

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



С344.38  
Б-202

20/v-74

13 - 7751

2075/2-74

Б.Ю.Балдин, З.В.Крумштейн, Г.Хемниц,  
Н.Н.Хованский, М.Шавловски

УСТРОЙСТВО АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА  
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ПОИСКУ НОВЫХ  
ТЯЖЕЛЫХ ЧАСТИЦ И АНТИЯДЕР

**1974**

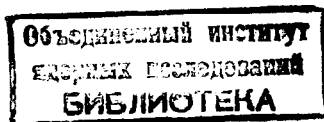
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

13 - 7751

Б.Ю.Балдин, З.В.Крумштейн, Г.Хемниц,  
Н.Н.Хованский, М.Шавловски

УСТРОЙСТВО АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА  
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ПОИСКУ НОВЫХ  
ТЯЖЕЛЫХ ЧАСТИЦ И АНТИЯДЕР

*Направлено в ПТЭ*



## 1. Введение

При постановке эксперимента по поиску новых тяжелых частиц и антиядер /1/ возникла необходимость одновременного измерения большого количества параметров для каждого регистрируемого события. При этом из-за малого сечения изучаемых процессов /  $\sim 10^{-35}$  см<sup>2</sup> / необходимо было обеспечить стабильную и надежную работу аппаратуры в условиях длительных экспозиций / > 300 час/. Эта задача была решена путем создания экспериментальной установки, работающей на линии с ЭВМ /2/. Ниже описывается устройство амплитудно-временного анализа, обеспечивающее преобразование информации, поступающей от детекторов в цифровой код.

## II. Блок-схема устройства амплитудно-временного анализа

Устройство /рис. 1/ реализует 56 измерительных трактов кодирования по 1000 каналов каждый. Оно включает в себя следующие элементы:

- 1/ время-амплитудные преобразователи /ВАП/ /3/ ;
- 2/ управляемые интеграторы импульсов /ИНТ/ /4/ ;
- 3/ преобразователи амплитуда-время /АВП/;
- 4/ генератор серии /ГС/;
- 5/ блоки кодирования /БК/.

Аналоговые сигналы, несущие информацию об амплитуде импульсов со счетчиков, об измеряемых временах пролета и временных отметках сигналов со счетчиков, поступают на входы АВП с выходов управляемых интеграторов и время-амплитудных преобразователей. Сигнал

