

**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

13-84-605

С.К.Абдуллин\*, В.И.Ляшенко, И.В.Фаломкин,  
Ю.А.Щербаков

**СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР  
ПО ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА,  
СВЯЗАННЫЙ С МИКРОЭВМ КМ 001  
И МИНИ-ЭВМ СМ-3**

---

\* Московский инженерно-физический институт



## ВВЕДЕНИЕ

Времяпролетный спектрометр /ВПС/ предназначен для работы на несепарированном пучке антипротонов низких и средних энергий /100-300 МэВ/ протонного синхротрона ИФВЭ/1/. При таких относительно невысоких энергиях времяпролетная методика позволяет хорошо отделять антипротоны, содержащиеся в пучке, от электронов, мюонов, пионов и каонов/2/. Таким образом, ВПС позволяет не только наблюдать времяпролетный спектр пучка, но и может служить важным элементом триггера установки по изучению взаимодействия антипротонов с веществом.

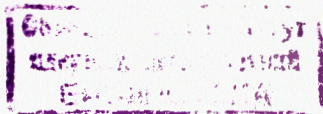
В частности, изучение взаимодействия антипротонов с ядрами  ${}^4\text{He}$  интересно с точки зрения проверки некоторых астрофизических моделей. Речь идет о возможном существовании антивещества на ранних этапах эволюции Вселенной/3,4/. Антипротоны могли аннигилировать на ядрах  ${}^4\text{He}$  с выходом дейтерия или  ${}^3\text{He}$ . Распространенность дейтерия и  ${}^3\text{He}$  во Вселенной известна. Поэтому, измерив парциальные вероятности каналов аннигиляции, можно установить ограничения на количество антивещества на ранних этапах эволюции Вселенной.

## 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЧЕТЧИКОВ

Каждый из двух времяпролетных счетчиков имеет сцинтиллятор  $80 \times 80 \times 10 \text{ мм}^3$ , который просматривается с противоположных сторон двумя ФЭУ ХР2020 через плексигласовые световоды длиной 310 мм.

Временные характеристики счетчиков исследовались с помощью схемы, изображенной на рис.1. Световод введен под кожу счетчика и прикреплен к центру сцинтиллятора. На рисунке введены следующие обозначения: ГИ - генератор импульсов, ПС - питание светодиода, З - кабельная задержка, Ф - формирователь, СС - схема совпадений, ОВ - одновибратор, Т-А - время-амплитудный преобразователь, А - анализатор. В работе использовались блоки наносекундной электроники в стандарте ВИШНЯ, созданные в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ/5/.

Методика исследования временных характеристик, использованная нами, аналогична описанной в работе Бунятова и др./6/, с той разницей, что мы испытывали ФЭУ на рабочем месте в кожухе ВПС, а не на специальном стенде, без световода и сцинтиллятора, как в работе/6/. Нами получено разрешение около 150 пс для каждого ФЭУ.





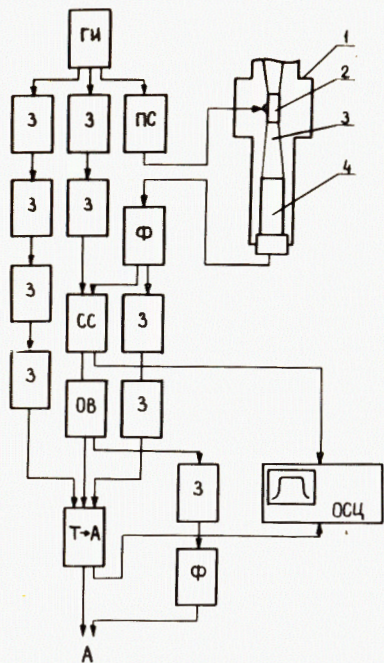
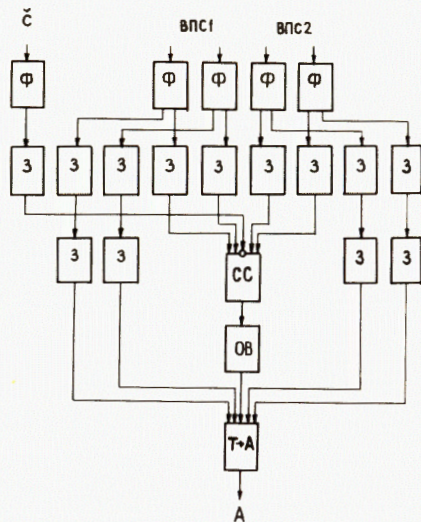


Рис.1. Схема исследования временных характеристик ФЭУ ВПС.

