С 344.3б
О-583
22/II-70

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
Дубна

Р13 - 5065

Л. Ондриш, С.В. Мухин, С.В. Рихвицкий,
И.Н. Семенюшкин, П. Хорват, А.Н. Хренов

ФОРМИРОВАТЕЛЬ, РАБОТАЮЩИЙ ОТ ФИКСИРОВАННОЙ ЧАСТИ АМПЛИТУДЫ ИМПУЛЬСОВ ФОТОУМНОЖИТЕЛЕЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1970

P13 - 5065

Л. Ондриш, С.В. Мухин, С.В. Рихвицкий,
И.Н. Семенюшкин, П. Хорват, А.Н. Хренов

ФОРМИРОВАТЕЛЬ, РАБОТАЮЩИЙ ОТ ФИКСИРОВАННОЙ ЧАСТИ АМПЛИТУДЫ ИМПУЛЬСОВ ФОТОУМНОЖИТЕЛЕЙ

8345/2 пр

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Введение

Исследованию временных характеристик импульсов сцинтилляционных счетчиков посвящен ряд работ /1,2,3,4,5/. Результаты исследований показывают, что минимальный временной разброс импульсов и,следовательно, наилучшее временное разрешение можно получить, если используемые электронные схемы запускать на уровне 10÷15% амплитуды импульса сцинтилляционного счетчика /4,6/. При временных измерениях необходимо также устранить влияние амплитудного разброса импульсов с ФЭУ. С этой целью на практике используется несколько методов /7,8,9,10,11/. Хорошие результаты получены при формировании импульса от сцинтилляционного счетчика в биполярный импульс отрезком кабеля и определение момента перехода через нуль дискриминатором перехода через нуль /9/ или с помощью специальной схемы компенсации /11/. Однако в первом случае запуск схемы осуществляется не от оптимальной части амплитуды импульсов, имеющей минимальный временной разброс. В случае использования схемы с компенсацией /11/ возможности регулирования порога срабатывания ограничены.

Таким образом, оптимальными свойствами для временных измерений будет обладать схема, которая запускается от фиксированной части амплитуды электрического сигнала ФЭУ (≈ 15%) и при этом будет обеспечиваться устранение влияния амплитудного спектра /12/.

Рассматриваемый метод временной привязки к фиксированной части амплитуды импульса вне зависимости от его амплитуды основан на сложении инвертированного и задержанного электрического сигнала с ФЭУ с обычным, но ослабленным сигналом. В этом случае получается биполярный импульс, момент перехода которого через нуль соответствует нужной части амплитуды импульса (рис. 1). Затем момент перехода биполярного импульса через нуль определяется дискриминатором нуля. Такой принцип обеспечивает устранение временной зависимости выходного импульса формирователя при изменении амплитуды сигнала на его входе.

2. Схема формирователя

Блок-схема формирователя приведена на рис. 2.

На входы формирователя 1 и 1' одновременно подаются импульсы с анода фотоумножителя. С входа 1 сигнал поступает на формирующий каскад. Биполярный импульс, созданный в этой части схемы, с переходом его через нуль, соответствующим ≈15% амплитуды входного сигнала, поступает в ограничитель и затем на дискриминатор перехода через нуль.

Импульс, подаваемый на вход 1', также формируется в биполярный импульс и его отрицательная часть запускает пороговый дискриминатор. Формирование входного импульса во втором канале уменьшает временной сдвиг импульса порогового дискриминатора. Импульс порогового дискриминатора управляет токовым ключом. Токовый ключ переключает ток пьедестала в цепи дискриминатора перехода через нуль. Выходной импульс дискриминатора перехода через нуль формируется триггером на туннельном диоде и поступает на выходной каскад.

Пороговый дискриминатор и триггер сделаны по схеме с двумя устойчивыми положениями и их переход в начальное положение осуществляется с помощью специального каскада.

Электрическая схема формирователя приведена на рис. 3, а ее временная диаграмма – на рис. 4.

