

С 344.17

0-583

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

13 - 5792

Л. Ондриш

**СПЕКТРОМЕТР
С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ
ПРОЛЕТА ЧАСТИЦ**

**Специальность 260 - приборы
экспериментальной физики**

Автореферат диссертации на соискание учёной
степени кандидата технических наук

Дубна 1971

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединённого института ядерных исследований.

Научный руководитель:
кандидат физико-математических наук, ст.научный сотрудник -
И.Н.СЕМЕНЮШКИН

Официальные оппоненты:
профессор, доктор технических наук - Г.И.ЗАБИЯКИН
кандидат технических наук - В.Ф.СИКОЛЕНКО

Ведущее научно-исследовательское учреждение:
Институт теоретической и экспериментальной физики

Автореферат разослан " " 1971 г.
Защита диссертации состоится " " 1971 г.
на заседании Учёного совета Лаборатории высоких энергий.
Адрес: г.Дубна, Московской области, конференц-зал ЛВЭ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке

Учённый секретарь Совета

С.В.МУХИН

13 - 5792

Л. Ондриш

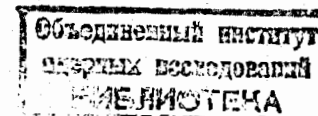
СЗЧЧ.1п
0-583

СПЕКТРОМЕТР
С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ
ПРОЛЕТА ЧАСТИЦ

Специальность 260 - приборы
экспериментальной физики

Автореферат диссертации на соискание учёной
степени кандидата технических наук

7861 вф.



Методика измерения времени пролета находит в ядерной физике широкое применение. При помощи этой методики можно решать задачи измерения времени жизни возбужденных состояний ядер, короткоживущих частиц, определения энергии нейтронов и заряженных частиц и т.д. В последние годы методика измерения времени пролета находит применение и в физике высоких энергий, в экспериментах на ускорителях. В этом случае, при создании каналов монохроматических частиц длиной порядка нескольких десятков, а иногда сотен метров, можно разделить релятивистские частицы по скоростям^{/1/}.

Следующим фактором, который сильно повлиял на внедрение этой методики в эксперимент, является высокий уровень техники преобразования временных интервалов в амплитуду электрических импульсов^{/2,3/} и амплитудного анализа. Большим достоинством этого метода является многоканальность, позволяющая получать полный измеряемый спектр в одном измерении, а также возможность работы на линии с ЭВМ.

Однако специфика некоторых экспериментов требует дальнейшего улучшения таких параметров спектрометров по времени пролёта (СВП), как временное разрешение, быстродействие и др. При работе со сцинтилляционными счётчиками главными проблемами для разработки СВП с высоким разрешающим временем являются вопросы, связанные с работой схем СВП от импульсов фотомножителей; уменьшение влияния амплитудного разброса ФЭУ; применение в спектрометрах сцинтилляторов больших размеров.

Не менее важным является также сохранение параметров СВП при больших нагрузках.

Настоящая диссертация посвящена разработке основных узлов аппаратуры для спектрометрирования частиц по времени пролёта. Основные материалы работы были опубликованы в 1969–1970 г.г.

В первой главе диссертации приведены логическая структура и основные параметры СВП.

Во второй главе описаны свойства сцинтилляционных счётчиков с точки зрения их применения для временных измерений. Приведены свойства и параметры сцинтилляторов, влияющие на разрешающее время сцинтилляционного счётчика. Приведены также результаты теоретического исследования разрешающего времени сцинтилляционных счётчиков. На основе этих результатов сделан выбор оптимальной синхронизации блоков СВП импульсами от сцинтилляционных детекторов.

На выходе фотоумножителей всегда имеется амплитудный спектр импульсов, который может быть причиной ухудшения разрешения СВП. Приводятся методы уменьшения влияния такого эффекта. В этой главе даётся описание двух разработанных схем формирователей импульсов ФЭУ. В первой из них для компенсации влияния амплитудного разброса используется диод с накоплением заряда^{/4/}.

Временное смещение выходного импульса формирователя при изменении амплитуды импульсов в диапазоне $0,09 \div 10$ в составляет ± 140 псек и в диапазоне $0,2 \div 10$ в ± 70 псек.

Временное разрешение сцинтилляционного счётчика зависит от относительного порога регистрирующего устройства и имеет минимум в области значения порога, примерно, $10 \div 20\%$ от амплитуды импульса^{/5/}.

Поэтому оптимальными свойствами для временных измерений будет обладать формирователь, срабатывающий от фиксированной части импульса ФЭУ ($\sim 15\%$). Второй формирователь^{/6/}, описанный в этой главе, работает именно таким образом. Импульсы ФЭУ формируются в нём в биполярный импульс, переход через нуль которого соответствует $\sim 15\%$ амплитуды входного сигнала. Момент перехода сигнала через нуль определяется дискриминатором перехода через нуль. Так как момент перехода сигнала через нуль не зависит от его амплитуды, то будет иметь место и устранение влияния амплитудного разброса на разрешение. Временной сдвиг выходного импульса формирователя составляет не более ± 100 псек в диапазоне амплитуд $0,15 \div 9$ в на его входе.

