

объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

1185/84

13-83-828

И.А.Голутвин, Н.И.Замятин,
А.В.Карпунин, В.С.Хабаров

АППАРАТУРА РЕГИСТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ
С ДРЕЙФОВЫХ КАМЕР
НЕЙТРИННОГО ДЕТЕКТОРА

Направлено в журнал
"Приборы и техника эксперимента"

1983

ВВЕДЕНИЕ

Особенности регистрации информации с дрейфовых камер нейтринного детектора/1/:

- а/ малая длительность нейтринного пучка:
 - 5 мкс при однооборотном выводе,
 - 50 мкс при многооборотном выводе;
- б/ ожидаемое число нейтринных взаимодействий за цикл в пучке сплошного спектра составляет около 10;
- в/ невозможность организации "жесткого" триггера для некоторых типов нейтринных взаимодействий.

Требования, предъявляемые к регистрирующей аппаратуре:

- точность определения координат - 0,5 мм;
- мертвое время канала измерения - 50 нс;
- разрешение двух соседних треков - $5 \div 10$ мм;
- два режима работы:
 - а/ ждущий /с триггером/,
 - б/ непрерывный /без триггера/, вся информация в течение сброса регистрируется;
- измерительный канал должен иметь память с объемом, позволяющим регистрировать ожидаемое число событий за сброс;
- число время-измерительных каналов для мюонного спектрометра и мишенной части при использовании дрейфовых камер с промежутком 125 мм составляет несколько тысяч.

1. КОНФИГУРАЦИЯ, СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ С ДРЕЙФОВЫХ КАМЕР

На рис.1 схематично показана регистрирующая аппаратура, размещаемая в одном крейте, содержащая 256 измерительных каналов.

В состав аппаратуры входят:

- 4-канальный блок усилителей-формирователей;
- 16-канальный блок регистрации номера;
- блок измерения времени дрейфа /общий для 64 сигнальных проволок/;
- блок таймер-генератора;
- блок размножителя.

Основные характеристики аппаратуры:

- номера сработавших каналов записываются в линейном позиционном коде;