На вход 1 подается отрицательный импульс с анода ФЭУ. Этот импульс поступает через кабель длиной 130 см на формирующий каскад. На

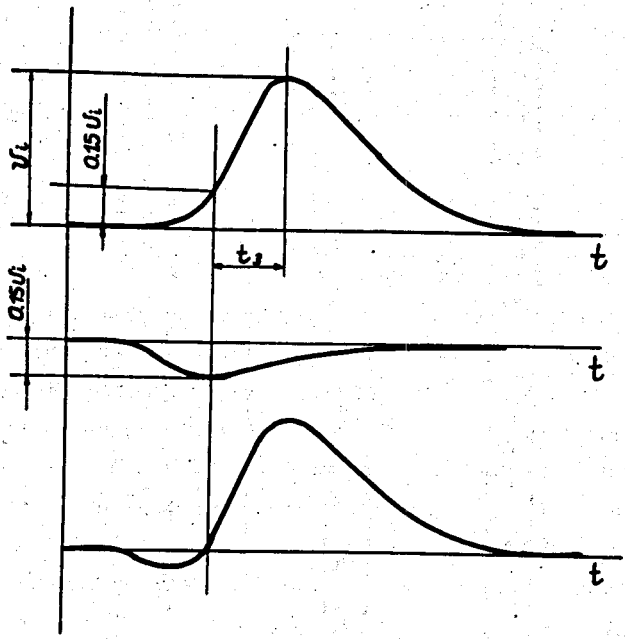

Рис. 1. Принцип формирования биполярного импульса, переход через нуль которого соответствует 15% амплитуды.

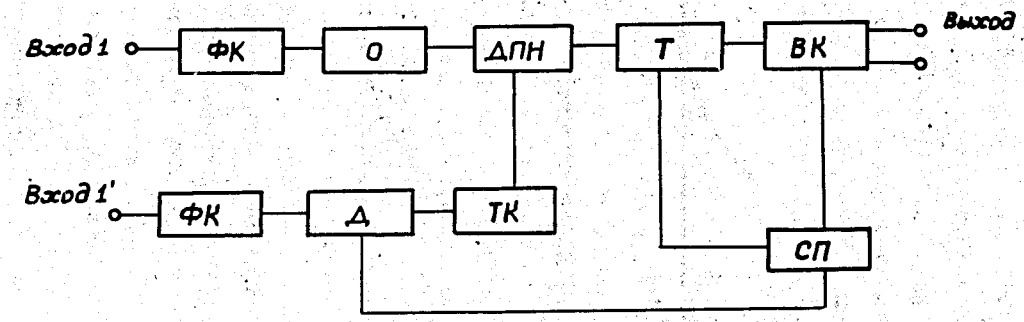

Рис. 2. Блок-схема формирователя. ФК – формирующий каскад, О – ограничитель, ДПН – дискриминатор перехода через нуль, Д – пороговый дискриминатор, ТК – токовый ключ, Т – триггер, ВК – выходной каскад, СП – схема переключения туннельных диодов.

общую точку диодов D_1, D_2 через сопротивление R_2 поступает ослабленный сигнал; задержанный и инвертированный сигнал – через инвертор TR1, собранный на кабеле длиной 60 см и сопротивлении R_3. Сложение этих импульсов происходит на низкоомном ограничителе D_1, D_2, D_3. Ток через D_2 (2,5 ма) вызывает падение напряжения на R_3, что приводит к появлению на катоде D_1 потенциала + 100мв. Таким образом, диод D_1 для малых сигналов закрыт и весь входной ток ответвляется через D_2 и D_3 в дискриминатор перехода через нуль (TD_1). Это приводит к увеличению чувствительности схемы. Форма импульса, подаваемого на TD_1, показана на рис. 4.

Дискриминатор перехода через нуль работает следующим образом: в начальном состоянии транзистор T_7 открыт и через него течет ток 13 ма. Сумма токов через транзистор T_1 и диод D_3 равна 10 ма, т.е. пиковому току TD_1. Таким образом, рабочая точка TD_1 находится на отрицательной части характеристики. Когда на TD_1 начинает действовать отрицательная часть биполярного ограниченного импульса, ток через T_7 прекращается. Начальный ток через транзистор T_1 и диод D_3 должен быть подобран так, чтобы TD_1 переключался в момент перехода биполярного импульса через нуль. Величина тока через транзистор T_1 задается с помощью потенциометра $П_1$. При точной настройке можно устранить влияние величины входного сигнала на момент срабатывания TD_1 в широком диапазоне входных амплитуд.

