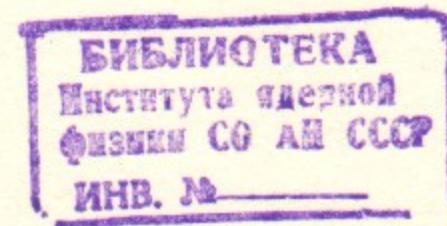




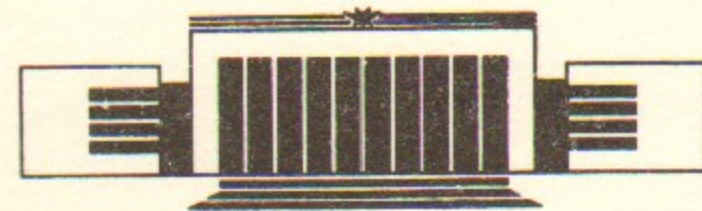
50
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

В.М. Аульченко, Г.А. Савинов,
Ю.В. Усов, И.Г. Фельдман

КОМПЛЕКТ БЛОКОВ КАМАК
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ
В КООРДИНАТНЫХ ДЕТЕКТОРАХ
С ЛИНИЯМИ ЗАДЕРЖКИ



ПРЕПРИНТ 86-89



НОВОСИБИРСК

1986

Использование детекторов с пропорциональной камерой на линии задержки (ЛЗ) для рентгеноструктурного анализа быстропротекающих процессов требует обеспечения максимального быстродействия регистрирующей аппаратуры при сохранении хорошего пространственного разрешения в условиях возможных наложений сигналов в линии задержки.

Для решения этой задачи разработан комплект модулей в стандарте КАМАК, обеспечивающий измерение координаты с отбраковкой событий, состоящий из времяцифрового преобразователя (ВЦП), блока сумматора (СМ), блока числа (БЧ) и блока отбора (БО). Информация, поступающая в виде временного интервала, подается через блок отбора в ВЦП. Результат измерения передается в сумматор и далее через блок числа в запоминающее устройство (ЗУ) [1].

ВРЕМЯЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ Ц0311

В основу ВЦП положен метод прямого счета с фазовой интерполяцией периода тактовой частоты. Структурная схема блока изображена на рис. 1. ВЦП содержит триггеры СТАРТ, СТОП и соответствующие интерполяторы, генератор тактовой частоты, грубый счетчик, выходные ключи и схему управления. С целью максимального уменьшения времени преобразования интерполяторы, определяющие фазу импульсов СТАРТ и СТОП относительно тактовой частоты, построены по хронотронному принципу. Вместе с тем

