

объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

6315/83

13-83-478

Ю. И. Романов

УСТРОЙСТВО СИНХРОНИЗАЦИИ
ИОННОГО ИСТОЧНИКА

Направлено в журнал
"Приборы и техника эксперимента"

1983

Для синхронизации режимов технологических систем электрофизических установок /ЭФУ/ необходимы многоканальные таймерные устройства /ТУ/ ^{1-3/}. Основным назначением их является формирование в соответствии с программой исследования временных сигналов, которые требуется затем передавать с потенциала "Земля" на ЭФУ, установленные на высоковольтном терминале /например, ионные источники/. Эта задача сопряжена с определенными трудностями:

а/ источник ионов находится в радиационной зоне, под потенциалом ~700 кВ относительно земли, что определяет повышенные требования к выбору и надежности каналов связи;

б/ многоканальность ТУ усложняет визуальный контроль временных установок пусковых сигналов, требует согласования режимов работы средств отображения информации с возможностями оператора.

Таким образом, в процессе изготовления устройства синхронизации /УС/ ЭФУ необходимо:

1/ создать помехоустойчивую и непроводящую линию передачи цифровых сигналов на ионный источник;

2/ разработать специализированный таймер с необходимым количеством цифровых каналов задержки;

3/ использовать стандартные средства вывода информации.

В связи с постоянным усовершенствованием оборудования УС должно иметь модульный характер для сохранения возможности дальнейшей его модернизации. Модульный характер достигается путем применения электроники КАМАК, которая позволяет автоматизировать сбор и регистрацию временного положения пусковых сигналов, организовать ввод требуемой оператору информации как по командам КАМАК, так и вручную с передней панели таймера. В сочетании с современным средством отображения информации - дисплеем такая возможность позволит в значительной степени удовлетворить возросшие требования дежурного оператора к УС.

Изготовленное в соответствии с требованиями, рассмотренными выше, УС включает в себя:

1/ 10-канальную волоконно-оптическую линию связи /ВОЛС/;

2/ 10-канальное таймерное устройство /ТУ/;

3/ систему чтения информации с выводом на дисплей.

УС ЭФУ изготовлено в модулях стандарта КАМАК и размещено в трех крейтах /рис.1/.

10-канальная ВОЛС возникла в результате продолжения работ ^{4-6/}, направленных на создание многоканальной быстродейст-

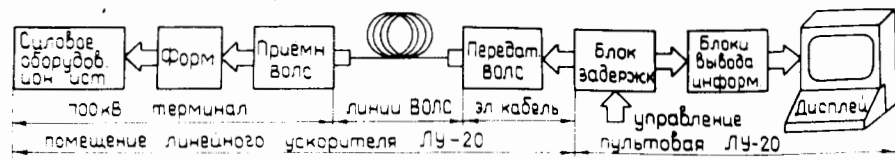


Рис.1. Размещение оборудования устройства синхронизации /структурная схема УС/.

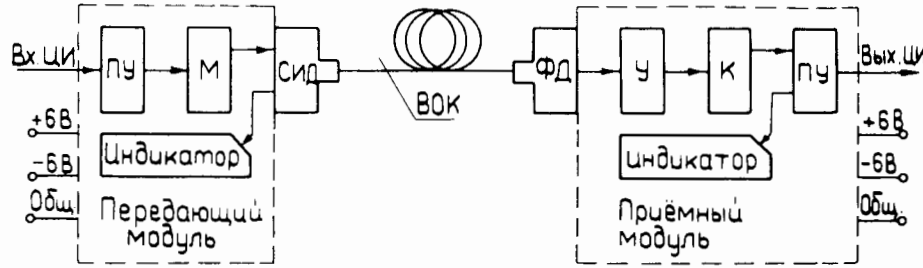


Рис.2. Структурная схема канала ВОЛС.

вующей аппаратуры связи с высокой помехозащищенностью. Она состоит из:

- а/ 6 канальных передатчиков сигналов /СПДС 04/ - 2 блока;
- б/ 6-канальных приемников /6ПМС-04/ - 2 блока;
- в/ 10-жильного волоконно-оптического кабеля /ВОК/ длиной 10 м.

При изготовлении ВОЛС для передачи сигналов синхронизации ионного источника использовано характерное для внутриобъектовых линий связи сочетание GaAs-светодиода, р-п фотоприемника и многомодового ВОК, что обеспечивает низкую стоимость, долговечность и надежность устройств. Блок-схема канала ВОЛС приведена на рис.2.