Ток через T_7 управляется импульсом порогового дискриминатора TD_3. Его запуск осуществляется при помощи импульса с ФЭУ, подаваемого на вход 1'. Этот импульс формируется в биполярный импульс (рис.4б) подобно импульсу, подаваемому на вход 1. Входной импульс инвертируется на TR2 и ослабляется сопротивлением R_{23}. Неослабленный импульс подается через кабель длиной 60 см и R_{24}. Сложение происходит на входном сопротивлении транзистора T_6, включенного по схеме с общей базой, который отделяет пороговый дискриминатор от входа.

Выходной импульс дискриминатора перехода через нуль запускает формирующий дискриминатор, построенный на TD_2, D_7 и T_2. На оба выхода подается импульс через эмиттерный повторитель T_3 и токовые ключи T_4, D_8 и T_5, D_9. Выходной импульс имеет ампли-

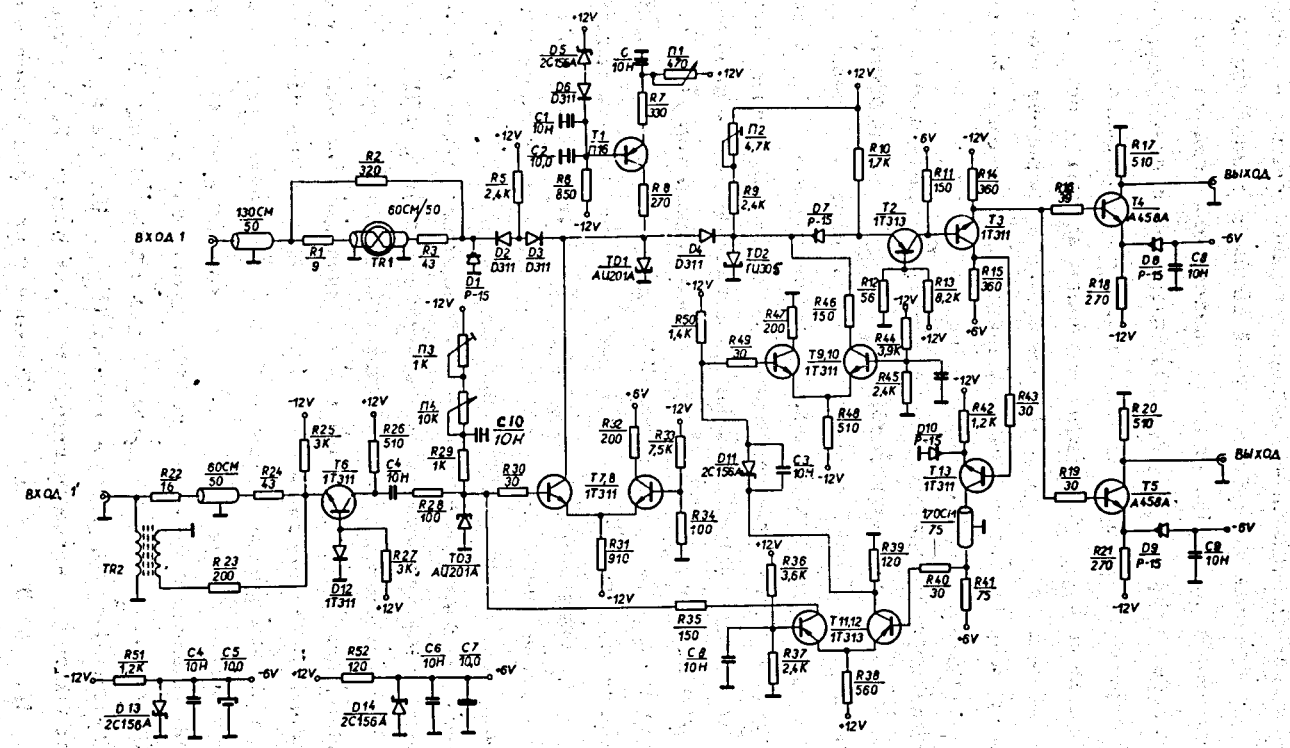

Рис. 3. Принципиальная схема формирователя.