Третья глава посвящена вопросам применения сцинтилляторов больших размеров в СВП. Приводятся методы устранения влияния геометрических размеров сцинтиллятора на разрешающее время СВП. В ней описано также решение этой проблемы в настоящем спектрометре при помощи время-координатного компенсатора^{/7/}.

На входы время-координатного компенсатора подаются импульсы с формирователей, стандартизирующих импульсы с ФЭУ, расположенных на двух концах сцинтиллятора. Свойства компенсатора таковы, что момент появления импульса на выходе практически не зависит от места попадания частицы в сцинтиллятор. Испытания в пучке Π^- -мезонов с импульсом 5 Гэв/с показали, что точность компенсации составляет ± 40 псек при прохождении частиц через разные точки сцинтиллятора длиной 290 мм.

В четвёртой главе описана электронная логика спектрометра

для отбора полезных событий. Из блоков, входящих в эту логику, были разработаны линейные ворота^{/8/} и формирователь импульсов с нулевым временем восстановления для блокировки спектрометра при больших нагрузках на время обработки информации^{/9/}. Линейные ворота сделаны по диодной мостовой схеме. Динамический диапазон ворот определен снизу величиной выбросов в начале и в конце ворот и сверху линейностью схем. Он составляет 30 мв + 3,5 в., т.е. больше, чем 1:100.

Как известно, при работе в пучках с относительно большой интенсивностью имеется вероятность того, что сигналы будут поступать на вход аппаратуры через интервалы времени меньше, чем это необходимо для обработки каждого из них. Этот эффект может привести к значительному искажению наблюдаемого спектра. Искажения можно значительно уменьшить, применяя блокировку входа аппаратуры на время обработки сигналов^{/10/}. Время восстановления блоков, обеспечивающих блокировку, должно быть минимальное. Для этой цели был разработан формирователь, использующий поочередную работу двух одновибраторов. Время восстановления каждого меньше длительности выходного импульса, что при их поочередной работе обеспечивает нулевое время восстановления формирователя.

Свойства временных анализаторов для СВП приведены в главе пятой. Основное внимание здесь уделено преобразователям типа "время-амплитуда". Описан также использованный в СВП преобразователь^{/11/}.

В шестой главе приведены результаты испытаний спектрометра.

При помощи генератора наносекундных импульсов получены следующие параметры: аппаратурное разрешение (± 5 псек.); интегральная нелинейность ($< 1\%$); температурная зависимость (10 псек/ $^{\circ}\text{C}$); зависимость от напряжения питания (2 псек/в) и долговременная стабильность (20 псек/ 24 часа).

Спектрометр испытывался в пучке π^- -мезонов с импульсом 5 Гэв/с со сцинтилляторами типа NE 102 размером $30 \times 30 \times 10$ мм³ и ФЭУ ХР-1020. Полученная кривая временного распределения показана на рис. 1. Разрешающее время спектрометра составляет ± 80 псек. При применении в СВП одного базового счётчика со сцинтиллятором размером $30 \times 30 \times 10$ мм³ и другого базового счётчика со сцинтиллятором размером $290 \times 55 \times 25$ мм³, просматриваемого двумя ФЭУ ХР1020, было получено разрешение ± 135 псек.

СВП применялся для измерения массового состава дейтронного пучка. Спектр масс частиц пучка показан на рис. 2.

Основные результаты диссертации могут быть сформулированы следующим образом:

1. Сделан расчёт условий компенсации влияния амплитудного спектра ФЭУ на разрешение СВП с применением диода с накоплением заряда (ДНЗ).
2. Разработан формирователь импульсов ФЭУ с компенсацией влияния амплитудного спектра с ДНЗ.
3. Проведены исследования оптимальной синхронизации схем СВП от импульсов ФЭУ и на основании этих исследований разработан формирователь импульсов ФЭУ, работающий от фиксированной части амплитуды импульсов.
4. Разработана схема линейных ворот.

