

P13-11201

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**



С344.3Г
Г-122

P13 - 11201

**Ф.Габриэль, А.И.Калинин, С.И.Мерзляков,
Э.Рихтер, Е.Тиссольд, В.Фромм**

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ В СТАНДАРТЕ КАМАК**

1978

Р13 - 11201

Ф.Габриэль, А.И.Калинин, С.И.Мерзляков,
Э.Рихтер, Е.Тиссольд, В.Фромм

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ В СТАНДАРТЕ КАМАК

ВВЕДЕНИЕ

Аналого-цифровой преобразователь /АЦП/ - один из самых широко используемых приборов в современном физическом эксперименте.

Ниже описывается универсальный АЦП с числом каналов от 256 до 8192, способный измерять импульсные /режим "Пик"/ и медленно меняющиеся или постоянные напряжения /режим "Строб"/. Для отбора полезных импульсов в приборе предусмотрена логика истинных или задержанных совпадений /антисовпадений/. С помощью входа "Ворота" можно организовать многомерные измерения. АЦП работает по принципу амплитудно-временной трансформации с частотой генератора серии 100 МГц. Вывод результатов измерения возможен как через магистраль КАМАК, так и через внешний разъем на передней панели, что дает возможность использовать буферную память и сократить время набора статистики.

Конструктивно АЦП выполнен в модуле двойной ширины в стандарте КАМАК. Вид передней панели показан на *рис. 1*.

БЛОК-СХЕМА ПРИБОРА

Блок-схема АЦП представлена на *рис. 2*. Основные узлы прибора: линейные ворота, зарядно-разрядное устройство, генератор серии, счетчик, а также соответствующая логика для запуска преобразователя, установки параметров и вывода информации. Измерение ам-



Рис. 1. Внешний вид передней панели.

плитуды импульсов /режим "Пик"/ происходит следующим образом. В исходном состоянии линейные ворота П1 открыты и входное напряжение через усилитель точно повторяется на зарядной емкости С. Если амплитуда входного импульса превышает порог нижнего дискриминатора и если нет запрещающих сигналов /I, F24 или на входе "Ворота"/, срабатывает триггер Т1 и размыкается ключ П2, шунтирующий диод зарядного устройства. После этого напряжение на конденсаторе следит за входным импульсом только до тех пор, пока он возрастает. Как только входной импульс после пикового значения начнет падать, диод Д закрывается, усилитель выходит из линейного режима и выходной потенциал его уходит вниз до ограничения. При этом переключаются компаратор Т3 и триггер общего сброса Т2, а вход линейных ворот П1 переключается на опорный потенциал /например, нулевой/, относительно которого измеряется импульс. После небольших задержек τ_1 и $\tau_1 + \tau_2$ соответственно включается ток разряда емкости $I_{\text{разр}}$ и открываются логические ворота, пропускающие импульсы генератора серии на счетчик. Как только конденсатор разрядится до опорного потенциала, усилитель входит в линейный режим, компаратор возвращается в исходное состояние, счетчик импульсов останавливается, и, если выполнены условия совпадений, выдается сигнал L. Цифровое слово счетчика считывается функцией F(0) через магистраль КАМАК (W11=0) или через внешний разъем на передней панели (W11=1). Начальное состояние АЦП устанавливается следующими сигналами: "Сброс" + (Z+C)S2 + F(2)S2 /режим считывания со сбросом/ + превышение входным сигналом верхнего уровня счетчика + невыполнение условий совпадений.

Введение триггера запуска Т1 исключает анализ импульсов, наложенных на спад предыдущих, так как преобразование начинается только в том случае, если входной нулевой уровень ниже порога дискриминации.

Регулируемый одновибратор совпадений служит для установки отрезка времени после пика входного импульса, в течение которого должен прийти разрешающий сигнал совпадения /или антисовпадения/.