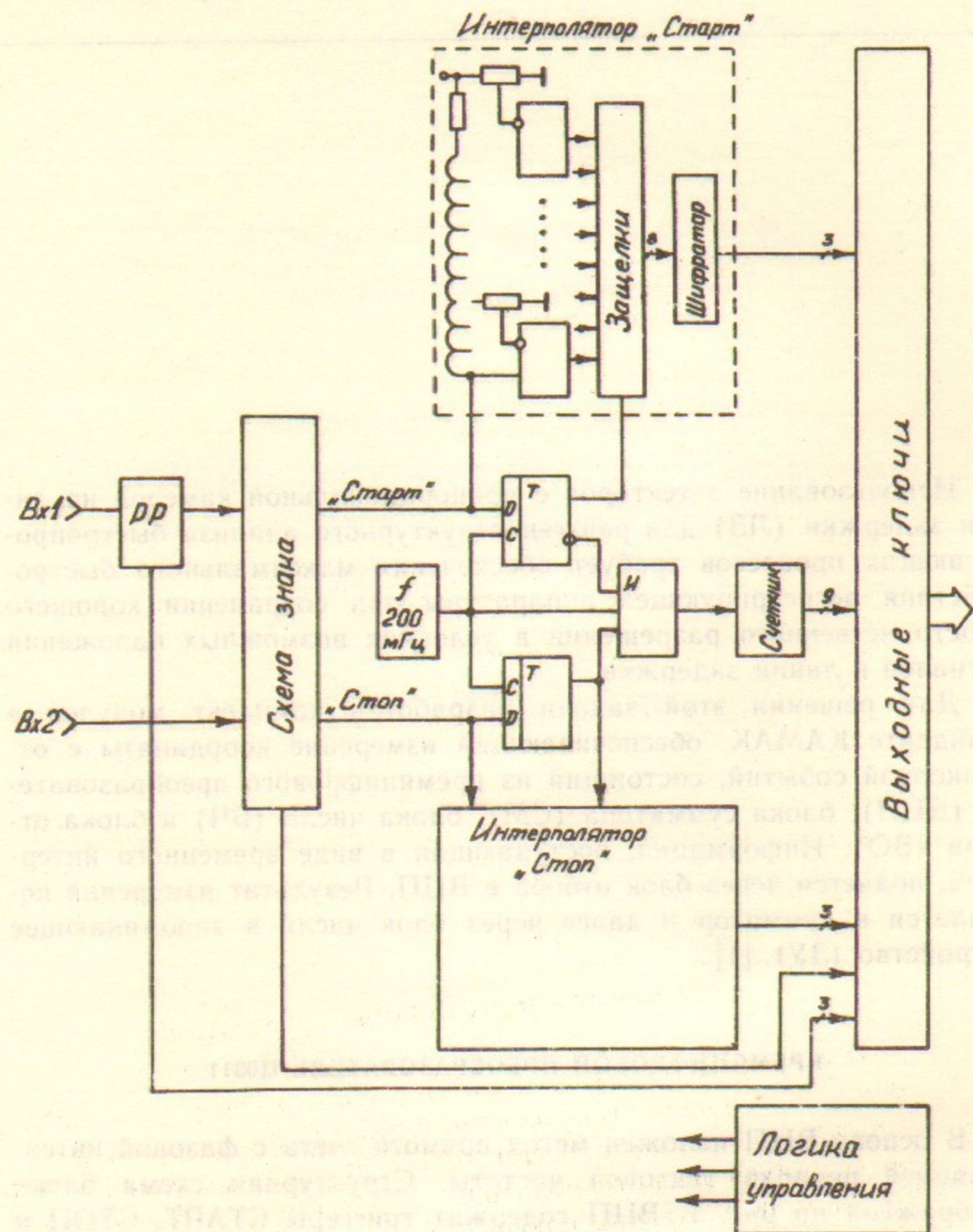


Рис. 1. Структурная схема ВЦП

присущая преобразователям хронотронного типа дифференциальная нелинейность существенно уменьшена вследствие независимости входных сигналов от частоты генератора, так как измеряемый интервал времени фиксируется при различных значениях кода в интерполяторах.

Период тактовой частоты 200 МГц с помощью ЛЗ на радиочастотных кабелях разбивается в интерполяторах на восемь ступеней, при этом цена канала ВЦП равна 0,6 нс. Положение сигналов в ЛЗ интерполятора фиксируется триггерами-защелками и приоритетным шифратором преобразуется в двоичный код, соответствующий положению входного сигнала относительно фазы тактовой частоты. Для облегчения точной настройки ширины ступеней интерполяторов перед защелками включены дифференциальные приемники с регулируемым порогом срабатывания.

В блоке ВЦП применена схема определения очередности прихода входных сигналов, позволяющая проводить измерения без дополнительной задержки сигнала СТОП. Возникающая при этом неоднородность ширины каналов в центре шкалы (вследствие близкого расположения входных сигналов) уменьшается с помощью разравнивателя (РР) — управляемой восьмиступенчатой ЛЗ, подключенной к одному из входов.

Измеренный интервал времени представляется на выходе ВЦП в виде четырех чисел и знака результата, составляющих девятнадцатиразрядное слово:

- | | |
|--|------------|
| 1. $N_{сч}$ — содержание грубого счетчика | 9 разрядов |
| 2. $N_{ст}$ — код стартового интерполятора | 3 разряда |
| 3. $N_{сп}$ — код стопового интерполятора | 3 разряда |
| 4. N_{pp} — величина задержки в разравнивателе | 3 разряда |
| 5. Знак | 1 разряд |

Результат измерения выдается через разъем на передней панели или может быть считан по магистрали КАМАК. Межмодульный обмен при работе через переднюю панель осуществляется с помощью потенциальных сигналов ЗАПРОС и ОТВЕТ. Формат данных и назначение контактов разъема приведены на рис. 2.