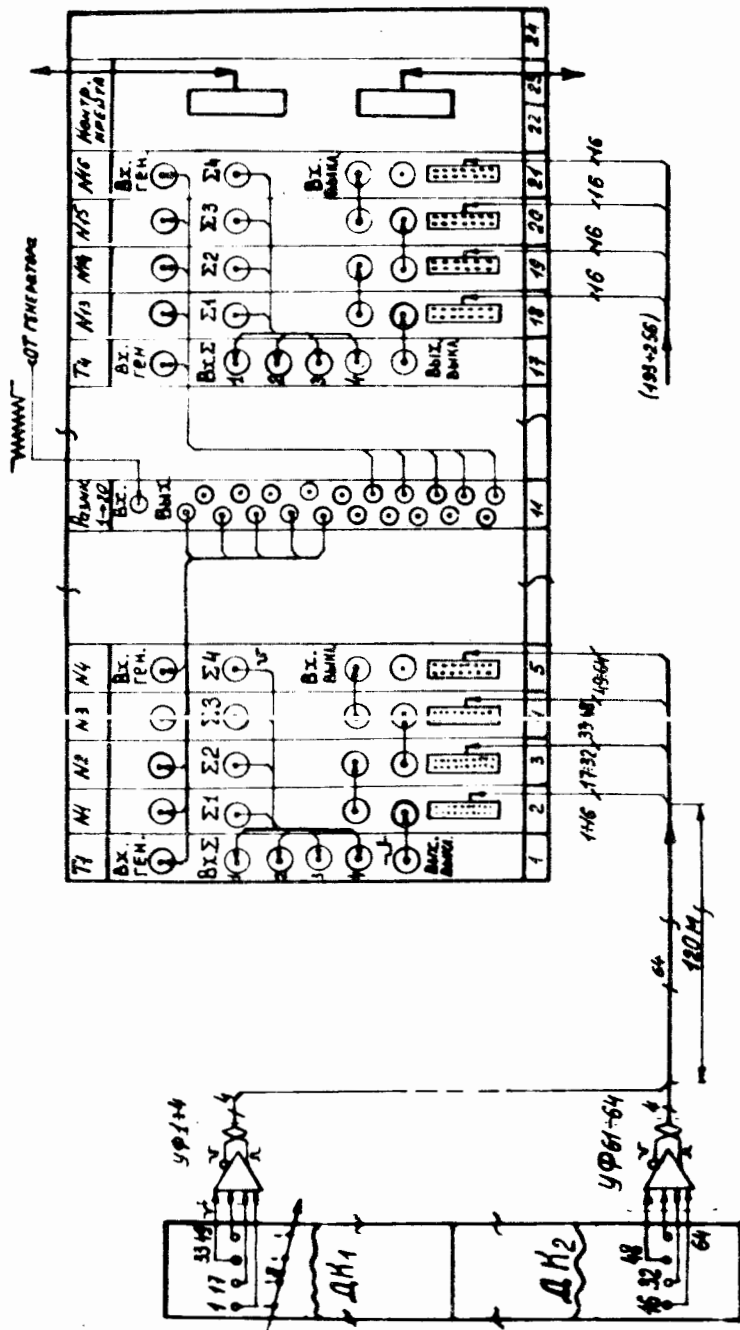


Рис.1. Схема подключения сигнальных проволочек и аппаратура регистрации для 256 каналов.

- преобразование время-цифра производится методом прямого преобразования/2/;
 - временное разрешение - ± 6 нс /при скорости дрейфа 24 нс/мм оно соответствует пространственному, равному 0,5 мм/;
 - интервал измеряемых времен - 100 мкс;
 - число регистрируемых неодновременных сигналов с 64 проволочек - 255;
 - мертвое время измерительного канала - ≤ 50 нс;
 - неэффективность регистрации при любых наложениях входных сигналов - 0;
 - мощность, потребляемая аппаратурой, - 1,6 Вт/канал.
- Потребление для крейта регистрирующей электроники на 256 каналов составляет: -6 В - 70 А; +6 В - 6 А; -2 В - 15 А.

2. РЕЖИМ РАБОТЫ АППАРАТУРЫ

А. Непрерывный режим

Временная диаграмма работы приведена на рис.2. В этом режиме регистрируется вся информация, поступающая в течение сброса пуч-

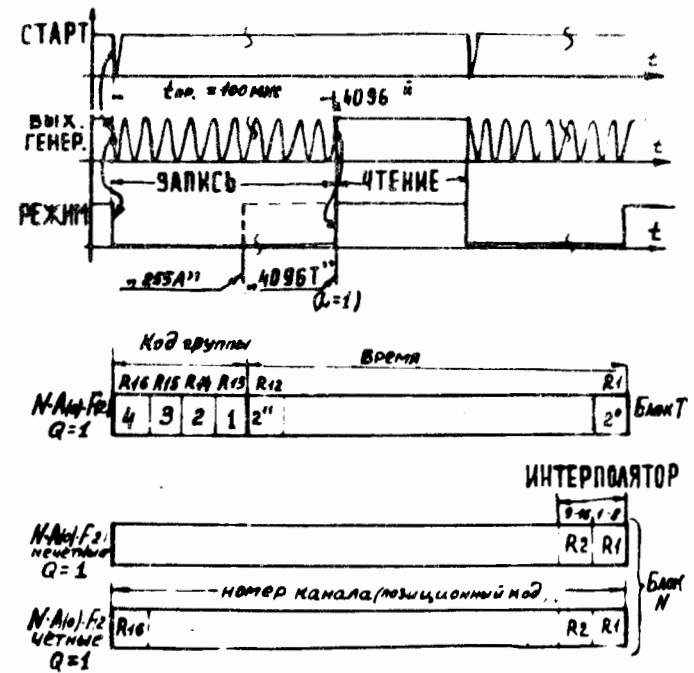


Рис.2. Диаграмма работы в непрерывном режиме /а/ и формат информационных слов /б/.

ка. Диапазон измерения времени должен перекрывать сумму времен длительности сброса протонного пучка и максимального времени дрейфа.

