

H-379

13-82-613

НГУЕН ТХИ ША

АППАРАТУРА СИСТЕМ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОТБОРА СОБЫТИЙ
ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Дубна 1982

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Представленная диссертация основана на материалах исследований и разработок ^{I+7/}, выполненных автором в 1977-1981 гг. в ЛВЭ ОИЯИ. Она посвящена развитию многоканальной быстродействующей электронной аппаратуры систем запуска современных ядерно-физических экспериментальных установок.

Актуальность работы. Углубление исследовательских установок - общая тенденция развития экспериментальных средств научных исследований. Особенно сильно эта тенденция проявляется в экспериментальных установках физики высоких энергий. Рост количества исходной информации в современных физических экспериментах требует всё более сложных систем селекции искомым событий. В систему запуска электронных установок входят сейчас схемы отбора с разделением функций временного выделения сигналов и логики, а также быстродействующие специализированные процессоры. Традиционные блоки наносекундной логики образуют системы предварительного отбора событий. Развитие систем блоков наносекундной логики идёт по пути улучшения количественных характеристик модулей, повышения быстродействия и надёжности, снижения потребляемой мощности, габаритов, повышения стабильности работы, а также по пути введения программного управления работой модулей.

Имеющиеся до середины 70-х годов разработки блоков наносекундной логики с ручным и цифровым управлением основывались главным образом на интегральных схемах с эмиттерной связью серии К138. Кроме того, блоки наносекундной логики с цифровым управлением имели каналы управления всеми параметрами, дублирующие каналы ручного управления и индикации на передней панели. Эти разработки не удовлетворяли возросшим требованиям многоканальных современных физических установок, что было вызвано рядом их существенных недостатков:

а) не был обеспечен необходимый уровень быстродействия, плотности размещения каналов, потребляемой мощности, точности привязки по времени;

б) не уделялось достаточного внимания проблемам, встающим при массовом производстве аппаратуры, например, трудоёмкости её сборки и отладки, стоимости.

В силу этого задача разработки нового поколения блоков систем предварительного отбора событий была весьма актуальной.

Целью работы являлось создание многоканальной быстродействующей электронной аппаратуры для систем запуска многоканальных установок эксперимента в физике высоких энергий на основе использования интегральных схем с эмиттерной связью серии К500, а также новых структурных и схемных решений, позволяющих улучшить характеристики аппаратуры.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований

Научный руководитель:

доктор технических наук
старший научный сотрудник

Сергей Геннадьевич
БАСИЛАДЗЕ

Официальные оппоненты:

доктор технических наук
старший научный сотрудник

Юрий Вацлавович
ЗАНЕВСКИЙ

кандидат технических наук,
доцент

Борис Григорьевич
МИЩЕНКО

Ведущее научно-исследовательское учреждение: физический институт им. П.Н. Лебедева АН СССР

Защита диссертации состоится "16" IX 1982 г. в 11⁰⁰ часов на заседании Специализированного совета Д-047.01.02 при Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований, г. Дубна Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.

Автореферат разослан "11" VII 1982 г.

Учёный секретарь
Специализированного совета *М.Ф. Лихачёв* М.Ф. Лихачёв

Автор задумывает следующей работой:

1. Анализ и предложенные методы построения программно-управляемой модулей наносекундной логики систем предварительного отбора облучения.

2. Разработку системы программно-управляемых модулей наносекундной логики с минимизированным числом каналов цифрового управления и централизованной и ручным управлением и индикацией.

3. Разработку наносекундных модулей амплитудного и временного отбора с переменными временными разрешениями и плотностью размещения в блоке.

4. Новые схеменные решения узлов наносекундной аппаратуры ядерно-физического эксперимента, позволяющие улучшить электрические характеристики, упростить и уменьшить габариты, снизить трудоемкость монтажа и наладки схем.

Научная новизна работы состоит в предложении новых функциональных и схемных решений наносекундных логических блоков; в результатах расчётов временного разрешения, позволяющих выбрать оптимальные формователи и оптимальное напряжение питания синхронизирующего дельтатора.

Практическая ценность проведенной работы состоит прежде всего во внедрении разработанной аппаратуры и использовании её в физическом эксперименте. Полученные в диссертации результаты расчётов непосредственно применимы для выбора оптимальных формователей или напряжения питания дельтаторов экспериментальных установок. Опыт разработанных разработок и они сами могут быть применены для использования в других областях исследований.

Апробация работы и публикации. Результаты проведенной работы обсуждались на семинарах по электронике Лаборатории высокоэнергетических исследований в журнале ИТЭ, препринтах и обобщенных отчетах.

Структура диссертации отвечает избранной теме, содержания и требования цельности излагаемого материала. Она состоит из введения, трёх глав и заключения, содержит 90 стр. текста, 52 стр. иллюстраций, 6 таблиц, список литературы из 92 названий и 8 стр. приложений.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обсуждается актуальность проблемы развития многоканальной экспериментальной аппаратуры систем запуска электронных установок для экспериментов в физике высоких энергий. Кратко изложено то новое, что по мнению автора, вносится работой в разработку проекта, перечислены основные положения, относящиеся к защите.