Установка и считывание параметров прибора и режимов его работы производятся с помощью регистра 2 /см. табл./. Наличие входных сигналов проверяется с помощью регистра 3.

Дополнительная информация /“признаки“/ может быть введена через разъемы на лицевой панели и считана вместе с информацией со счетчиков.

Включение прибора осуществляется командами: F26 + W12 F(17) .

Остальные функции КАМАК показаны на *рис. 2* и отражены в технических данных. Работа блока в режиме “Строб” аналогична описанному выше, только начало преобразования определяется внешним импульсом, и дискриминатор нижнего уровня в этом режиме не действует.

ЛИНЕЙНЫЕ ВОРОТА И ЗАРЯДНО-РАЗРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

Линейные ворота и зарядно-разрядное устройство выполнены на одном операционном усилителе /на дискретных элементах/ и охвачены общей обратной связью^{1,2/} /рис. 3/. В качестве входного каскада операционного усилителя используется один из двух одинаковых дифференциальных усилителей. На вход одного дифференциального усилителя подается входной сигнал, на вход другого - опорный потенциал, относительно которого производится измерение. Переключением дифференциальных каскадов осуществляется функция линейных ворот. Такая схема позволяет получить нулевой потенциал, небольшие помехи в момент переключения и ничтожное прохождение сигнала через закрытые ворота. Как было показано выше, переключение ворот происходит в момент максимума импульса, поэтому нет ограничения на длительность спада входного сигнала, присущего обычным схемам. При этом динамический диапазон анализируемых импульсов снизу ограничивается только шумами.

Таблица установки параметров

W3	W2	W1	Число каналов
0	0	0	8192
0	0	1	4096
0	1	0	2048
0	1	1	1024
1	0	0	512
1	0	1	256

W1 ÷ W3 - выбор числа каналов

W5	W4	Время в мкс
0	0	2
0	1	4
1	0	8
1	1	16

W4, W5 - выбор времени задержанных совпадений.

W6 ÷ W12	1	0
6	Ворота	выкл. вкл.
7	совп./антисовп.	совп. антисовп.
8	совп.	выкл. вкл.
9	режим	"Пик" "Строб"
10	Считывание и сброс	регистра 3 регистра счетчика
11	вывод	внешн. КАМАК
12	вход	выкл. вкл.