Б. Ждущий режим

По сигналу запуска формируется серия импульсов длительностью больше максимального времени дрейфа /рис.3/. Вывод информации может происходить после каждого запуска или после накопления информации за 16 запусков. Формат информационных слов в ждущем режиме показан на рис.3б, младшие восемь разрядов содержат информацию об измерении значений времени дрейфа, а в разрядах 9÷12 записан номер запуска. Длительность каждой серии импульсов составляет 256 периодов.

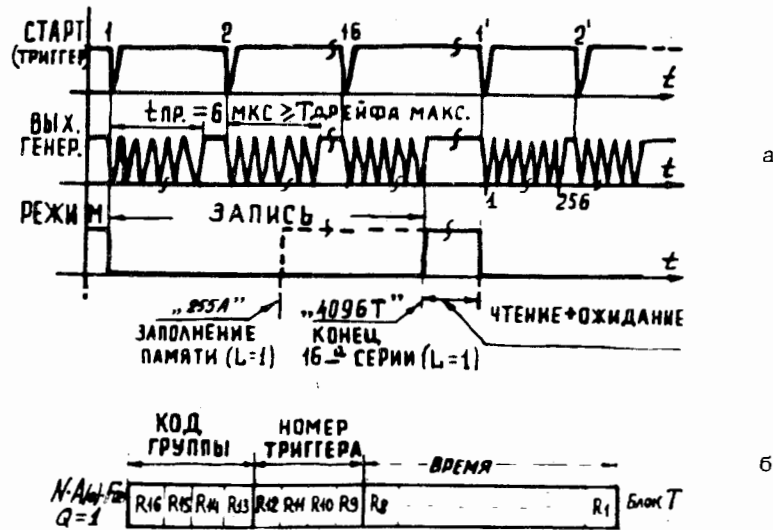


Рис.3. Диаграмма работы в ждущем режиме /а/ и формат информационных слов /б/.

3. ТЕСТИРОВАНИЕ АППАРАТУРЫ

Регистрация номеров сработавших каналов в линейном позиционном коде упрощает процесс тестирования аппаратуры, включающей усилитель-формирователь → линию связи → ВЦП. Сигнал "Тест" подается одновременно на все усилители /группу усилителей/, при этом контролируется работоспособность усилителей-формирователей, прохождение сигнала через линию связи и измерение времени.

4. 4-КАНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ УСИЛИТЕЛЕЙ-ФОРМИРОВАТЕЛЕЙ

Принципиальная схема одного канала усилителя-формирователя /УФ/ показана на рис.4. Он состоит из усилителя, выполненного на микросхеме К500ЛП116, дифференцирующей цепочки и быстродействующего компаратора 597СА1. Для стабилизации линейного режима работы и уменьшения входного сопротивления усилителя применены отрицательные обратные связи. Использование в качестве порогового устройства компаратора высокой чувствительности значительно уменьшает коэффициент усиления и делает усилитель более устойчивым.

Для формирования длительности выходного сигнала компаратор охвачен емкостной обратной связью. Усилитель-формирователь имеет парафазные выходы, передающие сигналы по скрученной паре телефонного кабеля. Порог усилителя регулируется внешним управляющим напряжением.

Основные характеристики усилителя-формирователя:
 входное сопротивление - 300 Ом;
 выходное сопротивление - 100 Ом;
 задержка переднего фронта импульса в 10-кратном диапазоне амплитуд входных сигналов $/2 \div 20/$ $I_{\text{порог}} - 5$ нс;
 чувствительность - 0,8 мкА;
 масштабный коэффициент регулировки порога - 1 мкА/В;
 длительность выходного сигнала - 100 нс;
 потребление для 4-х каналов УФ от источника питания: -6 В - 390 мА, +6 В - 80 мА.

Конструктивно модуль формирователей-усилителей выполнен на печатной плате размером 120 x 130 мм².

