №4, 96 (1975).
6. С. Г. Басиладзе, В. Тлачала. ПТЭ, №6, 83 (1974).
7. С. Г. Басиладзе, А. Н. Парфенов. ПТЭ, №1, 81 (1975).
8. С. Г. Басиладзе и др. ПТЭ, №6, 83 (1975).
9. С. Г. Басиладзе. ОИЯИ, 10-9173, Дубна, 1975.
10. К. Андерт и др. Труды VIII Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-9287, 51, Дубна, 1975.

11. Д. Коллар и др. Труды VIII Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-9287, Дубна, 1975, стр. 61.
12. SEN Catalogue 1975, Volketswill ZH/Schweiz.
13. В. Г. Аблеев и др. ОИЯИ, 13-8967, Дубна, 1975.
14. В. Г. Аблеев и др. ОИЯИ, 13-8829, Дубна, 1975.
15. С. Г. Басиладзе и др. ОИЯИ, 13-7613, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
6 августа 1976 года.