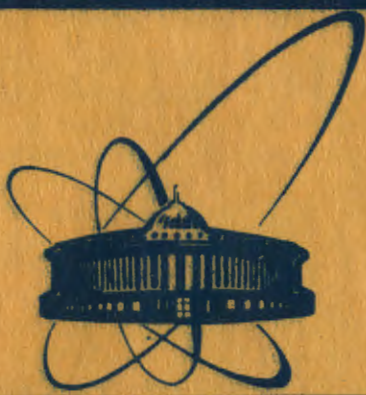


83-67

e +



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

1957/83

18/4-83  
13-83-67

А.Н.Кузнецов, В.Г.Суботин

АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

1983

Аналого-цифровой преобразователь /АЦП/ разработан как блок общего назначения с возможностью применения и в обычном анализаторе импульсов, и в системах многопараметровых измерений. В работе приводятся описание и технические характеристики АЦП на основе принципиальных схем.

Передача данных и обмен управляющими сигналами может производиться как по магистрали КАМАК, так и по разъему связи с внешним устройством. Выбор режима работы осуществляется переключателем "ВНУ" - "КАМ", расположенным на задней панели блока.

1. В режиме "КАМ" АЦП выполняет следующие адресуемые по  $VxNxA(o)$  команды /см. рис.3/:

- F(0), F(2) - чтение со сбросом /"сброс" здесь и далее означает сброс счетчика кода амплитуды и триггера LAM/;
- F(8) - проверка состояния триггера LAM;
- F(10) - сброс;
- F(24) - установка триггера маскирования L /запрет L/;
- F(26) - сброс триггера маскирования L /разрешение L/.

На перечисленные команды блок отвечает сигналами  $X=1$ ,  $Q=1$  при  $LAM=1$ ; сигнал  $L=1$  появляется при  $LAM=1$  в отсутствие маскирования.

Выполняются также неадресуемые команды КАМАК:

- Z - сброс, установка триггера маскирования L;
- C - сброс, сброс триггера маскирования L;
- J - блокировка.

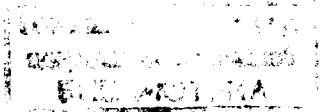
Сброс и установка всех триггеров АЦП стробируются сигналом S2.

При обращении к блоку с командами F(0), F(2) код выдается одновременно и на R-шины магистрали КАМАК, и на разъем ВНУ. С задержкой около 0,1 мкс относительно появления кода на разъем ВНУ выдается также сигнал "Привет" /см. рис.4/, которым можно стробировать запись информации во внешнее устройство, например регистр. Последний должен успевать принимать информацию за цикл КАМАК /около 1 мкс/. "Ответ" внешнего устройства в таком режиме не воспринимается.

2. В режиме "ВНУ" АЦП не принимает и не генерирует сигналы магистрали КАМАК. По сигналам "Привет" и "Ответ" осуществляется асинхронная связь АЦП с внешним устройством/1/, на время которой АЦП блокируется /см. рис.2/.

#### ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ АЦП

Будем использовать следующие условные обозначения сигналов:  
ЗРУ - сигнал зарядно-разрядного устройства, показывающий, что напряжение на емкости памяти больше, чем на выходе линейных ворот;



