

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-88-505

В.Г.Зинов, А.В.Селиков

**МНОГОСТОПОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ
ВРЕМЯ - КОД**

Направлено в журнал "Приборы
и техника эксперимента"

1988

Введение

Жесткие требования ядерно-физических экспериментов одновременно к динамическому диапазону, долговременной стабильности и дифференциальной нелинейности могут быть реально удовлетворены с применением счетно-импульсных преобразователей время - код, основанных на прямом заполнении измеряемого интервала импульсами тактового генератора.

Современные экспериментальные задачи ставят вопросы о разработках многостоповых измерителей время - код, позволяющих регистрировать несколько событий в течение заданного временного интервала ^{1/57}.

Появление быстродействующих микросхем оперативных запоминающих устройств (ОЗУ) упрощает реализацию подобных устройств.

В работе описывается многостоповый преобразователь время - код КА326, использующий счетно-импульсный метод преобразования и кодирующий временные положения сигналов "Стоп" относительно сигналов "Старт" или "Ворота".

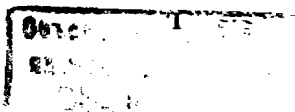
Описание преобразователя

В состав преобразователя входят следующие функциональные узлы (рис. 1): схема запуска преобразователя (Сх. запуска), схема кодировки, счетчик событий с компаратором числа событий (компаратор n), схема выработки сигнала L (Сх. L), дешифратор команд КАМАК, схема чтения в магистраль крейта (МК) и схема общего сброса.

Принцип работы преобразователя следующий (рис. 2).

При приходе сигнала "Старт" или "Ворота" запускается адресный счетчик (АС). В моменты прихода сигналов "Стоп" фиксируются коды, вырабатываемые постоянно работающим адресным счетчиком, и запоминаются во внутреннем ОЗУ. После окончания цикла измерения (выдача устройством сигнала L) коды, соответствующие зафиксированным событиям, последовательно считываются из ОЗУ в магистраль крейта. По окончании считывания информации в МК и прихода сигнала общего сброса блок готов к следующему циклу преобразования.

Рассмотрим более детально функционирование и взаимодействие выделенных функциональных узлов устройства (рис. 1).



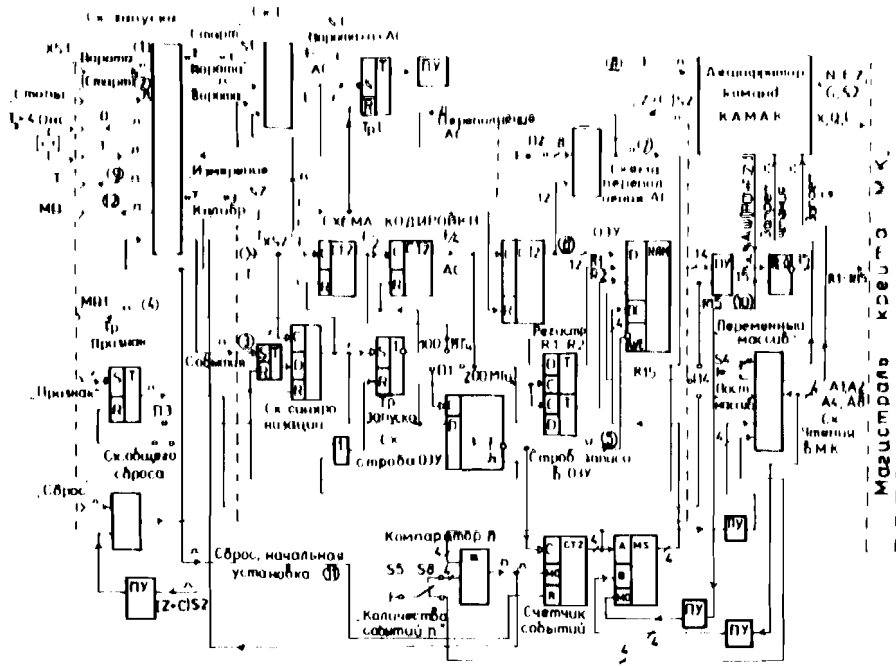


Рис. 1. Функциональная схема преобразователя. ПУ - преобразователи уровня, Тз - внешняя задержка, АС - адресный счетчик, ОЗУ - оперативное запоминающее устройство.

