

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

У229/83

15/8-83

13-83-343

П.К.Маньяков, В.Тлачала

ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ  
ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ  
С ПИКОСЕКУНДНЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Направлено в журнал "ПТЭ"

1983

Во многих современных физических экспериментах применяются годоскопические системы, которым присуща большая насыщенность однотипными измерительными каналами. Поэтому для таких систем характерно использование многоканальных блоков [1,2], способных регистрировать несколько физических величин одновременно. Применение специализированных микросхем позволяет повысить надежность систем и улучшить их параметры, как-то: долговременная стабильность, временное разрешение, линейность преобразования и др.

В блоке, описываемом в данной работе и предназначенном для экспериментов "по времени пролета", используется метод масштабно-временной трансформации с последующим преобразованием временного интервала в цифровой код. Преобразователь время-время выполнен на специализированной гибридной микросхеме [3].

#### СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

В приборе предусмотрено два варианта работы, один - с общим старт-сигналом и индивидуальными стоп-сигналами, второй - с индивидуальными старт-сигналами и общим стоп-сигналом.

На рис.1 представлена структурная схема четырехканального преобразователя временных интервалов в цифровой код. Он состоит из следующих функциональных блоков: общего входного каскада, четырех индивидуальных входных каскадов, осциллятора, счетчика, четырех преобразователей время-цифра, схемы быстрого сброса, тестовой схемы, схемы управления и буферного каскада.

Рассмотрим первый, чаще используемый, вариант работы прибора. В общем входном каскаде в момент поступления на его вход старт-сигнала любой длительности вырабатывается короткий импульс. Этот импульс поступает одновременно на входы всех четырех (А, В, С, D) преобразователей время-цифра и дает начало процессу преобразования временного интервала в цифровой код. Если через некоторое время на стоп-вход преобразователя поступит стоп-сигнал, то заданный старт- и стоп-сигналами временной интервал  $t$  сначала расширяется временным экспандером до величины  $T$  ( $T = at$ , где  $a$  - коэффициент преобразования временного экспандера), а потом преобразуется в цифровой код.

Преобразование временного интервала  $T$  в цифровой код осуществляется путем записи в регистр, имеющийся в каждом канале, состояния счетчика, соответствующего концу интервала  $T$ . С этой целью в конце времени преобразования вырабатывается в каждом

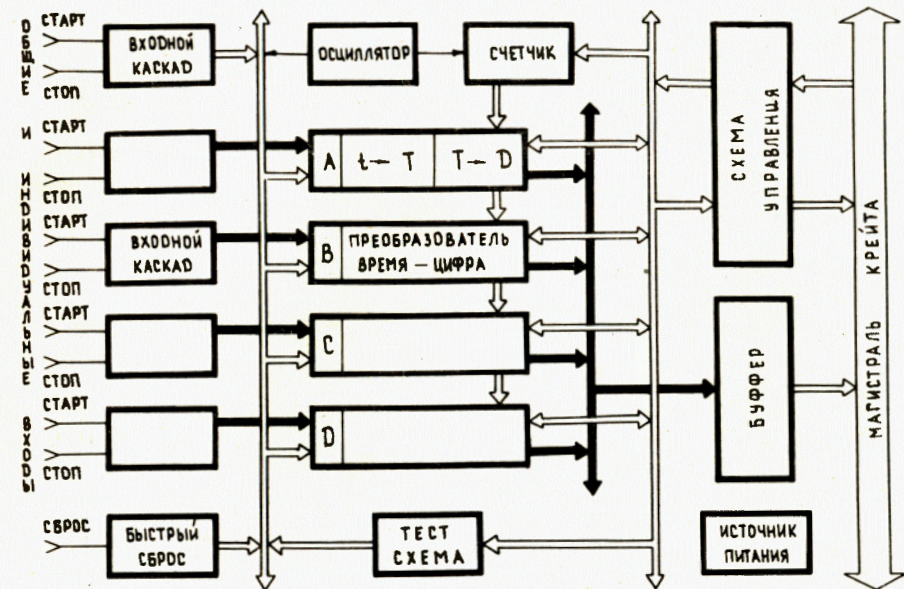


Рис.1. Структурная схема четырехканального преобразователя время-цифра.

канале строб-импульс, являющийся импульсом записи для соответствующего регистра.

Начало работы счетчика синхронизовано с началом процесса преобразования. Счетчик обнуляется, когда процесс преобразования закончен во всех четырех каналах.

Осциллятор, частота которого стабилизируется кварцевым резонатором, является, по существу, неуправляемым узлом прибора и, следовательно, требует применения схем фазировки с целью уменьшения дифференциальной нелинейности преобразователей.

Применение в приборе цепи быстрого сброса позволяет прекратить процесс преобразования интервалов и вернуть устройство в исходное состояние, если регистрируемые аппаратурой события не удовлетворяют заданным критериям отбора.

В приборе имеется также схема, вырабатывающая образцовый тестовый сигнал, которым управляются входные каскады всех четырех каналов. Запуск тест-схемы осуществляется посредством схемы управления по сигналу, поступающему со стороны магистрали крейта.