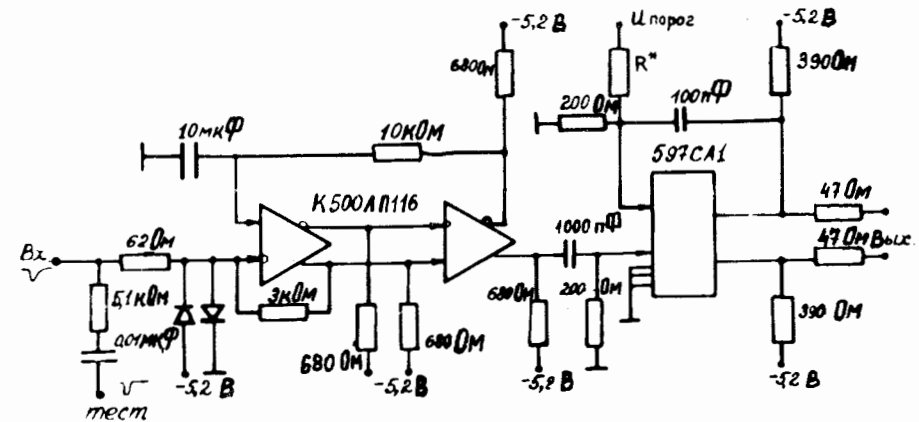


Рис.4. Принципиальная схема усилителя-формирователя.

5. БЛОК РЕГИСТРАЦИИ НОМЕРА КАНАЛА

Блок предназначен для запоминания номеров сработавших сигнальных проволок дрейфовых камер, формирования сигнала для блока измерения времени и определения временного положения стоп-сигналов с точностью до полупериода тактовой частоты /один разряд интерполятора/.

На рис.5 показана структурная схема блока. В каждом из 16 каналов регистрации есть схема фазировки входной информации с частотой тактового генератора; это позволяет регистрировать входные сигналы любой длительности. С выхода схемы фазировки сигнал сработавшего канала поступает на вход памяти, длительность сигнала всегда равна одному периоду тактовой частоты. Блок имеет память 256×18 , работающую в режиме LIFO/3/, что позволяет зарегистрировать с группы из 16 проволок 255 неодновременных стоп-сигналов / не принадлежащих одному периоду тактовой частоты/; два разряда памяти занимает память интерполятора.

Время нечувствительности измерительного канала $< 2 T_{пр}$, где $T_{пр}$ - период тактовой частоты. Тактовая частота выбрана исходя из быстродействия используемых элементов памяти K500PУ410 и равна 40 МГц. Применение в схеме одноразрядного интерполятора обеспечивает временное разрешение ± 6 нс. Принципиальные схемы двух каналов регистрации и схемы интерполятора приведены на рис.6.

Диаграмма работы блока в режиме записи показана на рис.7. По переднему фронту первого импульса серии формируется внутренний строб, который открывает схемы фазировки и разрешает запись поступающих с дрейфовых камер сигналов "Стоп" в память блока. Сигналы со всех 16 схем фазировки объединены по ИЛИ, сигнал суммы Σ передается в блок времени и на схему формирования адресного сигнала. Длительность сигнала суммы всегда кратна периоду тактовой частоты. Импульсы с выходов \bar{Q} первых триггеров схем фазировки, несущие информацию о положении стоп-сигналов внутри периода тактовой частоты, объединены по ИЛИ и поступают на вход схемы интерполятора. Один разряд интерполятора является общим для 8 каналов регистрации.

Состояние восьмизначного реверсивного счетчика адреса увеличивается на 1, если сработала одна из 16 проволок или несколько проволок сработали одновременно. Началу преобразования соответствует адрес счетчика, равный 1. По заполнении всей памяти /255 слов/, или по окончании серии импульсов, или по команде F/25/ включается режим считывания, при этом адрес счетчика уменьшается на 1; это необходимо для того, чтобы чтение всегда началось со значащей информации. Информация считывается в режиме блочной передачи по команде F/2/, последним считанным словом является нулевое слово, ему соответствует адрес, равный 0.

Модуль регистрации номера канала выполнен в блоке единичной ширины системы "Вектор". Потребление: -6 В - 3А; -2 В - 0,6 А; +6 В - 0,2 А.