В первой главе диссертации проведен анализ структуры каналов систем предварительного отбора событий в современных физических установках и на его базе обосновываются возможности и преимущества их автоматизации. В этой главе также даётся расчёт временного разрешения формователей по фронту для импульсов со синхронизирующей дельтаторов и минимального разрешаемого времени схем совпадений.

В первом разделе главы рассмотрена структура современных экспериментальных установок физики высоких энергий. Электронная часть установок состоит из систем: дельтаторов излучения, мониторинга пучка, предварительного отбора событий, специпроцессоров, систем измерения времени координат и выделенной или полной энергии частиц.

Система предварительного отбора в настоящее время, как правило, состоит из традиционных блоков наносекундной логики. Она обитает сигналами с дельтаторов по амплитуде (интегральными или дифференциальными дискриминаторами), по времени или по их положению (координатам) с помощью формователей, смесителей или схем совпадений. Для создания по времени каналов отбора используются блоки задержки. Идея вариативного отбора событий экспериментальных установок. Один путь состоит в улучшении количественных характеристик модулей систем за счёт использования интегральных схем новых типов. Другой путь — это повышение эффективности использования аппаратуры за счёт увеличения степени её автоматизации с помощью управляемых блоков наносекундной логики.

Во втором разделе главы рассмотрены возможности и преимущества автоматизации систем предварительного отбора. Показано, что наиболее целесообразно введение цифрового управления включением-выключением и коммутацией каналов, а также задержкой сигналов в каналах и длительностью импульсов на выходах узлов отбора (схем совпадений). Применение программно-управляемых блоков в экспериментальных физических установках позволяет сократить время предварительной отладки, что особенно важно с использованием ускорителей, поддерживать и контролировать правильность работы систем отбора в течение времени проведения эксперимента, копировать дрейф аппаратуры. Кроме того, применение управляемых блоков в физических установках позволяет одновременно измерять "эффект" и "фон" или разные каналы реакции в строго одинаковых условиях.

На примере подбора задержек в каналах устройства совпадений показано, что модули с цифровым управлением обеспечивают выигрыш в использовании времени ускорителя на отладку примерно в 50 раз. В целом управляемая аппаратура позволяет стабилизировать работу

системы предварительного отбора, увеличить её селективность и производительность, эффективность использования времени ускорителя, работать дистанционно, в труднодоступных условиях.

В третьем разделе главы рассмотрены требования к аппаратуре систем предварительного отбора, направленные на повышение их селективности и производительности. Одной из основных характеристик, обеспечивающих высокую селективность систем предварительного отбора, является их временное разрешение, а мёртвое время каналов систем предварительного отбора определяет их производительность. Для получения высокого временного разрешения и малого мёртвого времени необходимо выбрать оптимальное напряжение питания детектора.

Для многоканальных систем предварительного отбора событий весьма важны и другие характеристики, такие, как нулевая задержка, плотность размещения их каналов в модуле КАМАК, надёжность, стоимость, трудоёмкость, потребляемая мощность, которые можно повысить упрощением схем блоков наносекундной логики.

В четвёртом разделе главы проведен расчёт для сцинтилляционных детекторов временного разрешения формирователя и минимального разрешающего времени схем совпадений по методу, описанному в работе^{19/}. Полученные результаты представлены в виде графиков зависимости временного разрешения и минимального разрешающего времени от приращения напряжения питания сцинтилляционных детекторов над пороговой величиной начала "плато" регистрации (рис.1). Параметром кривых является собственный временной сдвиг формирователя Δt_c . Время нарастания импульса со сцинтилляционного детектора принято равным 4 нс. На основе анализа результатов расчётов можно прийти к следующим выводам:

1. Пороговое напряжение питания детектора E_{Π} (соответствующее началу "плато" регистрации) зависит от собственного временного сдвига формирователя, причём прирост собственного временного сдвига в 1 нс требует увеличения питания примерно на 30-40 В. Формирователи с наиболее типичной величиной $\Delta t_c \sim 3$ нс требуют увеличения напряжения питания детектора, по сравнению с идеальными с тем же порогом, примерно на 100 В - для выхода на "плато", и на 200 В - для получения временного разрешения, обеспечиваемого идеальным формирователем, что более чем вдвое ухудшает его нагрузочные характеристики.

2. Величины τ_{\min} и Δt_f мало снижаются, если напряжение питания детектора брать больше чем $E_{\Pi} + 150$ В; это напряжение питания можно считать оптимальным с точки зрения получения достаточно хороших τ_{\min} и Δt_f при относительно небольших перегрузках формирователя.