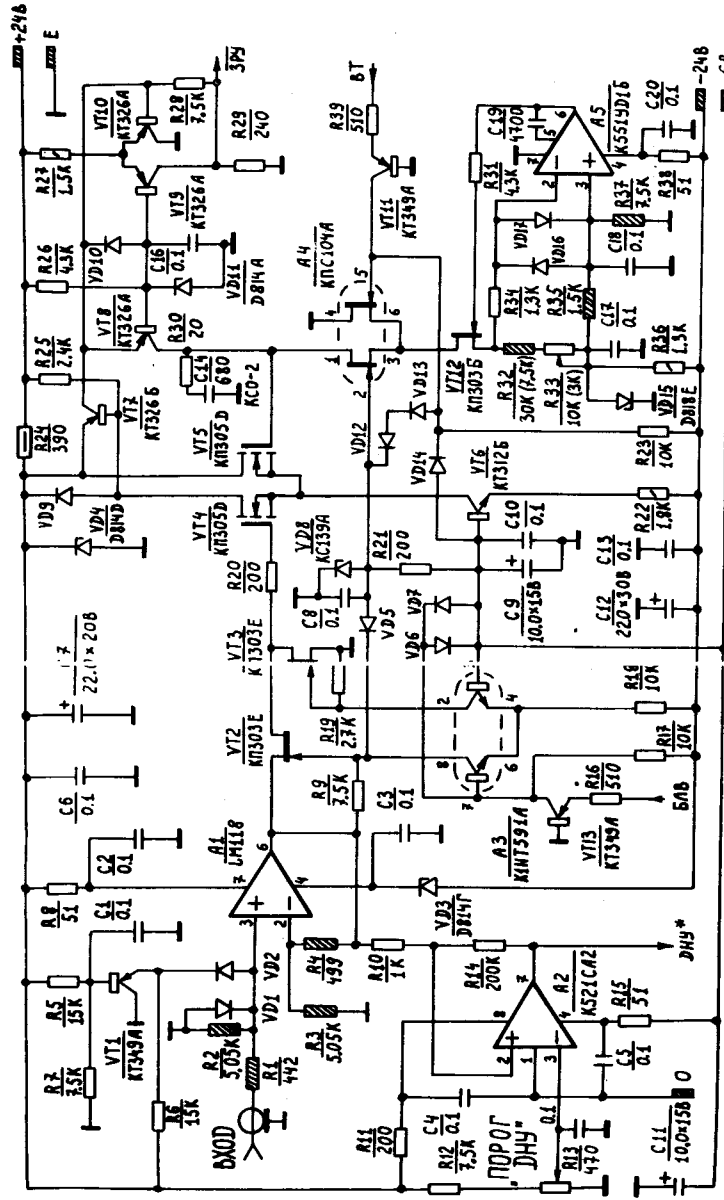


Рис. 1. Линейная часть АПШ. Затрихованы резисторы типа БШ. Все диоды - типа КД1503А.