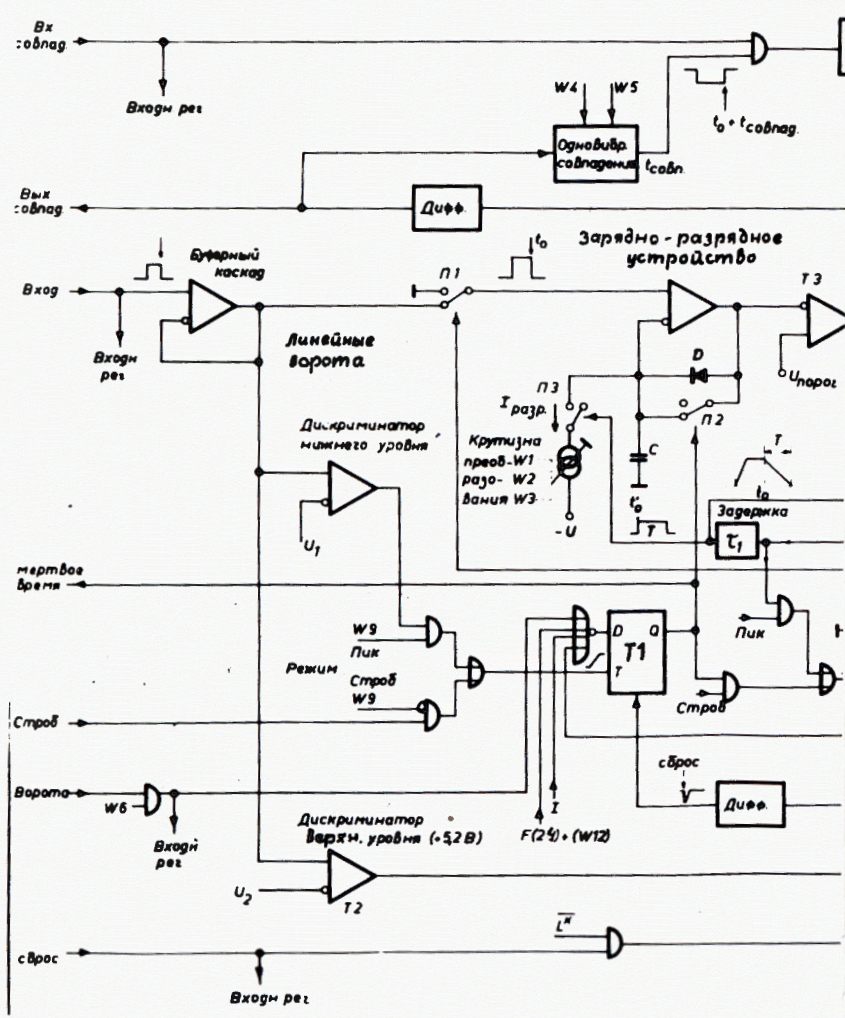
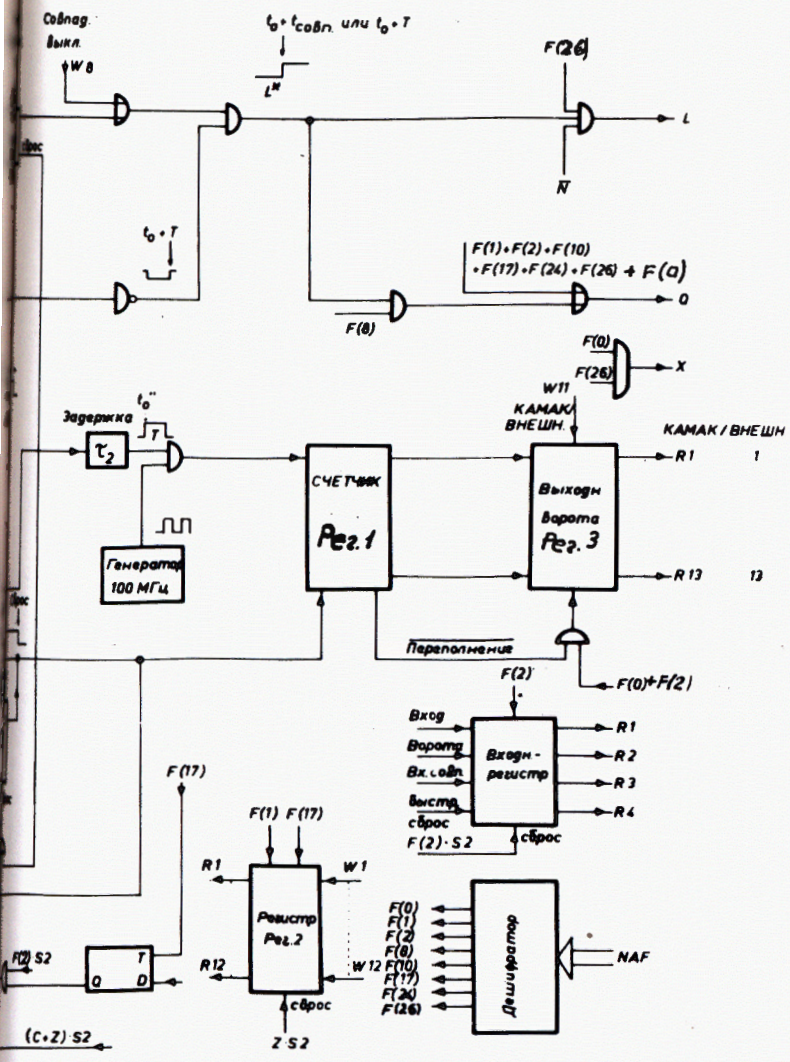


Рис. 2. Блок-схема АЦП.