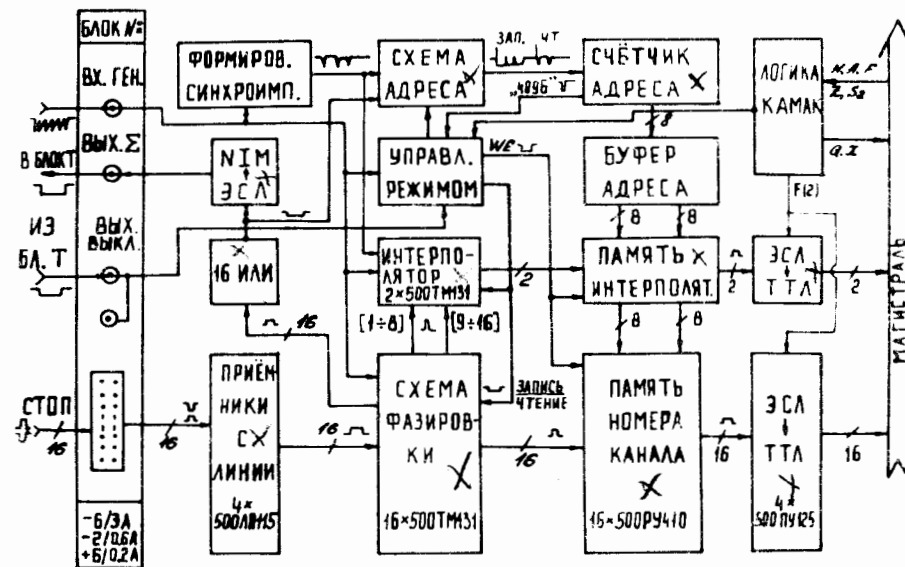


Рис.5. Структурная схема блока регистрации номера канала.

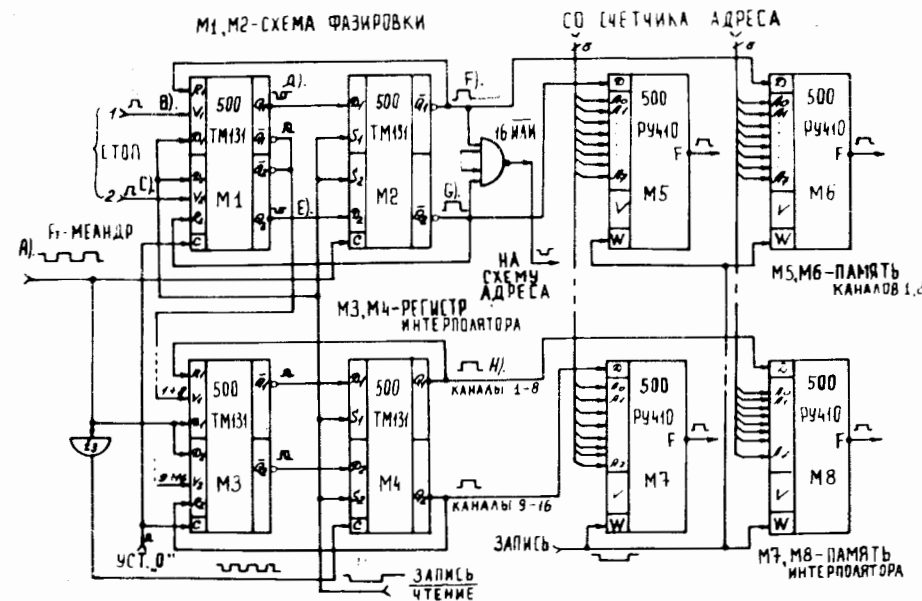


Рис.6. Принципиальная схема канала регистрации и схема интерполятора.

