

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

С 841

P10-88-856

О.В.Стрекаловский, Г.Ренц

ВОСЬМИКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОАНАЛОГОВЫЙ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С УПРАВЛЕНИЕМ
ПО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОМУ КАБЕЛЮ
ПЦО 11К

1988

Использование для передачи информации волоконно-оптических кабелей имеет определенные преимущества по сравнению с кабельными системами¹¹. Целый ряд систем с применением световодов создан в физических институтах^{12,13,14}, ряд разработок освоен отечественной промышленностью^{15,16,17}.

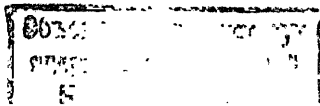
При создании экспериментальных установок необходимо управлять разнообразными параметрами, такими, как давление газа в реакционном объеме, значение отклоняющего тока в фокусирующих магнитах, скорость протока газа в детекторах и т.д. Часто управляемый параметр можно однозначно связать с аналоговым напряжением на входе устройства. Изменение этого входного напряжения влечет за собой требуемое изменение выбранного параметра. Причем в реальных условиях ядерно-физического эксперимента накладываются дополнительные требования — управляющая ЭВМ находится на удалении от объекта управления, на кабельные трассы влияют сильные электромагнитные поля от работающих ускорителей, "нулевые" потенциалы объекта управления и ЭВМ различны.

Восьмиканальный цифроаналоговый преобразователь в конструктиве КАМАК с управлением по волоконно-оптическому кабелю ПЦО 11К предназначен для работы в составе подобных систем управления.

Основой преобразователя является промышленное устройство "Электроника МС8401"¹⁵. Поскольку данное сообщение для пользователей является своеобразной инструкцией по применению блока ПЦО11К, авторы при описании функционирования и принципиальных схем ПЦО11К сочли необходимым включить в сообщение описание работы системы "Электроника МС8401". Приведенная в статье схема приемника МФ-8-3 и значительная часть схемы ПЦО 11К не являются разработкой авторов, лишь добавивших к системе "Электроника МС8401" возможность параллельного внешнего управления и установление требуемого напряжения на аналоговых выходах в момент включения питания. В сообщении блок ПЦО 11К описывается в дальнейшем без выделения части, относящейся к системе "Электроника МС8401".

Основные параметры блока следующие:

— число аналоговых выходов	8
— диапазон	от -10,235 В до +10,240 В
— число управляющих разрядов	11 + знак
— значение единицы младшего разряда	5 мВ
— абсолютная погрешность в конечных точках шкалы	± 50 мВ



— управление:

- а) по волоконно-оптическому кабелю длиной до 300 м;
- б) с помощью параллельного потенциального кода

— конструктив: модуль КАМАК двойной ширины.

Для управления блоком ПЦО 11К используется выходной регистр в стандарте КАМАК КЛ11К^{1/8} и оптопередатчик КО 01К^{1/4}. Управляющие коды на шинах записи W имеют следующие значения:

шина W	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	упр.	канал	знак	ст. р.	данные	мл. р.										

Разряды с 1 по 11 определяют значение напряжения на выходе выбранного канала, причем младшим разрядом является первый. Разряд 12 определяет знак выходного напряжения (0 — положительные, 1 — отрицательные значения). В разрядах 13, 14, 15 задается параллельный двоичный код подключенного канала блока ПЦО 11К (при подаче нулевого кода подключен восьмой канал). Для того, чтобы начать работать с блоком, следует в 16 разряд записать сначала ноль, а затем единицу. Такой перепад необходим для того, чтобы выключить триггер блокировки выбора цифроаналоговых преобразователей в блоке, который устанавливается во время включения питания крейта. В таблице приведены значения выходных напряжений в зависимости от управляющих кодов.

Таблица

Напряжения на выходе ЦАП в зависимости от значений управляющего кода

Данные																$U_{\text{вых}}$	$U_{\text{вых}}/V$
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					$U_{\text{оп}}$	10,24
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0					$2^0 * U_{\text{мл.р.}} + U_{\text{мл.р.}}$	0,010
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$U_{\text{мл.р.}}$	0,005
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					$-U_{\text{мл.р.}}$	-0,005
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					$-2^1 * U_{\text{мл.р.}}$	-0,010
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					$-U_{\text{оп}} + U_{\text{мл.р.}}$	-10,235

