

Б-272

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



21/41-77

У542/2-77

13 - 10825

С.Г.Басиладзе, Н.Ф.Буланов, Нгуен Вьет Зунг,
В.К.Юдин

ЭЛЕКТРОНИКА РАСШИРЕННОЙ СИСТЕМЫ
ДИАГНОСТИКИ ПУЧКА
ЖИДКОВОДОРОДНОЙ КАМЕРЫ "ЛЮДМИЛА"

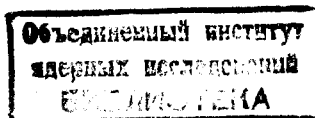
1977

13 - 10825

С.Г.Басиладзе, Н.Ф.Буланов, Нгуен Вьет Зунг,
В.К.Юдин

ЭЛЕКТРОНИКА РАСШИРЕННОЙ СИСТЕМЫ
ДИАГНОСТИКИ ПУЧКА
ЖИДКОВОДОРОДНОЙ КАМЕРЫ "ЛЮДМИЛА"

Направлено в ПТЭ



Басиладзе С.Г. и др.

13 - 10825

Электроника расширенной системы диагностики пучка жидководородной камеры "Людмила"

Описана электроника расширенной системы диагностики пучка жидководородной камеры "Людмила". Детекторами являются 9 двухкоординатных и 1 однокоординатная камера с шагом 1 мм. Общее количество проволочек - 912. Измерения величин сигналов производятся параллельно со всех 48 проволочек любой плоскости либо для двух плоскостей с чётных и нечётных проволочек. Электроника на камерах отличается простотой и малым потреблением мощности: 1 транзистор и 1 мВт на проволочку соответственно. Система работает с малой ЭВМ ТРА-1.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Электронные системы измерения профиля пучка в настоящее время все чаще используются для настройки каналов сепарации и транспортировки частиц к пузырьковым камерам^{/1-3/}. Поскольку измерения производятся в условиях короткого сброса (до 10 нс), для съема информации об интенсивности пучка частиц применимы лишь аналоговые методы (измерение заряда с выхода датчиков). Задача существенно облегчается в связи с разовым характером измерений (один раз в ~ 9 секунд), обусловленным цикличностью работы ускорителей высоких энергий. Для детектирования в таких условиях можно использовать пропорциональные камеры, несмотря на то, что их мертвое время при аналоговых измерениях (полное время сбора заряда) довольно велико и доходит до сотни микросекунд^{/4/}.

Высокая стабильность профилей пучков во времени позволяет производить измерения поочередно для каждого требуемого сечения (пропорциональной камеры), т.е. число собственно измерительных каналов (преобразователей аналог-цифра) может быть существенно меньше общего числа датчиков (проволочек). Разовый характер поступления импульсов с проволочек существенно упрощает проблему коммутации сигналов с предусилителей на камерах. Разброс режимных потенциалов на выходах предусилителей легко устраняется установкой разделительных конденсаторов после предусилителей^{/2/} либо перед* аналого-цифровыми преобразователями^{/1,3/}.

*Что экономичней.

В системе индикации, использовавшейся ранее ^{/2/}, применялась коммутация сигналов с двух однокоординатных пропорциональных камер с помощью набора реле, что существенно усложняло аппаратуру. Поскольку использовавшиеся АПП не обладали высокой чувствительностью, существовала необходимость в усилении сигналов с проволочек по напряжению. Это усложняло усилители (4 транзистора на каждую проволочку). Следующий недостаток системы – потребление электроникой, расположенной на камерах, большой мощности в связи с тем, что все усилители находятся во включенном состоянии. Неудобством практического использования системы являлась необходимость индивидуальной подстройки коэффициентов передачи усилителей для каждой проволочки (практически перед каждым сеансом). Указанные недостатки делали использованный принцип построения неприемлемым для создания системы индикации, насчитывающей около десяти двухкоординатных пропорциональных камер, т.е. на порядок более сложной.

Авторы аналогичной разработки в ЦЕРНе ^{/1.3/} использовали электронную коммутацию сигналов путем снятия питания с предусилителей, чем существенно упростили электронику на камерах (2 транзистора на проволочку) и снизили потребляемую мощность. Однако они не смогли избежать индивидуальных подстроек режима и коэффициентов передачи предусилителей.

В системе, описываемой в настоящей работе, удалось достичь предельной простоты электроники, размещаемой на пропорциональных камерах, добиться малого потребления мощности и отсутствия каких-либо подстроек.

Сравнительные характеристики системы приводятся в таблице.