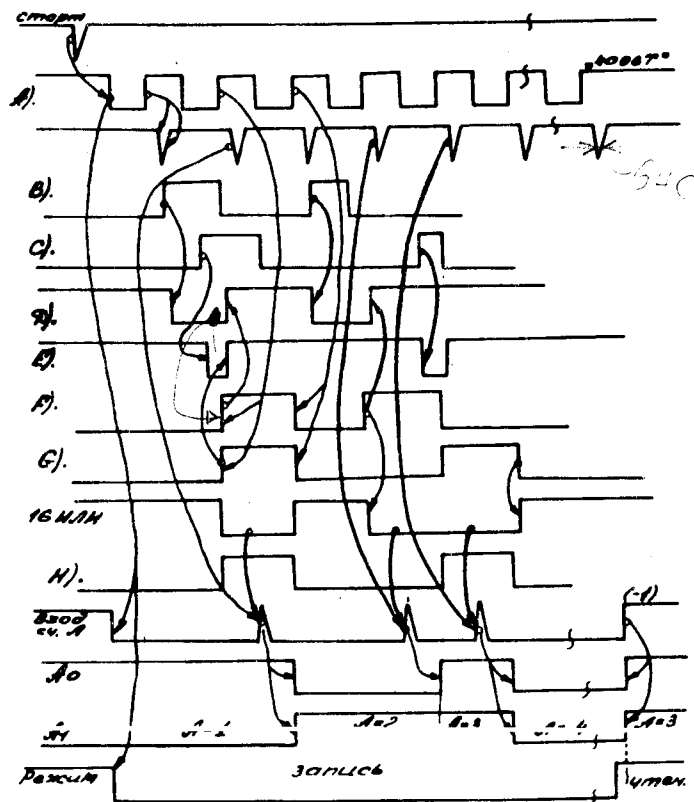


Рис.7. Диаграмма работы блока регистрации номера канала в режиме записи.

6. БЛОК ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ДРЕЙФА

Блок предназначен для измерения и запоминания значений времени с точностью до периода тактовой частоты и регистрации номеров сработавших групп. На рис.8 приведена структурная схема блока. Информация с выхода 12-разрядного синхронного счетчика времени поступает на D-входы памяти. Работа счетчика адреса памяти синхронизована с частотой преобразования. Временные соотношения сигналов на D-входах памяти и адресных показаны на рис.9. Запись номеров сработавших групп производится в линейном позиционном коде синхронно с записью значений времени. При срабатывании нескольких каналов в группе или нескольких групп сигналы "Σ", поступающие на вход блока времени, могут иметь длительность от 1 до 255 периодов тактовой частоты.

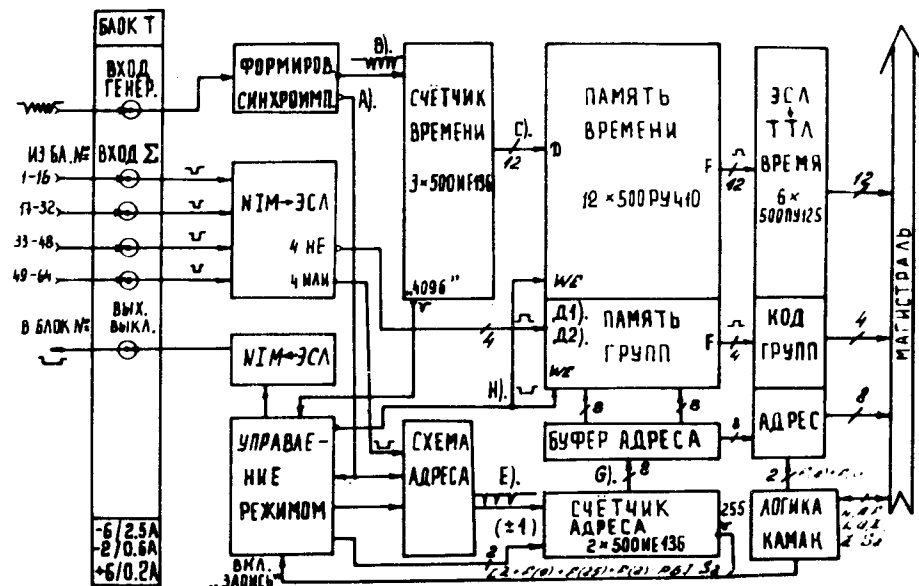


Рис.8. Структурная схема блока измерения времени.