3. При оптимальном напряжении питания для реального формиро-

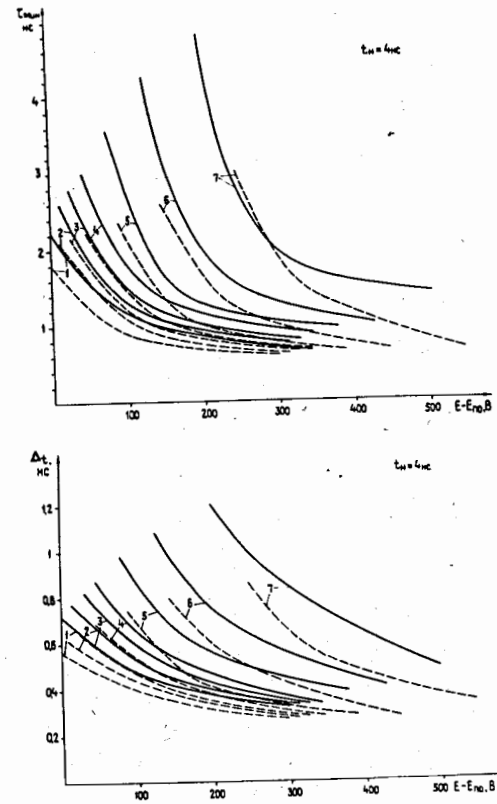


Рис.1. Графики зависимости минимального разрешающего времени (τ_{\min}) и временного разрешения (Δt_f) от напряжения питания детектора для $\lambda = 1$ (пунктир) и $\lambda = 2$ (сплошные) и разных Δt_c :
 линии 1 2 3 4 5 6 7
 Δt_c [нс] 0,0 0,3 0,5 1,1 2,1 4,3 8,5

метра субнаносекундного диапазона, собиравшийся ранее из нескольких модулей. Блок-схема сдвоенного дискриминатора точной временной привязки с конвертором время-амплитуда показана на рис.2. Он состоит из дискриминаторов верхнего и нижнего уровня, канала временной привязки, схемы задания порогов и конвертора время-амплитуда, состоящего из схемы линейного заряда-разряда ёмкости, линейных ворот, стартового и стопового триггеров. Быстродействующая часть дискри-

вателя снижения его инерционности не даёт значительного уменьшения τ_{\min} и Δt_f .

Вторая глава диссертации посвящена описанию разработок аппаратуры систем предварительного отбора с ручным управлением: блока для отбора по амплитуде с высокой точностью временной привязки (высоким временным разрешением) и многоканального формирователя импульсов для периферийных узлов систем запуска.

В первом разделе главы описан блок амплитудного отбора - сдвоенный дифференциальный дискриминатор^{6/}. Отличие дифференциального дискриминатора от предыдущих разработок состоит в том, что в него встроены каналы точной временной привязки. Кроме того, на одной плате с дискриминаторами размещён и время-амплитудный конвертор. Таким образом, блок заменяет собой целый узел временного спектро-

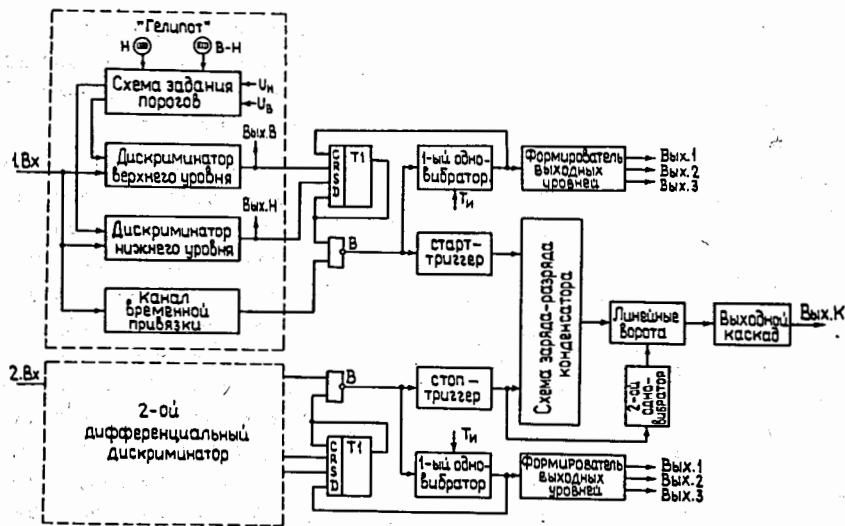


Рис.2. Структурная схема двойного дискриминатора точной временной привязки с конвертером время-амплитуда.

натора построена на основе интегральных схем ЭСЛ серии К500, обеспечивающих высокое быстродействие и высокую точность временной привязки. Из схемы детектора "нуля" временного канала дискриминатора исключён обычно применяющийся туннельный диод (т.е. не требуется подстройка при наладке). Управляющая логика конвертера время-амплитуда также построена на интегральных схемах с эмиттерной связью серии К500. Исключено влияние нежелательных комбинаций сигналов "Старт" и "Стоп", чем обеспечена стабильная работа конвертера.

Особенностью блока является универсальность, он выдаёт: сигнал для запуска электронных установок (формирователей по фронту), сигнал точной временной привязки для временных каналов и каналов совпадений, аналоговый сигнал, пропорциональный интервалу времени старт-стоп для временных спектрометров субнаносекундного диапазона.

Сравнение характеристик блока с разработками, известными из литературы (табл.1), показывает, что дискриминатор отличается от других разработок высокой точностью временной привязки (280 пс), малой потребляемой мощностью (2,9 Вт на канал), малыми габаритами. Другие параметры дискриминатора (стабильность порога, интегральная линейность, мёртвое время, диапазон регулирования длительности выходного импульса) находятся на уровне других разработок.