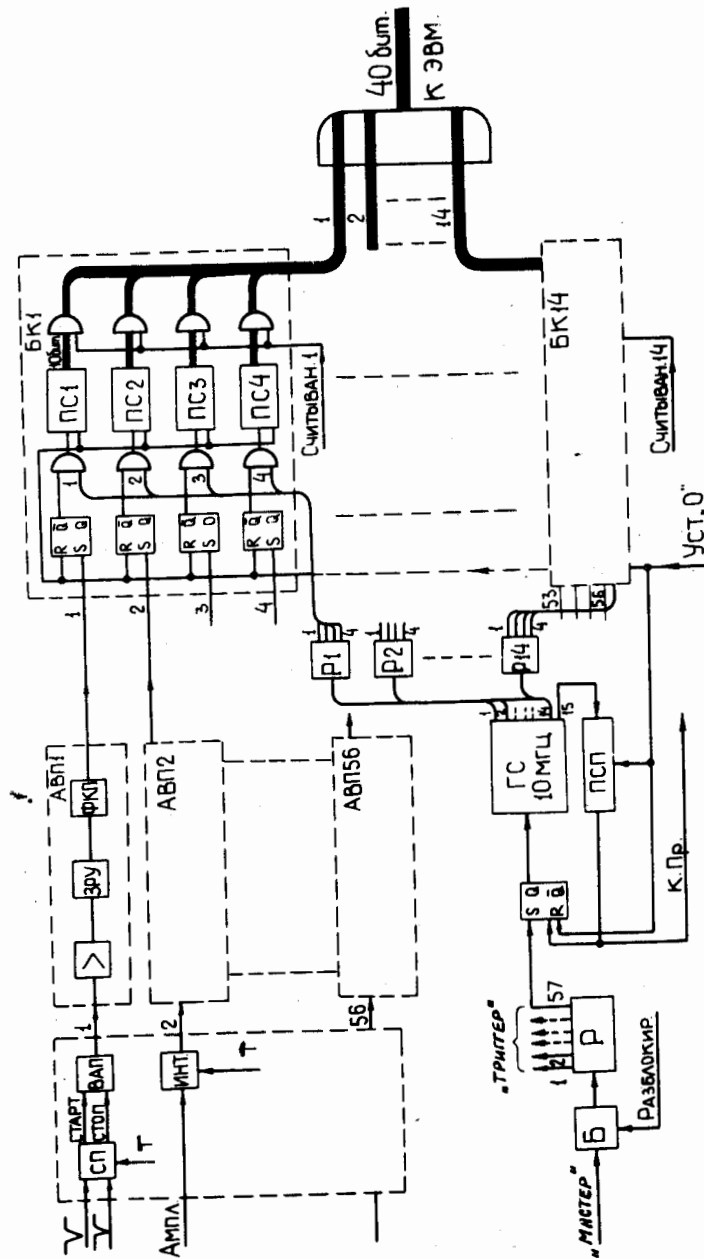


Рис. 1. Блок-схема устройства амплитудно-временного анализа.

о событии, отобранном электронной логикой - "Мастер", поступает на схему блокировки /Б/ /3/. Управление трактами кодирования осуществляется подачей сигнала "Триггер" с выхода схемы Б на входы управления схем пропускания /СП/ и интеграторов /ИНТ/.

Рассмотрим работу одного тракта кодирования. В исходном состоянии все R-S - триггеры в блоке кодирования находятся в сброшенном состоянии и схема Б открыта. При появлении сигнала "Мастер" схема Б выдает сигнал "Триггер" и закрывается. Сигнал "Триггер" запускает общий для всех 56 трактов генератор серии импульсов /ГС/. Импульсы с генератора серии через разветвители P1 ÷ P14 и открытые схемы ворот в каждом тракте кодирования поступают на входы пересчетных схем блока кодирования. Окончание разряда емкости зарядно-разрядного устройства /ЗРУ/ сопровождается импульсом "Конец преобразования". Этот импульс опрокидывает R-S - триггер пересчетной схемы /ПС/ блока кодирования и закрывает схему ворот на входе ПС. Таким образом, в пересчетной схеме запоминается двоичный код, соответствующий амплитуде сигнала на входе АВП. Пересчетная схема ПСП исключает переполнение. При появлении 1018-го импульса на входе ПСП происходит опрокидывание управляющего триггера и обрыв серии генератора ГС.

Информация с четырех пересчетных схем компонуется в одно машинное слово и по команде "считывание" из устройства связи /5/ передается в память ЭВМ БЭСМ-3М. По окончании цикла регистрации сигнал "разблокировка" подготавливает устройство амплитудно-временного анализа к регистрации следующего события.

Преобразователь амплитуда-время состоит из трех блоков:

- линейного усилителя импульсов;
- зарядно-разрядного устройства /9/;
- формирователя импульсов конца преобразования.

Линейный усилитель импульсов /рис. 2/ обеспечивает линейное усиление и формирование импульсов. Усилитель состоит из двух усилительных секций, охваченных местными обратными связями. Регулировка усиления