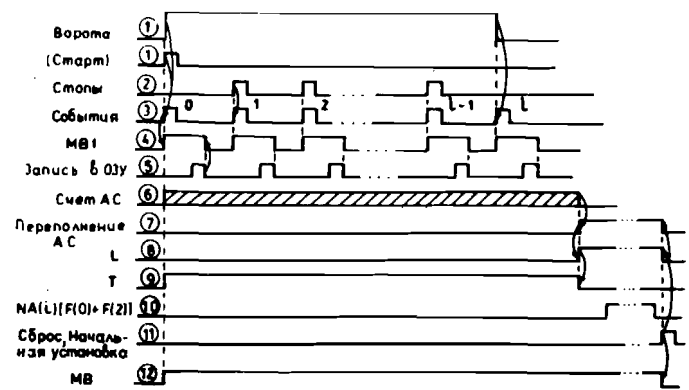


Рис. 2. Временные диаграммы работы преобразователя. Цифровые обозначения соответствуют отмеченным точкам на рис. 1.

Схема запуска задает два режима измерения: "Общий старт" и "Ворота", которые включаются тумблером S1, расположенным на передней панели блока (рис. 3). В режиме "Общий старт" временно положение "Стопов" фиксируется относительно переднего фронта сигнала "Старт".

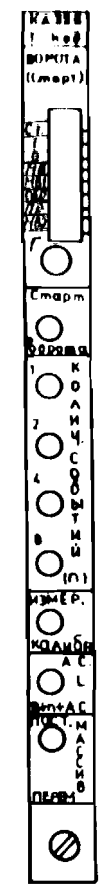


Рис. 3. Передняя панель преобразователя.

В режиме "Ворота" временно положения импульсов "Стоп" замораживаются относительно переднего фронта сигнала "Ворота", длительность которого определяет интервал измерения. Задний фронт импульса "Ворота" используется в качестве последнего сигнала "Стоп", временное положение которого также фиксируется (рис. 2).

В режиме с одним сигналом "Стоп" блок позволяет измерять интервалы, длительность которых меньше времени обработки одного события. С этой целью сигнал "Стоп" необходимо задержать на внешней линии задержки на время, большее времени обработки одного события (разъемы "0" и "1", XS1). Длительность подключенной задержки измеряется в режиме "Калибровка" (тумблер S2). Вычитание этой величины из длительности, полученной в режиме "Измерение", дает действительную величину измеряемого интервала.

Со схемы запуска события последовательно подаются на схему кодировки, в состав которой входят: схема синхронизации, триггер запуска, схема сброса ОЗУ, адресный счетчик (АС), схема переполнения АС, регистр R1-R2 и ОЗУ. В схеме кодировки осуществляется фиксация кодов, соответствующих временному положению событий.

В схеме синхронизации, выполненной на основе двух D-триггеров типа К500ТМ23И по схеме, аналогичной описанной в [3], происходит синхронизация входных импульсов с тактовой серией "F", вырабатываемой внешним кварцевым генератором [6] (разъем "Г"). После синхронизации события "Старт" взводится триггер запуска, разрешающий пересчет тактовой серии "F" в 14-разрядном адресном счетчике. Первые два разряда адресного счетчика выполнены на отдельных делителях частоты, позволяющих снизить скорость счета до рабочей частоты 12-разрядного синхронного счетчика, построенного на микросхемах К500ИЕ136.

Буферный регистр между адресным счетчиком и ОЗУ выполнен только для двух младших разрядов (регистр $R1-R2$), что позволило сократить объем устройства при незначительном увеличении мертвого времени между двумя фиксируемыми событиями. Максимальная частота счета ($F/4$) синхронного счетчика позволяет непосредственно перезаписывать текущий код во внутреннее ОЗУ, выполненное на четырех микросхемах K500PУ145. Момент перезаписи кода определяется схемой строба ОЗУ, вырабатывающей строб с подстраиваемой длительностью, и по фазе связанный с фронтом импульса серии $F/4$ для тактовой частоты $F = 200$ МГц или с фронтом импульса серии $F/2$ для тактовой частоты $F = 100$ МГц (перемычки П3, рис. 1). После записи в ОЗУ текущего кода схема кодировки готова к обработке очередного события.

В зависимости от фазы события относительно серии $F/4$ (или $F/2$ для тактовой частоты $F = 100$ МГц) мертвое время между соседними преобразуемыми событиями (МВ) варьируется в диапазоне (20 - 40) нс.

При необходимости иметь постоянное мертвое время включается одновибратор (на рис. 1 не показан), блокирующий вход схемы синхронизации на максимальное время обработки одного события 40 нс.

Момент переполнения адресного счетчика, определяющий максимальный анализируемый временной интервал, фиксируется в схеме переполнения АС. В устройстве предусмотрена установка емкости адресного счетчика в пределах от 6 до 14 разрядов посредством замыкания перемычек П2 на плате блока (рис. 1).

