

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Дубна

P13-2000-117

В.П.Ладыгин, П.К.Маньяков, С.Г.Резников

**ТРИГГЕР ПО ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА
НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ
ВРЕМЯ–АМПЛИТУДА**

Направлено в журнал «Приборы и техника эксперимента»

2000

1 Введение

Современный уровень физических задач, в том числе и в области релятивистской ядерной физики, требует использования эффективной, быстрой и гибкой триггерной системы, которая должна обеспечивать возможность изучения редких процессов в условиях больших фоновых загрузок. Селекция событий на триггерном уровне позволяет существенно уменьшить затраты времени в процессе набора полезных событий и последующего их анализа. Информация о времени пролета частиц на уровне триггера довольно часто используется в ходе экспериментов с участием релятивистских частиц.

Наиболее простым способом реализации триггера по времени пролета является использование стандартных логических схем совпадений (антисовпадений). Такого типа триггер использовался, например, для выделения вторичных протонов и дейтронов в π^-d -взаимодействиях [1]. Однако данный метод может быть применим только при условии достаточно большой разницы времен пролета между различными типами детектируемых частиц из-за флуктуаций временной отметки, вносимых электроникой и, в частности, стандартными схемами совпадений. Использование схем совпадений с высоким разрешением [2], в принципе, позволяет отбирать частицы с временем пролета в узком временном интервале порядка 3-5 нс. Однако флуктуации временных отметок и/или недостаточная точность в подборе временных задержек для сигналов с различных сцинтилляционных счетчиков не позволяют обеспечить надежное выделение определенного сорта частиц.

Цифровой способ реализации триггера по времени пролета [3], основанный на использовании тактовой частоты преобразователя время-цифра, обеспечивает практически 100% эффективность и высокий коэффициент отбора ($\sim 10^3$). Однако время решения используемого цифрового способа селекции событий [3] составляет ~ 6 мкс, что при больших загрузках триггерной системы существенно снижает эффективность приема полезных событий. С целью улучшения работы системы сбора и накопления экспериментальных данных необходимо использовать триггер по времени пролета с существенно меньшим временем решения.

В данной работе описывается реализация триггера по времени пролета частиц на основе преобразователя время-амплитуда и представлены результаты его использования в физическом эксперименте по исследованию образования као-

нов в столкновениях релятивистских ядер в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований. Преимуществом данного типа триггера является его сравнительно малое время решения и высокая эффективность отбора полезных событий.

2 Измерение времени пролета частиц

При исследовании реакции фрагментации ядер дейтерия в K^+ [4] необходимо, с одной стороны, надежно идентифицировать каоны и, с другой стороны, дискриминировать большой фон положительно заряженных частиц: пионов, протонов и дейтронов. Аналогично, при изучении реакции развала дейтрона

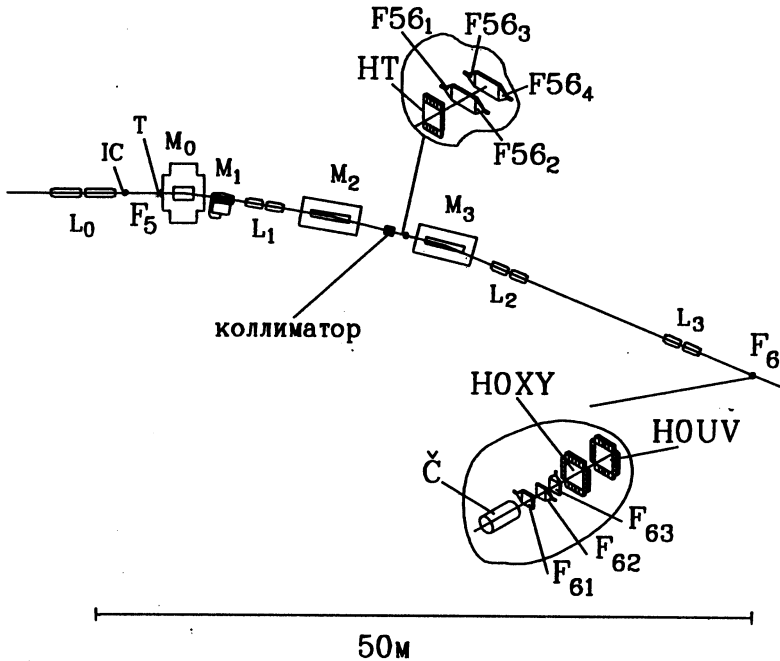


Рис.1. Схема измерений на установке "Сфера" [5]. M_0 - M_3 – магниты, L_0 - L_3 – линзы, F_5 и F_6 – фокусы магнитного канала. F_{561-4} , F_{61} , F_{62} и F_{63} – сцинтилляционные счетчики; HT – годоскоп сцинтилляционных счетчиков, $HOXY$ и $HOUV$ – сцинтилляционные годоскопы профиля пучка; \check{C} – газовый черенковский счетчик

в протоны [5] необходимо обеспечить надежное выделение протонов и возможность подавления неупругорассеянных дейтронов на уровне триггера.