ИТЕРАТУРА	РАЗРАБОТКА	ТИП	U _н и	ΔU _н %/°С	ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЛИНЕЙНОСТЬ	СООБНГ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА			t _з нс.	t _м нс.	t _{вх} нс.	P _{отр} Вт.	C _п см ²	КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ	УПРАВЛЕНИЕ	ПРИМЕЧАНИЕ
						Δt пс	Δt пс	Δt пс								
40	ORTEC (1)		30-1000	?	?	1,8	40:1	480	?	?	?	?	?	?	?	ГИБРИД. ИС
40	ORTEC (2)	583	30-5000	0,15	0,5	1	100:1	±120	30	50	15-1000	8,5	76		?	---
40	ORTEC (3)	934	50-10000	0,1	?	1	200:1	±150	13	10	6-150	2,4	19		t _з , Δt	---
40	ORTEC (4)	473A	50-5000	0,5	?	1	100:1	±200	?	65	?	8,9	76		?	РЕЖИМ
40	ORTEC (5)	552	40-10000	?	±0,25	?	10:1	±250	?	?	?	8	76		?	---
41	ORTEC		100	?	?	?	100:1	±150	?	25	?	?	?		?	---
30	P.D. W.G.		?	?	?	2	20:1	±60	?	?	50	2	76		?	MECL-I
42	LBL USA		100	?	?	2	50:1	250	?	?	?	?	76		?	---
43	ЦИЯИ ГДР		30	?	?	?	100:1	150	20	?	?	?	?		?	---
21	ИФВЭ	Ф103	100	0,2	?	4	100:1	1000	24	20	?	?	?		?	MECL-II
32	ЛЯП ОИЯИ	Ф210	200	?	?	2	10:1	±100	?	?	?	2,8	?		?	К500
34	ЛЯП ОИЯИ		50-1050	?	?	5	50:1	±160	30	50	15	?	?	?	t _з	УНИВЕРСАЛЬНЫЙ
33	ЛВЭ ОИЯИ	ФСЛ-163	150	?	?	3,3	30:1	±100	15	30	?	2,5	9	5		К500
6	ЛВЭ ОИЯИ	2ДДЖ2В	50-2500	0,15	0,5	4	20:1	280	26	30	5-400	2,9	39	15	ОКЧ, t _з	К500 БАК

Во втором разделе описан блок временного отбора - 16-канальный формирователь импульсов по фронту I/I' . Блок-схема формирователя традиционна, он состоит из предварительного усилителя-ограничителя, регенеративной схемы дифференцирования, одновибратора и формирователя выходных уровней. Регенеративная схема дифференцирования одновременно выполняет функцию дискриминатора и отличается от других известных схем простотой, компактностью и экономичностью. Она позволила реализовать формирователь на одной интегральной схеме с эмиттерной связью типа К500ДП II5.

Сравнивая характеристики формирователя с данными других разработок по табл.2, можно отметить, что он превосходит разработки на ЭСЛ-элементах по потребляемой мощности (0,7 Вт на канал) и плотности размещения каналов (16 независимых формирователей в одном блоке КАМАК двойной ширины).

В этом разделе также описывается 15-канальный измеритель временных интервалов I^2/I' , в котором используется формирователь.

Разработанные дискриминатор и формирователь применяются в установке ДИСК-III для исследования кумулятивных эффектов в процессах рождения пионов и нуклонных систем, а также в установке ПОЛЯРИС для исследования поляризации частиц.

Третья глава диссертации посвящена разработке аппаратуры систем предварительного отбора с цифровым управлением. На основе анализа особенностей аппаратуры с программным управлением предложены способы её упрощения, а именно:

ТАБЛ. 2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОРМИРОВАТЕЛЕЙ НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ.															
ЛИТЕРАТУРА	РАЗРАБОТКА	ТИП	U_n , МВ	ΔU_n , %/°С	$U_{вх. макс}$, В	Δt_c , нс	$t_{з.}$, нс	$t_{м.}$, нс	ТИП ЦИФРОВОГО ФОРМИРОВАТЕЛЯ ИМПУЛЬСОВ	$t_{вых.}$, нс	$\Delta t_{вых.}$, %/°С	$P_{потр.}$, Вт	$S_{пл}$, см ²	КОЛИЧЕСТВО АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИТ	ПРИМЕЧАНИЕ
50	Le Стоу (1)	623	30+1000	0,2	6,5	1	11	9	ФА	6+150	0,3	1,4	9,5		ГИБРИДН. ИС
50	Le Стоу (2)	621В	30+1000	0,2	6	1	11	9	ФА	5+600	0,2	1,8	1,7		---
40	ORTEC	924	30+1000	0,2	5	1	3,5	9	ФАФБ	5+1000	0,2	2,1	1,9		---
40	ORTEC	928	30+1000	0,2	5	1	11	9	ФА	6+150	0,3	1,3	9,5		---
40	ORTEC	436	50+500	0,1	200	1,5	?	?	ФА	4,500	?	6,2	76		О.В. задержки
51	LBL, USA	50	?	?	?	?	?	3	ФБ	2+100	?	2,5	76	33	MECL-III
52	SEN	FD256	30+900	0,1	5	1	18	10	ФА	5+40	0,1	1,8	9,5		---
53	ЛВЭ ОИЯИ	057	25	0,1	10	4	20	10	ФБ	5...30	?	1,4	32	10	K13B
53	---	059	2+25	1	1	4	20	10	ФБ	15...30	?	2,4	64	12	**
33	ЛВЭ ОИЯИ	8Ф-113	20+1000	0,9	6,5	3,5	17	10	ФАФБ	5+60	0,13	1,2	9,5	9	О.В. задержки
21	ИФВЭ	Ф103	100	?	15	4	15	10	ФБ	6...30	?	1	64	13	MECL-II
54	---	Ф168	10	?	10	?	27	10	ФБ	7+500	?	1,5	6,3	10	K500
1	ЛВЭ ОИЯИ	16Ф-114	25+400	0,5	5,5	2,5	13	10	ФА,ФБ	5+80	0,12	0,7	4,7	8	K500