Цифровая информация /ЦИ/ через преобразователь уровней /ПУ/ поступает в модулятор /М/ передающего модуля. В качестве передатчика используется светоизлучающий диод /СИД/, излучение которого модулируется входным сигналом. Модулированный луч света вводится в волоконно-оптический кабель для переноса информации на приемную часть схемы. В приемном модуле фотодетектор /ФД/ преобразует модулированные сигналы в фототок.

Усилитель /У/ преобразует фототок в напряжение, достаточное для возбуждения компаратора /К/. Последний подключен к преобразователю уровней /ПУ/, что позволяет на выходе приемника воспроизводить информацию в стандарте TTL или NIM. Контроль прохождения информации осуществляется при наличии в каждом канале индикации.

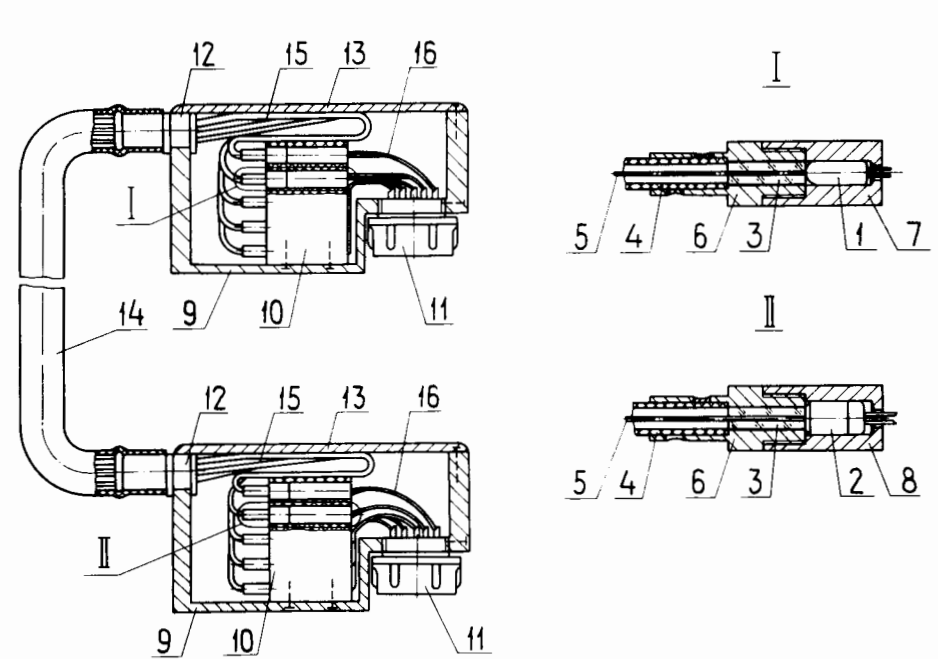


Рис.3. 10-жильный кабель ВОЛС с оптоэлектронными преобразователями: 1 - светодиод; 2 - фотоприемник; 3 - капилляр стеклянный; 4 - защитная оболочка световода; 5 - световод; 6 - втулка капилляра; 7 - втулка светодиода; 8 - втулка фотоприемника; 9 - корпус разъема; 10 - обойма; 11 - вилка разъема; 12 - патрубок; 13 - крышка; 14 - защитная оболочка кабеля; 15 - петля укладки световода; 16 - электрические выводы оптопреобразователей.

Электрическая часть приемников и передатчиков ВОЛС смонтирована в блоках механического стандарта КАМАК двойной ширины. В одном таком блоке размещается 6 передатчиков или 6 приемников. В качестве линии связи использованы "сверхпрозрачные" волокна типа кварц-кварц с затуханием 13 дБ/км. Диаметр световодной жилы составляет 60 мкм при полном диаметре волокна /с балластными слоями/ - 150 мкм. Торцы световодной жилы соединены с концами оптоэлектронными преобразователями^{4/}. Конструктивно они оформлены как автономные устройства, соединенные с аппаратурой с помощью многоконтактных электрических разъемов /рис.3/, расположенных на лицевых панелях блоков.