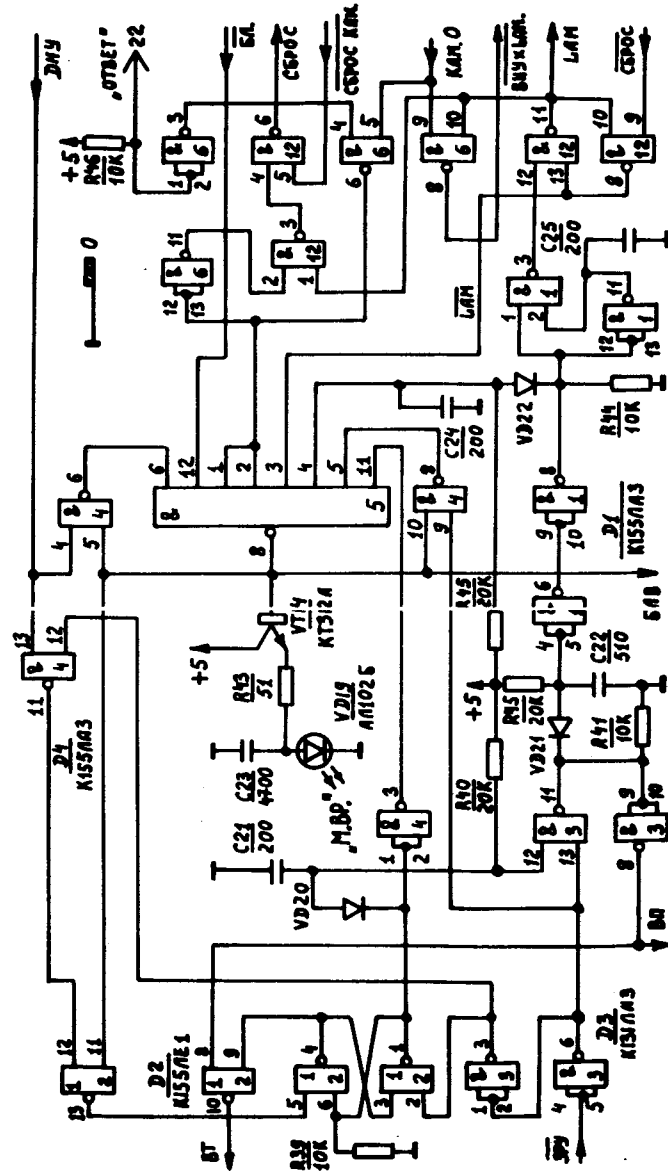


Рис. 2. Логика отбора событий и управления линейной частью АПШ. Диоды - типа Д9Б. Д5 - К155ЛА2; Д6, Д12 - К158ЛА3.

ВТ - выключение опорного тока разряда запоминающей емкости;  
 БЛВ - блокировка линейных ворот;  
 ВП - время преобразования;  
 ДНУ - сигнал дискриминатора нижнего уровня.  
 Знак инверсии показывает отрицательную полярность сигналов.

Линейная часть АЦП приведена на рис.1. Она содержит схемы ограничения входного напряжения /VD1, VD2, VT1/, дискриминатор /A2/, линейные ворота /VT2, VT3/ со схемой управления /A3, VT13/, зарядное устройство /VT4÷VT8/ с детектором состояния /VT9, VT10/, источник опорного тока /A5, VT12, VD15/ со схемой переключения /A4, VT11/.

Выключение опорного тока позволяет надежно детектировать состояние зарядного устройства /вершину импульса/ даже для импульсов с очень медленной скоростью спада. Измеренный суммарный ток утечки зарядной емкости при выключении разряда составляет около  $1,5 \times 10^{-9}$  А и слабо зависит от температуры в диапазоне 20-50°C. Указанное ниже минимальное время нарастания спектрометрического импульса обусловлено появлением выброса на переходной характеристике А1, который воспринимается зарядным устройством. Введение в схему повторителя А1 сделано с учетом перспективы появления более быстрых отечественных ОУ. Скорость заряда запоминающей емкости при большом входном сигнале достигает 0,15 В/нс. Время переключения линейных ворот - около 100 нс. Реакция на переключение по выходу ворот проявляется в виде отрицательных импульсов длительностью около 50 нс и амплитудой не более 50 мВ, которые не искажают амплитуду напряжения емкости памяти и в отсутствие входного сигнала не дают сигнала ВП.

Логика отбора событий и управления линейной частью АЦП приведена на рис.2. БЛВ есть суперпозиция ЛАМ, ВП, блокировок сигналов от магистрали КАМАК и от внешних устройств с соответствующими перекрытиями сигналов блокировки по длительности. ДНУ и ЗРУ, приходящие в момент БЛВ, продлевают БЛВ. ВП генерируется, если в момент начала ЗРУ нет БЛВ и есть ДНУ. В отсутствие ДНУ и БЛВ сигнал ЗРУ /возникающий, например, от шумов/ логикой не воспринимается. Если ЗРУ появляется раньше ДНУ /что происходит, например, при стробировании АЦП на спаде спектрометрического импульса/, ВП не генерируется. ВТ начинается по ДНУ в отсутствие БЛВ и заканчивается либо по началу ВП, либо по началу БЛВ.

Схема связи блока с магистралью КАМАК и логика стробирования приведены на рис.3. Стробирование осуществляется положительным сигналом /снятие блокировки/ на шине Р2 или на входах блокировки. Сначала снимается БЛВ, затем, через 0,2 мкс, разрешается прохождение ДНУ в логику отбора событий. Такое решение связано с необходимостью совмещения двух наиболее вероятных вариантов применения АЦП, которые противоречат друг другу по способу использования сигнала ДНУ в логике отбора событий.