задержку (не менее 15 нс), трудоёмки в монтаже, имеют большие габариты. Блоки управляемой задержки на одновибраторах с КС-элементом обладают невысокой стабильностью задержки по температуре и напряжению питания.

В описываемой разработке эти недостатки исключены. Блок реализует две функции – управляемой задержки и формирователя импульсов с цифровым управлением. Блок-схема формирователя показана на рис.3.

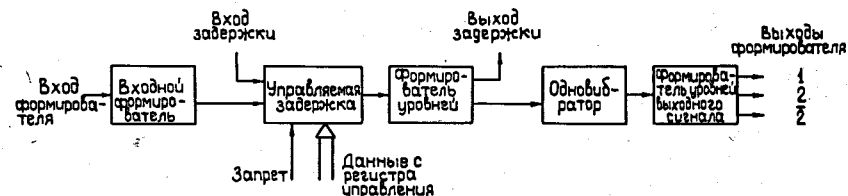


Рис.3. Блок-схема формирователя импульсов с управляемой задержкой.

Схема управляемой задержки имеет свои собственные вход и выход с минимальной нулевой задержкой (стандартные логические сигналы). Входной формирователь и одновибратор собраны на одной интегральной схеме типа К500ЛП116. В схеме управляемой задержки используются коммутирующие элементы на сверхвысокочастотных транзисторах, обеспечивающие минимальную нулевую задержку (0,7 нс) и элементы задержки на печатных линиях, которые позволяют снизить трудоёмкость монтажа и отладки блока, а также обеспечивают высокую стабильность задержки по температуре.

Формирователь отличается от других разработок, известных из литературы и приведенных в табл.3, малой нулевой задержкой (6,5 нс), сравнимой с задержкой блоков, имеющих элементы коммутации на реле, и превосходит блоки на ЭСЛ-элементах по этому параметру в 2+3 раза. Кроме того, формирователь выгодно отличается малым собственным временным сдвигом (2,5 нс), малыми габаритами, высокой стабильностью задержки, низкой трудоёмкостью монтажа и наладки. Формирователь позволяет программно снимать кривые задержанных совпадений, выбирать и поддерживать оптимальную задержку в каналах временной селекции.

Во втором разделе главы описывается блок управляемой задержки для пропорциональных камер^{7/}. Элементы коммутации блока выполнены на мультиплексорах, элементы задержки на печатных линиях с шагом 4 и 32 нс. Блок отличается от других разработок большим диапазоном задержки (252 нс). Кроме того, блок выгодно отличается низкой потребляемой мощностью и трудоёмкостью, компактностью, стабильностью, благо-

а) отказ от цифрового управления всеми параметрами и переход к управлению только основными или наиболее часто изменяемыми параметрами;

б) отказ от дублирующего ручного управления и визуальной индикации статусного состояния в каждом блоке и переход к централизованному управлению и индикации в крейте с помощью специального модуля.

Для всех блоков используется идентичная схема управления. Она содержит 16-разрядный регистр со схемами записи и считывания. Блоки управляются сигналами от магистрали КАМАК или от входа ручного управления (входа "ЗАПР"). Уровни сигнала запрета на входе "ЗАПР" – NIM, а сигнала ручного управления – 2 В.

Первый раздел главы посвящен разработке формирователя импульсов с управляемой задержкой наносекундного диапазона^{13/}. Из литературы известен ряд разработок управляемых формирователей /65,80,81/ с каналом управления всеми параметрами (порогом срабатывания, задержкой и длительностью выходного импульса) и блоков управляемой задержки /52,59,65,74-79/. Недостатки этих разработок состоят в следующем.

1. Формирователи с каналами управления всеми параметрами имеют большую функциональную избыточность, что приводит к увеличению их потребляемой мощности, габаритов и снижению надёжности.