Схема управления является, по существу, дешифратором функций и сигналов КАМАК.

Так как все узлы блока, за исключением схемы управления, реализованы на ЭСЛ-микросхемах, то буферный каскад, помимо функ-

ций разделения, выполняет также роль преобразователя уровней ЭСЛ в TTL для сигналов, выводимых на магистраль крейта.

Второй вариант работы реализуется подведением сигналов "Старт" и "Стоп" к соответствующим входам, при этом логика работы прибора остается прежней, а коэффициент преобразования уменьшается на 1, т.е.  $\alpha' = \alpha - 1$ .

### ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА

На рис.2 представлена принципиальная схема, поясняющая действие общего входного каскада, осциллятора, счетчика, дешифратора запроса L, тест-схемы и одного индивидуального входного каскада совместно с преобразователем время-цифра /обведен пунктиром/.

Общий входной каскад выполнен на транзисторах T1, T2 и микросхемах M1 и M3. Старт-сигнал поступает на вход схемы M1-1 через транзистор T1, который преобразует уровни NIM в уровни ЭСЛ. Старт-сигнал инвертируется схемой M1-1 и поступает на вход триггера M3-1 /аналогично построена входная цепь для общего стоп-сигнала/. Триггер M3-1 перебрасывается, запирает старт-вход и укорачивает импульс на выходе M1-1. Триггеры M3-1 и M3-2 дают разрешение через M1-2 на прохождение сигнала L. Триггер M3-1 /либо M3-2/ находится в единичном состоянии до поступления импульса сброса. Сигналы: общий старт-стоп, либо старт - общий стоп, управляют работой RS-триггера /в канале A схема M13/. Триггер M13 устанавливается в единичное состояние старт-сигналом и находится в этом состоянии до момента поступления стоп-сигнала, либо до появления сигнала переполнения, либо сигнала общего сброса. К выходу схемы M13-2 подключена схема временного экспандера, реализованного на M16. Трансформация измеряемого интервала времени  $t$  до значения T происходит за счет того, что ток разряда /M14/ конденсатора времязадающей емкости /130 пФ/ значительно меньше тока заряда /M15/. Начало и конец временного интервала T фазируется импульсами осциллятора на схеме M17-2. С ее выхода в конце интервала T снимается сигнал записи кода в регистр, реализованный на схемах M18÷M20. В регистр заносится цифровой код, имеющийся в данный момент на выходе синхротронного счетчика, собранного на схемах M9÷M11. Сигнал с выхода схемы M7-2 управляет работой счетчика. Сигналы с M7-2 и M8-2 вырабатывают сигнал запроса L, если есть информация на входах, либо сигнал "Сброс", если информация отсутствует во всех каналах. Серия импульсов, регистрируемых синхронным счетчиком, вырабатывается осциллятором, собранным на схеме M6-1 с RLC цепочкой в петле обратной связи со стабилизацией частоты кварцевым резонатором Q. Схема, вырабатывающая тестовый временной интервал, выполнена на триггерах M4-1, M5, M2-2 и M2-3. От нее во все каналы /триггер M13 в канале A

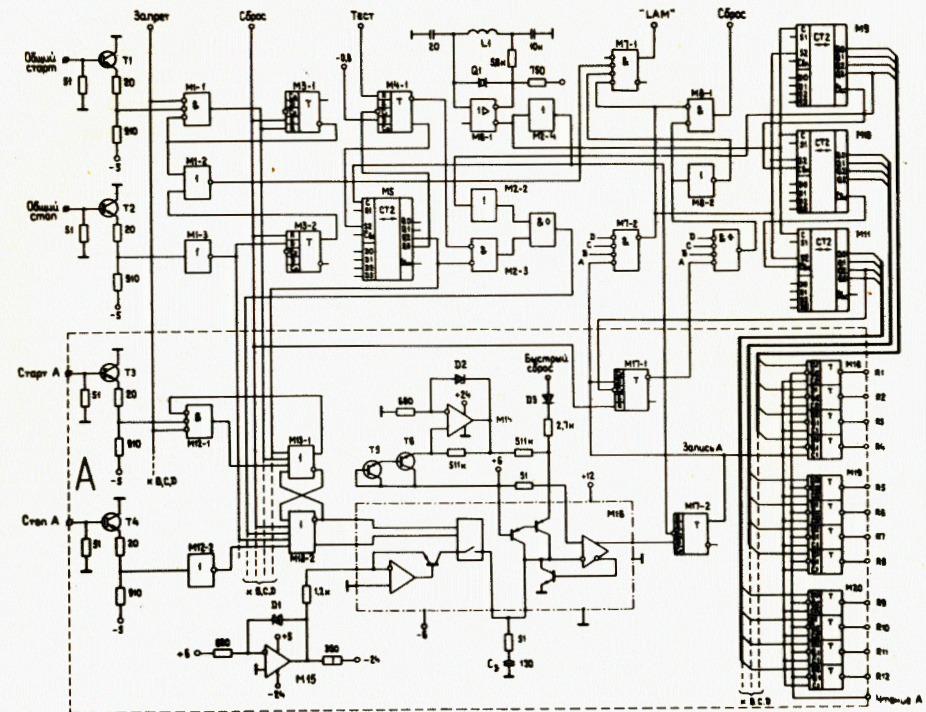


Рис.2. Принципиальная схема ВЦП. Транзисторы T1 ÷ T4 - KT316; диоды D1, D2 - Д818Е, D3 - КД513; микросхемы M1 - К500ЛМ105, M2, M8 - К500ЛМ102, M3, M4, M17 - К500ТМ13, M5, M9 ÷ M11 - К500ИЕ136, M6 - К500ЛЕ111, M7, M12, M13 - К500ЛМ109, M14, M15 - К140УД7, M16 - специализированная гибридная микросхема, M18 ÷ M20 - К500ТМ131.