ВЦП реализует следующие КАМАК функции:

- F(0)A(0) чтение,
- F(2)A(0) чтение со сбросом,
- F(8)A(0) проверка запроса ($Q=L$),
- F(10)A(0) сброс запроса,
- F(24)A(0) установка режима КАМАК,

F(26)A(0) включение обмена через переднюю панель,
 F(24)A(1) выключение разравнивателя,
 F(26)A(1) включение разравнивателя.

| Наименование контактов разъема | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| А 15 | Б 16 | Б 3 | Б 4 | Б 5 | А 1 | А 2 | А 3 | А 4 | А 5 | А 6 | А 7 | А 8 | А 9 | А 10 | А 11 | А 12 | А 13 | А 14 | Б 15 | Б 14 |
| Разряды слова | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lout | Qin | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Запрос | Ответ | Разравниватель | | | Знак | Интерполятор СТОП | | | Грубый счетчик | | | | | Интерполятор СТАРТ | | | | | | |

Рис. 2 Формат данных и назначение контактов разъема на передней панели.

Основные характеристики ВЦП:

1. Цена канала—0,6 нс.
2. Максимальный измеряемый интервал— $T_{изм. макс.} = 2,5$ мкс.
3. Время обработки— 20 нс + $T_{изм.}$
4. Неоднородность ширины канала $< 1\%$ во всем диапазоне и $< 10\%$ в пределах десяти каналов центра шкалы при работе со знаком.

СУММАТОР Л0309

ВЦП для обеспечения максимальной скорости работы выдает информацию в виде отдельных чисел, поэтому для получения цифрового кода, пропорционального измеряемому интервалу времени, используется блок сумматора. Сумматор вычисляет результат измерения по следующей формуле:

$$N = K + N_{pp} \pm (N_{сч} + N_{ст} - N_{сп}),$$

где N_{pp} , $N_{сч}$, $N_{ст}$, $N_{сп}$ — компоненты входного кода; K — начальное смещение, необходимое для получения $N > 0$. Знак действий определяется значением знакового бита во входном слове. Величина смещения K устанавливается записью в регистр управления чисел: 256, 512, 1024, 2048 или их комбинации.

Обрабатываемый код поступает в сумматор через разъем на передней панели. На входе сумматора, для разравнивания потока

информации, включены три буферных регистра, снижающие просчеты вызванные ограничением скорости обмена с накопительным ЗУ. Результат вычисления выдается на переднюю панель и на магистраль КАМАК. Назначение контактов выходного разъема приведено в таблице:

| Контакт | Назначение | Контакт | Назначение |
|---------|------------|---------|------------|
| Б14 | Д0 | А9 | Д7 |
| Б15 | Д1 | А8 | Д8 |
| А14 | Д2 | А7 | Д9 |
| А13 | Д3 | А6 | Д10 |
| А12 | Д4 | А5 | Д11 |
| А11 | Д5 | А15 | Lout |
| А10 | Д6 | Б16 | Qin |

Сумматор выполняет следующие КАМАК-функции:

- F(0)A(0) чтение результата,
- F(2)A(0) чтение со сбросом,
- F(1)A(0) чтение регистра управления,
- F(8)A(0) проверка запроса ($Q=L$),
- F(10)A(0) сброс запроса,
- F(17)A(0) запись в регистр управления,
- F(24)A(0) включение режима КАМАК,
- F(26)A(0) включение режима передней панели.

БЛОК ЧИСЛА Л0308

Блок числа используется при регистрации динамических процессов в виде серии кадров (режим КИНО). Он позволяет уплотнить запись, уменьшая разрядность слова, сдвигая его в сторону младших разрядов, и коммутировать поток информации на два накопительных устройства.

Вход и выход информации осуществляется через переднюю панель. Назначение контактов аналогично выходному разъему сумматора.

Выполняемые функции КАМАК:

- F(0)A(0) чтение числа на выходе,
- F(17)A(0) установка разрядности выходного слова,
- F(24)A(0) работа с первым ЗУ,
- F(26)A(0) работа со вторым ЗУ.

Величина сдвига выходного слова определяется кодом на шинах W и может меняться от 0 до 4-х разрядов.