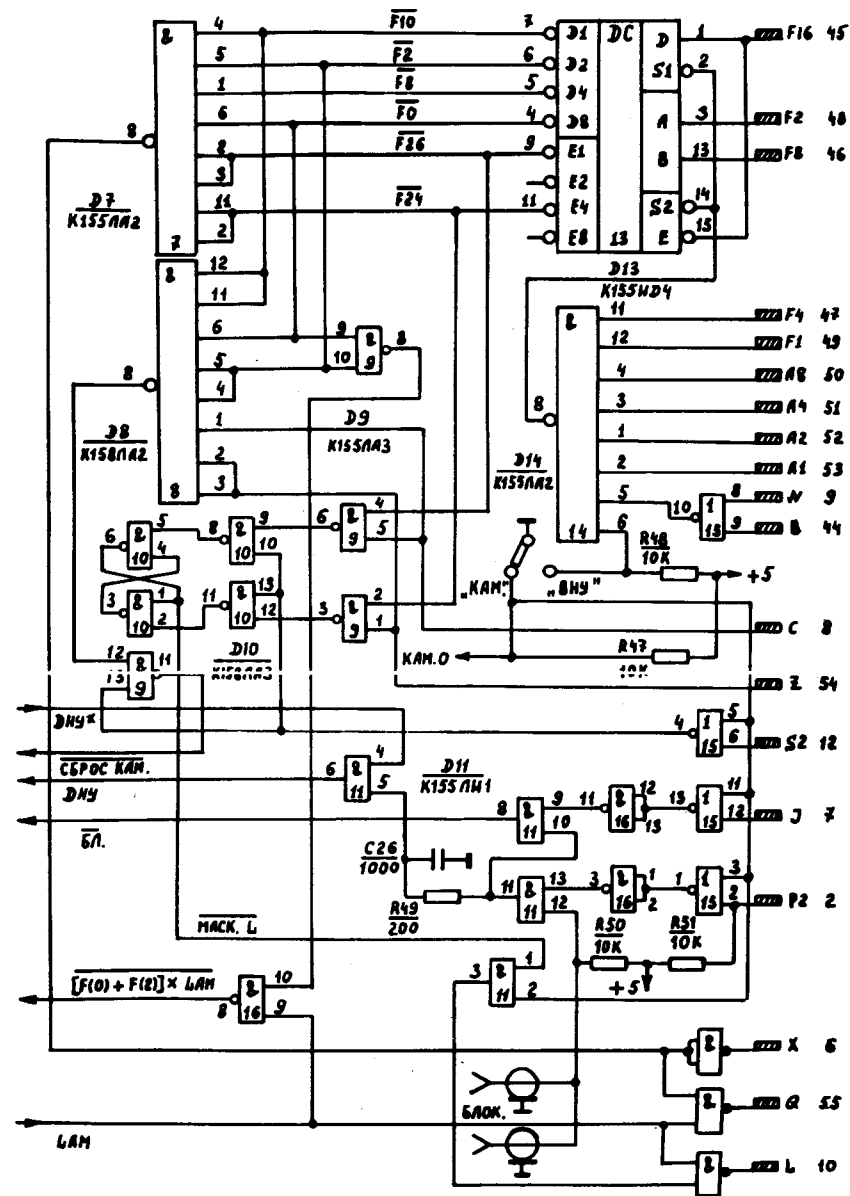


Рис.3. Схема связи блока с магистралью КАМАК и логика стробирования. D15 - K155ЛЕ1, D16 - K155ЛА3, D17 - K155ЛА8.

1. В одномерном анализаторе импульсов, когда ворота АЦП нормально открыты, сигнал ДНУ, приходящий в момент БЛВ, должен продлевать БЛВ.