Схематически метод измерений представлен на рис.1. Выведенный пучок дейтронов с интенсивностью порядка 10^9 частиц за сброс направлялся на водородную или ядерную мишени T , помещенные в фокусе $F5$ магнитного канала $VP1$. Длительность цикла была ~ 400 мс при частоте повторения 1 цикл за 10 с. Импульс вторичных частиц выбирался соответствующей настройкой магнитов M_{0-3} и дублетов линз L_{1-3} . Импульсный аксептанс установки составлял порядка $\pm 2 \div 3\%$. Детектирующая аппаратура, состоящая из сцинтилляционных счетчиков F_{61-63} и газового черенковского счетчика \check{C} , располагалась в фокусе $F6$. Здесь же находились сцинтилляционные годоскопы $HOXY$ и $HOUV$, используемые для контроля параметров пучка. Времяпролетные сцинтилляционные счетчики $F56_{1-2}$ и $F56_{3-4}$ и годоскоп HT , состоящий из 8 индивидуальных счетчиков, располагались между фокусами $F5$ и $F6$ (между коллиматором и магнитом M_3). База пролета частиц составляла 28 м. Размеры сцинтилляторов были $100 \times 90 \times 5$ мм и $100 \times 100 \times 10$ мм для счетчиков F_{61-63} и $F56_{1-4}$ соответственно. Размер индивидуальных сцинтилляторов годоскопа составлял $120 \times 15 \times 10$ мм.

Сигналы с анодов сцинтилляционных счетчиков F_{61} , F_{62} и F_{63} , просматриваемых с одного конца фотоумножителями *Hamamatsu* и *Amprex XP2020*, делились пассивным делителем. Сигналы с амплитудой, составляющей половину от полной, подавались через линии задержки на формирователи со следящим порогом (ФСП) для компенсации зависимости времени формирования сигнала от его амплитуды. Сигнал на выходе ФСП появляется независимо от амплитуды сигнала U_{in} на входе и формируется, когда входной сигнал достигает $\alpha \cdot U_{in}$, где $\alpha < 1$. Опыт работы с времяпролетными системами показывает, что лучшее разрешение сцинтилляционных детекторов получается при $\alpha \cong 0,05 \div 0,2$ [6]. В нашем случае использовалось $\alpha = 0,2$. Длительность сформированных сигналов составляла ~ 10 нс. Сигналы с амплитудой, составляющей половину от полной, подавались на зарядово-цифровые преобразователи (ЗЦП).

Структурная схема организации триггера показана на рис.2. В качестве триггера первого уровня использовались совпадения сигналов со сцинтилляционных счетчиков F_{61} , F_{62} и F_{63} :

$$\text{ТРИГ1} = F_{61} \cdot F_{62} \cdot F_{63} = F_6. \quad (1)$$

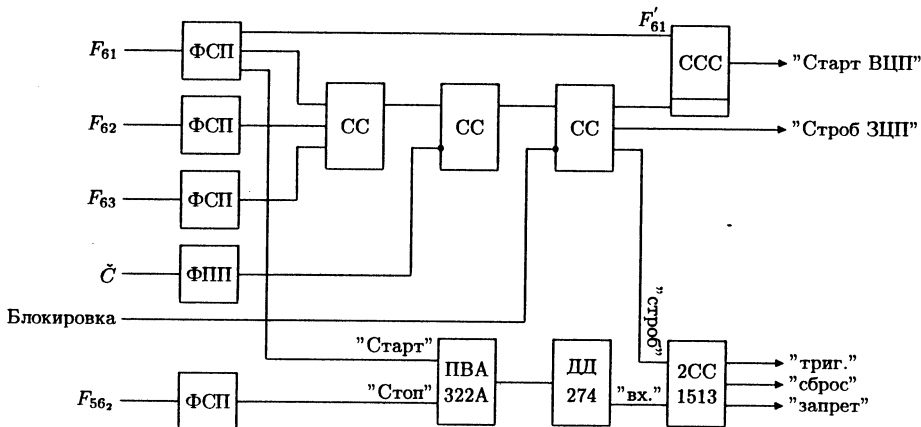


Рис.2. Структурная схема организации триггера. F_{61} , F_{62} , F_{63} , F_{562} и \check{C} – сигналы со сцинтилляционных и газового черенковского счетчиков. ФСП и ФПП – формирователи сигналов со следящим и постоянным порогами соответственно. СС – схемы совпадений, ССС – стробируемая схема совпадений, 2СС1513 – специализированная схема совпадений, ПВА-322А – преобразователь время-амплитуда и ДД-274 – дифференциальный дискриминатор

Для частичного подавления пионов с импульсом $2 \div 2,5$ ГэВ/с в антисовпадения дополнительно включался сигнал с газового черенковского счетчика \check{C} , длительность которого на выходе формирователя импульсов с постоянным порогом составляла ~ 30 нс. В последнем случае сигнал "ТРИГ1" появлялся в результате четырехкратных совпадений:

$$\text{ТРИГ1} = F_{61} \cdot F_{62} \cdot F_{63} \cdot \check{C}. \quad (2)$$

Отметим, что эффективность газового черенковского счетчика в данном эксперименте для пионов с импульсом 2,5 ГэВ/с составляла порядка 60%.

Сформированный сигнал "ТРИГ1" использовался в дальнейшем как в логике триггера, так и в качестве стоба для записи аналоговой информации со сцинтилляционных и черенковских счетчиков и для записи информации во входные регистры. Длительность сигналов стоба для преобразователей зарядцифра и входных регистров составляла ~ 100 и ~ 60 нс соответственно. Сигнал со счетчика F_{61} , простробируемый триггером первого уровня "ТРИГ1",

использовался в качестве сигнала "Старт" времяцифровых преобразователей (ВЦП). Временная диаграмма организации триггера первого уровня и формирования сигналов старта ВЦП и стробов для ЗЦП и регистров приведена на рис.3.