При использовании вышеназванных световодов конструкция многоканальных электрооптических соединителей достаточно проста, потери на стыке "оптоэлектронный преобразователь - волокно" за счет неразъемного оптического контакта достаточно малы и состав-

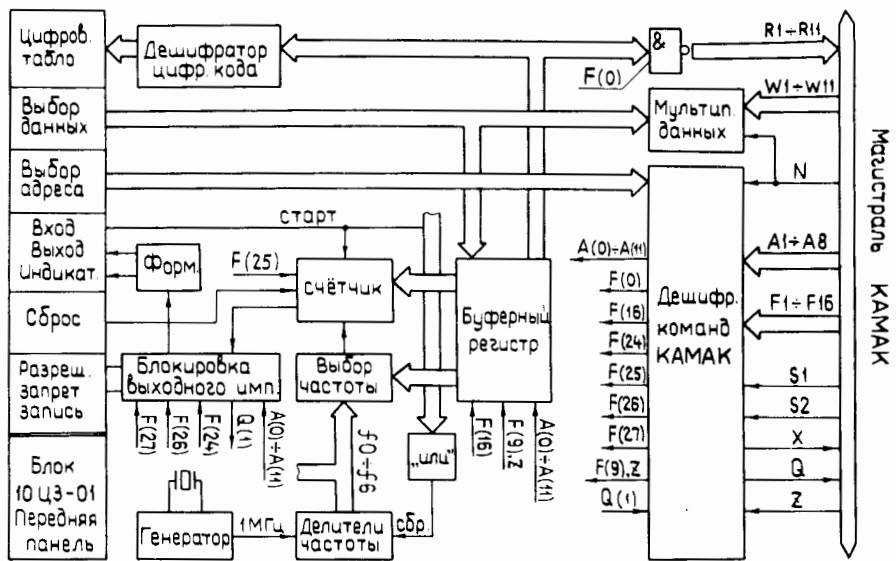


Рис.4. Структурная схема таймера 10ЦПЗ-01.

ляют 1,0±1,5 дБ. Использование двух блоков 6-канальных передатчиков и двух блоков 6-канальных приемников, работающих с 10-жильным ВОК, позволило вопросы резервирования каналов решить за счет аппаратных средств. Для проверки функционирования каналов связи передатчики снабжены встроенным генератором сигналов.

Созданный автором многоканальный программно-управляемый таймер 10ЦПЗ-01* /рис.4/ отличается от аналогичных устройств /3/ более простой электрической схемой, использованием широкопространственных компонентов среднего уровня интеграции, более гибким логическим построением, позволяющим включать каналы задержек как параллельно, с работой от общего запуска, так и последовательно без потери точности временной привязки к запускающему импульсу.

Таймер включает в себя дешифратор функций КАМАК, кварцевый генератор $f_{\Gamma} = 1$ МГц с делителями опорной тактовой частоты, мультиплексор данных и 10 независимых каналов задержки с рабочим диапазоном 1 мкс ± 99 с. Каждый из них состоит из 11-разрядного буферного регистра, двух установочных счетчиков, 7-канального коммутатора, осуществляющего выбор необходимой опорной частоты, схемы выдачи выходного сигнала и формирователя. Величина задержки в каждом канале определяется делителями частоты и вы-

*10ЦПЗ-01 - 10 цифровых программно-управляемых задержек.

ходным кодом программных переключателей. Делители частоты построены на последовательно включенных десятичных счетчиках со сбросом по сигналам внешнего запуска. Они формируют импульсы дискретного ряда частот, определяющие значение показателя степени $K (0 \div 6)$. Выбор частоты импульсной последовательности производится коммутатором. Выражение для временной задержки T_3 может быть представлено в виде

$$T_3 = T_0 + N_{\Sigma} \cdot T_{\Gamma} \cdot 10^K \pm 0,5 T_{\Gamma}, \text{ с.}$$

где T_0 - начальная нерегулируемая задержка, которая зависит от времени задержки включения и выключения интегральных микросхем; N_{Σ} - число импульсов, записанное в счетчике импульсов, которое может принимать значения в интервале 0÷99; T_{Γ} - период следования импульсов задающего генератора, $T_{\Gamma} = 1 \cdot 10^{-6}$ с /последний член формулы определяет нестабильность привязки к запускающему импульсу/; K - коэффициент деления частоты задающего генератора. Следовательно, минимальная задержка $T_{3 \text{ мин.}} = T_0$, а максимальная $T_3 = 99$ с.

В 11-разрядном буферном регистре хранятся /в двоично-десятичном коде/ величины:

- а/ устанавливаемое время задержки /8 младших разрядов/;
- б/ показатели степени /3 старших разряда/.

Устанавливаемая задержка фиксируется цифровым индикаторным табло. Обработка времени задержки осуществляется в счетчике предустановки в результате обратного счета тактирующих импульсов по сигналу внешнего запуска. Когда содержимое счетчика становится равным нулю, выдается выходной сигнал и запрещается подача тактовых импульсов. Счетчик ожидает прихода очередного сигнала запуска для следующего цикла работы.

