

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



9004

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

13 - 9004

Д. Коллар

ПОДАВЛЕНИЕ НАЛОЖЕНИЙ ИМПУЛЬСОВ С ФЭУ  
В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ ЗАГРУЗОК

**1975**

13 - 9004

Д.Коллар

ПОДАВЛЕНИЕ НАЛОЖЕНИЙ ИМПУЛЬСОВ С ФЭУ  
В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ ЗАГРУЗОК

ОИЯИ  
БИБЛИОТЕКА

При интенсивностях пучка протонов, превышающих  $10^{10}$  протонов/с, из-за наложения большого количества импульсов существует медленная составляющая тока ФЭУ. По виду эта составляющая в зависимости от тонкой структуры пучка протонов может отличаться от постоянного тока и приобретать форму длинных импульсов. В условиях эксперимента по поиску монополя Дирака (ПМД)<sup>1</sup> трудности с наведением пучка протонов на размерную мишень и работа самого ускорителя обуславливали "квазибанчировку" протонов в режиме "растяжки" работы протонного синхротрона ИФВЭ и способствовали появлению миллисекундных импульсов с частотой 600 Гц и 180-наносекундных импульсов с частотой 200 кГц и 2,6 МГц. В настоящей работе показаны некоторые способы подавления этих паразитных наложений импульсов и их идентификации по форме с помощью пятилучевого осциллографа.

Диапазон, в котором существует линейная зависимость между интенсивностью засветки и амплитудой тока ФЭУ, зависит от максимально допустимого среднего тока ФЭУ<sup>2</sup>, и величина этой медленной компоненты тока при определенной интенсивности пучка протонов в условиях физического эксперимента ограничивает максимальную амплитуду импульса на выходе ФЭУ. В случае, когда средний ток ФЭУ не влияет на пределы линейной передачи, по виду эта компонента в зависимости от тонкой структуры пучка протонов может отличаться от постоянного тока, приобретать форму длинных импульсов и препятствовать амплитудному анализу импульсов. Чем выразительнее становится тонкая структура пучка протонов, тем больше ее характер отличается

от постоянного тока. Для амплитудного анализа импульсов с ФЭУ в этих условиях необходим линейный режим работы ФЭУ [2] и минимальная (по своему характеру близкая к постоянному току) величина медленной компоненты, которая приводит к флюктуации нулевой линии, затрудняет отбор импульсов по амплитуде и при наличии "квазибанчировки" пучка может также влиять на отбор импульсов по времени и даже препятствовать нормальной работе дискриминаторов. Ее подавление важно особенно для "быстрого" канала, который делает отбор по времени и амплитуде. Полоса пропускания импульсов "медленного" канала может быть неизменной или приспособленной к возможностям регистрирующего устройства. Кроме малой флюктуации нулевой линии при больших нагрузках, "быстрый" канал должен обладать и достаточной чувствительностью, обеспечивающей большую эффективность запуска.

В эксперименте ПМД предполагалось, что излучения Вавилова-Черенкова от гипотетической частицы - монополя и от основного фона (излучения Вавилова-Черенкова от протонов и вторичных частиц) независимо выбивают из фотокатода ФЭУ электроны, импульсы от которых последовательно усиливаются диодной системой и регистрируются на выходе ФЭУ. В этих условиях возможно простой дифференцирующей цепью с индуктивностью подавить на выходе ФЭУ длинные наложения импульсов с малой амплитудой, обусловленные тонкой структурой пучка протонов, и пропускать короткие импульсы, амплитуда которых намного больше амплитуды первых. Постоянная времени такой цепи определяет длительность импульсов ( $t_{и} \leq 5\tau_L$ ), которые проходят без ослабления амплитуды. Таким образом, если наносекундная логика нечувствительна к коротким положительным выбросам, возникнувшим при укорачивании паразитных сигналов и если частота сигналов мала, их влиянием на амплитудный и временной отбор импульсов можно пренебречь. Некоторые возможности подключения индуктивности или эквивалентной индуктивной нагрузки, инвертора и трансформатора на кабели иллюстрирует рис. 1.