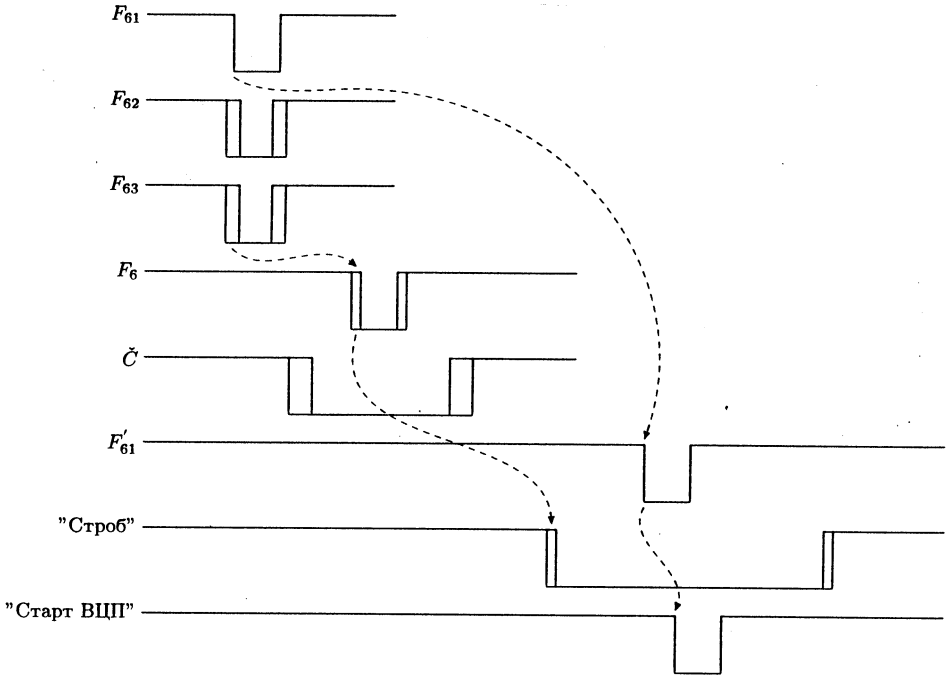


Рис.3. Временная диаграмма работы триггера первого уровня

Идентификация частиц проводилась по измерению их времени пролета. Для этой цели использовалась информация со сцинтилляционных счетчиков $F_{56_1} - F_{56_2}$, $F_{56_3} - F_{56_4}$ и сцинтилляционного годоскопа HT . Для просмотра сцинтилляторов с обеих сторон для счетчиков $F_{56_1} - F_{56_2}$, $F_{56_3} - F_{56_4}$ и годоскопа HT были использованы фотоумножители *AmpereX XP2020* и $\PhiЭУ - 87$ соответственно. Типичное временное разрешение времяпролетной системы составляло ~ 300 пс (см. рис. 4). Данное временное разрешение помимо собственного временного разрешения стартового и стопового сцинтилляционных счетчиков включает в себя также эффект зависимости временной отметки от амплитуды сигнала, влияние конечного аксептанса установки [3] и т. д.

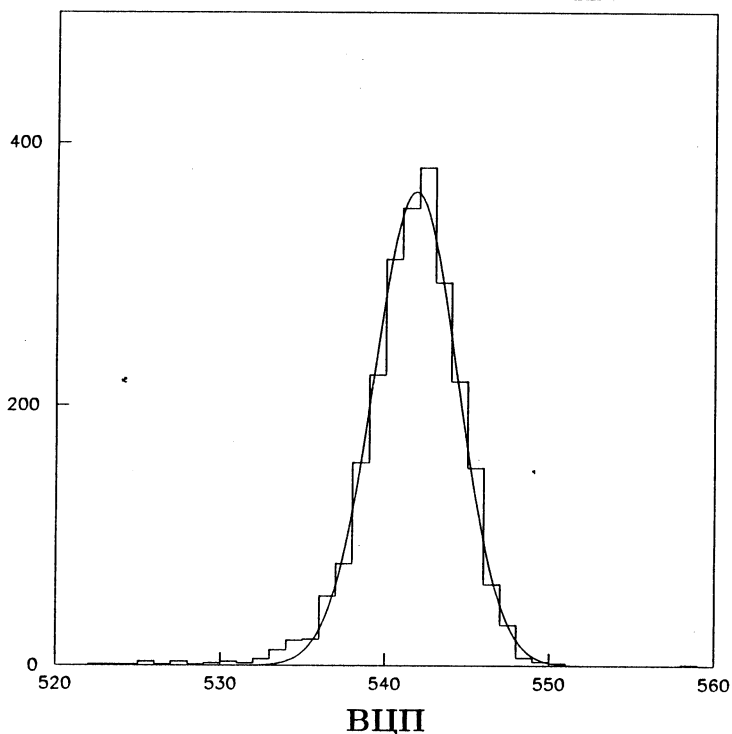


Рис.4. Времяпролетный спектр пионов с импульсом 2,5 ГэВ/с со счетчика F_{562} .

