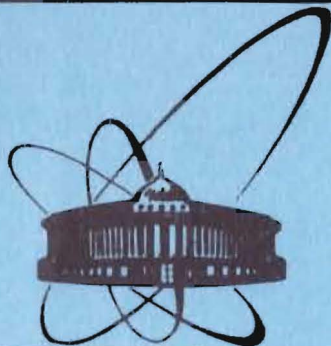


85-585



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

13-85-585

Ю.А.Будагов, В.Г.Зинов, М.Семан\*, А.А.Семенов,  
Б.Ситар, Й.Шпалек

МОДУЛЬ КВАНТОВАНИЯ СИГНАЛОВ  
НА ОСНОВЕ  
БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЦП

Направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента"

---

\*  
ИЗФ САН, ЧССР

1985

Необходимость в разработке и создании описываемого в данной статье модуля квантования сигналов на основе быстродействующего параллельного АЦП обусловлена созданием в ЛЯП ОИЯИ следующих новых детекторов:

1. Ионизационно-координатного спектрометра (ИКС) на основе многослойной дрейфовой камеры<sup>/1,4/</sup>. Приборы этого класса кроме трехмерной реконструкции треков позволяют решать весьма актуальную в современных экспериментах по физике высоких энергий проблему идентификации вторичных заряженных частиц.

2. Спектрометрической установки для измерения координат высокоэнергетических электромагнитных ливней с помощью ливневого годоскопического детектора на основе свинцового стекла (ЛГД) и широкоазорных дрейфовых камер (ШДК).

Существенное улучшение точности измерения координат высокоэнергетических электромагнитных ливней достигается применением дополнительного активного конвертора и широкоазорных дрейфовых камер<sup>/2/</sup> перед ливневым годоскопическим детектором<sup>/3/</sup>.

Общим для этих двух направлений является использование дрейфовых камер с большой ( $\geq 10$  см) длиной дрейфа. Это и требует создания принципиально новой регистрирующей электроники<sup>/4,5,6,7/</sup>. Так, при ионизационных измерениях для идентификации заряженных частиц требуется измерить заряд каждого из нескольких ( $\approx 10$ ) импульсов ( $t_u \sim 80-200$  нс) при расстоянии между ними  $\geq 100-200$  нс. При определении координаты оси электромагнитного ливня необходимо измерить распределение заряда в ливне и определить временное положение максимума заряда. Прямое решение этой задачи - квантование сигнала от ливня ( $t_u \sim 300-800$  нс) с существенно меньшим (5-6 раз), чем длительность сигнала, периодом выборки.

Модуль квантования сигнала, разработанный нами на основе шестизарядного параллельного АЦП, обеспечивает квантование сигнала с периодом выборок 64 нс. Количество выборок, запоминаемых во встроенной буферной памяти - 256, что дает возможность использовать модуль и в других физических приложениях, связанных с анализом быстрых непериодических сигналов.

#### 1. Принцип работы модуля квантования

Модуль выполнен на основе аналого-цифрового преобразователя параллельного типа ПСОПВИ<sup>/9/</sup>. Входной сигнал  $U_{вх}(t)$  предварительно преобразуется в соответствии со следующим соотношением:

$$\Delta Q(t) = K \int [U_{вх}(t) - U_{вх}(t-64 \text{ нс})] dt \sim Q(t) - Q(t-64 \text{ нс}), (1)$$



т.е. напряжение  $\Delta Q(t)$  пропорционально заряду, поступившему на вход модуля за интервал  $t-64$  нс,  $t$ . Преобразование (I) позволяет избежать погрешностей при измерении зарядов от импульсов, длительность которых меньше или сравнима с периодом выборок. После усиления сигнал  $\Delta Q(t)$  квантуется АЦП с периодом выборок 64 нс. Коды выборок с выхода АЦП записываются в буферную память. Эта память организована в виде стека типа *LIFO* глубиной 256 шестизрядных слов. Запись в нее происходит каждые 64 нс независимо от того, есть ли сигнал на входе. Таким образом, в любой момент времени в буферной памяти хранится информация о входном сигнале за последние 16 мкс. Процесс квантования сигнала заканчивается по внешнему сигналу СТОП, и модуль переходит в режим передачи информации в ЭВМ. При этом в буферной памяти модуля (см.рис. 1) хранится, по существу, гистограмма распределения заряда, поступившего на вход преобразователя за 16 мкс до прихода сигнала СТОП. Номер ячейки (8 разрядов) определяет 64-нс интервал, а содержащее (6 разрядов) - заряд, поступивший на вход модуля в этом интервале.