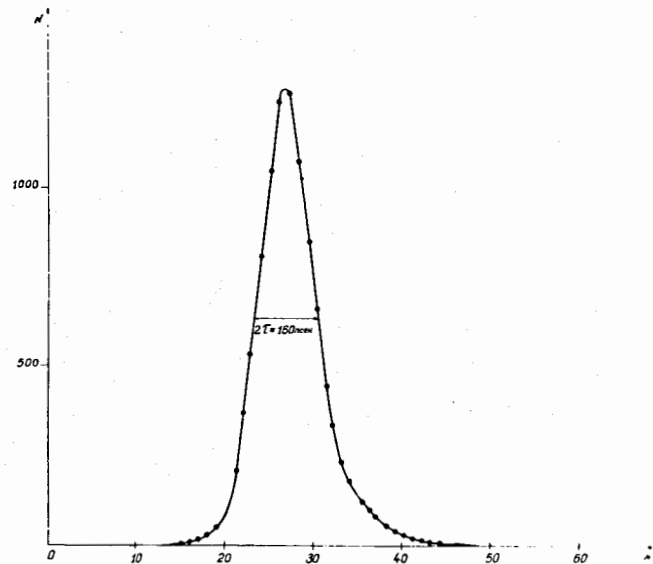


Рис. 1 Кривая временного разрешения СВП в пучке Π^- -мезонов 5 Гэв/с

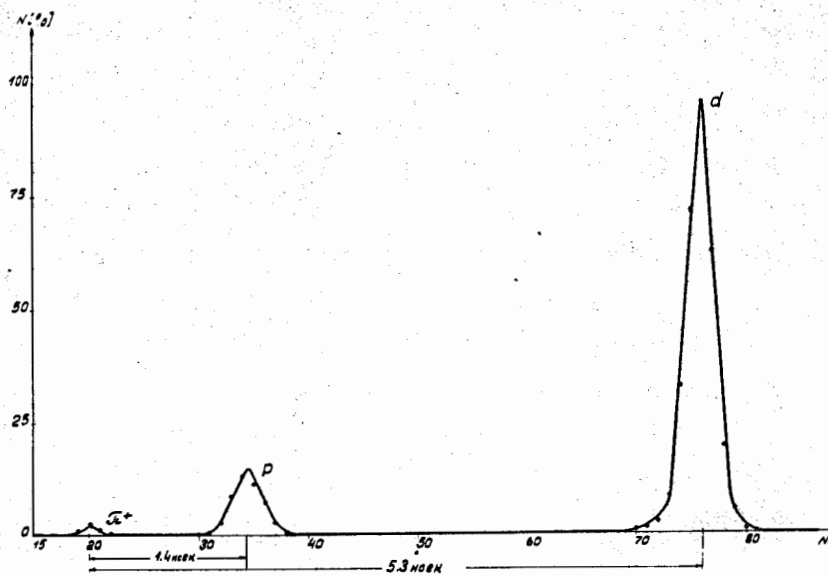


Рис. 2 Спектр масс частиц дейтронного канала синхрофазотрона ЛВЭ

5. Разработан формирователь блокирующих импульсов с нулевым временем восстановления для блокировки СВЧ на время обработки информации.

6. Сделан выбор режима ФЭУ, обеспечивающий его оптимальное временное разрешение.

7. Создан спектрометр по времени пролёта со следующими параметрами:

а. Диапазоны измерения	10, 20, 50 нсек.
б. Аппаратурное разрешение	± 5 псек
в. Физическое разрешение	± 80 псек (с двумя сцинтилляторами размером $30 \times 30 \times 10$ мм ³) ± 135 псек со сцинтилляторами размером $30 \times 30 \times 10$ мм ³ и $290 \times 55 \times 25$ мм ³)
г. Температурная зависимость	10 псек/ ⁰ С в диапазоне 15 ± 35 °С
д. Зависимость от напряжения питания	2 псек/в в диапазоне 200 ± 240 в
е. Интегральная нелинейность	$\angle 1\%$
ж. Долговременная стабильность	20 псек/24 часа

8. При помощи СВЧ измерен массовый состав пучка дейтонного канала синхрофазотрона ЛВЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневецкий В.Ф. и др. Конференция по аппаратуре в физике высоких энергий. Дубна, 1970 г.
 2. Дражев М.К. Препринт ОИЯИ, Р-1997, Дубна, 1965 г.
 3. L.Ondriš. Electrotechnický časopis N 3, 1970.
 4. L.Ondriš et al. Nucl.Instr. & Meth. 81 (1970) 121.
 5. G.Bertolini et al. IEEE Trans. NS-13, N 3.
 6. Ондриш Л. и др. Препринт ОИЯИ, Р13-5065, Дубна, 1970 г.
 7. Ондриш Л. и др. Препринт ОИЯИ, Р13-5378, Дубна, 1970 г.
 8. Ондриш Л. и др. ПТЭ, № 6, 1970 г.
 9. Ондриш Л. и др. Препринт ОИЯИ, Р13-5377, Дубна, 1970 г.
 10. Иванов В.Б. и др. ПТЭ, № 6, 1969 г.
- II. Будяшов Д.Г., Зинов В.Г. Материалы симпозиума по ядерной электронике, Дубна, 1967 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 мая 1971 года.