Анодные сигналы со счетчиков F_{561} , F_{562} , F_{563} и F_{564} также делились пассивными делителями. Половина от полной амплитуды сигналов подавалась на формирователи со следящим порогом. Сформированные таким образом сигналы использовались в качестве сигналов "Стоп" для ВЦП. Другая половина от полной амплитуды подавалась на входы ЗЦП, что позволяло провести коррекцию временной информации для улучшения разрешения времяпролетной системы (ВПС) при обработке. С анодов ФЭУ – 87 счетчиков годоскопа *HT* брались два сигнала, один из которых подавался на вход ЗЦП, а другой использовался для формирования сигнала "Стоп" для ВЦП.

3 Реализация триггера по времени пролета частиц

Схема реализации триггера по времени пролета частицы представлена на рис.2. Основными элементами данной схемы являются преобразователь время-амплитуда ПВА-322А, дифференциальный дискриминатор ДД-274 и специализированная схема совпадений 2СС1513, разработанные в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ. Приведем ниже краткое описание принципа работы этих модулей и их характеристики.

3.1 Преобразователь время-амплитуда ПВА-322А

Основным элементом предложенного метода реализации триггера по времени пролета частицы является использование преобразователя время-амплитуда ПВА-322А.

Данный преобразователь обеспечивает преобразование временного интервала между импульсами "Старт" и "Стоп" (рис.5) в амплитуду выходного сигнала, используя принцип линейного заряда конденсатора источником тока. По сигналу "Старт" начинается заряд конденсатора, по сигналу "Стоп" заряд конденсатора прекращается. Полярность выходного сигнала отрицательная, что упрощает использование его в дальнейшей логике триггера. В случае, если сигнал "Стоп" находится за пределами временного диапазона преобразователя, выходной сигнал не формируется. Поскольку при появлении на входе преобразователя сигнала "Старт" начинается заряд конденсатора, это приводит к наличию мертвого времени преобразователя, длительность которого равна длительности сигнала с разъема "Занят". Для эффективного отбора стартовых импульсов введен сигнал по входу "Запрет", который блокирует вход преобразователя на время своей длительности. При реализации триггера по времени пролета данный сигнал не использовался.

Технические характеристики преобразователя время-амплитуда ПВА-322А приведены ниже.

Преобразователь может работать в двух диапазонах измерения временных интервалов: 100 нс и 1 мкс. Тумблер установки диапазона располагается на передней панели модуля. Все входные и выходные логические сигналы соответствуют стандарту NIM, т.е. нулевой уровень соответствует "0", а -0,8 В на нагрузке 50 Ом соответствует "1". Входное сопротивление по всем входам

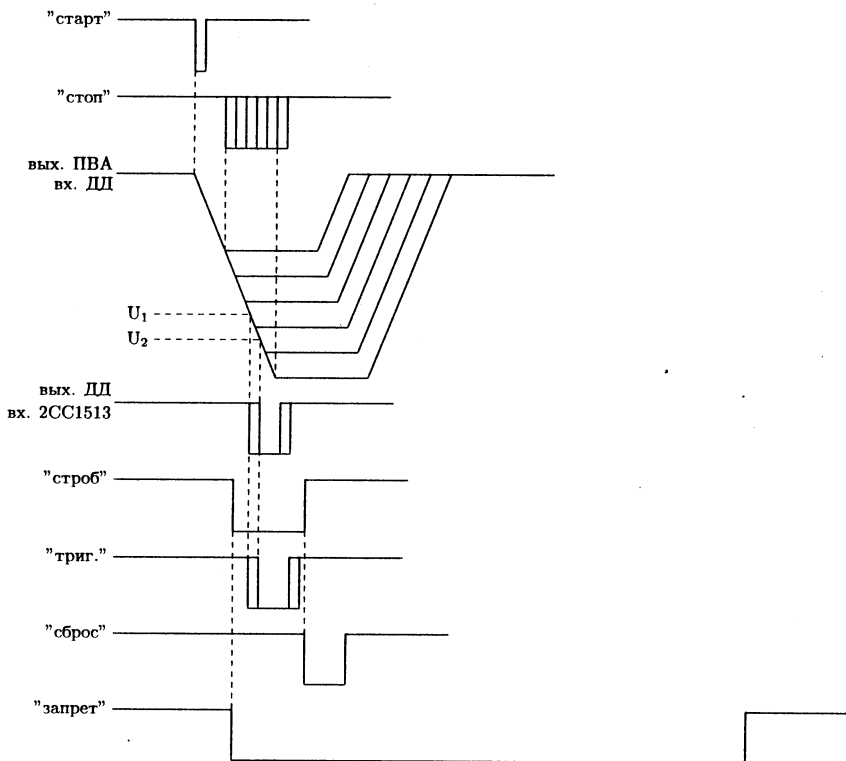


Рис.5. Временная диаграмма работы триггера второго уровня

составляет 50 Ом. Минимальная требуемая длительность сигналов "Старт", "Стоп" и "Запрет" составляет 4 нс. Сигнал "Запрет" должен перекрывать фронт стартового импульса.

Длительность выходного аналогового сигнала отрицательной полярности регулируется потенциометром "Т" в диапазоне 100 нс - 1 мкс. Максимальная длительность фронта-среза импульса 100 нс при максимальной амплитуде 2,5 В на нагрузке 50 Ом (или 5 В на высокоомной нагрузке). Таким образом наклон характеристики преобразователя время-амплитуда составляет 25 мВ/нс. Минимальная амплитуда - пьедестал u_0 - составляет 10-50 мВ и регулируется потенциометром "сдвиг" на передней панели модуля. В начале работы необходимо установить нулевой потенциал на выходе устройства потенциометром "нуль".