Кроме того, преимуществом разработанной системы является большая стойкость к низкочастотным (сетевым) наводкам. В системах ^{/1-3/} уровень сигнала запоминается непосредственно на проволочке на все время преобразования в цифровой код, которое для обеспечения линейности должно быть много больше времени собирания заряда. Это не позволяет снижать постоянную дифференцирования разделительных конденсаторов

Т а б л и ц а

Система	Л.2	Л.1, Л.3	Описыв.
Количество проволочек	96	512	912
Количество транзисторов в предусилителях, штук/проволочку	4 + Реле	2	1
Потребляемая мощность, мВт/проволочку	90	1	1
Подстройки	$K_{ус}$	$K_{ус} \cdot U_{реж}$	нет

до величины $<3-5$ мс. В описываемой системе использованы аналого-цифровые преобразователи ^{/5/}, не требующие запоминания уровня сигнала, поэтому постоянная дифференцирования ограничена только временем собирания заряда с проволочки и равна ~ 80 мкс. Дополнительным достоинством системы является наличие специальных тестовых операций и программ для быстрого обнаружения неисправностей. За исключением весьма простой электроники, расположенной на пропорциональных камерах, система полностью собрана на стандартных электронных блоках ^{/6.7/}.

Структурная схема электроники показана на рис. 1. Вдоль канала частиц на базе ~ 150 м расположено 10 пропорциональных камер, 9 из них двухкоординатные, а одна, седьмая, – однокоординатная. Число сигнальных проволочек по каждой координате – 48, шаг намотки 1 мм. Характеристики камер описаны в работе ^{/8/}. К каждой плоскости камер подключены две платы предусилителей, на 24 канала каждая, одна работает с нечётными проволочками, а другая с чётными. Предусилитель выполнен (см. 1 канал ПК1) на одном полевом транзисторе типа КП103М, включенном по схеме управляемого истокового повторителя и поэтому выполняющем

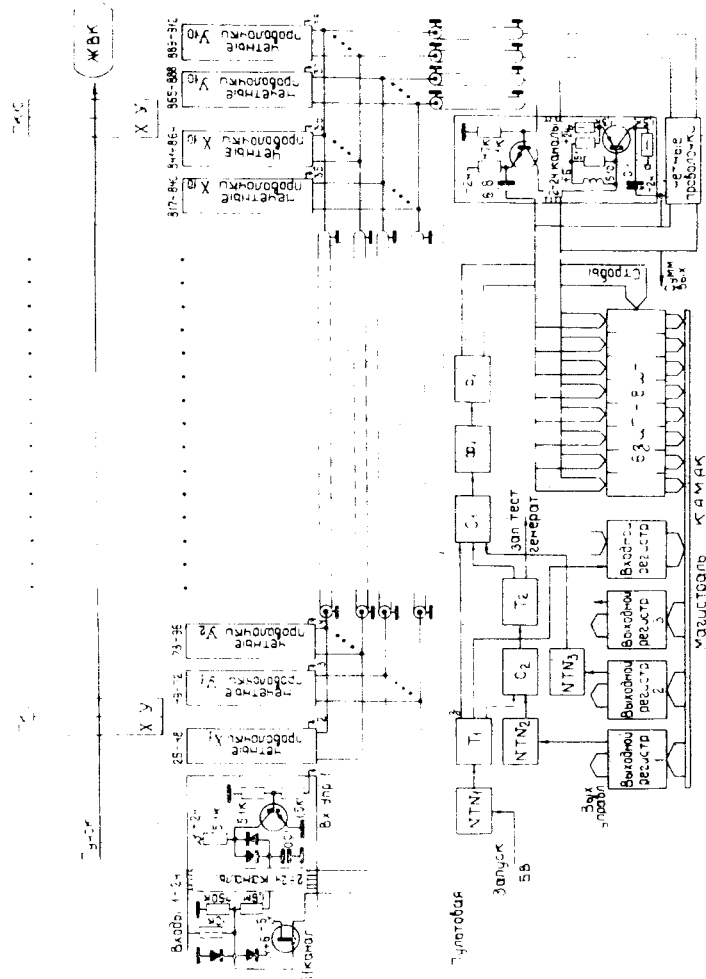


Рис.1. Структурная схема электроники.

также функцию коммутирующего элемента. Отключение повторителей производится подачей управляющего напряжения +24 В через делитель в цепи затворов. Управляющий перепад формируется биполярным транзистором (КТ 315) из сигнала в уровнях ТТЛ, поступающего с выходного регистра КАМАК^{7/7}. Всего имеются 38 групп управления, по числу плат усилителей, связанных радиальными кабелями (на рис.1 не показаны) с тремя выходными регистрами. На каждом входе усилителя имеется защита (резистор 10 кОм и два диода) от пробоев пропорциональной камеры.