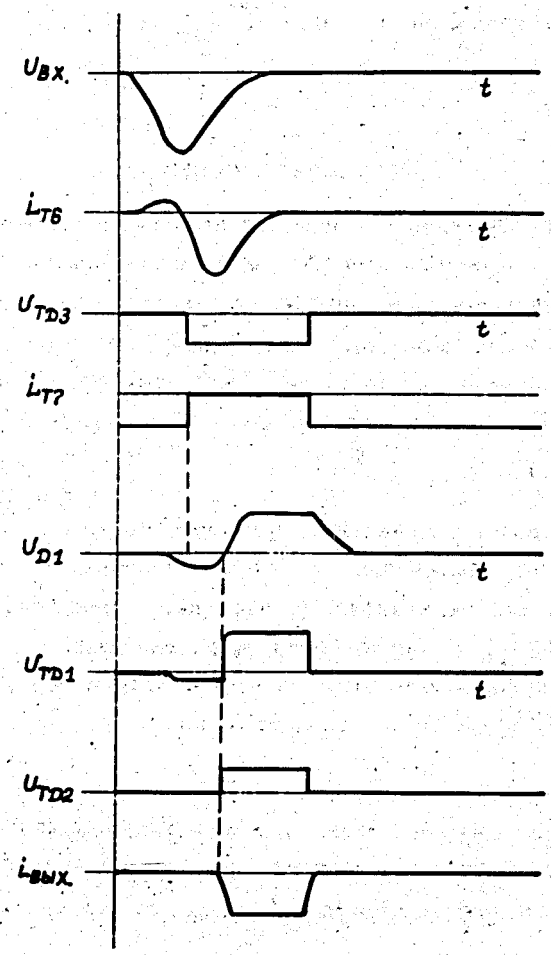

Рис. 4. Временные диаграммы электрических сигналов в разных точках схемы формирователя.

туду 1 в на сопротивлении 50 ом и длительность 15 нсек. Длительность переднего и заднего фронтов 2 нсек.

Переключение диодов TD_2 и TD_3 в начальное состояние происходит при помощи токовых ключей D_{10}, T_{13}; T_9, T_{10} и T_{11}, T_{12}.

3. Результаты испытаний

Зависимость временного смещения выходного импульса формирователя от амплитуды входного импульса измерялась при помощи генератора, имитирующего сцинтилляционные импульсы. На рис. 7 представлены результаты этих измерений. Как видно из рисунка 7, временной сдвиг выходного импульса составляет не более ± 100 псек в диапазоне амплитуд 0,15÷9 в на входе формирователя.

Формирователи испытывались при работе в пучке π^- -мезонов с импульсом 5 Гэв/с с включением по схеме спектрометра по времени пролета (рис. 6). В сцинтилляционных счетчиках использовались фотоумножители типа ХР-1020. С анодов этих ФЭУ, имеющих 100-омный коаксиальный выход, сигнал с помощью трансформаторов раздваивался на два 50-омных кабеля /13/. Схема выходного каскада ФЭУ приведена на рис.5.

В результате испытаний было получено разрешение 160 псек при работе со сцинтилляторами типа NE102A размером 30x30x9 мм^3 без световодов. Кривая разрешения показана на рис. 8. Ширина канала при этом была 22 псек.