Кроме того, формируются выходные логические сигналы "Вых.Т", длительность которого равна длительности выходного аналогового импульса, и "Занят", характеризующий мертвое время преобразователя, и длительность которого на 300 нс больше длительности выходного сигнала.

3.2 Дифференциальный дискриминатор ДД-274

Кроме того, при реализации данного типа триггера использовался дифференциальный дискриминатор импульсов ДД-274.

Дискриминатор ДД-274 имеет два порога дискриминации входных импульсов: нижний — E и верхний — $E + \Delta E$. Данный дискриминатор может работать в одном из двух режимов: 1) "диф." - как дифференциальный дискриминатор, который выделяет из потока входных импульсов разной амплитуды только те, которые имеют амплитуду больше E , но меньше $E + \Delta E$; 2) "инт." - как интегральный дискриминатор, который выделяет те входные импульсы, амплитуды которых превышают порог $E + \Delta E$, при этом временная отметка выходного сигнала формируется по достижению амплитуды входного сигнала порога E .

Пороги E и $E + \Delta E$ изменяются в диапазоне от 10 мВ до 1 В. Входное сопротивление составляет 50 Ом. Минимальная длительность входного сигнала должна быть не менее 4 нс. Максимальная амплитуда входного сигнала отрицательной полярности - 5 В. Максимальная частота входных сигналов 100 МГц.

Для обеспечения правильной работы дискриминатора необходимо ввести дополнительную внешнюю задержку сигнала на время, не меньше длительности фронта входного импульса, поэтому задержка между входным и выходным импульсами составляет длительность внешней задержки плюс 9 нс. Длительность выходных сигналов, соответствующих стандарту NIM, составляет 5-100 нс и регулируется потенциометром.

При реализации триггера по времени пролета частицы модуль ДД-274 использовался как дифференциальный дискриминатор (рис.5).

3.3 Схема совпадений 2СС1513

Для упрощения реализации триггера по времени пролета частицы использовалась специально разработанная сдвоенная схема совпадений 2СС1513, состоящая из двух идентичных устройств, каждое из которых содержит 2 устройства совпадений:

1) трехходовую схему совпадений, обеспечивающую одно-, двух- или трехкратные совпадения импульсов по времени;

2) схему пропускания, обеспечивающую выполнение основной логической функции между импульсом, поступающим на вход "строб" и импульсом со схемы совпадений (который назовем "вх.").

Подключение каждого входа схемы совпадений задается тумблером. Минимальная длительность импульсов на входе схемы совпадений 5 нс, минимальное требуемое перекрытие импульсов составляет 2 нс. Длительность импульса на входе "строб" должна быть не менее 10 нс.

Схема работает следующим образом (см. рис. 2 и рис. 5). Если импульсы "строб" и "вх." совпадают по времени, то вырабатывается импульс "триг.". Если есть импульс "строб", но отсутствует импульс "вх.", то по окончании импульса "строб" вырабатывается импульс "сброс". Импульс "запрет" вырабатывается всегда при наличии импульса "строб". Длительность сигналов "триг." и "сброс" составляет 40 нс; длительность импульса "запрет" равна длительности сигнала "строб" плюс 2 мкс. Все входные и выходные импульсы реализованы в стандарте NIM.

3.4 Триггер по времени пролета

Временная диаграмма, демонстрирующая работу триггера по времени пролета частиц, представлена на рис.5.

Сигнал со сцинтилляционного счетчика F_{61} с выхода ФСП подается в качестве стартового импульса на вход преобразователя время-амплитуда ПВА-322А, что служит началом заряда конденсатора. Приход импульса со счетчика F_{562} прекращает заряд конденсатора. Если время между приходом импульсов F_{61} и F_{562} не превышает 100 нс, то на выходе модуля ПВА-322А формируется импульс отрицательной полярности с амплитудой

$$U = u_0 + 0.025 \cdot T, \quad (3)$$

где амплитуда U дана в В, u_0 - пьедестал (порядка 10-20 мВ) и T - разница времен между импульсами F_{61} и F_{562} в нс.

Затем этот импульс подается на вход дифференциального дискриминатора ДД-274. Если амплитуда импульса с выхода ПВА-322А U превышает нижний порог дискриминатора U_1 , но меньше верхнего порога U_2 , то на выходе ДД-274 формируется сигнал, который подается на вход схемы совпадений 2СС1513.

В качестве стробирующего импульса на вход модуля 2СС1513 подается сигнал триггера первого уровня "ТРИГ1". По его фронту формируется сигнал "запрет" для системы сбора данных. Сигнал "ТРИГ" появляется в случае прихода сигнала с выхода дифференциального дискриминатора. В случае отсутствия такого сигнала по срезу строба "ТРИГ1" вырабатывается сигнал "сброс", который подается на соответствующие входы ВЦП, ЗЦП и регистров.

Время решения триггера по времени пролета составляет порядка 150 нс, в то время как сигнал "ТРИГ1" формируется через ~ 80 нс после появления сигналов со сцинтилляционных детекторов на входе ФСП. Поэтому сигнал "ТРИГ1", который подавался на вход схемы совпадений 2СС1513, был дополнительно задержан на ~ 50 нс, что пренебрежимо мало по сравнению с временем чтения события, которое составляет ~ 300 мкс [7]. Так как работа триггера по времени пролета и формирование сигнала "ТРИГ1" происходят параллельно, то фактически дополнительное время, связанное с введением в логику триггера второго уровня, составляет $t_D \sim 60-70$ нс.