2. Блоки управляемой задержки с коммутирующими элементами на ЭСЛ-схемах и элементами задержки на кабелях имеют большую нулевую

ТАБЛ.3. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКОВ ЗАДЕРЖКИ ФОРМИРОВАТЕЛЕЙ С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ																		
ИМПУЛЬС	РАЗРАБОТКА	ТИП	-U _п МВ	ΔU _п %/°С	Δt _с МС	t _з МС	t _н МС	Δt _з МС	t _м МС	t _{вх} МС	Δt _{вх} %/°С	P _{потр} Вт	S _{пл} СМ ²	УПРАВЛЕНИЕ РУЧН. ЦИФРОВ.	УПРАВЛЯЮЩ. ЭЛЕМ. ПРИМЕЧАНИЕ			
																мин	макс	макс
БЛОК ЗАДЕРЖКИ	74	ДР ENGINEER	ММ-840	400	-	3	34	1	?	?	t _{вх}	-	?	38	t _з	РЕЛЕ, КАБ. ТРАНС		
	52	SEN	2PD-2048	-	-	6.5	38	0.5	?	?	-	-	4.5	38	t _з	t _з		
	52	SEN	FE-292A	-	-	3	34.5	0.5	?	?	-	-	0.3	?	t _з	t _з		
	65	SIN	ФРГ	-	-	10.5	73.5	1	0.03	?	-	-	?	?	t _з	t _з	МЕСЛ-ШТАНД	
	73	ИФВЭ	135	-	-	10	73	1	?	?	-	-	?	?	-	t _з	-	
	75	ЛИЯФ	-	-	-	10	25.5	1	0.01	?	t _{вх} > 10	-	?	38	-	t _з	РЕЛЕ, РС, К138	
	76	ЛЯП ОИЯИ	-	-	-	3	13	0.5	?	?	t _{вх}	-	?	?	t _з	t _з	РЕЛЕ, КАБ. ДИОД	
	77	ЛЯП ОИЯИ	КА-002	-	-	15	77.5	0.5	0.025	13	-	-	4.2	38	t _з	t _з	КАБ., К138	
	59	ЛЯП ОИЯИ	КА-301	-	-	20	83.5	0.5	?	?	-	-	-	-	t _з	t _з	ВИКРОКАВ, К138	
	78	ОИМУ ОИЯИ	054	-	-	3	66	0.5	?	?	-	-	?	76	t _з	t _з	РЕЛЕ, КАБ. ТРАНС	
79	ЛВЭ ОИЯИ	2.63У-123	-	-	20	83	1	0.1	20	7	-	9.3	19	t _з	t _з	РС, К138		
ФОРМИРОВАТЕЛИ	7	ЛВЭ ОИЯИ	Б3У-125	-	-	15	267	4	0.04	15	t _{вх}	-	3.9	38	-	t _з	ПЕЧАТН ЛИН К130	
	3	ЛВЭ ОИЯИ	2Ф3У-124	-	-	55	69.5	1	0.05	11	t _{вх}	-	-	-	-	t _з	ПЕЧАТН ЛИН ТРАНС Вх з - Вых з	
				20+1000	0.15	2.5	11	74	1	0.06	11	t _{вх}	-	5.4	19	U _п	t _з	Вх Ф - Вых з
				20+1000	0.15	2.5	14	77	1	0.1	11	4.5+80	0.15	-	-	-	U _п	t _з
	80	ЛИЯФ	ФПУ	50+680	0.2	7	22	85	1	0.5	18	7+85	0.15	10.8	38	-	U _п	ПЕЧАТН ЛИН К138
	81	ЛВЭ ОИЯИ	УФ-112	25+2500	0.4	?	42	105	1	0.1	13	4+67	0.1	14.7	38	t _з	U _п	РС, К138
65	SIN	ФРГ	100+500	0.15	2.5	3.5	-	-	-	?	5+100	0.1	?	?	U _п	U _п	МЕСЛ-ШТАНД	

даря применению печатных линий в качестве элемента задержки, а также высокой надёжностью, что обеспечено малым количеством используемых активных элементов.

В третьем разделе главы описана управляемая схема совпадений^{4/}, структура которой приведена на рис.4.

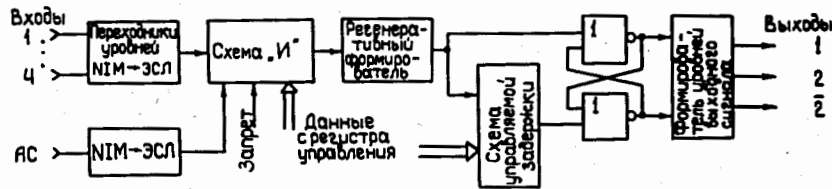


Рис.4. Блок-схема управляемой схемы совпадений.

Схема управляемой задержки такая же, как в формирователе с управляемой задержкой, схема выделения импульсов перекрытия является оригинальным регенеративным формирователем и отличается малой инерционностью, что обеспечивает малое минимальное время перекрытия схемы. Канал цифрового управления длительностью выходного импульса осуществляется управлением задержкой импульсов между входами RS-триггера, он обеспечивает высокую стабильность длительности по температуре и высокую линейность зависимости длительности импульса от величины числа в регистре, не требует специального цифро-аналогового преобразователя^{12,81/}.

Управляемая схема совпадений отличается от других разработок наличием каналов цифрового управления входами (включение-выключение) и длительностью выходного импульса, что позволяет программно изменять структуру узлов селекции импульсов. Кроме того, блок выгодно отличается малым временем перекрытия (0,5 нс, что обеспечивает высокую эффективность выделения совпадений) и малым временем задержки.