Порядковый номер поступившего события фиксируется в счетчике событий, выходной 4-разрядный код которого используется для указания ячейки ОЗУ при записи кода, соответствующего данному событию. Максимальное количество фиксируемых событий n задается тумблерами S5 - S8, расположенными на передней панели блока. Момент достижения количеством событий этого числа определяется в компараторе n . При этом счетчик событий переводится в режим хранения числа зарегистрированных событий, которое используется при чтении информации в магистраль КАМАК.

Пятнадцатый разряд выходного слова выделен для признака событий, что может быть полезно при дальнейшей обработке информации (разъем "Признак", X51). Регистрация сигналов "Признак" может осуществляться либо для каждого события в отдельности в течение времени его преобразования (МВ), либо для всего анализируемого интервала в целом. Эти режимы задаются путем замыкания перемычек П3 и П4 на плате блока.

Момент окончания цикла измерения (выработка сигнала L) определяется в схеме L . Тумблером S3, расположенным на передней панели блока, задаются два условия генерации сигнала L . В первом случае

(положение тумблера "АС") сигнал L вырабатывается только по переполнению адресного счетчика. Во втором случае (положение тумблера "Ворота + n + АС") сигнал L появляется либо после окончания ворот, либо после достижения количества зарегистрированных событий числа " n ", заданного тумблерами S5 - S8, либо по переполнению адресного счетчика. На рис. 2 изображен случай выдачи сигнала L по переполнению адресного счетчика.

Дешифратор команд КАМАК, работающий во взаимодействии со схемой чтения в МК, обеспечивает управление блоком со стороны магистрали крейта и чтение информации в устройство накопления. Коды, соответствующие зарегистрированным в цикле измерения событиям, считываются в магистраль крейта последовательно по командам $NA(i)[F(0)+F(2)]$, где i может меняться от 0 до 15. При этом шины А1 - А8 магистрали коммутируются на адресные входы ОЗУ, позволяя непосредственно опрашивать ячейки ОЗУ. Подадрес А(0) соответствует событию "Старт" (при этом выдается нулевой код), а по подадресу А(n) считывается код, соответствующий временному положению n -го события.

В устройстве предусмотрены два режима чтения информации в магистраль КАМАК: "Переменный массив" и "Постоянный массив", управление которыми осуществляется схемой чтения в МК. В первом случае считывается только значащая информация, т.е. только коды, соответствующие зарегистрированным за время измерения событиям. Во втором случае в магистраль считывается все n кодов, где n - максимальное число регистрируемых за цикл измерения событий, заданное тумблерами S5 - S8. Если число зарегистрированных событий меньше n , то оставшиеся слова выдаются в магистраль в виде нулевых кодов, дополняя считываемый массив до постоянного размера n . Окончание массива регистрируется по снятию сигнала Q.

После чтения в магистраль крейта результатов преобразования блок устанавливается в начальное состояние импульсом сброса и общей установки, вырабатываемым в схеме общего сброса по команде $(Z + C)S2$. Предусмотрен быстрый сброс преобразователя с передней панели блока (разъем "Сброс", X51).

На переднюю панель модуля (разъем X51, рис. 1, 3) выводятся сигналы МВ, Т и МВ1. Сигнал МВ ("Мертвое время") по длительности включает в себя весь цикл преобразования и обращения к магистрали КАМАК (рис. 2). Сигнал Т равен максимальному измеренному интервалу (от старта до выдачи сигнала L). Сигнал МВ1 выдается в течение преобразования одного события.

Испытание прибора и его использование

Определение дифференциальной нелинейности преобразователя проводилось по известной методике путем подачи на вход "Старт" импульсов, случайным образом распределенных во времени, а на вход "Стоп" - импульсов от независимого генератора периодических сигналов. Для получения случайных во времени импульсов использовался специально разработанный для этой цели испытательный генератор КАЗИВ [7].

Результаты испытания устройства содержатся в "Технических характеристиках преобразователя" (см. ниже).