Истоки полевых транзисторов, подключенные к проволочкам с одинаковыми номерами, объединены шинами магистрали, насчитывающей 48 коаксиальных кабелей РК-50-3-11. Общая длина магистрали 180 м. Сигналы подводятся в пульттовую, где расположены две буферные платы, содержащие по 24 эмиттерных повторителя каждая (на транзисторах МП 39). Повторители необходимы для работы на низкоомное сопротивление (50 Ом) аналого-цифровых преобразователей. На выходах эмиттерных повторителей стоят конденсаторы развязки режимных потенциалов. Питание описанной электроники стандартное и подается непосредственно из крейта КАМАК, в котором расположена аппаратура управления.

Электроника связана с мини-ЭВМ ТРА-1 с помощью стандартного контроллера крейта САМ 1.02^{9/9} производства ВНР. В составе ЭВМ имеются дисплей телевизионного типа и телетайп, используемые для представления данных.

Система работает следующим образом. По команде с телетайпа ЭВМ устанавливает на выходных регистрах управляющий код (две включенные группы проволочек - низкий потенциал, на остальных - высокий). Возможно включение любой плоскости, либо комбинация четных и нечетных проволочек с двух плоскостей (любых). По импульсу запуска от системы быстрого вывода пучка (БВ) запускается таймер Т1^{10/10}. Его назначение состоит в компенсации опережения импульса БВ (~30 мкс) по отношению к моменту прохождения частиц через канал. Он также дает сигнал прерывания в ЭВМ через

входной регистр КАМАК. Через смеситель С1^{6/} задержанный импульс с таймера запускает формирователь^{11/} со встроенной электронной задержкой (~40 мкс) на время сбора заряда с проволочек. Формирователь вырабатывает импульс стробирования аналого-цифровых преобразователей (200 нс), размножаемый разветвителем Р1^{6/}.

Через ~100 мкс после поступления сигнала прерывания ЭВМ опрашивает содержимое счётчиков аналого-цифровых преобразователей. Через 20 мс после чтения ЭВМ выдает через первый выходной регистр импульс запуска специального тестового генератора (по цепи преобразователь уровней ТТЛ - NIM^{12/}, второй смеситель, второй таймер). Тестовый генератор (на рис. 1 не показан) вырабатывает ступенчатый перепад напряжения величиной 80-100 В, который по специальному коаксиальному кабелю проходит последовательно через все камеры, попадая на их высоковольтные электроды. Благодаря емкостной связи катод-анодные проволочки этот перепад появляется на входах усилителей в виде импульсов ~20 мВ, соответствующих 2/3 шкалы преобразователей. Данный сигнал является реперным и используется для калибровки амплитудных трактов. Калибровка по данному сигналу оказывается достаточной, поскольку согласно^{4/} усиление импульса проволочкой определяется как раз величиной ее емкостной связи с катодом. Для проведения калибровки необходимо знать еще "пьедестал" аналого-цифровых преобразователей. Для измерения "пьедесталов" ЭВМ через следующие 20 мс с выхода второго регистра через преобразователь уровней NTN₃ запускает цепь формирования строб-сигнала преобразователей в отсутствие измеряемых импульсов. Интервалы обращения ЭВМ к аппаратуре через 20 мс выбраны для того, чтобы производить измерения в одной и той же фазе сетевых наводок и тем самым дополнительно снизить их влияние на калибровку.

После приема калибровочных сигналов ЭВМ производит нормировку данных по формуле

$$\bar{V}_i = \left[\frac{V-P}{T-P} \right]_i \cdot (T-P)_j, \quad (1)$$

где j - канал, в котором отношение $(V-P)/(T-P)$ максимально.

В формуле (1) приняты следующие обозначения: V - амплитуда импульса от пучка, T - амплитуда импульса теста, P - величина пьедестала в цифровом коде преобразователей.

Нормированные данные выводятся в виде гистограммы на дисплей либо, по требованию, - на телетайп.

Коллекторы эмиттерных повторителей буферных плат объединены вместе. Суммарный сигнал с проволочек усиливается транзистором КТ326 и может использоваться для контроля прохождения пучка через пропорциональную камеру либо для измерения общего количества частиц.

В системе предусмотрено два способа проверки и поиска неисправностей, не требующие наличия пучка частиц. В первом случае реализуется связь с выхода Т1 на вход С2, показанная на рис. 1 пунктиром. Тогда тестовый генератор запускается от импульса БВ, имитируя прохождение частиц. Через 20 мс он запускается снова для калибровки системы. В этом случае при нормировке в формуле (1) величина в квадратных скобках обращается в единицу, поэтому на экране дисплея появляется равномерное распределение по всем проволочкам с амплитудой $(T-P)_j$. Данный тест позволяет оценивать аппаратурные погрешности (влияние наводок, неточностей из-за квантования сигналов) по отклонению распределения от горизонтальной прямой. Кроме того, с его помощью легко находят неисправные каналы либо, по крайней мере, шина магистрали, в которой имеется неисправный (закороченный) полевой транзистор. В последнем случае для обнаружения неисправного транзистора используется тест №2. При пуске этого теста ЭВМ через каждые 1,1 мс включает по очереди все 19 координат пропорциональных камер, тест повторяется циклически через каждые 43 мс. При каждом включении на выходе шин магистрали появляются импульсы длительностью 0,6 мс, равные по величине режимным потенциалам полевых транзисторов (-2÷3 В). Для облегчения синхронизации и проведения отсчетов на каждое включение с третьего выходного регистра выдается вспомогательный импульс.