Блок ПЦО11К предназначен для преобразования получаемой по волоконно-оптическому тракту последовательной информации в аналоговые сигналы. Основой блока является устройство "Электроника МС 8401"^{1/5}. Блок-схема ПЦО11К приведена на рис.1. Промодулированный световой поток попадает на квантово-электронный преобразователь (КЭП), преобразовывается в импульсы электрического тока, кото-

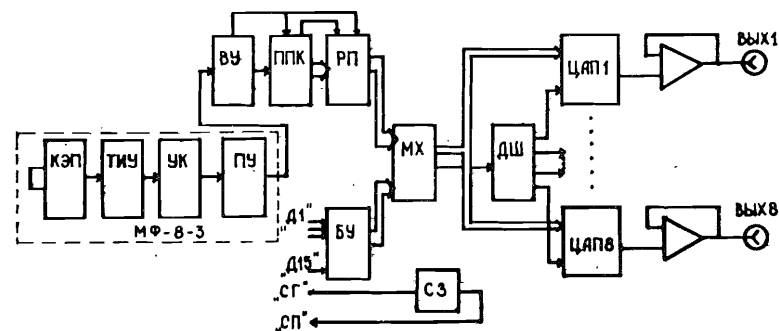


Рис.1. Блок-схема восьмиканального ЦАП ПЦО 11К.

рые далее поступают на вход трансимпедансного усилителя (ТИУ). Усилитель-корректор (УК) и пороговое устройство восстанавливают форму сигнала до уровней. С приемника МФ-8-3 снимается сигнал в коде "Манчестер"^{1/9}, который поступает на входное устройство (ВУ), служащее для преобразования кода "Манчестер" в последовательный код NRZ (код без возврата к нулю), а также для выделения из данной цифровой последовательности тактовой частоты. Преобразователь последовательного кода в параллельный (ППК) формирует из последовательного формата цифровых данных, поступающих из ВУ в NRZ-коде, шестнадцатиразрядный параллельный код и выделяет импульсы записи. Регистр памяти (РП) предназначен для записи и хранения информации, поступающей из ППК. Мультиплексор (МХ) нужен для подключения к шинам данных цифроаналоговых преобразователей и адресным входам дешифратора (ДШ) управляющих кодов либо с РП, либо с разъема на лицевой панели блока ПЦО11К. По этому разъему возможно управление цифроаналоговыми преобразователями не по волоконно-оптическому тракту, а с помощью параллельного потенциального кода, вырабатываемого каким-либо внешним устройством, например регистром в стандарте КАМАК КЛ11К^{1/8}. Этот режим работы удобен при настройке, но может иметь и самостоятельное значение. Выбор режима осуществляется переключателем на задней панели блока.

Принципиальная схема приемника МФ-8-3 приведена на рис.2. Промодулированный световой поток, попадая на светочувствительную площадку фотодиода, преобразуется в электрический ток. Широкополосный трансимпедансный усилитель служит для преобразования сигнала в интегрированное напряжение. Он построен на транзисторах КП312 и КТ368. Усилитель-корректор сделан на базе микросхемы К171УВ2. Окончательное формирование сигнала осуществляет ПУ на базе компаратора КР597СА2, включенного по схеме триггера Шмитта.

Принципиальная схема блока ПЦО11К приведена на рис.3. Информация в коде "Манчестер" с выхода блока МФ-8-3 поступает на разъем