Подчеркнем, что такой подход к измерению зарядов импульсов, имеющих большой разброс по длительности (80-800 нс) и следующих друг за другом на расстоянии 100-200 нс, имеет определенные преимущества по сравнению с известными типами стробируемых интеграторов, применяемых в старт-стопных преобразователях "заряд-код".

1. Более эффективно используется динамический диапазон АЦП при регистрации импульсов с различной длительностью, сохраняя неизменной относительную точность измерения сигналов.

2. Измеряется не только заряд, поступивший на вход модуля, но и его распределение во времени.

3. Нет необходимости введения кабельных линий задержки в информационные каналы для выравнивания моментов прихода сигналов с камеры и триггера установки (строба преобразователя).

4. Время выработки триггера может быть значительным (16 мкс), что важно, например, при регистрации информации с ИКСа, где поток информации достигает нескольких тысяч байт, и организация "жесткого" триггера имеет особое значение.

## II. Техническое описание

Модуль квантования выполнен в стандарте КАМАК в блоке 1М и содержит (см. рис. 2) два информационных канала, стоп-канал с временным интерполатором на 2 нс, схему управления и схему сопряжения с магистралью КАМАК. Каждый информационный канал состоит из интегратора с укорочением сигнала, усилителя, АЦП, буферной памяти.



Рис. 1. Принцип работы модуля квантования сигнала.

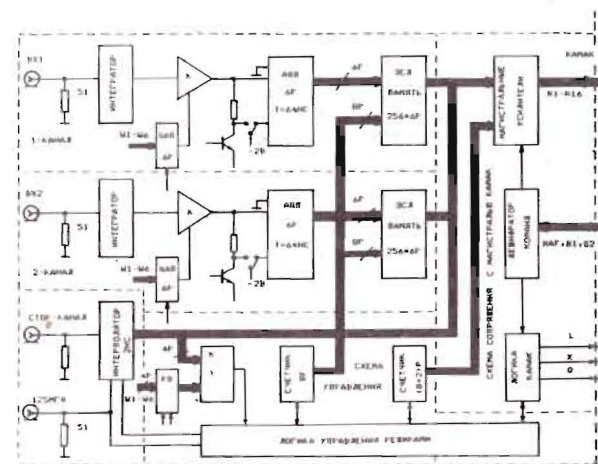


Рис. 2. Блок-схема модуля квантования сигналов на основе быстродействующего параллельного АЦП.

### I. Интегратор с укорочением сигнала

Данная схема (рис. 3) выполнена на усилительном каскаде Т1, в коллекторную цепь которого включен интегрирующий конденсатор. Получение разностного сигнала  $U_{ВХ}(t) - U_{ВХ}(t-64$  нс) (см. соотношение (I)) достигается за счет включения в эмиттерную цепь формирующей линии задержки на 32 нс. Для компенсации разрядного тока интегрирующего конденсатора через сопротивления в коллекторной цепи Т1 введена регулировка коэффициента отражения сигнала. Заметим, что из-за конечного затухания сигнала в линии задержки данная схема не обеспечивает выполнение соотношения (I) при постоянной интегрирования  $\geq 2$  мкс.



### III. Логика управления и передачи информации в ЭВМ

Модуль квантования работает в двух режимах:

- режиме квантования,
- режиме передачи информации в ЭВМ.

Установка режима квантования происходит в следующих случаях:

- а) генерация сигналов  $S$  или  $Z$ ,
- б) окончание передачи информации в ЭВМ.

Установка режима передачи информации в ЭВМ осуществляется по внешнему сигналу СТОП. Момент прихода этого сигнала измеряется с помощью временного интерполятора<sup>17/</sup> с точностью 2 нс. Данная точность обеспечивает необходимую пространственную привязку при восстановлении треков частиц в ЦДК.