БЛОК ОТБОРА Л0303

При увеличении интенсивности загрузки детектора возрастает вероятность наложения событий в линии задержки. При этом возможны случаи, когда СТАРТ на ВЦП приходит от одного события, а СТОП от другого, что приводит к искажению рентгенограммы. Для ликвидации подобных искажений необходимо исключать из обрабатываемых событий такие, у которых интервал времени до соседних срабатываний меньше времени ($T_{расп.}$) прохождения сигнала по всей длине линии задержки. Эффективность такого отбора определяется отношением разрешающего времени схемы выделения событий к времени $T_{расп.}$. Поэтому для распознавания наложенных удобно использовать коротко сформированные импульсы с анодной плоскости пропорциональной камеры. Но при этом, помимо конечного разрешающего времени по анодному сигналу, не позволяющего полностью исключить искажения результирующего спектра, остается неопределенность при одновременном попадании в камеру детектора нескольких частиц. Выделять такие события для отбраковки можно контролируя сумму времен задержки сигналов с концов ЛЗ относительно сигнала с анодной плоскости. Эта сумма должна быть величиной постоянной и определяется электрической длиной линии задержки. Отклонение ее величины от заданного значения свидетельствует о бракованном событии.

На основе этих методов отбраковки разработан блок отбора Л0303 для однокоординатного детектора ОД-1 с пропорциональной камерой на ЛЗ [2]. Он предназначен для работы совместно с блоком ВЦП Ц0311.

Структурная схема блока отбора изображена на рис. 3. Блок содержит: входные дискриминаторы для подформировки сигналов с ЛЗ, дискриминатор со следящим порогом для анодного сигнала, схему контроля интервала между анодными импульсами, управляемый генератор, два счетчика, сумматор, цифровой дискриминатор, схему управления ВЦП и дешифратор КАМАК-функций.

Схема отбора по интервалам времени построена на основе одновибратора прорлевающего типа, формирующего импульс, равный по длительности времени распространения сигналов в ЛЗ.