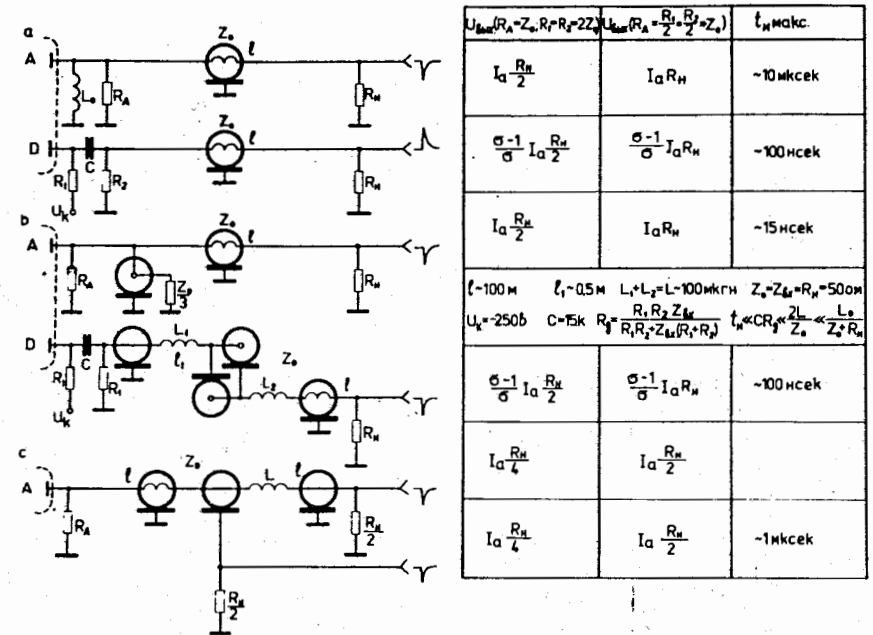


Рис. 1. Разные варианты фильтра длинных наложений импульсов. Поскольку на рис. 1б  $CR \ll 2L/Z_0$ , длительность импульсов  $t_{и}$ , которые поступают без ослабления из последнего диода, определяет постоянная времени  $\tau_c \sim CR$ . Нагружение короткого отрезка кабеля с задержкой  $T \sim t_{имп}$  на сопротивление  $R \sim Z_0/3$  уменьшает отрицательный выброс в конце импульса, искажающий нулевую линию.

Постоянную времени трансформатора и инвертора на кабеле определяют размеры ферритового кольца, но для минимальной флюктуации нулевой линии желательно максимально возможное укорачивание паразитных сигналов.

Длинные импульсы, обусловленные "квазибанчировкой", можно тоже подавить и селективным усилением с помощью трансформатора на кабеле, размещая его на