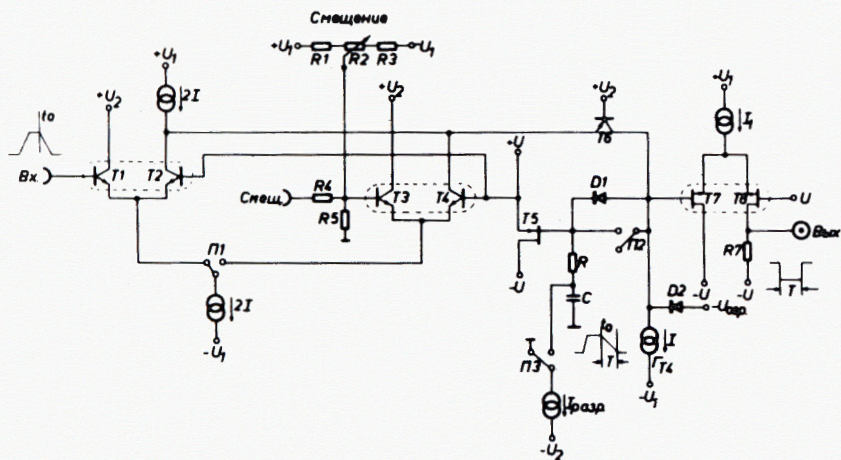


Рис. 3. Линейные ворота и зарядно-разрядное устройство.

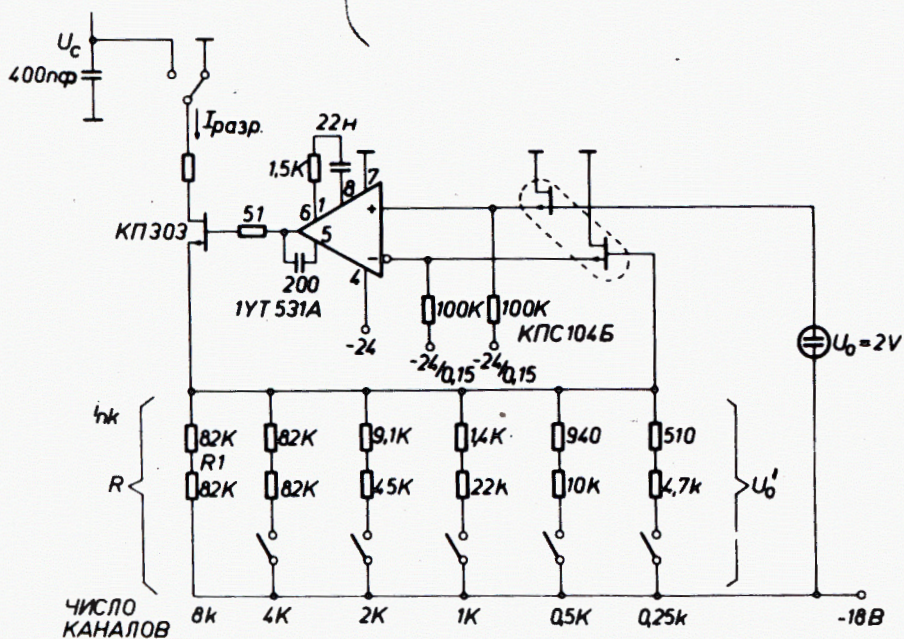


Рис. 4. Генератор тока разряда.

ГЕНЕРАТОР ТОКА РАЗРЯДА

Генератор тока разряда построен на полевых транзисторах и операционном усилителе по схеме, представленной на *рис. 4*, для которой с большой точностью выполняется соотношение

$$I_{\text{разр.}} = U_0 / R .$$

Высокая стабильность тока разряда обеспечивается применением стабильных резисторов с $TK = 50 \cdot 10^{-6}$. Кроме того, на самых чувствительных диапазонах температурный уход сопротивления компенсируется соответствующим изменением опорного потенциала, который также можно изменять в небольших пределах с входа "Усил." на передней панели.

