

СПЕКТРОМЕТР ПО ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА С ПРИВЯЗКОЙ
К ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЕ УСКОРИТЕЛЯА. С. АЛЕКСАНИЯН, А. С. БАГДАСАРЯН, Б. И. БЕККЕР,
О. М. ВИННИЦКИЙ, Р. Н. ПИХТЕЛЕВ

В статье описан спектрометр наносекундного диапазона, предназначенный для определения времени пролета нейтральных частиц, генерируемых дискретным пучком ускорителя.

При измерении пролета нейтральных частиц (γ -квантов, нейтронов, K^0 -мезонов) один из сигналов в сцинтилляционном или черенковском счетчике создается вторичными частицами или продуктами распада нейтральных. Другой сигнал может быть задан в определенном круге задач сопутствующими реакции заряженными частицами, либо импульсом, синхронизированным с моментом подачи пучка на мишень.

При частоте „бунчировки“ пучка 100 МГц, что характерно для больших ускорителей, формировать сигнал „нацеленным“ на мишень счетчиком становится затруднительно. С другой стороны, сгустки достаточно четко локализуются в определенной фазе ускоряющего поля и можно привязаться непосредственно к ней.

Ускоряющие резонаторы Ереванского синхротрона на 6 ГэВ работают на частоте 132 МГц. Эта частота формируется последовательным удвоением и утроением частоты 22 МГц. Описываемый спектрометр привязан к частоте 44 МГц, так что его рабочий диапазон — 23 нсек — включает три электронных бунча. Такая система удобна для калибровки.

Сброс электронного пучка ускорителя осуществляется в течение 200 мксек. Пучок состоит из 2×10^4 сгустков с интервалом 7,6 нсек. Для некоторых задач этот интервал слишком мал. Он может быть увеличен введением дополнительной системы перед инжектором, прерывающей вводимый пучок кратно с ускоряющей частотой.²

Блок-схема спектрометра в варианте, предназначенном для измерения длительности бунчей, показана на рис. 1. Логика спектрометра построена так, что импульс „событие“ (в данном случае электрон, проходящий через телескоп сцинтилляционных счетчиков $s_1 - s_4$ открывает линейную схему пропускания СП₁ [1] на ~30 нсек и, по крайней мере, один отрицательный полупериод частоты проходит на дискриминатор Д и запускает его. Дискриминатор имеет мертвое время 50 нсек и срабатывает один раз. Импульс дискриминатора открывает схему пропускания СП₂ на 20 нсек. Сигнал ВЧ оказывается синхронизированным с моментом запуска СП₂ и при правильном подборе задержки 3 отрицательный полупериод ВЧ появляется в средней части ворот СП₂. Так из непрерывно поступающей частоты формируется импульс, который вместе с сигналом от счетчика s_2 задает время пролета частиц с точностью до несущественных постоянных задержек.

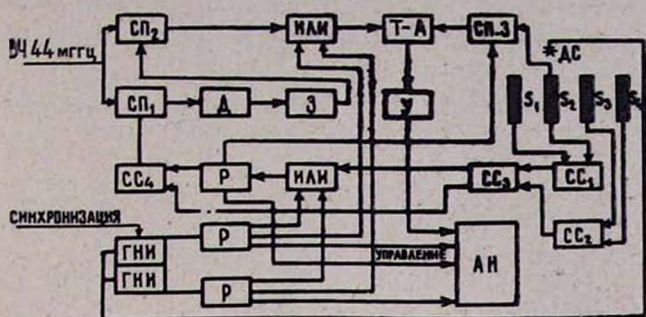


Рис. 1. Блок-схема спектрометра. ГНИ—генератор наносекундных импульсов, СП—схема пропускания, СС—схема совпадения, ИЛИ—смеситель, Р—разветвитель, ДС—световые диоды, Т-А—время-амплитудный преобразователь, Д—дискриминатор, З—задержка, АИ—анализатор и система стабилизации.

Синхронизация $СП_2$ с ВЧ необходима, если „события“ заполняют весь временной интервал между сгустками, и часть их запускает $СП_1$ в момент поступления отрицательного полупериода. В этом случае сигнал ВЧ искажается и соответственно исказится временной спектр. Система фазировки $СП_1$ —Д— $СП_2$ —З позволяет избежать искажений и посадить сигнал ВЧ всегда в одном и том же месте „ворот“.

На время-амплитудный конвертер Т-А [2] поступает сигнал ВЧ и через $СП_3$ —импульс от счетчика s_2 . Импульсы с конвертера анализируются АИ-128, либо, если необходима информация об отдельном событии, преобразуются в код блоком БАП-5, импульсы которого пересчитываются ПП-9.

Система стабилизации спектрометра аналогична описанной в [3]. В качестве двухканального генератора наносекундных импульсов, необходимого для задания реперных интервалов времени, служит генератор на лампах 6В2П, вырабатывающий импульсы с фронтом 1,5 нсек и амплитудой до 600 в.

Во время работы на ускорителе в течение суток без перестройки режима его работы не было отмечено смещения центров бунчей более чем на 0,1 нсек. Смещение пиков может быть вызвано изменением программы работы ВЧ, фазировки резонаторов, энергии пучка. Все это может отражаться на равновесной фазе пучка и, следовательно, смещать положение бунчей на шкале спектрометра.