В четвёртом разделе главы описаны управляемые логические блоки: разветвители, смесители и коммутатор. Для всех пяти типов управляемых блоков используется единая печатная плата. При включении питания регистр управления блоков устанавливается в единичное состояние, т.е. включаются все входы и выходы, так же, как в блоках с ручной коммутацией.

Разработанные логические блоки наносекундной электроники отличаются наличием канала программного управления. Блоки также дают возможность контрольных запусков аппаратуры сигналом F(25)SI или с помощью встроенного генератора низкой частоты. С их помощью можно создавать достаточно сложные программно-управляемые структуры для селекции событий, задания режимов работы установок, проверки характеристик многоканальной аппаратуры.

Пятый раздел главы посвящен описанию блока централизованного ручного управления, предназначенного для изменения и индикации состояния управляющего регистра блоков системы предварительного отбора событий. Блок также может быть использован как индикатор или генератор слов на магистраль КАМАК, которые часто необходимы в физической аппаратуре. Он выдает сигналы на магистраль только при отсутствии сигнала "Визу". В блоке применена схема адресации, позволяющая ставить его на произвольном месте в крейте КАМАК, для чего сигналы выборки подаются на переднюю панель управляемых блоков. Для записи исходных состояний при включении питания применяется ПЗУ, перепрограммируемое (перепайками) ёмкостью шестнадцать 16-разрядных слов.

Разработанный блок ручного управления позволил значительно упростить систему блоков наносекундной логики. С его помощью блоки могут работать самостоятельно в случае отсутствия ЭВМ, или параллельно с ней.

Разработанные блоки, описываемые в данной главе, используются в таких крупных установках Лаборатории высоких энергий, как: установка по исследованию кумулятивных эффектов в процессах рождения пионов и нуклонных систем (ДИСК-III), установка "ГИЭС-1" для изучения взаимодействия релятивистских ядер на 2-метровой стримерной камере, установка "Альфа" для исследования рассеяния адронов и релятивистских ядер, БИС-2 для поиска "очарованных" частиц.

Заключение. Представленная работа была посвящена разработке системы электронных блоков предварительного отбора событий для ядерно-физических экспериментов. Её основные результаты кратко можно сформулировать следующим образом:

1. Указаны преимущества систем предварительного отбора событий с программным управлением. В частности, показано, что эти системы на этапе отладки установок и выводе их на рабочий режим обеспечивают снижение расхода времени ускорителя в десятки раз.

2. Произведен расчёт зависимости временного разрешения и минимального разрешающего времени от напряжения питания сцинтилляционных детекторов и собственного сдвига выходного импульса формирователя по фронту импульса. Полученные данные позволяют выбрать оптимальное напряжение питания детектора, обеспечивающее получение высокого временного разрешения. Показано, что типичный формирователь требует повышения напряжения источника питания примерно на 200 В, по сравнению с идеальным, что более чем вдвое ухудшает его загрузочные характеристики.

3. Разработан двоянный дифференциальный дискриминатор точной временной привязки с конвертором время-амплитуда, который обеспечивает высокое временное разрешение канала отбора по амплитуде и позволяет создавать компактные установки измерения интервалов времени субнаносекундного диапазона. Он занимает собой целый узел, который раньше состоял из нескольких блоков. Дифференциальный дискриминатор отличается от других разработок малой потребляемой мощностью, низкой трудоёмкостью монтажа и отладки, универсальностью, высокой надёжностью.

4. Разработан 16-канальный формирователь по переднему фронту на интегральных схемах, сопоставимый по параметрам с разработками ведущих зарубежных фирм на специализированных быстродействующих гибридных схемах. В силу низкой потребляемой мощности (0,7 Вт/канал), высокой плотности разрешения каналов (16 каналов в одном блоке КАМАК двойной ширины), малого собственного временного сдвига выходного импульса (2,5 нс) блок позволяет создавать компактные многоканальные системы регистрации с невысокой стоимостью и высоким временным разрешением.

5. На основе анализа особенностей разработок наносекундной логики с цифровым управлением предложены экономичные способы реализации этих блоков путём:

а) отказа от управления всеми параметрами и перехода к управлению только основными или наиболее часто изменяемыми параметрами;

б) отказа от дублирующего ручного управления и визуальной индикации состояния в каждом блоке и перехода к централизованному управлению в крейте с помощью специального модуля.

6. Разработан формирователь импульсов с управляемой задержкой, который сочетает в себе две функции: формирователя импульсов и программно-управляемой задержки. Эти особенности блока позволяют ускорить процесс выбора оптимальной задержки в каналах селекции импульсов. Блок отличается от других разработок малой нулевой задержкой (6,5 нс), малыми габаритами, высокой стабильностью задержки по температуре, низкой трудоёмкостью монтажа и отладки, малым собственным временным сдвигом выходного импульса.

7. Разработан блок управляемой наносекундной задержки большого диапазона для работы с сигналами пропорциональных камер. В качестве элемента задержки использованы печатные линии, которые позволяют уменьшить габариты, снизить трудоёмкость, повысить стабильность и надёжность блока. Кроме того, блок отличается малой нулевой задержкой и малым количеством используемых активных элементов.

8. Разработана управляемая схема совпадений с каналом программного управления входами и длительностью выходного импульса, что позволяет изменять логику и программную настройку каналов селекции импульсов. Схема имеет малое время задержки (7 нс) и малое время перекрытия.