Прибор показал надежную работу в течение сотен часов непрерывной работы на фазотроне ЛЯП ОИЯИ при проведении экспериментов по мюонному катализу реакций ядерного синтеза в газообразном дейтерии. На рис. 4 приведены полученные временные спектры нейтронов последовательно

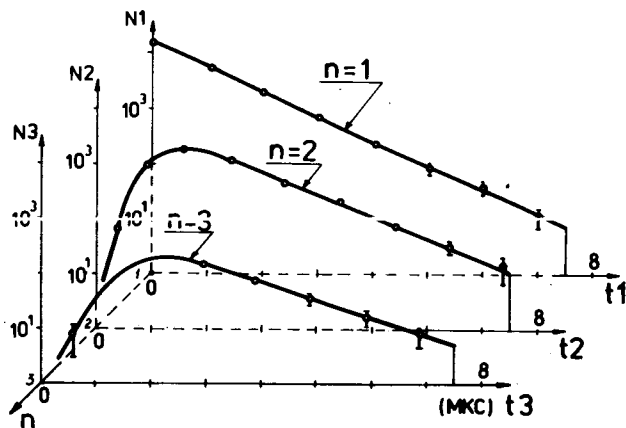


Рис. 4

регистрируемых циклов синтеза ($n = 1$ - спектр нейтронов от первого цикла синтеза; $n = 2$ - от второго цикла; $n = 3$ - от третьего цикла; N - количество событий).

Технические характеристики преобразователя

I. Сигналы по передней панели.

Уровни сигналов: на разъеме типа МК-50 - NIM, на многоконтактном разъеме - ЭСЛ.

Длительность сигналов по входам - не менее 5 нс.

2. Частота тактовой серии - до 200 МГц (минимальная цена канала - 5 нс).
3. Дифференциальная нелинейность при тактовой частоте: 200 МГц - $\pm 0,5\%$, 100 МГц - $\pm 0,3\%$.
4. Максимальное количество регистрируемых сигналов "Стоп" - 15.
5. Разрешающее время для соседних событий (мертвое время) - 40 нс.
6. Выходное слово - 15 разрядов, из них: код временного интервала - младшие 14 разрядов, признак информации - 15-й разряд.
7. Команды КАМАК:
 $NA(0)[F(0)+F(2)]$ - чтение информации о событии "Старт" или "Ворота" (нулевой код), $X = I, Q = I$.
 $NA(1...15)[F(0)+F(2)]$ - чтение информации о событиях "Стоп", $X = I, Q = I$.
 $NA(0)F(8)$ - проверка запроса "L", $X = I, Q = L$.
 $NA(0)F(10)S2$ - сброс запроса "L", $X = I, Q = 0$.
 $(z+c)S2$ - общий сброс, установка преобразователя в начальное состояние.
8. Питание: -6В - 1,8 А, +6В - 0,35 А.
9. Ширина блока - 1 м.

В заключение авторы выражают благодарность В.М.Гребенку за стимулирующие дискуссии.

Литература

1. Климов А.И., Меленко Е.А., Морозов А.Г. - ПТЭ, 1975, № 3, с.95.
2. Валуев Д.М., Гребенек В.М., Зинев В.Г. - ПТЭ, 1976, № 2, с.57.
3. Гребенек В.М., Зинев В.Г., Селиков А.В. Сообщение ОИЯИ I3-82-713, Дубна, 1982.
4. Бессонова Н.А. и др. Препринт ИАЗ-4237/14, Москва, 1985.
5. Давыдович В.В., Новиков Е.В. - ПТЭ, 1987, № 3, с.7.
6. Селиков А.В. Сообщение ОИЯИ I3-81-844, Дубна, 1981.
7. Зинев В.Г., Селиков А.В. - ПТЭ, 1985, № 1, с.110.

Рукопись поступила в редакцию 8 июля 1988 года.

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Зинов В.Г., Селиков А.В.

P10-88-505

Многоstopовый преобразователь время — код

Описывается многоstopовый преобразователь время — код счетно-импульсного типа преобразования. Устройство позволяет определять временные положения от 1 до 15 импульсов "Стоп" относительно стартового сигнала с разрешением 5 нс и мертвым временем 40 нс. Максимальная частота тактовой серии 200 МГц. Дифференциальная нелинейность преобразователя при максимальной тактовой частоте $\pm 0,5\%$. Разрядность выходного кода временного интервала 14. Прибор выполнен в виде блока КАМАК единичной ширины.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод О.С.Виноградовой

Zinov V.G., Selikov A.V.

P10-88-505

A Multi-Stop Time-to-Code Converter

A multi-stop time-to-code converter of the counting-pulse type is described. The device allows one to determine time position of 1-15 pulses "Stop" with regard to the start signal with a resolution of 5 ns and dead time of 40 ns. The maximum frequency of a clock-period series is 200 Hz. The differential non-linearity of the converter at the maximum clock frequency is $\pm 0.5\%$. The output code of the time interval is of 14 bits. The device is made as a CAMAC block of a unit width.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988