Выбор диапазона осуществляется с помощью герконовых переключателей.

ГЕНЕРАТОР СЕРИИ ИМПУЛЬСОВ

Генератор с кварцевой стабилизацией частоты 100 МГц показан на *рис. 5*. Для уменьшения дифференциальной нелинейности типа "Чет-нечет" введена схема формирования на туннельном диоде АИ201А. Серия импульсов передается на счетчик по скрученной паре проводов, что обеспечивает бóльшую помехоустойчивость по сравнению с несимметричной передачей.

Основные технические характеристики АЦП

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Число каналов | - 256, 512, ... 8192. |
| 2. Полярность входных преобразуемых сигналов /импульсы или постоянное напряжение/ | - положительная. |
| 3. Диапазон амплитуд входных сигналов | - 0,01 ÷ 5 В. |
| 4. Длительность импульсов | - не менее 500 нс. |
| 5. Входное сопротивление | - 5,1 кОм или 51 Ом. |

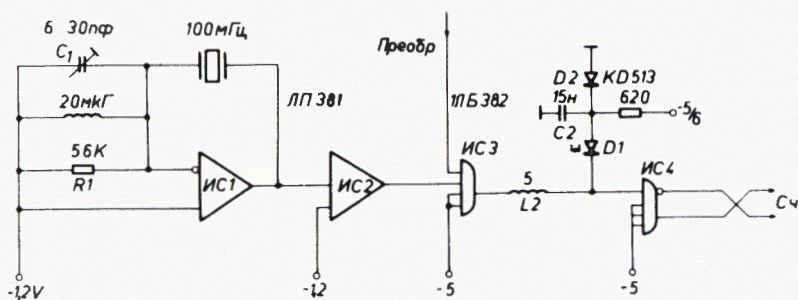


Рис. 5. Кварцевый генератор и схема формирования.

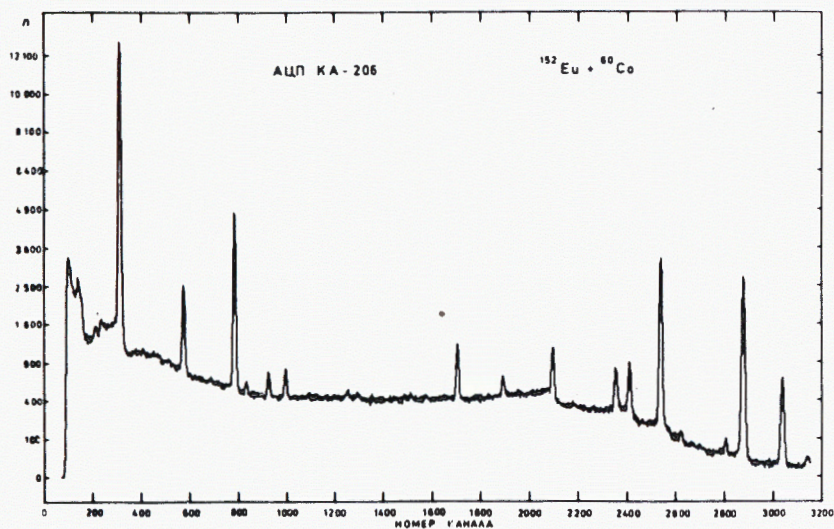


Рис. 6. Энергетический спектр ^{152}Eu и ^{60}Co .