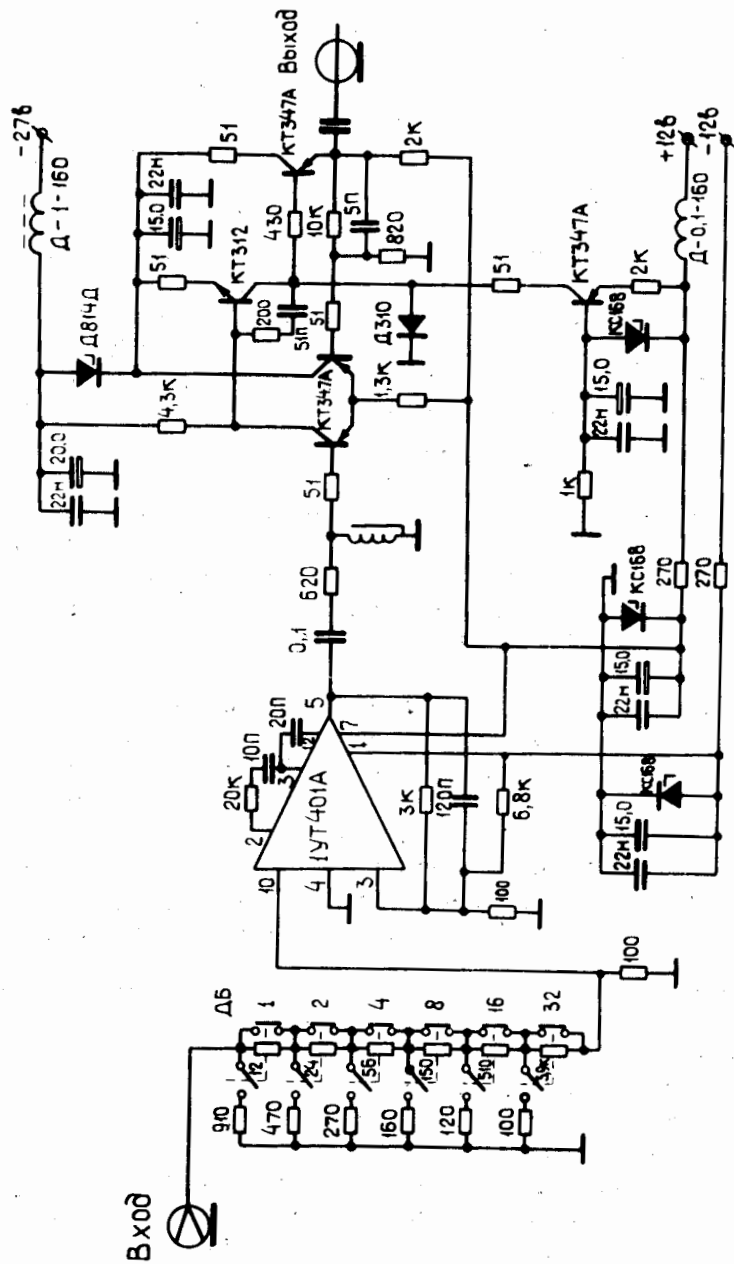


Рис. 2. Схема усилителя АВП.

осуществляется на входе усилителя с помощью согласованного аттенюатора /100 Ом/. Формирование импульсов производится дифференцированием с помощью короткозамкнутой линии задержки /  $\tau_3 = 0,5 \text{ мксек}$  / и интегрирующей цепи с постоянной времени  $\tau_{и} = 0,35 \text{ мксек}$ . Такое формирование обеспечивает оптимальную форму импульса для использованного нами ЗРУ. Относительный шумовой заряд цепей формирования составляет 1,3. Коэффициент усиления усилителя  $\sim 150$ .

Формирователь импульсов конца преобразования /рис. 3/ выполнен по схеме чувствительного одновибратора с эмиттерной связью /6/. Схема выделяет задний фронт отрицательного импульса, поступающего с ЗРУ, и формирует стандартный сигнал TTL уровня длительностью  $\sim 1,5 \text{ мксек}$ .

Генератор серии импульсов /рис. 4/ построен по принципу запаздывающей обратной связи. Частота колебаний задается с помощью внешней линии задержки на коаксиальном кабеле и составляет 10 МГц. Работой генератора М5 управляет R-S- триггер М3, М4. Выходной сигнал генератора через буферные каскады М6, М8, М9 поступает на преобразователи уровней ПУ1 ÷ ПУ15 и разветвляется с помощью разветвителей Р1 ÷ Р14 /рис. 5/. Зависимость частоты генерации от напряжения питания  $-0,3\%/V$ . Дифференциальная нелинейность не превышает 0,1% /в первых трех каналах не более 0,2%/.

Блок кодирования осуществляет преобразование временных интервалов между сигналом "Триггер" и сигналами "Конец преобразования" с каждого амплитудно-временного преобразователя в цифровые коды. Блок содержит 56 двоичных пересчетных схем ПС емкостью по 10 бит, выполненных на гибридных DTL-интегральных схемах с быстродействием 20 МГц. Входы ПС управляются состоянием триггеров с помощью ворот. Состояние каждой ПС передается в линию связи через соответствующие пропускатели.