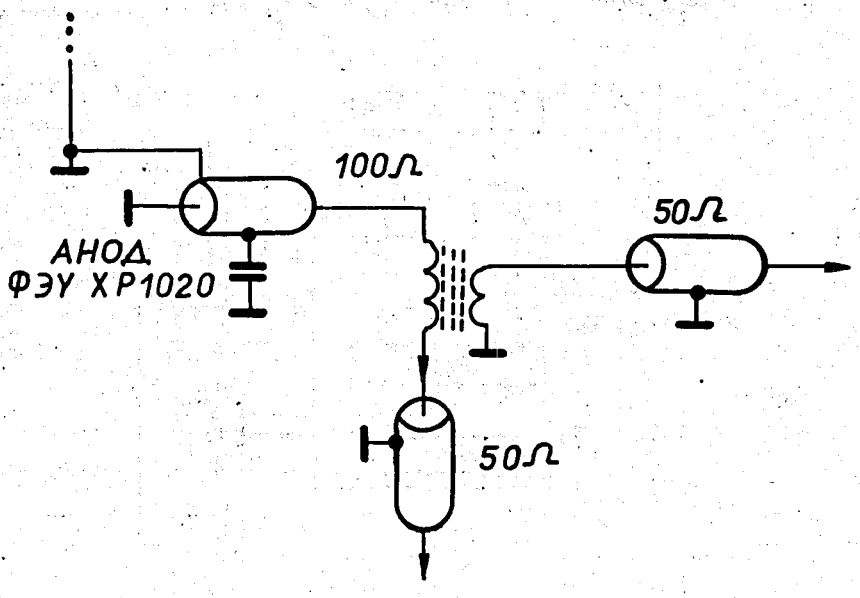

Рис. 5. Схема анодного контура ФЭУ ХР-1020.

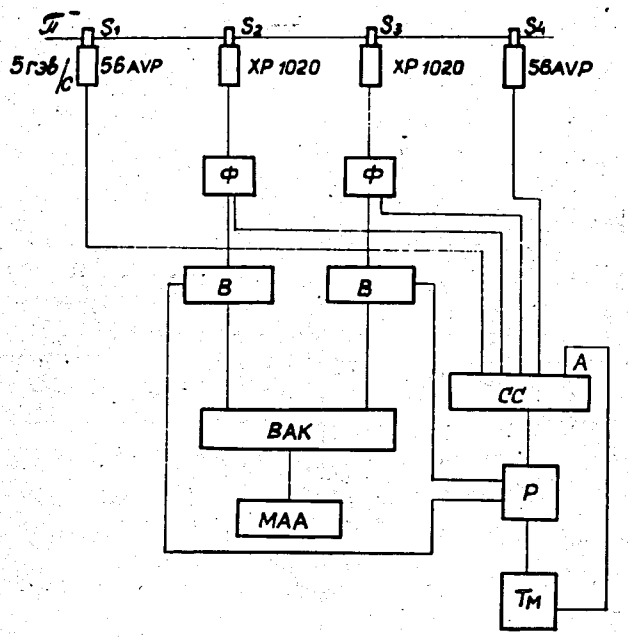

Рис.6. Блок-схема временного спектрометра. S_1, S_2, S_3, S_4 – сцинтилляционные детекторы, Ф – формирователи, В – ворота, ВАК – конвертор "время-амплитуда", СС – схема совпадений, Р – разветвитель, T_M – схема блокировки, МАА – амплитудный анализатор.

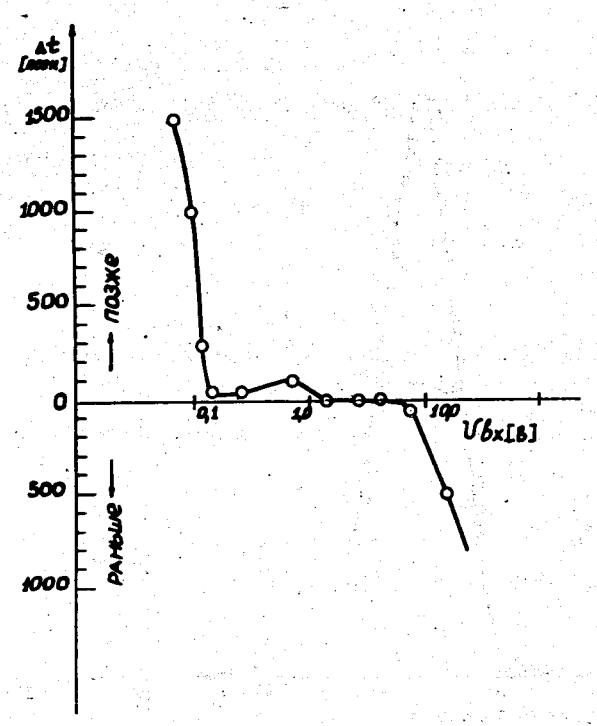

Рис. 7. Зависимость смещения выходного импульса формирователя от амплитуды входного импульса.