2. В многопараметрическом эксперименте группа АЦП стробируется только во время появления события. При этом сигналы ДНУ могут возникать уже до стробирования.

Таким образом, строб-сигнал на входах блокировки АЦП должен начинаться не позднее, чем за 0,2 мкс до момента достижения спектрометрическим импульсом вершины и оканчиваться не раньше этого времени.

Генератор серии и счетчик приведены на рис.4. Вентиль К131ЛАЗ имеет задержку около 10 нс, которая на частоте 50 МГц дает наилучший для устойчивой работы генератора фазовый сдвиг между входными и выходными сигналами вентиля. Устойчивость работы генератора проверена при изменении напряжения питания от +4 В до +6 В. При переполнении счетчика все триггеры устанавливаются в "1".

В 10-разрядном варианте АЦП, наиболее часто применяемом в экспериментах по физике тяжелых ионов, в схеме блока делаются следующие изменения: убираются микросхемы D29, D30; ставится перемычка между 9-й ножкой D27 и 3-й ножкой D31; с ножки 6-й D31 через вентили D32 сигнал подается на шину R10 магистрали КАМАК и на 10-ю ножку разъема ВДУ; резисторы R32 и R33 имеют величину 7,5 кОм и 3 кОм соответственно для увеличения в 4 раза тока разряда запоминающей емкости /см. рис.1/.

#### Основные технические характеристики блока

1. Аналоговый вход.
  - Входное сопротивление - 5,5 кОм;
  - полярность сигналов - положительная;
  - амплитуда - от 0 до +5 В;
  - время нарастания входного сигнала - не менее 0,2 мкс;
  - регулировка порога ДНУ - от 20 мВ до 0,7 В;
  - гальваническая связь входа с зарядным устройством и ДНУ.
2. Преобразователь.
  - Частота генератора серии - 50 МГц;
  - число уровней квантования - 4096;
  - дифференциальная нелинейность в динамическом диапазоне 100 - не более +2%;
  - в диапазоне 150 - не более +3%;
  - интегральная нелинейность в диапазоне 100 - не более 0,05%;
  - температурная нестабильность коэффициента преобразования - не более 0,1 кан./°С.