Преобразователи амплитуда-код проверялись с помощью генератора эталонной амплитуды /7/. Измерялась интегральная нелинейность преобразователей и долгосрочная стабильность. Интегральная нелинейность не

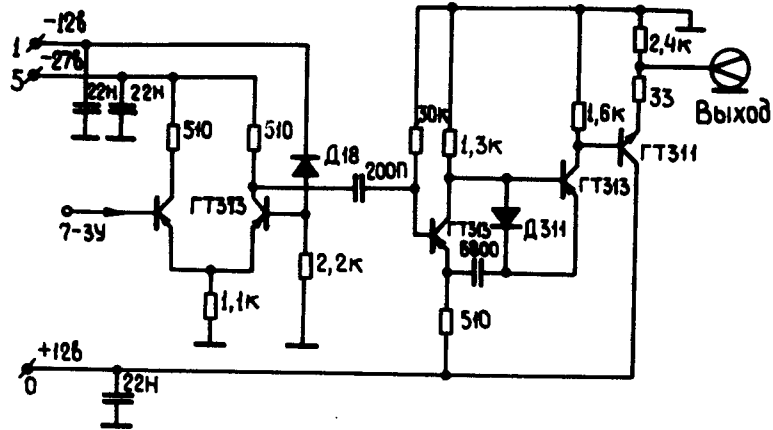


Рис. 3. Схема формирователя импульса конца преобразования.

превышает  $0,1 \div 0,2\%$ , долговременная нестабильность составляет  $1 \div 2$  канала за 5 час в лабораторных условиях. По полученным характеристикам интегральной нелинейности в каждой точке вычислялись относительные отклонения от прямой\*. Значения этих величин для нескольких АВП приведены на рис. 6. Средне-квадратичные отклонения этих величин не превышают 2-3% по всей шкале. Интегральная нелинейность трактов амплитудных измерений не превышает 1% /что определяется интегратором/, а трактов временных измерений - не хуже 0,3%.

### III. Амплитудные и временные измерения

Измерения амплитуд и временных отметок сигналов ФЭУ сцинтилляционных и черенковских счетчиков прово-

$$\epsilon = \left( \frac{\Delta N}{\overline{\Delta N}} - 1 \right) 100\%; \Delta N = N(A_{i+1}) - N(A_i);$$

$A_i$  - амплитуда ГТА;  $(A_{i+1} - A_i) = \text{const}$ ;  $N(A_i)$  - номер канала.