После прихода сигнала СТОП последовательно по каналам считывается содержимое ячеек памяти. Это значение с помощью цифрового компаратора сравнивается с заданным от ЭВМ пороговым значением сигнала для данного канала. В случае превышения порога генерируется сигнал  $L$  и содержимое ячейки вместе с ее номером и номером канала передается в ЭВМ. Обмен ведется в  $ULS$  режиме. Пределы регулировки порога 0-16. Период, с которым происходит поиск информации в памяти - 128 нс. Нумерация ячеек памяти ведется от ячейки, номер которой был установлен на адресном счетчике в момент прихода сигнала СТОП.

### IV. Основные технические характеристики модуля квантования

- |   |            |
|---|------------|
| 1. Количество информационных каналов                    | - 2        |
| 2. Разрядность АЦП                                      | - 6 бит    |
| 3. Период квантования                                   | - 64 нс    |
| 4. Количество запоминаемых выборок                      | - 256      |
| 5. Входной сигнал                                       | - 0-400 мВ |
| 6. Входное сопротивление                                | - 51 Ом    |
| 7. Диапазон регулировки коэффициента преобразования     | - 30%      |
| 8. Точность измерения временного положения сигнала СТОП | - 2 нс     |
| 9. Выходное слово - 16 разрядов:                        |            |
| а) для информационных каналов:                          |            |
| 1-6 биты - величина заряда,                             |            |
| 7-14 биты - номер 64-нс интервала;                      |            |
| б) для СТОП-канала:                                     |            |
| 1-14 биты - момент прихода сигнала СТОП;                |            |
| в) I5, I6 биты задают номера каналов:                   |            |
| I5 = 0, I6 = 0 - первый канал,                          |            |

I5 = 1, I6 = 0 - второй канал,

I5 = 1, I6 = 1 - СТОП-канал.

10. Обмен информацией с ЭВМ - в режиме  $ULS$  по команде  $NA(O)F(O)$ .

11. Генератор тактовой частоты 125 МГц - внешний.

12. Питание: +6 В - 0,4 А,  
          -6 В - 3,0 А.

### У. Заключение

Данный модуль был использован в экспериментах по высокоточному определению координаты оси высокоэнергетичного электромагнитного ливня с помощью широкозасорной дрейфовой камеры. Исследования проводились на 18 канале ускорителя ИФВЭ (Серпухов). На рис. 7 представлены типичные распределения заряда в плоскости, перпендикулярной оси ливня, полученные с помощью модуля квантования сигналов. На рис. 8 приведено пространственное разрешение, полученное разными методами обработки сигналов от ливней, зарегистрированных модулем квантования: методом вычисления центра тяжести заряда, выделенного в ЦДК (АЦП - центр тяжести), методом нахождения максимального значения заряда (АЦП - макс.), методом взвешивания заряда в области максимума (АЦП - взв. макс.); и разрешение, полученное с использованием время-цифрового преобразователя (ВЦП)<sup>3/</sup>.