Однако, так как используемые ВЦП имеют собственное мертвое время ~ 2 мкс, т.е. нечувствительны к входным сигналам на это время после прихода сигнала сброса информации, то в случае отрицательного решения мертвое время, вносимое триггером второго уровня, составляет $t_D + 2$ мкс. В случае принятия положительного решения это время составляет t_D , так как при этом ВЦП не вносит дополнительного мертвого времени.

4 Применение триггера по времени пролета

Важным вопросом применения триггера второго уровня является эффективность отбора "хороших" событий (в нашем случае это события в требуемом временном диапазоне) ϵ_G и эффективность подавления "плохих" событий (вне требуемого диапазона) ϵ_B , которые показывают качество триггерной системы.

На рис.6 приведен временной спектр, демонстрирующий поведение дифференциальных характеристик триггера по времени пролета ϵ_G и ϵ_B . Спектр был получен следующим образом: в качестве триггера первого уровня (и стартового импульса ВЦП) подавался сигнал со сцинтилляционного счетчика, который облучался β -источником, а в качестве стоповых импульсов использовалась серия генератора. Данный способ позволяет получить равномерное распределение по времени пролета, что необходимо для исследования дифференциальных характеристик триггера. На рис.6 можно видеть, что эффективность отбора событий

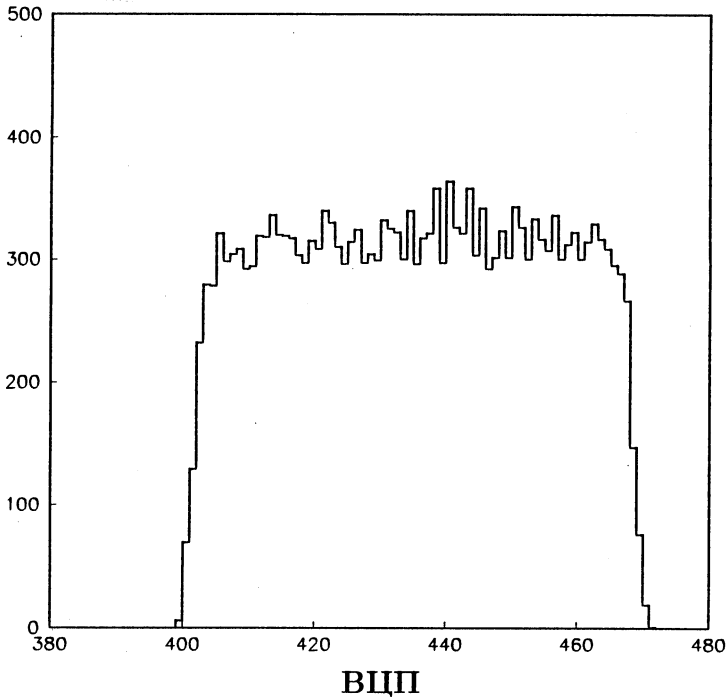


Рис.6. Времяпролетный спектр, демонстрирующий эффективность отбора событий в заданном временном интервале и эффективность их подавления вне этого интервала

в требуемом диапазоне ϵ_G и подавления событий вне этого диапазона ϵ_B равна 100%, что говорит о высоком качестве триггера. Исключение составляют узкие области на границах диапазона работы триггера, где происходит плавное падение эффективности отбора триггера ϵ_G до нуля. Ширина (на полувысоте) этих областей составляет ~ 350 пс, что связано с разрешением времяпролетной системы (см. рис. 4) и нелинейностями преобразователя время-амплитуда и дифференциального дискриминатора.

Времяпролетные спектры со сцинтилляционного счетчика F_{562} без отбора и с отбором по времени пролета частиц представлены на рис.7, а и б соответственно. Данные спектры получены в реакции взаимодействия дейтронов с импульсом 9 ГэВ/с с бериллиевой мишенью при настройке магнитного канала для положительных вторичных частиц на 2,5 ГэВ/с. Набор событий, соответ-

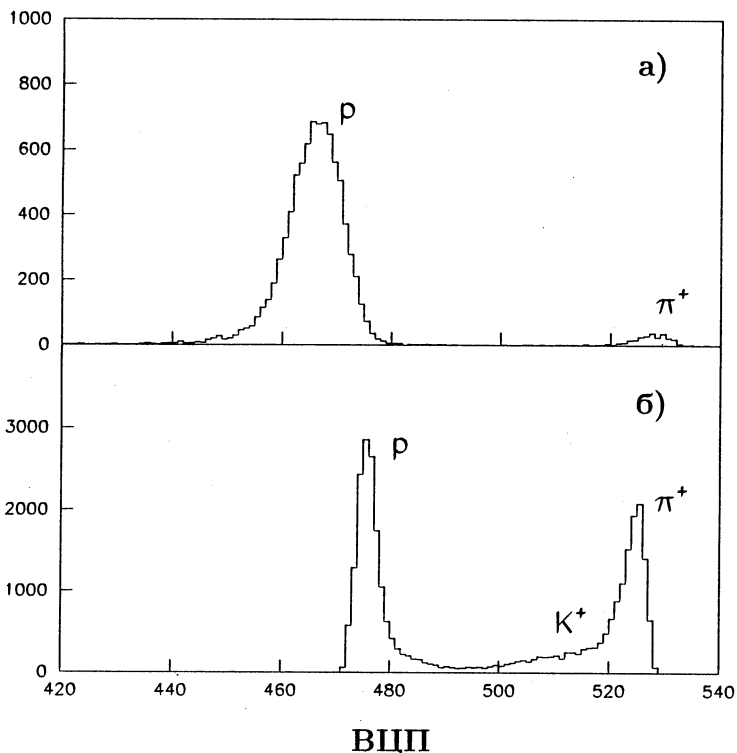


Рис.7. Времяпролетные спектры со сцинтиляционного счетчика F_{562} , полученные: а) без отбора, б) с отбором по времени пролета частиц

ствующих протонам и пионам, сильно подавлен в результате работы триггера второго уровня, что дает возможность детектировать положительно заряженные каоны (см. рис.7, б). Также можно отчетливо видеть чистоту выделения требуемого временного диапазона, что показывает качество работы триггера в условиях достаточно больших загрузок детекторов.