Рис.2. Схема электроники ВПС.



## 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ СПЕКТРОМЕТРА НА КОСМИЧЕСКИХ ЧАСТИЦАХ

Для получения времяпролетного спектра используется известная схема с четырьмя ФЭУ /по два на каждый счетчик/. Блок-схема электроники спектрометра приведена на рис.2. Для отсечения электронной компоненты пучка предусмотрено подключение газового черенковского счетчика, наполненного фреоном. Для данной схемы с четырьмя ФЭУ характерна независимость амплитуды выходного сигнала от координаты точки попадания частицы в сцинтиллятор и от скорости распространения света в сцинтилляторе и световоде<sup>/7,8/</sup>.

Основными элементами электроники ВПС являются разработанные в ЛЯП ОИЯИ четырехканальный стробируемый время-амплитудный преобразователь и счетверенный формироваель со следящим порогом и регулируемой дискриминацией по амплитуде<sup>/9/</sup>.

При прохождении космической частицы через оба счетчика ВПС схема совпадений вырабатывает сигнал управления, который через одновибратор, регулирующий длительность сигнала, поступает на вход управления время-амплитудного преобразователя. На входы "старт" и "стоп" последнего поступают сигналы, несущие временную информацию и задержанные по отношению к сигналу управления на 30 нс. Полученный таким образом спектр имеет вид пика с полной шириной на полувысоте 320 пс.

## 3. СВЯЗ ВПС С МИКРОЭВМ КМ 001 И СМ-3

Связь ВПС с микроЭВМ в стандарте КАМАК КМ 001/10/ показана на рис.3. Информация о спектре в виде прямоугольных импульсов положительной полярности с амплитудой до 5 В и длительностью 300 нс поступает на вход АЦП КА 206/11/. Преобразование амплитуды в цифровой код в диапазоне 1024 канала осуществляется за время менее 10 мкс. Назначение и размещение других блоков в крейте описано их создателями в работе<sup>/12/</sup>.

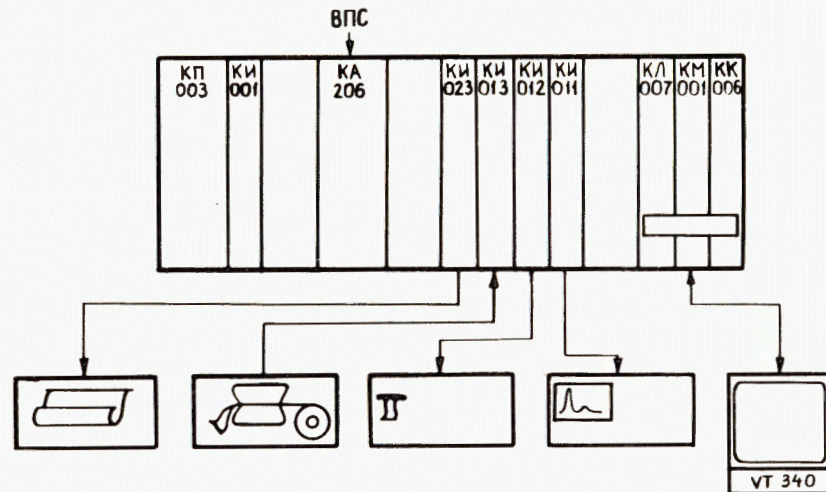


Рис.3. Связь ВПС с микроЭВМ КМ 001.