6. Частота генератора серии - 100 МГц.
7. Время преобразования - $0,3 \pm 0,01N$ / мкс /
/N- число каналов/.
8. Дифференциальная нелинейность - $\pm 0,4\%$.
9. Интегральная нелинейность для 99% полного диапазона - не хуже 0,1%.
10. Температурная нестабильность коэффициента преобразования - не хуже 0,15 кан/°С.
11. Температурный дрейф нуля - не более 90 мкВ/°С.
12. Чувствительность входов стабилизации:
- ± 1 В на входе "Смещ." - соответствует изменению нулевого уровня ± 50 мВ.
- ± 1 В на входе "Усил." - соответствует изменению времени преобразования на $\pm 1\%$.
13. Порог дискриминации нижнего уровня - 10 мВ \div 1 В.
- верхнего уровня - постоянный, на 4% выше полного диапазона.
14. Сигналы всех логических входов и выходов соответствуют стандарту НИМ.

Функции и команды КАМАК

- F(0)A(0) - считывание регистра счетчика.
- F(1)A(0) - считывание регистра параметров /см. табл./.
- F(2)A(0) - считывание и сброс регистра счетчика (W10 = 0) или регистра прохождения входных сигналов. (W10 = 1)
- F(8)A(0) - проверка L.
- F(10)A(0) - сброс L.
- F(17)A(0) - запись в регистр параметров /см. табл./.
- F(26)A(0) - включение входа.
- F(24)A(0) - выключение входа.
- I - запрет.

- ZS2 - сброс всех регистров в начальное состояние.
- CS2 - сброс регистров счетчика и прохождения входных сигналов.
- Q=1 - $F(0)+F(1)+F(2)+F(8)L+F(10)+F(17)+F(24)+F(26)$.
- X=1 - для всех функций КАМАК при наличии всех источников питания.

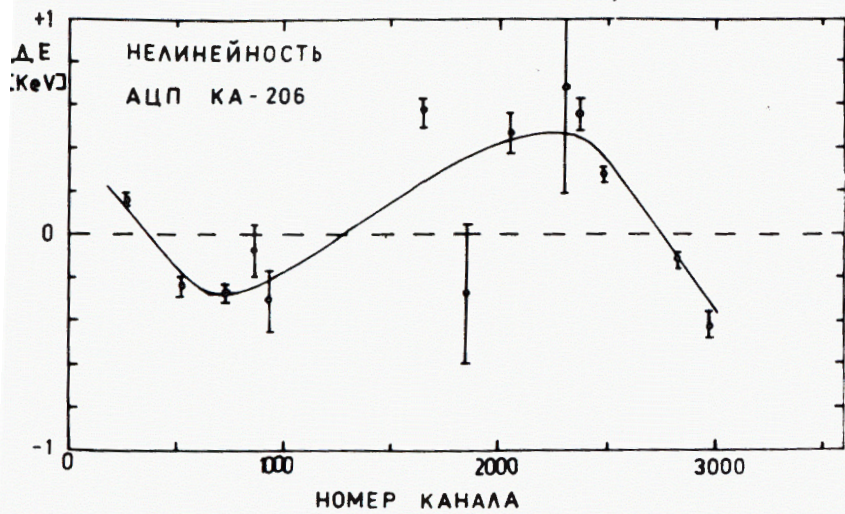
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА АЦП

В режиме без ЭВМ блок проверялся в крейте КАМАК с контроллером КК 001^{/3/}. Для накопления данных и индикации спектров использовался анализатор АИ-4096. Установка параметров АЦП в регистре 2 производилась регистром записи КУ 003, который кроме установленного кода выдает команду записи F(17). Можно применить ручной контроллер КК 003, при этом ввод информации производится через разъем на передней панели. В режиме работы с ЭВМ использовался контроллер КК 004, соединенный с ЭВМ НР2116.