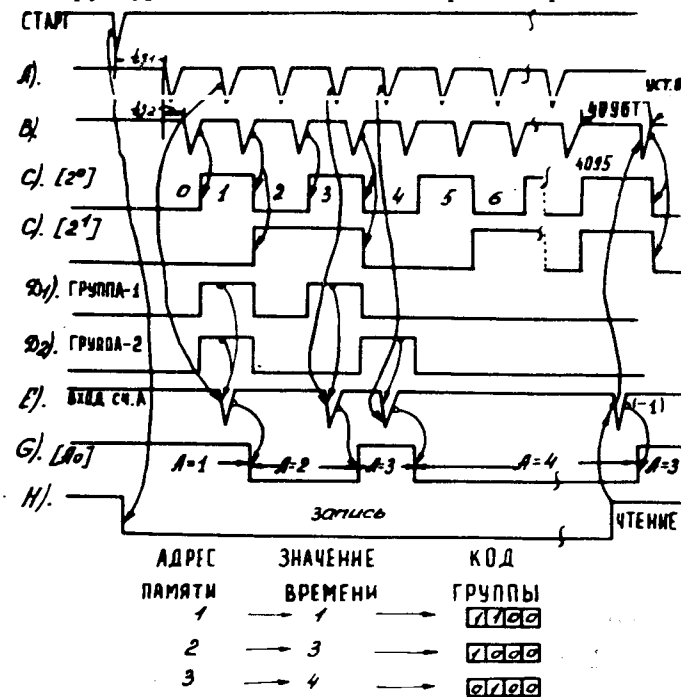


Рис.9. Диаграмма работы блока измерения времени дрейфа в режиме записи.

Выключение режима преобразования и включение режима чтения происходит по сигналу переполнения счетчика времени /"4096 T"/, или сигналу переполнения памяти /"255 A"/, или по команде F/25/ с вычитанием 1 в счетчике адреса. Информация считывается в режиме блочной передачи по команде F/2/, отсутствие сигнала Q является признаком окончания чтения, при этом адрес устанавливается в 1. После чтения состояния счетчика адреса по команде F/0/ получаем информацию о числе одновременных сигналов с 64 сигнальных проволок.

При срабатывании всех четырех плоскостей детектирования дрейфовой камеры от прохождения частицы за один сброс пучка можно зарегистрировать 64 трека /1 трек дает 4 значения времени/, в среднем по 4 сигнала с проволоки. Память блока работает в режиме LIFO. Блок занимает ячейку единичной ширины в системе "Вектор". Потребление блока: -6 В - 2,5 А; -2 В - 0,6 А; +6 В - 0,2 А.

7. БЛОК ТАЙМЕР-ГЕНЕРАТОРА

Блок предназначен для формирования серии импульсов по сигналу "Старт". Структурная схема генератора показана на рис.10.

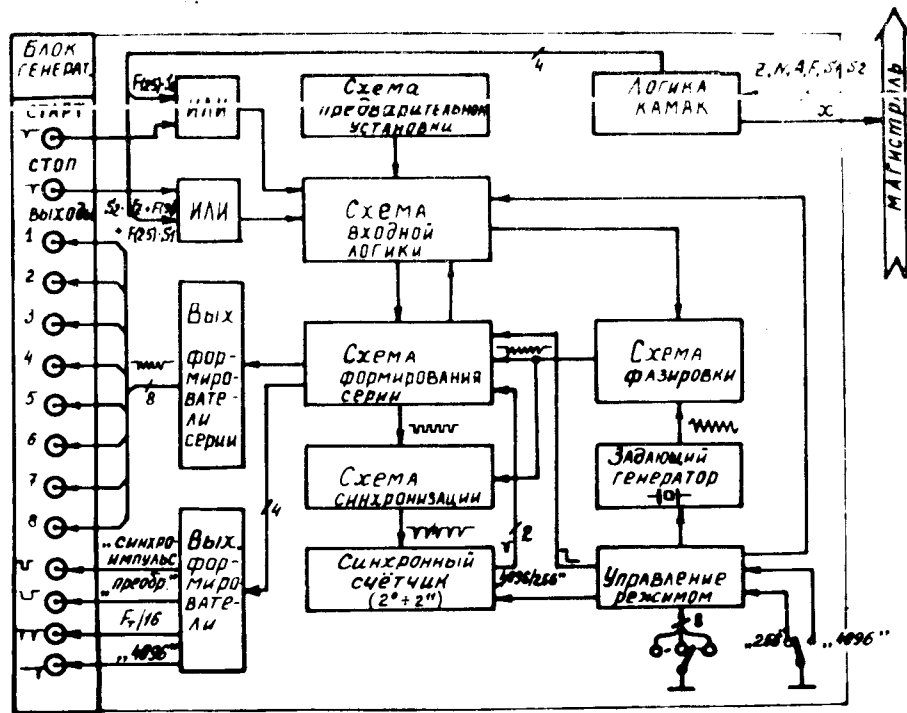


Рис.10. Структурная схема блока таймер-генератора.