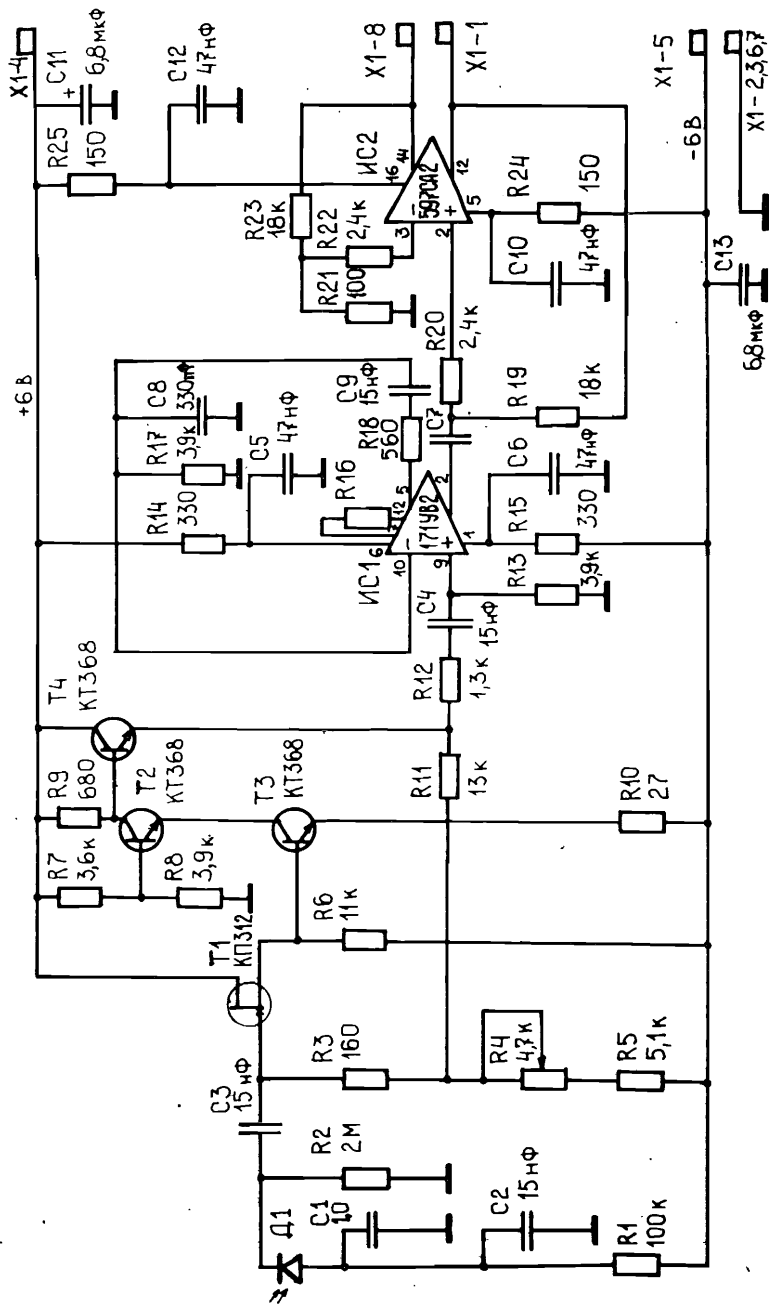


Рис. 2. Приемник для работы с волоконно-оптическим кабелем МФ-8-3.