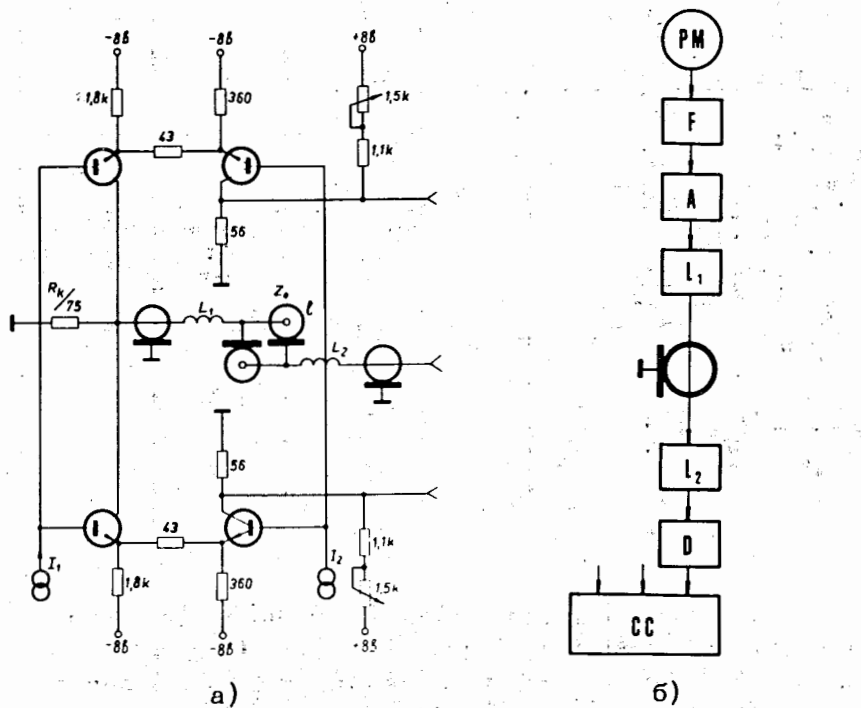


Рис. 2. Селективное подавление паразитных импульсов: а) схема выходного каскада с применением трансформатора на кабеле; б) блок-схема фильтра паразитных наложений импульсов: РМ - фотоумножитель, F - фильтр, А - аттенюатор,  $L_1$  - линейный разветвитель в качестве буфера для согласования с  $Z_0$  кабеля,  $L_2$  - линейный разветвитель в качестве селективного усилителя-ограничителя, Д - дискриминатор, СС - схема совпадений.

выходе линейного разветвителя или сумматора (4) для последовательного запуска выходных формирователей наносекундной логики согласно рис. 2а. Фильтр F, аттенюатор А и буфер  $L_1$  непосредственно у ФЭУ и по-

следовательный селективный усилитель  $L_2$  согласно рис. 2б позволяют, кроме ослабления длинных паразитных импульсов, подавить входной цепью схемы  $L_1$  положительные выбросы от укороченных паразитных сигналов, согласовать ее выход с  $Z_0$  длинного кабеля и уменьшить тем трудности, связанные с устранением импульсов отражений, возникающих вследствие несогласованности нагрузок длинных кабелей.

При вышеописанных нагрузках в эксперименте ПМД осциллографический метод регистрации редких событий /5/ позволял производить отбор импульсов по форме и идентифицировать наложения импульсов на кадрах, заснятых с экранов многолучевых осциллографов с помощью камер РФК-5. Фотокамеры работали с открытой шторкой в режиме ожидания импульсов, отобранных по амплитуде и времени с помощью дискриминаторов и схем совпадений. Импульсы совпадений запускали два пятилучевых и один двухлучевой осциллограф (рис. 3). После чего поочередно: зажигались цифровые лампы номера кадров (Z), расположенные вблизи экранов осциллографов, закрывалась шторка, перематывалась пленка (В) и на все время перематки пленки в камере РФК-5 блокировался запуск осциллографа и камер. Для обеспечения длительной работы фотокамер их моторы включались от таймера ( $T_1$ ) синхронно с импульсной работой ускорителя. Потемнение пленки при длительной паузе между запускающими импульсами предотвращала перематка кадров, производимая время от времени импульсом (X) перед следующим ожиданием ( $T_2$ ). Некоторые типичные осциллограммы приведены на рис. 4.

Вышеописанные дифференцирующие цепи с индуктивностью хорошо подавляют постоянную составляющую тока ФЭУ и миллисекундные импульсы с частотой ~600 Гц. Благодаря внедрению в ИФВЭ к концу эксперимента ПМД системы подавления "квазибанчиковки" пучка протонов, уменьшилась и амплитуда остальных импульсов, так что с помощью дискриминаторов и схем совпадений возможно было ограничить их влияние на запуск осциллографов и провести еще добавочный анализ кадров с камер РФК-5 по форме импульсов.