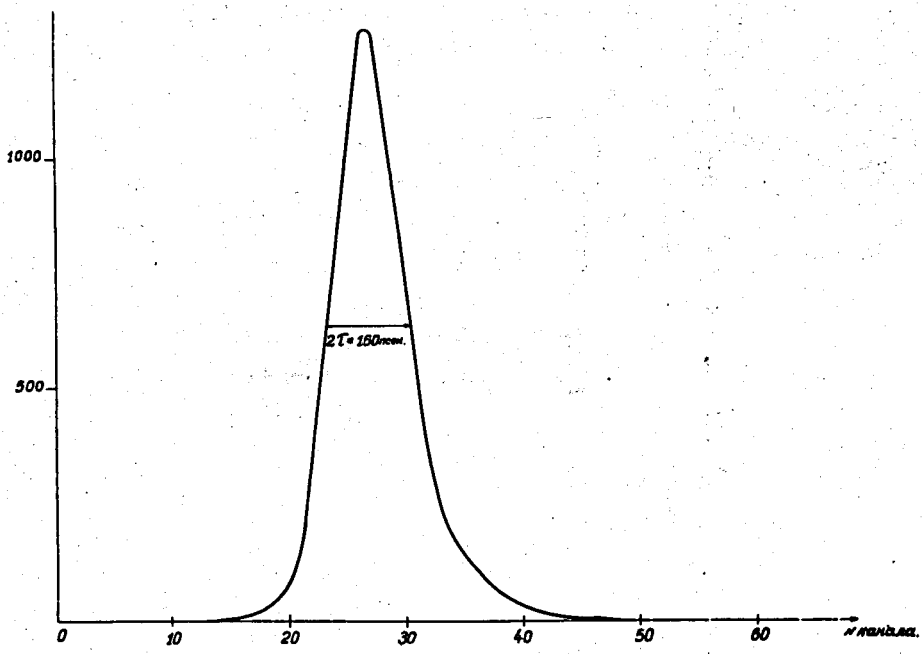

Рис. 8. Кривая временного разрешения спектрометра в пучке π^- -мезонов 5 Гэв/с.

Литература

1. E. Catti et al. Nucl.Instr. and Meth., 43, 1, 248 (1966).
2. L.G. Hyman et al. Rev.Sci.Instr., 35, 3, 393 (1964).
3. L.G. Hyman. Rev.Sci.Instr. 36, 7, 193 (1965).
4. Bertolini et al. IEEE Trans. NS-13, 3, 119 (1966).
5. Yu.K. Akimov, S.V. Medved. Nucl.Instr. and Meth., 78, 1, 151 (1970).
6. W.J. McDonald, D.A. Gedcke. Nucl. Instr. and Meth., 55, 1 (1967).
7. B.M. Shoffner, E.E. Shrader. IEEE Trans., NS-13, 1, 394 (1966).
8. J.K. Whittaker. IEEE Trans. NS-13, 1, 199 (1966).
9. D.L. Wieber, H.W. Lefevre. IEEE Trans. NS-13, 1, 389 (1966).
10. В.Г. Лапшин, В.И. Рыкалин, З. Цисек. Препринт ОИЯИ 13-3530, Дубна (1967).
11. L. Ondris, S.V. Richvitskij, I.N. Semenyushkin, P. Horvath, A.N. Khrenov. Препринт ОИЯИ 13-4697, Дубна, 1969.
12. D.A. Gedcke, W.J. McDonald. Nucl.Instr. and Meth., 58, 2, 253 (1968).
13. L. Stanchi. IEEE Trans. NS-15, 1, 315.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 апреля 1970 года.