Во временных счетчиках спектрометра использовались фотоумножители ФЭУ-36. Из двадцати экземпляров были отобраны пять, у которых при оптимальном напряжении временной разброс импульсов от световых диодов не превышал 0,2 нсек. Амплитуда импульсов с ФЭУ-36 соответствовала максимуму спектра от γ -квантов Co^{60} в сцинтилляторе размером $30 \times 30 \times 30$ мм³. На диоды из фосфида галлия подавались импульсы с фронтом $\sim 1,5$ нсек, длительностью 5 нсек. На

рис. 2 показаны кривые разрешения нескольких образцов ФЭУ-36 и для сравнения—ФЭУ-30 в зависимости от напряжения на фотоумножителях.

Временное разрешение на пучке электронов с энергией 480 Мэв

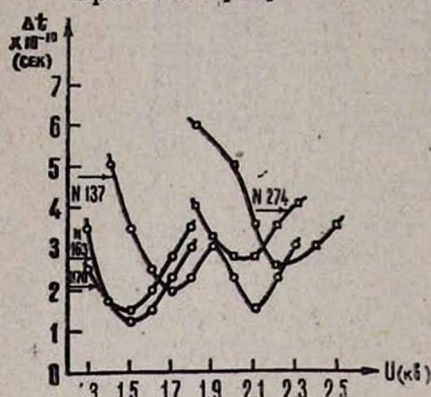


Рис. 2. Кривые временного разрешения ФЭУ-36 (●) и ФЭУ-30 (□).

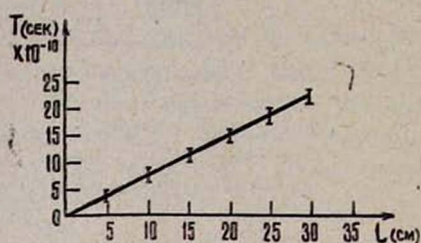


Рис. 3. Задержка импульса в зависимости от места прохождения частицы в сцинтилляторе.

определялось при подаче на конвертер импульсов с s_2 и s_3 . Ширина кривой на полувысоте равна 0,6 нсек, что соответствует разрешению одного счетчика $\sim 0,4$ нсек.

Для регистрации продуктов распада K_2^0 —мезонов используется счетчик со сцинтиллятором размером $300 \times 100 \times 35$ мм³. Разрешение

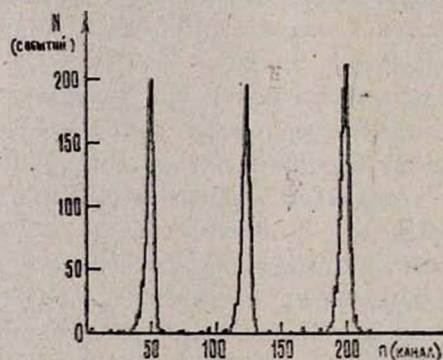


Рис. 4. Структура пучка ЭКУ.

его оказалось 0,6 нсек при прохождении пучком фиксированной площади 20×20 мм². На рис. 3 приведена задержка импульса в зависимости от точки прохождения частицы в сцинтилляторе.

На рис. 4 показан спектр времен пролета электронов пучка относительно частоты 44 МГц. Собственное разрешение спектрометра в этих измерениях 0,4 нсек.

Нам приятно поблагодарить А. И. Алиханяна, А. Ц. Амагуни, Э. С. Белякова, В. М. Харитонову за постоянный интерес и помощь

при проведении экспериментов, а также В. Г. Лапшина, В. И. Рыкалина, И. Ф. Колпакова за обсуждения работы.

Ереванский физический институт

Поступила 12.XI.1969

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. И. Ф. Колпаков, Препринт 2773, Дубна, 1966.
2. В. Г. Лапшин, В. И. Рыкалин, Э. Цисек, Препринт 13—2987, Дубна, 1966.
3. В. Г. Лапшин, М. Н. Омельяненко, А. Н. Синаев, В. Г. Хромов, Э. Цисек, Препринт, P13—3343, Дубна, 1967.

ԱՐԱԳԱՅՈՒՅԻՉԻ ԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅԱՆԸ ԿԱՊԱՍԹ ԹՈՒՉՔԻ ԺԱՄԱՆԱԿԻ ՍՊԵԿՏՐՈՄԵՏՐ

Հ. Ս. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ, Լ. Ս. ԲԱԳԴԱՍԱՐՅԱՆ, Բ. Ի. ԲԵԿԿԵՐ,
Օ. Մ. ՎԻՆՆԻՏԿԻ, Ռ. Ն. ՊԻԽՏԵԼԵՎ

Հոգվածում նկարագրված է նանոլարկյանային դիապազոնի սպեկտրոմետր, որը նախատեսված է արագացուցիչի դիսկրետ փնչի կողմից գեներացված շեղոք մասնիկների թռիչքի ժամանակի որոշման համար:

TIME-OF-FLIGHT SPECTROMETER MAKING USE OF ACCELERATOR HIGH FREQUENCY

A. S. ALEKSANIAN, L. S. BAGDASARIAN, B. I. BEKKEP,
O. M. VINNITSKY, P. N. PIKHTLEV

The fast spectrometer is described for the determination of the time-of-flight of neutral particles generated by the noncontinual beam of an accelerator.