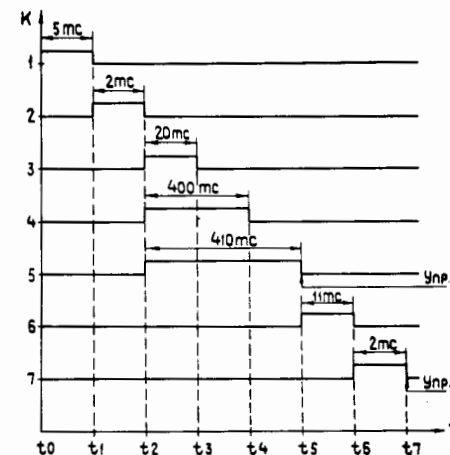


Рис.5. Временные диаграммы работы ионного источника.

В блоке задержки три канала из десяти снабжены дополнительными входами для подачи импульсов внешней синхронизации (управление "срывом" задержки) /рис.5/. Наличие такого управления позволило расширить функциональные возможности этих каналов, превратив их в "детекторы пропущенных импульсов". Так, при изменении частоты запуска или исчезновении импульса происходит переключение уровня выходного сигнала. Получаемые при этом величины задержек индицируются на экране дисплея, что позволяет легко и удобно контролировать поступление импульсов 5

синхронизации от ЛУ-20 /"Запуск импульсного клапана", "Инжекцию ионов в линейный ускоритель", "Запуск источника"/.

Один из каналов задержки включался по схеме "выход на вход" и работал как синхронизируемый генератор импульсов запуска таймера. Для защиты от ложных импульсов вход "Синхронизация" этого канала имеет "ворота". После прихода опережающего импульса вход канала блокируется на время $T = 1 \div 15$ с, устанавливаемое при помощи потенциометра, расположенного на задней панели блока. Каналы задержек в блоке могут включаться как последовательно, так и параллельно с работой от общего запуска. Во время сеанса для удобства работы использовалось комбинированное включение: часть каналов задержки включалась последовательно, а часть - параллельно. При этом реализовывалась максимальная точность установки задержки ± 500 нс.

Блок таймер имеет следующие технические параметры:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Число каналов | - 10 |
| 2. Диапазон изменения задержек выходного сигнала | - $1 \text{ мкс} \div 99 \text{ с}$ |
| 3. Шаг изменения задержки от максимального значения | - 1% |
| 4. Нестабильность "привязки" временной задержки /B3/ | - $\pm 500 \text{ нс}$ |
| 5. Температурный коэффициент неустойчивости B3 | - $\pm 0,5 \text{ нс}/^\circ\text{C}$ |
| 6. Зависимость длительности B3 от напряжения питания | - $1 \text{ нс}/100 \text{ мВ}$ |
| 7. Длительность выходного импульса B3 | - 500 нс |
| 8. Уровень выходного импульса соответствует стандарту | - TTL |
| 9. Ширина блока | - 6 М |
| 10. Питание | + 6 В; 3,7 А. |

КАМАК-команды

NA(15)F(9)S2+ZS2	Общий сброс буферных регистров
NA(K)F(16)S1	Запись в буферный регистр $K = 0 \div 11$
NA(K)F(0)	Чтение буферного регистра
NA(K)F(24)S1	Запрет выхода канала
NA(K)F(26)S1	Разрешение выхода канала
NA(K)F(27)	Проверка разрешения выхода канала: $Q = 0$ - запрет; $Q = 1$ - разрешение
NA(15)F(25)S1	Общий запуск всех каналов.

На рис.6 показан внешний вид отдельных блоков УС: таймера, передатчиков, приемников и десятимерного кабеля ВОЛС с оптоэлектронными преобразователями.

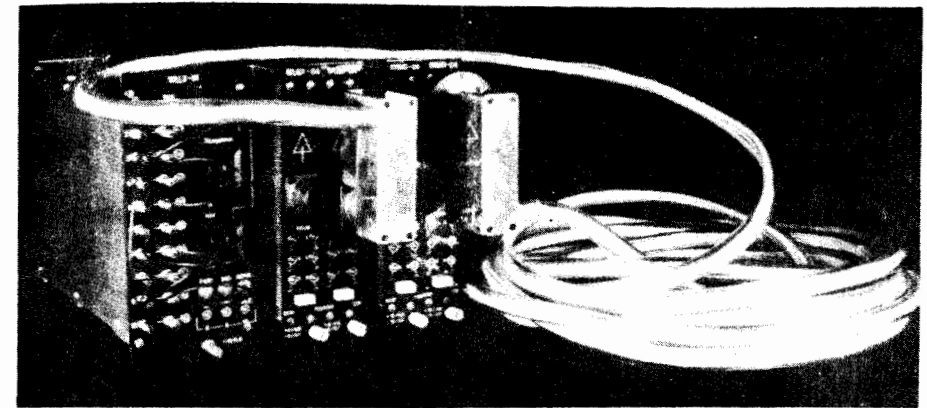


Рис.6. Таймер и блоки ВОЛС.