9. Разработаны блоки наносекундной логики с каналами программного управления прохождением импульсов: разветвители, смесители, коммутатор, которые позволяют создавать достаточно сложные программно-управляемые структуры для селекций событий, задания режима работы установок, проверки характеристик многоканальной аппаратуры.

10. Разработан блок ручного управления, который позволил значительно упростить систему блоков наносекундной логики для предварительного отбора событий физических экспериментов с цифровым управлением от ЭВМ. С его помощью блоки могут работать самостоятельно при отсутствии ЭВМ или параллельно с ней. Блок может располагаться в произвольном месте в крейте КАМАК. Кроме осуществления функций управления блоками наносекундной логики, он способен работать как регистр-индикатор или генератор слов на магистраль КАМАК для проверки различных узлов установки.

11. Предложен ряд новых схемных решений узлов электронных блоков систем предварительного отбора событий, отличающихся простотой реализации или улучшенными, по сравнению с известными схемами, характеристиками.

12. Разработанные II типов модулей (общий вид которых показан на рис.5) являются стандартными блоками системы наносекундной логики Лаборатории высоких энергий. Они заменили ранее разработанную систе-

му блоков/12/. Создана необходимая техническая документация и организовано внедрение разработок в опытное производство ОИЯИ. Данные блоки используются в таких крупных установках Лаборатории, как: ДИСК-3, "Альфа", БИС-2, ГИЭС-1, "Тау", ПОЛЯРИС.

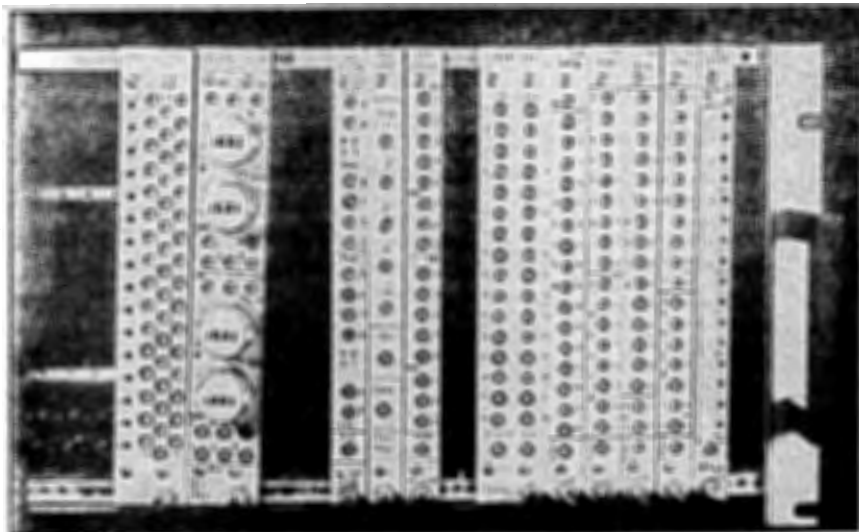


Рис.5. Общий вид разработанных блоков систем предварительного отбора событий.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Базиладзе С.Г., Нгуен Тхи Ша. Многоканальные блоки наносекундной электроники.-Дубна, 1978.- 10с.Препринт/Объед.ин-т ядерн,иссл. I3-II783. -ПТЭ, № 2,1980. - I29+I3Iс.

2. Ан Сен Кук, Базиладзе С.Г., Ли Ван Сун, Нгуен Тхи Ша, Пак Ен Ун. Пятнадцатиканальный измеритель временных интервалов.-Дубна, 1978 - 6с(Препринт/Объед.ин-т ядерн.исслед.: I3-II782).- ПТЭ, № 4, 1980 - 92+94с.

3. Базиладзе С.Г., Нгуен Тхи Ша. Формирователь импульсов с управляемой задержкой наносекундного диапазона.- Дубна, 1979.- 8с. (Препринт/Объед.ин-т ядерн.исслед.: I3-I2833).- ПТЭ, № 2,1981. - I38+I4I с.

4. Базиладзе С.Г., Нгуен Тхи Ша, Парфёнов А.Н. Схемы совпадения наносекундного диапазона.- Дубна, 1980.- 8 с.(Препринт/Объед. ин-т ядерн.исслед.: I3-80-279).- ПТЭ, № 5, 1981.- 92+96 о.

5. Базиладзе С.Г., Нгуен Тхи Ша. Система блоков наносекундной логики для программно-управляемых электронных установок в стандарте КАМАК.- Дубна, 1981.- II с.(Сообщение/Объед.ин-т ядерн.исслед.: I3-8I-2I2).

6. Базиладзе С.Г., Нгуен Тхи ша. Дифференциальный дискриминатор точной временной привязки с конвертором время-амплитуда.- Дубна, 1982.- IO о. (Препринт/Объед.ин-т ядерн.исслед.: I3-82-I48).

7. Базиладзе С.Г., Нгуен Тхи Ша. Блок управляемой задержки для пропорциональных камер.- Дубна, 1982.- 3 с. (Сообщение/Объед.ин-т ядерн.исслед.: I3-82-I49).

Рукопись поступила в издательский отдел
9 августа 1982 года.