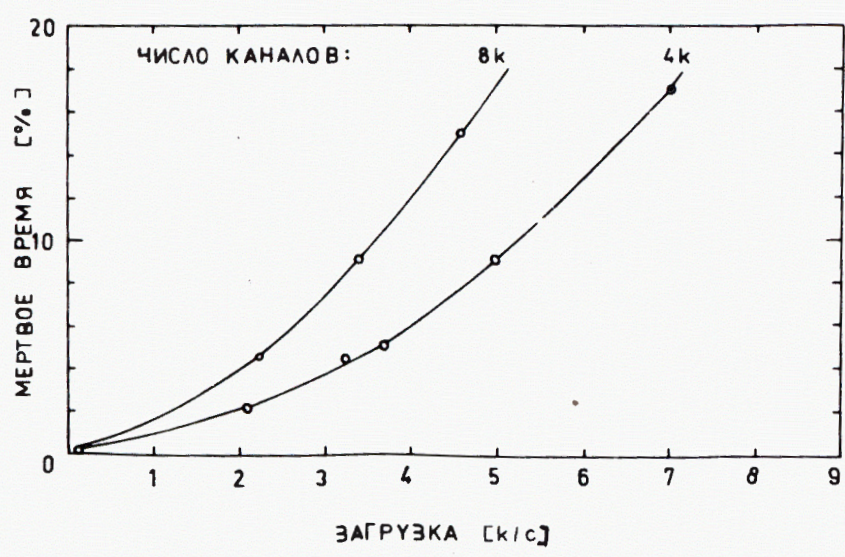
На *рис. 6* показан спектр ^{152}Eu и ^{60}Co , измеренный при загрузке 5000 *имп/с*. По эталонным линиям этих источников можно оценить интегральную нелинейность АЦП. Как видно из *рис. 7а*, она составляет не более 0,08%.

Дифференциальная нелинейность измерялась с помощью генератора пилообразного напряжения^{/4/}, а также по разбросу на равномерных компотоновских участках спектра при достаточно большом статистическом наборе.

На *рис. 7б* приведена зависимость мертвого времени от загрузки. Загрузка измерялась счетчиком, подключенным к разъему "Выход совп." /число импульсов на входе с амплитудой, выше порога/, а точное измерение мертвого времени - другим счетчиком, на информационный вход которого подавались импульсы от генератора /напр., 1 МГц/, а управляющий вход соединен с выходом АЦП "Мертв.время".



a/



b/

Рис. 7. а/ Отклонение от линейности в диапазоне, соответствующем спектру на рис. 6; б/ зависимость мертвого времени АЦП от загрузки.

Авторы выражают благодарность Ю.К.Акимову и А.Н.Синаеву за содействие и постоянный интерес к работе, Нгуену Нгок Ламу - за помощь при измерении параметров блока.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Nuclear Enterprises, ADC 9060, Instruction Manual, 1974.*
2. Зинов В.Г., Орманджиев С.И. ОИЯИ, 13-9079, Дубна, 1975.
3. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-7332, Дубна, 1973. 10-8114, Дубна, 1974.
4. Акимов Ю.К., Нгуен Нгок Лам, Мерзляков С.И. ОИЯИ, 13-10726, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
26 декабря 1977 года.

Габриэль Ф. и др.

P13 - 11201

Универсальный аналого-цифровой преобразователь
в стандарте КАМАК

Описывается универсальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с числом каналов от 256 до 8192, способный измерять импульсные (режим "Пик") и медленно меняющиеся или постоянные напряжения (режим "Строб").

Диапазон амплитуд входных сигналов - $0,01 \pm 5$ В, частота генератора серии - 100 МГц; дифференциальная нелинейность - $\pm 0,4\%$; интегральная нелинейность - не более 0,1%; АЦП выполнен в модуле двойной ширины в стандарте КАМАК.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Gabriel F. et al.

P13 - 11201

Universal ADC in CAMAC Standart

A universal 256 to 8192 channel ADC is described capable of measuring pulse (PEAK mode) and slowly variable or constant voltages (STROBE mode). Input signal amplitudes are ranging from 0,01-5V, generator frequency is 100 MHz, differential nonlinearity is 0.4%, integral nonlinearity is not over 0.1%. ADC is made in a double width module in CAMAC standart.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978