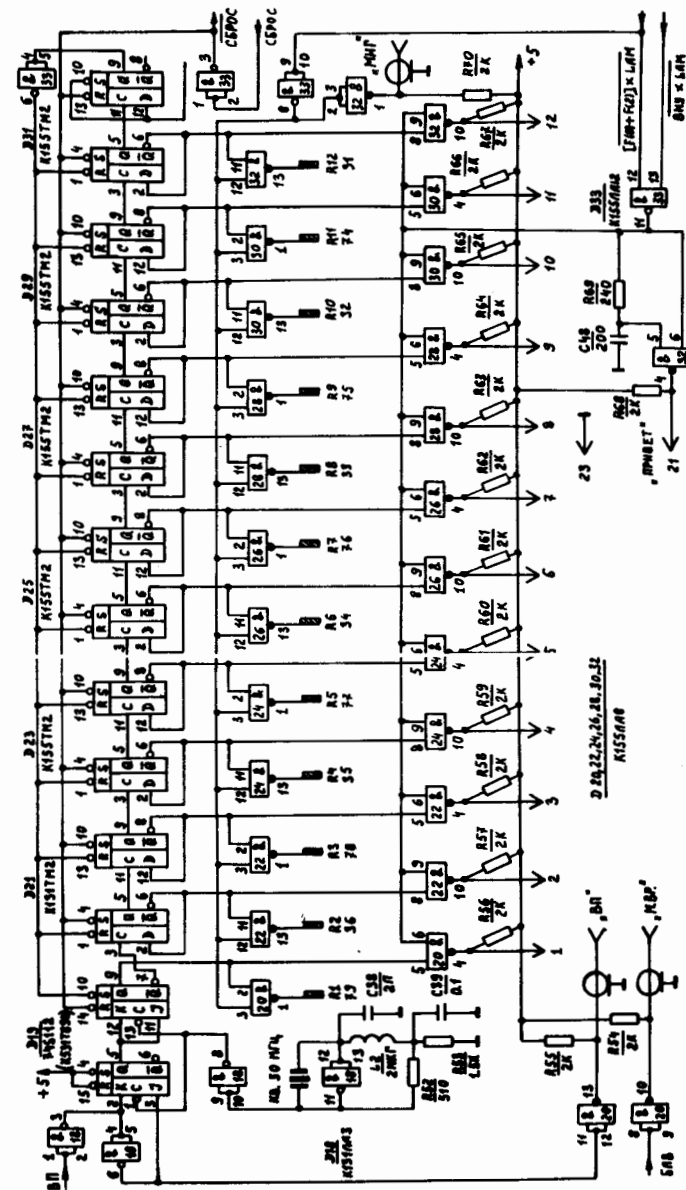


Рис.4. Генератор серии и счетчик.



### 3. Общие данные:

ширина	- 1м;
максимальная потребляемая мощность	- 5,7 Вт;
максимальный ток от источников питания: +24 В	- 50 мА,
-24 В	- 40 мА,
+6 В	- 570 мА,
-6 В	- 15 мА.

Число аналоговых ИС - 5, цифровых ИС - 33, транзисторов - 14, диодов - 24, емкостей - 48, резисторов - 70.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

АЦП разработан в основном для обеспечения многопараметровых экспериментов на пучках тяжелых ионов Лаборатории ядерных реакций. Особенности таких экспериментов следующие:

1. Используется большое число АЦП.
2. Группа АЦП стробируется после предварительного отбора многопараметрового события.
3. В процессе эксперимента, до обработки результатов на ЭВМ, необходим оперативный контроль особенно важных параметров.

Таким образом, особое значение имеют технологичность, простота эксплуатации, надежность и широкие функциональные возможности АЦП, что и было учтено в данной разработке.

Основная трудность заключалась в достижении приемлемой величины дифференциальной нелинейности. Эта задача в известной степени была решена тщательным проектированием печатной платы, использованием отдельных шин питания и земли для цифровой и аналоговой частей блока, пространственным разнесением счетчика и аналоговой части преобразователя.

Авторы благодарны Г.А.Комковой за помощь в конструировании и качественный монтаж серии блоков, а также В.А.Алексеевой, В.А.Сбитневу, Л.М.Беляевой за подготовку и изготовление печатных плат.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Челноков Л.П. В кн.: X Международный симпозиум по ядерной электронике /сборник аннотаций/. ZfK-413, Дрезден, 1980, с.116.

Рукопись поступила в издательский отдел  
7 февраля 1983 года.

Кузнецов А.Н., Субботин В.Г.  
Аналого-цифровой преобразователь

13-83-67

Аналого-цифровой преобразователь разработан для применения в многопараметровых экспериментах по изучению взаимодействия тяжелых ионов. Частота генератора серии - 50 МГц, число разрядов - 12 /или 10/, логическая часть выполнена полностью на микросхемах ТТЛ. Имеется возможность обмена данными и управляющими сигналами как с контроллером КАМАК по шинам магистрали, так и с внешним устройством в асинхронном режиме по разъему, расположенному на лицевой панели блока. Приводятся описание, технические данные и принципиальные схемы преобразователя.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Kuznetsov A.N., Subbotin V.G.  
Analog-Digital Converter

13-83-67

The 12/10/ bit analog-to-digital converter /ADC/ has been developed to apply in the multiparameter experiments exploring the heavy ion interactions. The frequency of the oscillator is 50 MHz, the logical circuits are realized with TTL microcircuits only. The data and control signals interchange both with CAMAC dataway or with an external device goes in asynchronous mode by the panel connector placed on the front panel of the unit. The description, technical characteristics and electrical circuits of the ADC are presented.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.