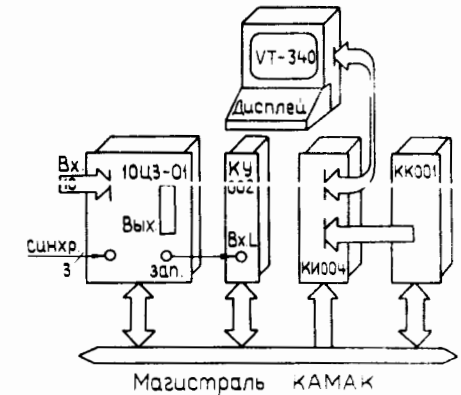


Рис.7. Структурная схема организации считывания информации.

На рис.7 показана структурная схема организации считывания временного положения пусковых сигналов с выводом информации на алфавитно-цифровой дисплей. Система основана на использовании контроллера, осуществляющего только операцию чтения. Программно-управляемые модули связаны с программным контроллером магистралью каркаса КАМАК, а модуль вывода информации на дисплей, кроме того, - внешней магистралью адресов и данных.

Цикл чтения информации осуществляется следующим образом. Поступление на внешний вход блока КУ 002^{7/} запускающего импульса от таймера 10Ц3-01 приводит к появлению на магистрали каркаса сигнала L, по которому контроллер КК 001^{8/} начинает последовательное чтение информации в режиме сканирования адресов со всех блоков каркаса. По командам Q·S1 с магистрали блок

связи КИ 004^{19/} принимает: а/ номер станции от контроллера /в двоичном коде/; б/ подадрес с шин А1÷А8; в/ данные с шин R1÷R16. Принятая информация преобразуется в блоке в двоично-десятичный код и выводится на алфавитно-цифровой дисплей "Ви-деотон-340" /ВНР/. Последний должен находиться в режиме он-лайн и подавать сигнал DMDI. На экран дисплея в одну строку выводятся 4 десятиразрядных числа. При работе с источником "Крион-1"^{10/} всего выводилось 16 чисел в 4 строки: число, месяц, год, 10 задержек и 3 "срыва" задержки. На незанятую площадь экрана с клавиатуры дисплея выводилась прочая служебная информация.

Устройство синхронизации показало себя удобным и надежным в эксплуатации. Оно позволило существенно упростить процесс настройки режимов работы источника "Крион-1"^{10/}, а также производить визуальный контроль синхронизации и управления.

В заключение автор благодарит Л.П.Зиновьева и М.А.Воеводина за постановку задачи и постоянный интерес к ней, В.П.Вадеева за всестороннюю помощь и полезные обсуждения, Ю.В.Гусакова за участие в разработке конструкции электрооптического соединителя и П.Н.Буйлова за монтаж блоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов Ю.И. и др. ОИЯИ, 13-9114, Дубна, 1975.
2. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-10103, Дубна, 1976.
3. Хоанг Као Зунг и др. ОИЯИ, 13-81-708, Дубна, 1981.
4. Романов Ю.И. и др. ОИЯИ, 9-82-177, Дубна, 1982.
5. Романов Ю.И. и др. ОИЯИ, 9-83-317, Дубна, 1983.
6. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-82-279, Дубна, 1982.
7. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8114, Дубна, 1974.
8. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-7332, Дубна, 1977.
9. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-9479, Дубна, 1976.
10. Донец Е.Д. и др. ОИЯИ, P7-80-515, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
7 июля 1983 года.

Романов Ю.И. 13-83-478
Устройство синхронизации ионного источника

Представлены структурные схемы устройств, краткое описание и основные характеристики блоков многоканальной аппаратуры синхронизации ионного источника "Крион-1", установленного на высоковольтном терминале. Особенностью ее конструкции является использование дисплея VT-340 для регистрации временных сигналов и волоконно-оптических линий связи для управления работой ионного источника.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Romanov Yu.I. 13-83-478
Apparatus for the Ion Source Synchronization

Block-diagrams, a brief description and main characteristics of the multichannel apparatus for synchronization of the source "KRION-1" are presented. This ion source is counted on a high-voltage terminal. The main feature of this setup is the use of fibre optical lines and a VT-340 display for control of time signals transferred to the ion source.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод автора