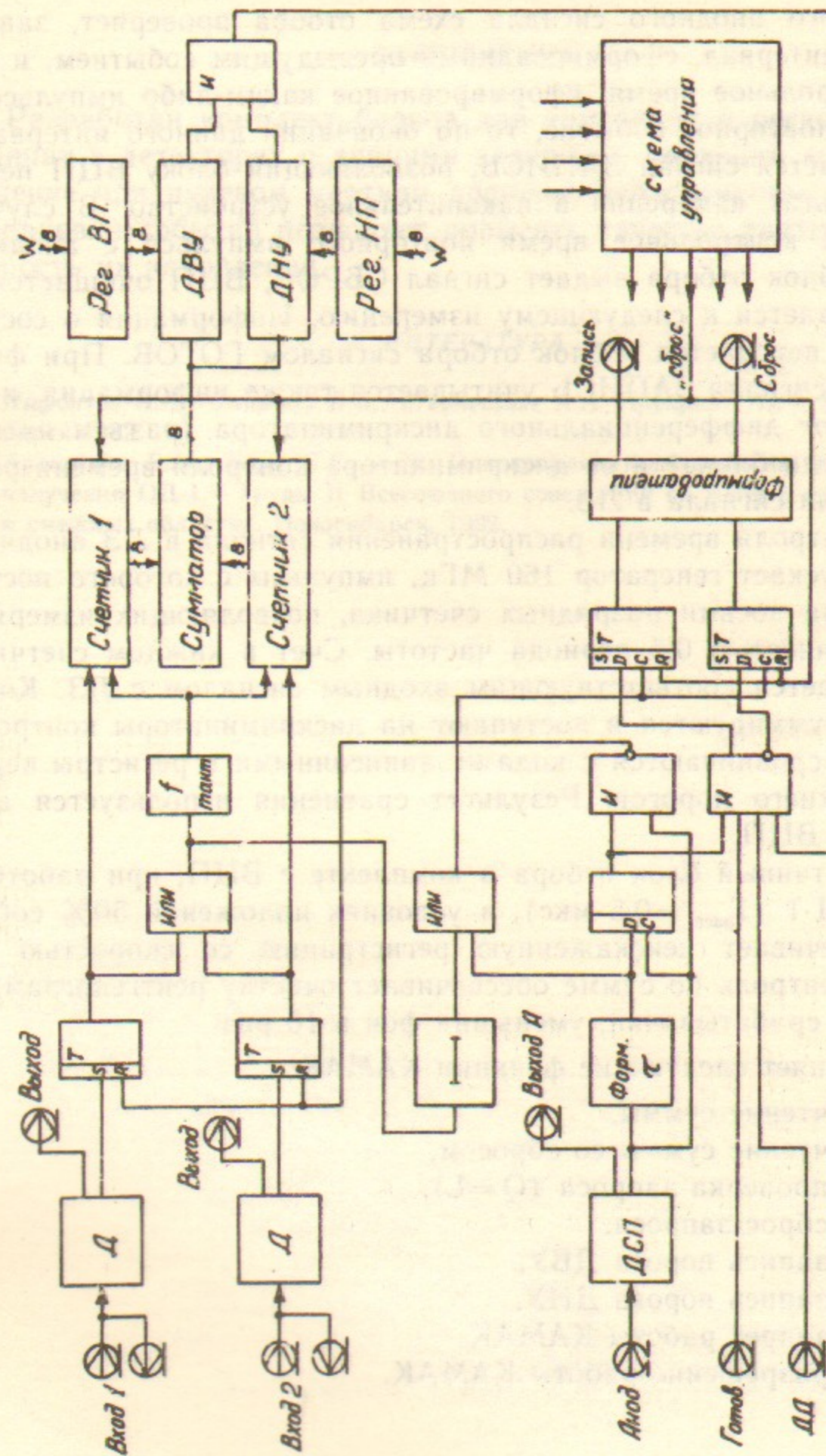


Рис. 3. Структурная схема блока отбора

Для каждого анодного сигнала схема отбора проверяет, завершился ли интервал, сформированный предыдущим событием, и если за контрольное время, сформированное каким-либо импульсом, не придет повторное событие, то по окончании данного интервала вырабатывается сигнал ЗАПИСЬ, позволяющий блоку ВЦП передать результат измерения в накопительное устройство. В случае прихода за контрольное время повторного импульса с анодной плоскости блок отбора выдает сигнал СБРОС, ВЦП очищается и подготавливается к следующему измерению. Информация о состоянии ВЦП передается в блок отбора сигналом ГОТОВ. При формировании сигнала ЗАПИСЬ учитывается также информация, поступающая от дифференциального дискриминатора (разъем на передней панели блока) и от дискриминатора контроля времени распространения сигнала в ЛЗ.

Для контроля времени распространения сигнала в ЛЗ анодный сигнал запускает генератор 160 МГц, импульсы с которого поступают на два восьми разрядных счетчика, позволяющих измерять время с точностью 0,5 периода частоты. Счет в каждом счетчике останавливается соответствующим входным сигналом с ЛЗ. Коды счетчиков суммируются и поступают на дискриминаторы контроля суммы, где сравниваются с кодами, записанными в регистры верхнего и нижнего порогов. Результат сравнения используется для управления ВЦП.

Разработанный блок отбора в комплекте с ВЦП, при работе с камерой ОД-1 ($T_{расп.} = 0,5$ мкс), в условиях наложений 50% событий, обеспечивает неискаженную регистрацию со скоростью до 300 кГц. Контроль по сумме обеспечивает очистку рентгенограммы от двойных срабатываний, уменьшая фон в 10 раз.

Блок выполняет следующие функции КАМАК:

- F(0)A(0) чтение суммы,
- F(2)A(0) чтение суммы со сбросом,
- F(8)A(0) проверка запроса ($Q=L$),
- F(10)A(0) сброс запроса,
- F(16)A(0) запись порога ДВУ,
- F(16)A(1) запись порога ДНУ,
- F(24)A(0) запрет работы КАМАК,
- F(26)A(0) разрешение работы КАМАК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан комплект блоков для измерения и регистрации координат в детекторах с линиями задержки, имеющий высокое разрешение при нулевом мертвом времени, что совместно с системой отбраковки событий позволяет повысить качество рентгенограмм и скорость их накопления.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нифонтов В.И., Смирных В.В., Шейнгейзхт А.А.* Препринт ИЯФ 82-76. Новосибирск 1982.
2. *Аульченко В.М., Бару С.Е. и др.* Однокоординатный детектор рентгеновского излучения ОД-1.—Труды II Всесоюзного совещания по АНИ в ядерной физике и смежных областях. Новосибирск, 1982.

В.М. Аульченко, Г.А. Савинов, Ю.В. Усов, И.Г. Фельдман

**КОМПЛЕКТ БЛОКОВ КАМАК
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ
В КООРДИНАТНЫХ ДЕТЕКТОРАХ
С ЛИНИЯМИ ЗАДЕРЖКИ**

Ответственный за выпуск С.Г.Попов

Работа поступила 21 апреля 1986 г.
Подписано к печати 5 июня 1986 г. МН 11742
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 0,7 печ.л., 0,6 уч.-изд.л.
Тираж 200 экз. Бесплатно. Заказ № 89

*Набрано в автоматизированной системе на базе фото-
наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и
отпечатано на ротапринте Института ядерной физики
СО АН СССР,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.*