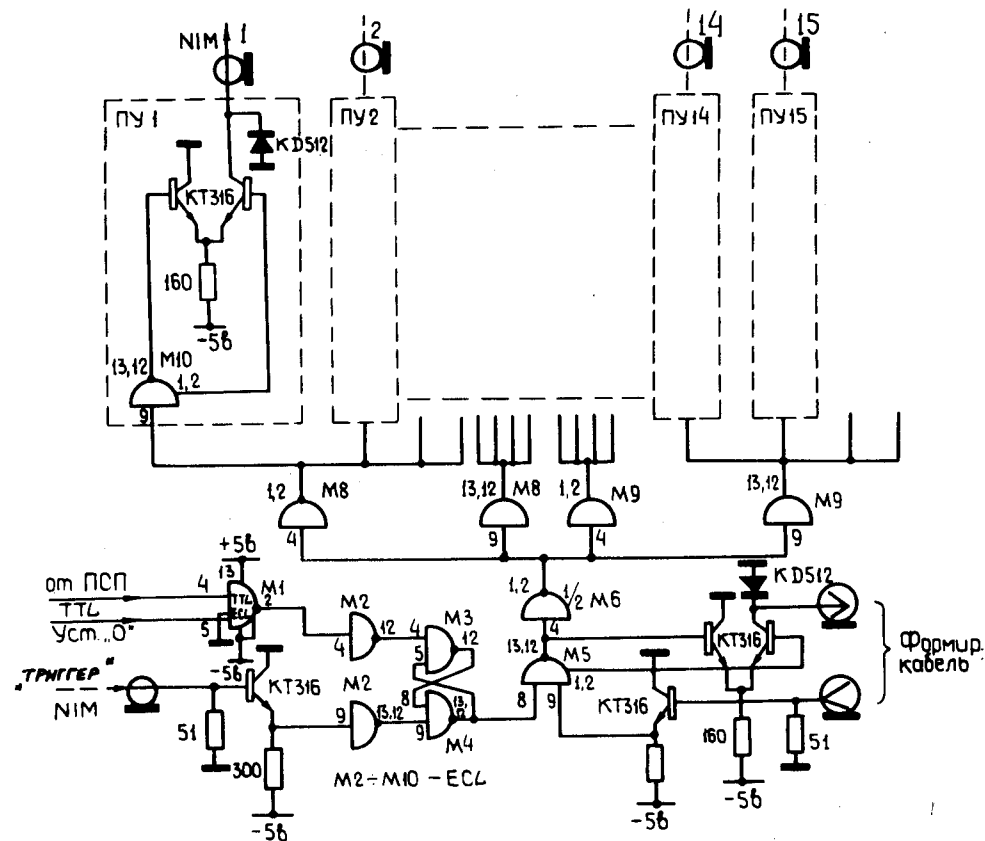


Рис. 4. Принципиальная схема управляемого генератора серии.

длись с целью последующего анализа зарегистрированных событий.

В трактах измерения амплитуд сигналы с ФЭУ разветвлялись с помощью пассивных разветвителей /80% амплитуды сигнала во временной и 20% - в амплитудный канал/ и поступали на входы управляемых интеграторов. Во временных трактах сигналы с формирователей поступали на входы схем пропускания. Такое построение логики позволило использовать общий сигнал управления /"Триггер"/ для временных и амплитудных трактов и та-

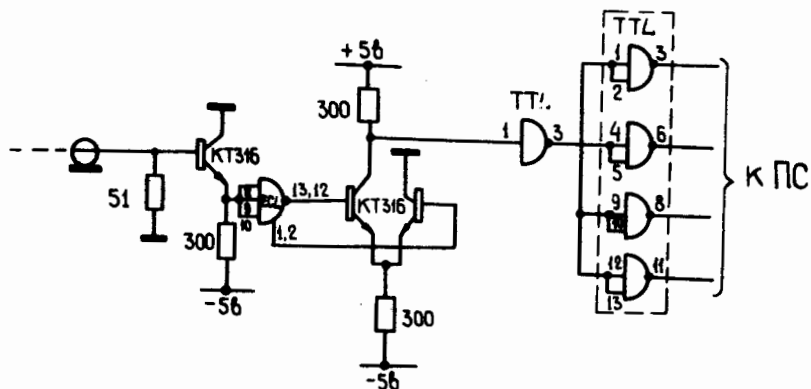


Рис. 5. Схема разветвителя серии.

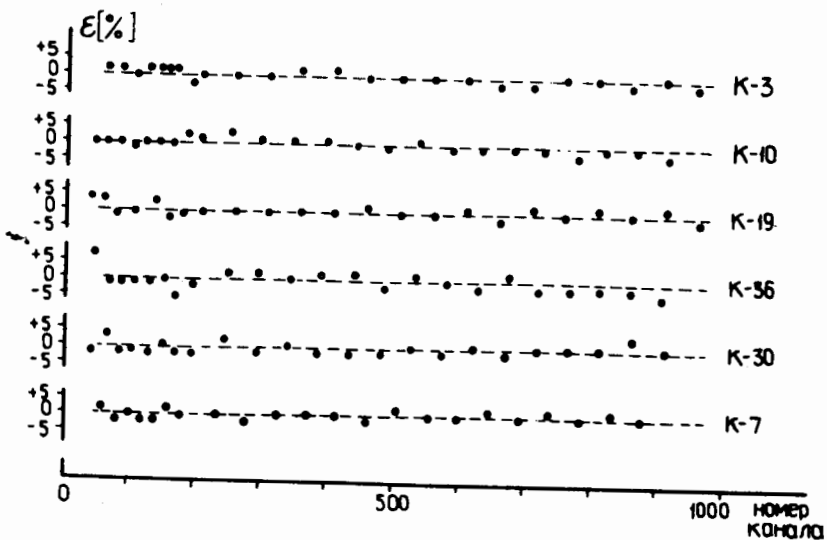


Рис. 6. Характеристики преобразователей амплитуда-код.