Введение дополнительного элемента в логику триггера дает уменьшение числа триггеров с N_{off} до N_{on} . Согласно [8], можно определить фактор подавления ρ как:

$$\rho = N_{off}/N_{on}. \quad (4)$$

Фактор подавления ρ в случае применения триггера по времени пролета на основе ПВА регулируется порогами дифференциального дискриминатора

ДД-274 U_1 и U_2 , что соответствует выбору временного диапазона. На рис.8 представлены результаты работы триггера с различными факторами подавления: а) $\rho \approx 3$; б) $\rho \approx 8$; в) $\rho \approx 30$ и г) $\rho \approx 42$. Времяпролетные спектры на рис.8, а, б и в соответствуют изменению уровня подавления выхода протонов, что регулируется порогом U_1 дифференциального дискриминатора. На рис.8,г представлен времяпролетный спектр для случая, когда выход пионов также частично подавлен посредством изменения порога U_2 .

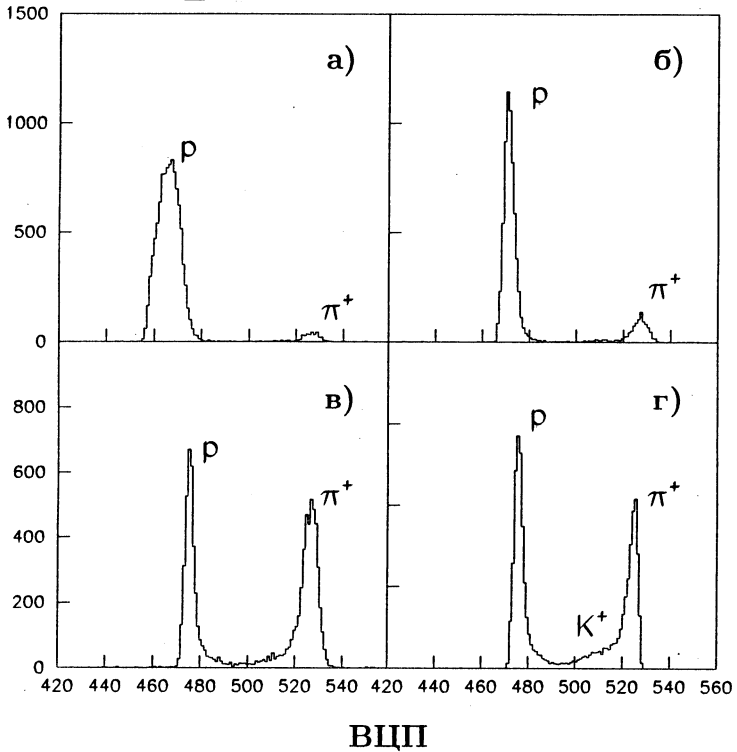


Рис.8. Результаты работы триггера второго уровня с различными коэффициентами отбора: а) $\rho \sim 3$, б) $\rho \sim 8$, в) $\rho \sim 30$, г) $\rho \sim 42$

Эффект от применения триггерной системы зависит от ее фактора подавления ρ , дополнительного мертвого времени решения t_D , вносимого работой триггера, мертвого времени установки (времени на считывание информации и ее записи) t_R и типичного числа триггеров N_T . В нашем случае мертвое время

t_D , вносимое триггером, различно в случае принятия положительного и отрицательного решения. Собственное время решения триггера по времени пролета мало (~ 60 нс) и, следовательно, им можно пренебречь. Соответственно, дополнительное мертвое время, вносимое работой триггера второго уровня, возникает только в случае принятия отрицательного решения и составляет $t_D = 2$ сек. В этом случае отношение "хороших" событий, записанных на диск с и без дополнительной преселекции с фактором ρ равняется

$$R_G = \frac{1 + t_R N_T}{1 + (t_D(\rho - 1)/\rho + t'_R/\rho) N_T}, \quad (5)$$

где t'_R - мертвое время установки в случае принятия положительного решения триггером второго уровня. Для нашего случая $t'_R = t_R$. Если времена поло-