По сигналу "Старт" формируется серия импульсов, сфазированная относительно запускающего импульса с точностью $\pm 1/4$ периода. Длительность серии импульсов соответствует режиму работы.

В непрерывном режиме формируется серия из 4096 периодов, при частоте преобразования 40 МГц длительность серии 100 мкс. В текущем режиме по сигналу "Старт" формируется серия из 256 периодов. Вход "Старт" блокируется 4096-м импульсом, а разблокируется по сигналам "Стоп" и $[Z + F(9)] \cdot S2$.

Для удобства отладки регистрирующей аппаратуры в блоке генератора предусмотрены: генератор с плавной регулировкой частоты от 20 до 80 МГц и два стабилизированных кварцем задающих генератора с частотой 50 и 40 МГц. На переднюю панель блока выведены сигналы "Начало преобразования", "Конец преобразования" и "Выход F/16". Для контроля частоты переключатель рода работ ставится в положение "Непрерывно". По команде F/25/ включается серия импульсов. Блок выполнен в виде ячейки единичной ширины системы "Вектор". Потребление блока: -6 В - 2 А; -2 В - 0,5 А; +6 В - 0,2 А.

8. БЛОК РАЗМНОЖИТЕЛЯ

Блок предназначен для размножения сигналов с уровнями NIM, коэффициент размножения равен 20. Величина задержки для положительного и отрицательного фронтов одинакова /т.е. выполняется условие передачи без искажений серии импульсов, имеющей форму меандра/ и равна 5 нс. Блок выполнен в ячейке единичной ширины системы "Вектор". Потребление блока: -6 В - 0,5 А; -2 В - 0,2 А; +6 В - 0,2 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы III рабочего совещания по нейтринному детектору ИФВЭ-ОИЯИ. Дубна, 1982. ОИЯИ, P1,2,13-83-81, Дубна, 1983.
2. Verweij H. 14th Scintillation and Semi-Conductor Counter Symposium. Washington, DC, 11-13 December, 1974.
3. Басиладзе С.Г., Као Дак Хьен. ОИЯИ, 13-80-386, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 декабря 1983 года.

· НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
D2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
D1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D2,4-83-179	Труды XV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Дубна, 1982.	4 р. 80 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

<p>Голутвин И.А. и др. Аппаратура регистрации информации с дрейфовых камер нейтринного детектора</p> <p>13-83-828</p> <p>Разработана аппаратура для регистрации сигналов с широкоазорных дрейфовых камер экспериментальной установки нейтринного детектора /с дрейфовым промежутком 125 мм/, создаваемой ОИЯИ совместно с ИФВЭ. В состав аппаратуры входят усилители-формирователи, 16-входовые блока регистрации номера канала, блоки измерения времени, таймер-генератор и размножитель. Аппаратура позволяет зарегистрировать временное положение 255 сигналов с 64 сигнальных волокон дрейфовых камер. Мертвое время измерительного канала составляет 50 нс, временное разрешение аппаратуры ± 6 нс, что соответствует пространственному разрешению 0,5 мм. Предусмотрены два режима работы: ждущий /с триггером/ и непрерывный /регистрируется вся информация во время сброса пучка 100 мкс/.</p> <p>Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.</p>
<p>Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983</p>
<p>Golutvin I.A. et al. Drift Chamber Electronics for the JINR-IPHE Neutrino Experiment</p> <p>13-83-828</p> <p>Electronics has been designed to detect signals from (4x2) m² drift chambers with 125 mm drift gap which permits to registrate up to 255 events from 64 wires. The dead time of electronics is 50 ns and time resolution is ± 6 ns which corresponds to spatial resolution of ± 0.5 mm.</p> <p>The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.</p>
<p>Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983</p>

Перевод О.С.Виноградовой