ким образом отбирать сигналы, поступающие на входы АВП. При этом в значительной степени упрощается схема АВП /исключаются линейные ворота/, что является существенным фактором при создании установок с большим числом измеряемых параметров.

Необходимое число каналов кодирования / ~ 1000 / измерительных трактов определялось диапазоном измеряемых времен пролета и разрешением спектрометра по времени пролета /СВП/. Так как число трактов временных измерений составляло ~ 70% от общего количества трактов, то число каналов кодирования во всех преобразователях было выбрано одинаковым и равным 1024.

Требования к долговременной стабильности измерительных трактов весьма высоки в связи с высоким временным разрешением спектрометра и длительными экспозициями / > 300 час /. Метод стабилизации измерительного канала с помощью цепи обратной связи /8/ в данном случае неприменим из-за большого числа измерительных трактов. Для решения этой проблемы нами был использован метод стабилизации измерительных трактов путем введения поправок по результатам обработки спектров реперных событий с помощью ЭВМ. В эксперименте в качестве реперных событий использовались  $\pi$  и  $\bar{d}$ -события /прохождение  $\pi^-$ -мезонов и анти-дейтронов через установку/. В течение одного цикла интенсивности ускорителя регистрировалось до шести реперных событий. Обработка гистограмм реперных событий производилась с интервалом в 1-2 часа. Вычисленные значения центров тяжести распределений вводились в качестве новых констант измеряемых параметров.

Измерения показали, что изменения коэффициентов преобразования измерительных трактов пренебрежимо малы. Поэтому поправки на изменение коэффициентов преобразования не вводились. Смещение центров тяжести не превышало 5 каналов за сутки. Доказательством эффективности примененного нами метода стабилизации измерительных трактов служит тот факт, что ширина спектров для  $\pi^-$  и  $\bar{d}$ -событий, набранных за несколько сот часов работы, совпадает с шириной аналогичных распределений,

набранных за 1-2 часа, когда дрейф аппаратуры пренебрежимо мал.

#### IV. Заключение

1. Разработано простое и надежное устройство амплитудно-временного анализа, обеспечивающее одновременную регистрацию до 56 параметров.

2. Интегральная нелинейность со входов АВП - не хуже 0,1%, дифференциальная нелинейность - не хуже 2-3%.

3. Примененный метод компенсации дрейфов измерительных трактов с помощью ЭВМ позволил полностью исключить их влияние.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить Б.Ю.Семенова за предоставленную разработку ЗРУ, В.И.Петрухина, Р.Ляйсте - за полезные обсуждения, П.Конца, Ю.П.Мерекова, И.Ф.Саменкову - за составление программы на ЭВМ и помощь в измерениях.

#### Литература

1. Б.Ю.Балдин, Л.С.Верхоградов и др. Доклад на Межд. симп. по физике высоких энергий и элементарных частиц. ОИЯИ, Д1,2-7781, Дубна, 1974.
2. Б.Ю.Балдин. Препринт ОИЯИ, 13-6954, Дубна, 1973.
3. Ю.Г.Будяшов, В.Г.Зинов, Б.С.Краснобородов. ПТЭ, №1, 114, 1972. Препринт ОИЯИ, Р13-5742, Дубна, 1971.
4. Р.Ляйсте, Ю.П.Мереков, Нго Куанг Зуй, Н.Н.Хованский, Г.Хемниц. Препринт ОИЯИ, 13-7699, Дубна, 1974.
5. G.Jones. Rev.Sci.Instr., 34., 1963, (938).
6. Б.Ю.Семенов, О.В.Ломакин. Сообщение ОИЯИ, Р13-6925, Дубна, 1973.
7. В.Г.Лапшин, М.Н.Омельяненко, А.Н.Синаев, В.П.Хромов, З.Цисек. Препринт ОИЯИ, Р13-3343, Дубна, 1967.
8. В.А.Антюхов, Б.Ю.Семенов. Сообщение ОИЯИ, 13-7085, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 февраля 1974 года.