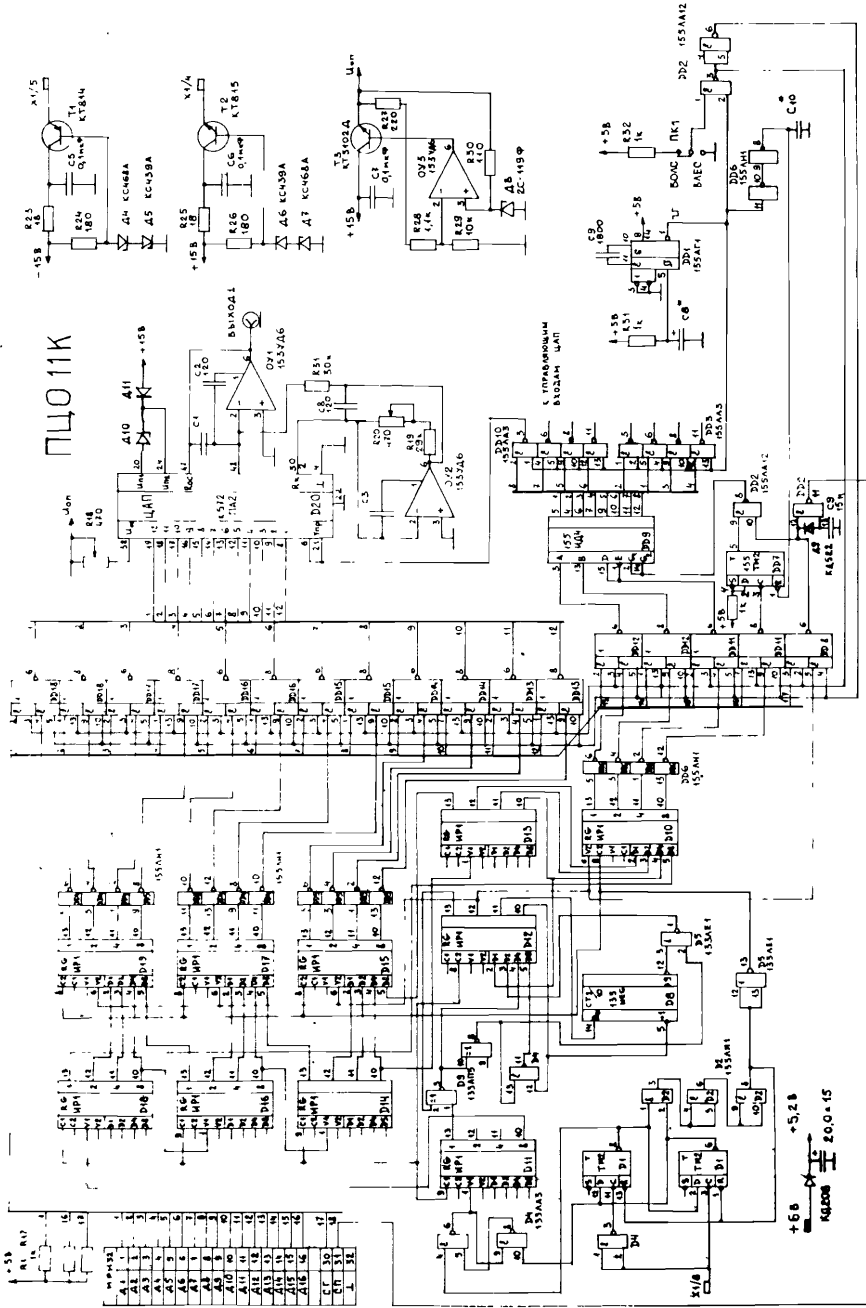


Рис. 3. Блок ПЦО 11К. Принципиальная схема.

X1/8. Преобразование кода "Манчестер" в код NRZ выполнено на микросхемах Д1—Д4. С выхода интегральной схемы (и.с.) Д5/13 выделенная тактовая частота передатчика $F = 8$ МГц подается на тактовые входы сдвиговых регистров 13ЗИР1. На вход Д11/1 20-разрядного сдвигового регистра Д18, Д16, Д14, Д13, Д11 поступает последовательная информация в формате NRZ и под управлением сдвиговых импульсов происходит его заполнение. При заполнении сдвигового регистра и с приходом следующего тактового импульса на выходе Д13/10 появляется импульс, сигнализирующий о начале информационной посылки. На вход и.с. Д9/2 подается информация, задержанная на время передачи всех 20 информационных битов передаваемого кода в сдвиговом регистре (2,5 мкс), а на вход Д9/1 — непосредственно входная информация, и происходит сравнение каждого принимаемого бита. При равенстве задержанной и непосредственной информации разрешается прохождение тактовых импульсов на выход и.с. Д4/11 и счетчик тактов Д8. Каждый двадцатый такт, отсчитанный этим счетчиком, является сигналом занесения информации из сдвигового регистра в регистр памяти РП на и.с. Д00, Д15, Д17, Д19. Если в линии передачи или в приемном устройстве произойдет сбой информации, то счетчик Д8 будет сброшен и импульс записи не возникает. Полученный параллельный код через мультиплексор ДД8, ДД11—ДД18 подается на магистраль, объединяющую входы для данных 8 цифроаналоговых преобразователей К572ПА2А, а 13, 14 и 15 разряды — на дешифратор ДД9.

Интегральный ЦАП К572ПА2А — это 12-разрядный умножающий цифроаналоговый преобразователь с токовым делителем типа R-2R и МОП-управляющими ключами. Для получения весовых токов используется резистивная матрица, элементы которой подобраны так, что при любой комбинации включенных разрядов нагрузка для источника опорного напряжения неизменна и равна $2R$. Дифференциальная нелинейность ЦАП К572ПА2А $\pm 0,025\%$, погрешность коэффициента преобразования $\pm 0,05\%$, время установления выходного тока 15 мкс¹⁰.

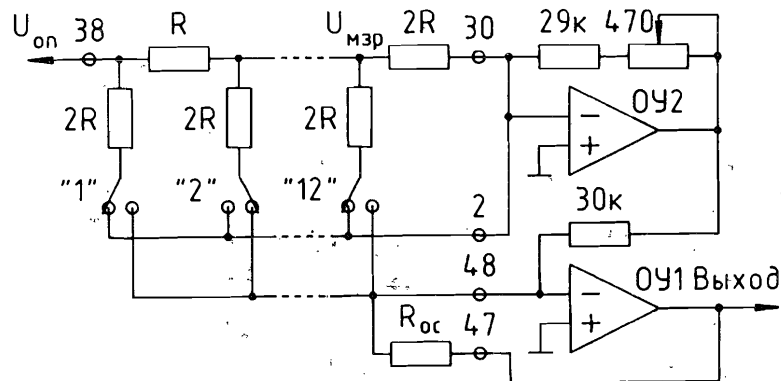


Рис.4. Логика работы цифроаналогового преобразователя.