Программа управления написана на языке ассемблер для микропроцессора Интел 8080/13/, составляющего основу микроЭВМ. Программа предназначена для записи спектра в ОЗУ микроЭВМ, вывода его через соответствующие интерфейсы на внешние устройства: АЦПУ, перфоратор, точечный графический дисплей, терминал микроЭВМ /алфавитно-цифровой дисплей/. В таком порядке эти устройства изображены на рис.3 слева направо. Объем программы составляет ~1 Кбайт. Опрос блока АЦП, прием и инкрементная запись кода в ОЗУ осуществляется за 75 мкс. Для каждого канала отводится 16 бит /2 байта/ памяти.

Программа работает в диалоговом режиме, по ходу ее выполнения на экран терминала выводятся сообщения оператору, требования ввода информации /диапазон АЦП, границы участка спектра для вывода его на внешние устройства и т.д./. Программа имеет защиту от неправильных действий оператора.

Связь ВПС с СМ-3 осуществляется через встроенный в ЭВМ крейт КАМАК. Через соответствующий интерфейс происходит вывод информации на точечный графический дисплей, а также вывод спектра на



дисплей и АЦПУ ЭВМ. Управляющая программа для СМ-3 функционально аналогична программе для микроЭВМ КМ 001, однако запись спектра в СМ-3 позволяет использовать имеющиеся программы обработки спектров с целью получения состава пучка, энергий частиц и т.д. Основная программа написана на фортране, связь с крейтом КАМАК осуществляется с помощью подпрограмм, написанных на языке ассемблер.

В заключение авторы выражают благодарность А.Н.Синаеву и В.Т.Сидорову за помощь в работе с микроЭВМ КМ 001, а также Ю.К.Акимову и С.И.Мерзлякову за предоставление ряда блоков и помощь в работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барков Л.М. и др. Препринт ИФВЭ, 79-82, Серпухов, 1979.
2. Barkov L.M. et al. Preprint NEPI, 81-107, Serpukhov, 1981.
3. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной. "Наука", М., 1975.
4. Зельдович Я.Б. и др. Phys.Lett., 1982, 118В, р.329.
5. Борейко В.Ф. и др. ОИЯИ, P13-12334, Дубна, 1979.
6. Бунятов С.А. и др. ОИЯИ, 13-10156, Дубна, 1976.
7. Charpak G. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1962, 15, р.4.
8. Word C. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1964, 30, р.61.
9. Акимов Ю.К., Мерзляков С.И. Материалы X Международного симпозиума по ядерной электронике. Дрезден, 10-16 апреля 1980 г. ZfK 433, Rossendorf, 1981, vol.1, р.250.
10. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-80-650, Дубна, 1980.
11. Габриэль Ф. и др. ОИЯИ, P13-11201, Дубна, 1978.
12. Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Чуринов И.Н. ОИЯИ, P10-12481, Дубна, 1979.
13. Каган Б.М., Сташин В.В. Микропроцессоры в цифровых системах. "Энергия", М., 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел  
29 августа 1984 года.

Абдуллин С.К. и др.

13-84-605

Сцинтилляционный спектрометр по времени пролета, связанный с микроЭВМ КМ 001 и мини-ЭВМ СМ-3

Для работы на несепарированном пучке антипротонов средних и низких энергий /100-300 МэВ/ создан сцинтилляционный спектрометр по времени пролета. На стенде со светодиодом исследованы характеристики счетчиков. Разрешение спектрометра определено при работе с космическими мезонами и составило 320 пс /полная ширина на полувысоте/. Спектрометр связан с микроЭВМ в стандарте КАМАК КМ 001 и с мини-ЭВМ СМ-3, что позволяет получать и обрабатывать спектры в диалоговом режиме.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Abdullin S.K. et al.

13-84-605

Scintillation Time-of-Flight Spectrometer  
On-Line with КМ 001 Microcomputer and SM-3 Minicomputer

The time-of-flight spectrometer for unseparable middle and low-energy antiproton beam /100-300 MeV/ has been created. Counter characteristics have been investigated on the test stand with light emitting diode. Spectrometer resolution is 320 ps (full width on a half maximum), counters being irradiated by cosmic mesons. The spectrometer operates "on-line" with a CAMAC КМ 001 microcomputer and with SM-3 minicomputer. It allows one to acquire and process time-of-flight spectra in a dialogue regime.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984