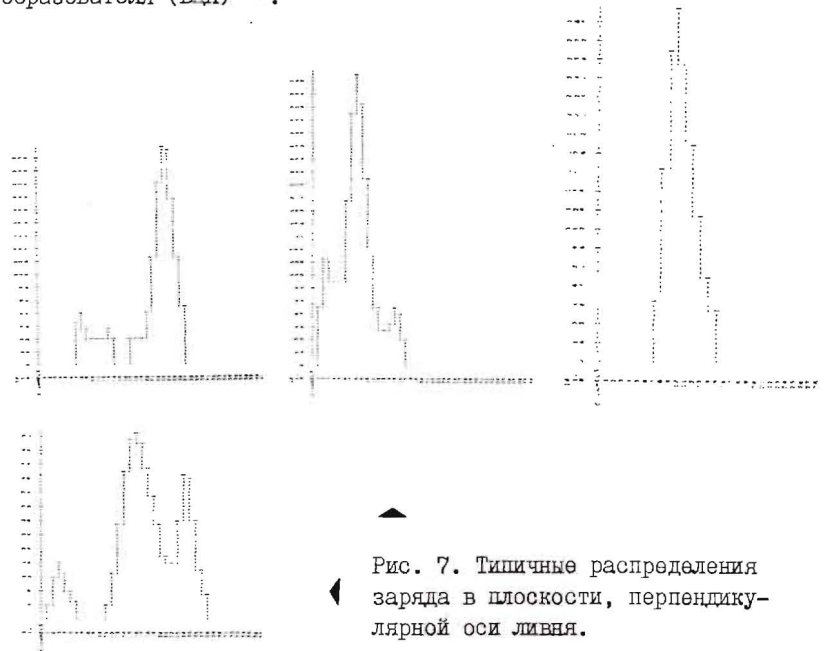


Рис. 7. Типичные распределения заряда в плоскости, перпендикулярной оси ливня.

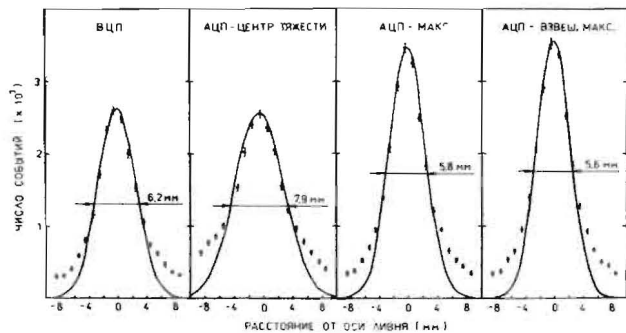


Рис. 8. Распределение координат осей электромагнитных ливней, измеренное с помощью ШЦК.

Авторы благодарят В.П. Джелепова и В.Б. Флягина за поддержку работы, критические замечания и полезные обсуждения.

#### Литература

1. Будагов Ю.А. и др. УЖЛФ 80-30, Братислава, 1980.
2. Будагов Ю.А. и др. ОИЯИ, 13-84-394, Дубна, 1984.
3. Будагов Ю.А. и др. ОИЯИ, 13-84-757, Дубна, 1984.
4. Мерзон Г.И., Ситар Б., Будагов Ю.А. ЭЧАЯ, 1983, т. 14, вып. 3, с. 648.
5. Bernstein D. SIAC-PUB-2632, 1980.
6. Hallgren B., Werweiy H. IEEE, NS-27, 1980, No. 1.
7. Будагов Ю.А. и др. ОИЯИ, 13-84-395, Дубна, 1984.
8. Lehvas I. Nucl. Instr. and Meth., 1983, vol. 217, p. 43.
9. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы. Под ред. С.В. Якубовского. М., "Радио и связь", 1984, с. 362.
10. Батраков А.М., Козак В.Р. ИЯФ СО АН СССР, 85-10, Новосибирск, 1985.
11. Мелешко Е.А., Олейник С.В. ИАЭ им. Курчатова, 4046/14, М., 1984.

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 июля 1985 года.

Будагов Ю.А. и др.

13-85-585

Модуль квантования сигналов  
на основе быстродействующего параллельного АЦП

Описывается модуль квантования сигналов на основе шести-разрядного параллельного АЦП, предназначенный для измерения ионизационных потерь с помощью широкозазорных дрейфовых камер. Период квантования 64 нс. Количество запоминаемых выборок 256. Введение схемы предварительного преобразования сигнала уменьшает фазовые ошибки в тех случаях, когда длительность импульсов меньше или сравнима с периодом квантования. Модуль выполнен в стандарте КАМАК в блоке ИМ, содержит два информационных канала.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Budagov Yu.A. et al.

13-85-585

Multi-Hit Charge Digitizer with Flash-ADC

A multy-hit charge digitizer with 6-bit flash-ADC is described. It measures the time and charge of the signal from wide-gap drift chambers. Conversion rate is 64 ns. A fast MECL memory (256x6 bit) in each information channel allows registration up to 256 signals. The circuit for clipping and integration of signals corrects errors when duration of the input signals is less or equal than conversion rate.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985