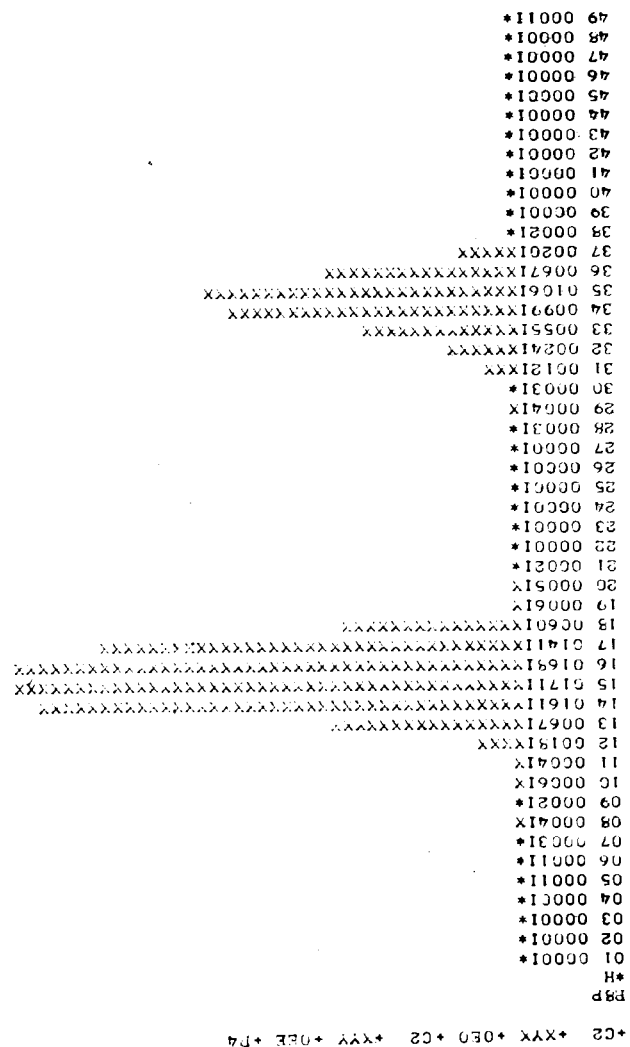


Рис. 2. Профиль пучка на пропорциональной камере в X- и Y-плоскостях (шаг гистограммы - 2мм). Напряжение на камере - 4,500 В.

На рис. 2 показан профиль пучка частиц в плоскостях X (нечётные проволочки) и Y (чётные проволочки) одной из камер. Разница в амплитудах пиков объясняется различием газового усиления в плоскостях X и Y. Введение данной системы в эксплуатацию (на первом этапе использовано 9 камер) позволило сократить время откладки канала частиц с 50 часов до 15.

В заключение авторы хотят выразить благодарность И.М.Граменицкому, Ю.Д.Зернину, В.Врбе, С.В.Левоняну, О.И.Блинову, В.П.Руковичкину, Ю.А.Ласточкину, А.В.Самойлову, Ю.М.Сапунову, В.В.Васильеву за содействие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lehraus I., Matthewson R. Nucl.Instr.and Meth., 1971, Vol. 97, No 1, 187.
2. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, 13-7015, Дубна, 1973.
3. Lazeyras P. e.a. Nucl.Instr.and Meth., 1975, Vol. 123, No 1, 11.
4. Шарпак Ж. УФН, 1972, том 108, вып. 2, 339.
5. Басиладзе С.Г., Маньяков П.К. ОИЯИ, 13-8548, Дубна, 1975.
6. Басиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, 13-10017, Дубна, 1976.
7. Басиладзе С.Г. ОИЯИ, 10-9173, Дубна, 1975.
8. Головатюк В.М., Заневский Ю.В., Пешехонов В.Д. ОИЯИ, 13-10821, Дубна, 1977.
9. SAM 1.02 1001 TRA-i SAMAC CRATE CONTROLLER, Budapest, 1975.
10. Басиладзе С.Г., Парфенов А.Н. ПТЭ, 1977, №1, 83.
11. Басиладзе С.Г., Юдин В.К. ОИЯИ, 13-10016, Дубна, 1976.
12. Басиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, 13-6383, Дубна, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел 6 июля 1977 года.