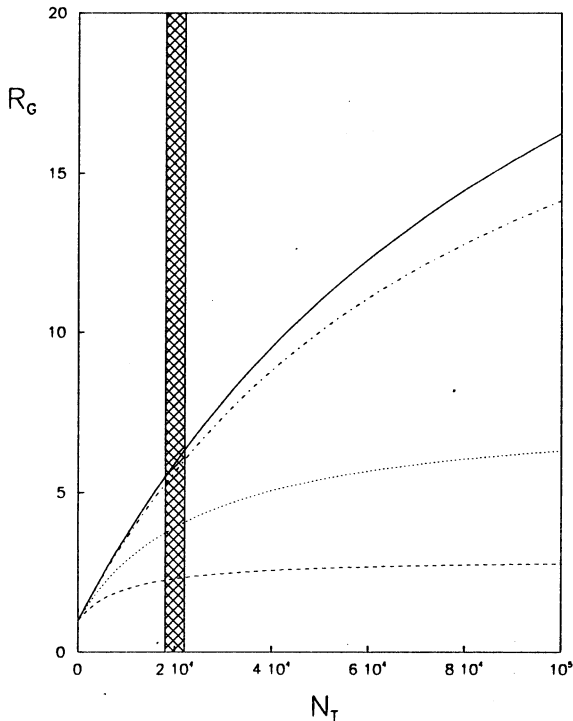


Рис.9. Отношение записанных "хороших" событий R_G для различных коэффициентов отбора триггера в зависимости от числа триггеров. Штриховая, пунктирная, штрихпунктирная и сплошная линии соответствуют величине $\rho \sim 3, \sim 8, \sim 30, \sim 42$. Заштрихованная область показывает типичные условия проведения эксперимента

жительного и отрицательного решений совпадают, то $t'_R = t_R + t_D$. В этом случае выигрыш в числе записанных "хороших" событий с и без преселекции записывается как:

$$R_G = \frac{1 + t_R N_T}{1 + (t_D + t_R/\rho) N_T}, \quad (6)$$

что совпадает с выражением, приведенным в работе [8].

Отношения записанных "хороших" событий R_G для различных коэффициентов отбора триггера представлены на рис.9. Штриховая, пунктирная, штрихпунктирная и сплошная линии соответствуют значениям $\rho \sim 3, \sim 8, \sim 30$ и ~ 42 . Типичное число сигналов "ТРИГ1" в условиях данного эксперимента составляло порядка $2 \cdot 10^4/\text{с}$. Заштрихованная область показывает типичные условия проведения эксперимента. Можно видеть, что использование триггера по времени пролета с коэффициентом отбора $\rho \sim 42$ дает выигрыш во времени набора событий в требуемом временном интервале приблизительно в 6 раз. При увеличении типичного числа триггеров N_T до $10^5/\text{с}$ время набора уменьшится в ~ 15 раз.

Полное подавление событий вне выбранного временного интервала, высокий коэффициент отбора триггера без потерь полезных событий подтверждают эффективность предложенного метода реализации триггера по времени пролета.

5 Заключение

Реализован и испытан в условиях эксперимента триггер по времени пролета частиц на основе преобразователя время-амплитуда.

При его использовании были получены экспериментальные данные в условиях отношения фона к полезным событиям более чем 10^3 .

К несомненным достоинствам предложенного метода реализации триггера по времени пролета частиц следует отнести: малое время решения триггера, высокий коэффициент отбора событий в требуемом временном интервале, приемлемый разброс временной отметки сигнала, а также использование стандартных электронных модулей и сравнительно простую настройку триггера.

Дальнейший прогресс в реализации данного метода отбора событий по времени пролета частиц связан с разработкой специализированного триггерного модуля с возможностью управления от компьютера, а также использование времяцифровых преобразователей с малым мертвым временем.

Авторы считают своим долгом выразить благодарность физикам коллаборации "Сфера" за помощь во время выполнения данной работы. Они благодарны И.И. Мигулиной за техническую помощь в оформлении работы.

Литература

- [1] Абрамов Б.М. и др.// ПТЭ, Т.5, 1979, С.52.
- [2] Ажгирей Л.С. и др.// Препринт ОИЯИ 13-88-437, Дубна, 1988.
- [3] Ladygin V.P., Manyakov P.K. and Piskunov N.M.// Nucl.Instr. and Meth. V.A357, 1995, P.386.
- [4] Zolin L., Litvinenko A. and Rukoyatkin P.// JINR Rapid Communications, V.1[69]-65, 1995, P.53.
- [5] Ажгирей Л.С. и др.// Яд.Физ., Т.62, 1999, С.1976.
- [6] Григорьев В.А. и др.// *Электронные методы в экспериментальной ядерной физике*, М., Энергоиздат, 1988, С.158.
- [7] Ladygin V.P.// Nucl.Instr. and Meth. in Phys.Res., V.A437, 1999, P.98.
- [8] Turala M.// Nucl.Instr. and Meth., V.176, 1980, P.51.

Рукопись поступила в издательский отдел
26 мая 2000 года.

Ладыгин В.П., Маньяков П.К., Резников С.Г.
Триггер по времени пролета
на основе преобразователя время–амплитуда

P13-2000-117

Описывается метод реализации триггера по времени пролета частиц на основе использования преобразователя время–амплитуда. Данный триггер имеет малое время решения и высокую эффективность отбора полезных событий.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2000

Перевод авторов

Ladygin V.P., Manyakov P.K., Reznikov S.G.
Time-of-Flight Trigger Based on the Use
of the Time-to-Amplitude Converter

P13-2000-117

The method of the time-of-flight trigger realization based on the use of the time-to-amplitude converter is described. Such a trigger has a short decision time and high efficiency of the useful event selection.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2000

Редактор Е.Ю.Шаталова. Макет Н.А.Киселевой

Подписано в печать 08.06.2000
Формат 60 × 90/16. Офсетная печать. Уч.-изд. листов 1,62
Тираж 315. Заказ 52067. Цена 1 р. 95 к.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
Дубна Московской области