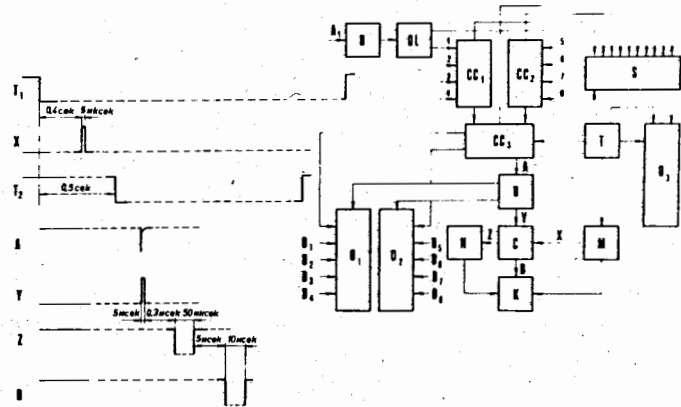


Рис. 3. Схема анализа импульсов с помощью 5-лучевых осциллографов и камер РФК-5.  $A_1 - A_8$  - сигналы с анодов ФЭУ,  $D_1 - D_8$  - сигналы с динодов ФЭУ, Д - дискриминатор, DL - блок задержки, CC - схема совпадений, O - осциллограф, S - пересчетные блоки с цифропечатью, T - таймер, управляющий временем  $0+10$  с с шагом 0,1 с, K - камера РФК-5, H - схема блокировки запуска осциллографов во время перемотки пленки, C - схема управления шторкой, N - схема управления номерами кадров, M - схема управления мотором камеры.

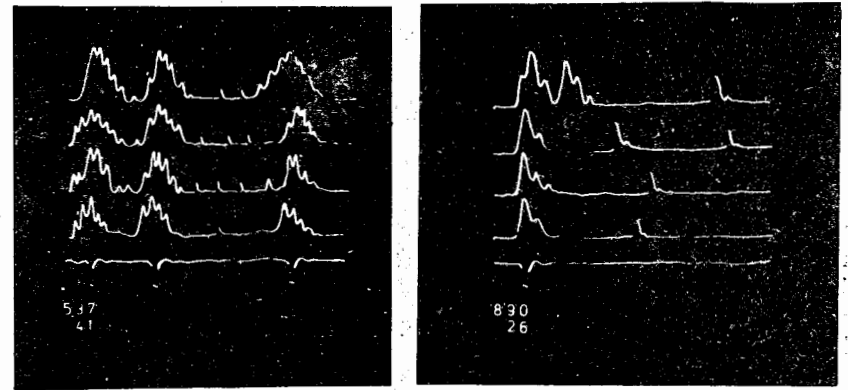


Рис. 4. Осциллограммы: а) паразитной "квазибанчи-ровки" с частотой 2,6 МГц, которая была в основном устранена благодаря внедрению на ускорителе ИФВЭ специальной системы ее подавления; б) наложения "полезных" импульсов при запуске от 6-кратных совпадений (длина нижних импульсов ~ 30 нс).

#### Литература

1. В.П.Зрелов, Л.Колларова, Д.Коллар, В.П.Лупильцев, П.Павлович, Я.Ружичка, В.И.Сидорова, М.Ф.Шабашов, Р.Яник. Препринт ОИЯИ, P1-7996, Дубна, 1974.
2. Д.Коллар, Л.Колларова, М.Ф.Шабашов. Сообщение ОИЯИ, 13-9003, Дубна, 1975.
3. И.Льюис, Ф.Уэлс. Миллимикросекундная импульсная техника. Перевод с английского, ИЛ., Москва, 1956.
4. В.Ф.Борейко, Ю.Г.Будяшов, Д.Коллар. Сообщение ОИЯИ, 13-6546, Дубна, 1972.
5. А.Ф.Дунайцев, Ю.Н.Симонов. Препринт ИФВЭ, 67-2К, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел  
20 июня 1975 года.