поступает сигнал, равный длительности четырех периодов осциллятора. Тестовый временной интервал вырабатывается по команде NAF (25).

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Количество измерительных каналов - 4. Входное сопротивление - 50 Ом. Входы "Общий старт", "Общий стоп", "Старт", "Стоп" и "Быстрый сброс" работают от отрицательных сигналов NIM. Длительность сигналов "0.старт", "0.стоп", "Старт" и "Стоп" > 5 нс. Длительность сигнала "Быстрый сброс" - 50 ÷ 100 нс.

Диапазон измеряемых интервалов - 100 нс, число двоичных разрядов - 10, время преобразования - 20 мкс, интегральная

нелинейность - 0,3%, температурная стабильность коэффициента преобразования -  $2 \cdot 10^{-4} / \text{K}$ . Информация с регистров выводится на шины R1 ÷ R11 /  $2^0 \div 2^9$ , R11 - разряд переполнения.

Одновременно с информацией об измеряемом интервале времени по команде "Чтение" на шины R13, R14 выводится в двоичном коде номер опрашиваемого канала. По команде "Чтение" с субадресом A/4/ можно вывести на шины R17 ÷ R20 информацию о состоянии каналов. Эта информация дается в позиционном коде.

Потребляемый ток: +6 В, -0,5 А; -6 В, -2,2 А; +24 В, -0,03 А; -24 В, -0,05 А.

#### КОМАНДЫ И ФУНКЦИИ КАМАК

- F(0)·A(0 ÷ 3) - чтение данных с выходного регистра выбранного канала;
- F(0)·A(4) - чтение данных с шин R17 ÷ R20;
- F(2)·A(0 ÷ 2) - чтение данных с выходного регистра выбранного канала (A, B, C);
- F(2)·A(3) - чтение регистра канала D, сброс всех регистров, сброс L;
- F(2)·A(4) - чтение данных с шин R17 ÷ R20;
- F(8)·A(0 ÷ 3) - проверка L;
- F(9)·A(0 ÷ 3) - сброс всех регистров, сброс L;
- F(24)·A(0 ÷ 3) - запрет L;
- F(26)·A(0 ÷ 3) - разрешение L;
- F(25)·A(0 ÷ 3) - запуск тест-схемы;
- C - сброс всех регистров, сброс L, запрет L;
- Z - сброс всех регистров, сброс L, запрет L;
- Q = 1 - на все команды F(0)·A, F(2)·A и F(8)·A, где Q = L
- X = 1 - на все команды F A.

Исполнение - ячейка КАМАК шириной 1 м.

В заключение авторы считают своим долгом выразить благодарность В.И.Какуриной и Л.Г.Булаевой за техническую помощь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Басиладзе С.Г. и др. ПТЭ, 1982, №2, с. 57.
2. Басиладзе С.Г., Лохоняи Л. ПТЭ, №1, 1982, с. 92.
3. Басиладзе С.Г. и др. ПТЭ, 1982, №1, с. 102.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 мая 1983 года.

Маньяков П.К., Тлачала В. 13-83-343  
Четырехканальный цифровой измеритель временных интервалов с пикосекундным разрешением

Описывается четырехканальный время-цифровой преобразователь, предназначенный для измерения временных интервалов с пикосекундным разрешением. Преобразование временного интервала в цифровой код осуществляется методом масштабно-временной трансформации и реализовано с помощью специализированной гибридной микросхемы. Преобразователь рассчитан на работу с импульсами NIM отрицательной полярности. Диапазон измеряемых интервалов времени - ~ 100 нс, число двоичных разрядов - 10, время преобразования - ~ 20 мкс, температурная стабильность коэффициента преобразования -  $2 \cdot 10^{-4} / \text{K}$ , интегральная нелинейность - 0,3%.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Manyakov P.K., Tlachala V. 13-83-343  
Four-Channel Time-to-Digital Converter with Picosecond Resolution

A four channel time-to-digital converter for time interval measurements with picosecond resolution is described. A time interval is converted to digital code by the method with a time expander. In the time-to-digital converter time-to-time hybrid integrated circuits are used. The unit accepts starts and stops NIM negative-going pulses giving a 10-bit digital output at 100 ns range, digitizing time ~ 20  $\mu$ s, temperature coefficient  $2 \cdot 10^{-4} / \text{K}$ , nonlinearity - 0,3%.

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

Preprint of the Joint Institute

Перевод О.С.Виноградовой.