Интегральный ЦАП К572ПА2А включен по схеме четырехквadrантного умножения с улучшенной стабильностью нуля¹¹. Старший разряд используется в качестве знакового. Схема работает следующим образом (рис.4). Общая точка внутреннего резистивного делителя (вывод 30) подсоединена к выходу токовых ключей (вывод 2). Операционный усилитель ОУ1 суммирует напряжения включенных разрядов ЦАП и напряжение на выходе ОУ2 и с коэффициентом усиления $-1/2$ передает на выход схемы. Напряжение на выходе инвертирующего усилителя ОУ2 складывается из напряжений, соответствующих не включенным разрядам ЦАП, и всегда подключенного значения, равного весу единицы младшего разряда $U_{мл.р.}$. Таким образом, выходное напряжение равно:

$$U_{вых.} = -1/2 * (U_{включ.} - (U_{выключ.} + U_{мл.р.})).$$

Так как всегда

$$U_{вкл.} + U_{выкл.} = 2U_{оп} - U_{мл.р.},$$

получается

$$U_{вых.} = -U_{оп} + U_{выкл.} + U_{мл.р.}$$

Значения выходных напряжений, соответствующих управляющим кодам, приведены в таблице.

Для того, чтобы в момент подачи питающего напряжения на блок ПЦО11К уровни выходных сигналов устанавливались в определенное значение, на выходе одновибратора ДД1 при включении формируется импульс, разрешающий запись информации с входного разъема на лицевой панели блока одновременно во все ЦАП. Это позволяет устанавливать любое задаваемое пользователем начальное значение выходных напряжений в момент включения блока (в режиме работы по волоконно-оптическому кабелю). Для совместной работы с блоком КЛ11К на и.с. ДД2/11 формируется сигнал "Слово принято" (СП), являющийся задержанным сигналом "Слово готово" (СГ), приходящим с блока КЛ11К. Следует следить за тем, чтобы смена информации на входе передатчика К001К¹⁴, передающего сигналы по волоконно-оптическому кабелю для управления ЦАП, не была чаще 5 мкс. Более быстрая работа приводит к тому, что схема защиты от ошибок в блоке ПЦО11К не будет выработать сигнал занесения в регистр памяти и управляющие коды не изменятся. Переключатель на задней панели блока служит для выбора режима работы: управление по волоконно-оптическому тракту, либо с разъема на лицевой панели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Элион Г, Элион Х. – Волоконная оптика в системах связи. М.: Мир, 1981.
2. Романов Ю.И. и др. – ОИЯИ, 13-82-279, Дубна, 1982.
3. Вагов В.А. и др. – ОИЯИ, 10-82-430, Дубна, 1982.
4. Стрекаловский О.В., Челноков Л.П. – ОИЯИ, P10-86-269, Дубна, 1986.
5. Ананян М.А., Турсуков И.И. – Электронная промышленность, 1984, № 3, с.27.
6. Ананян М.А., Мельникова О.В. – Электронная промышленность, 1984, № 4, с.32.
7. Баронец В.Д. и др. – Микропроцессорные средства и системы, 1986, № 2, с.43.
8. Смирнов В.И. и др. – ОИЯИ, P13-86-256, Дубна, 1986.
9. Козанне А. и др. – Оптика и связь. М.: Мир; 1984.
10. Арсеньев В.М. и др. – Электронная промышленность, 1983, № 4, с.53.
11. Титце У., Шенк К. – Полупроводниковая схемотехника. М.: Мир, 1982, с.45Г.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 декабря 1988 года.

Стрекаловский О.В., Ренц Г. P10-88-856
Восьмиканальный цифроаналоговый преобразователь
с управлением по волоконно-оптическому кабелю
ПЦО-11К

Описывается восьмиканальный цифроаналоговый преобразователь в стандарте КАМАК, управляемый по волоконно-оптической линии связи. Блок разработан на базе серийной оптоволоконной системы "Электроника МС8401".

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод О.С.Виноградовой

Strekalowsky O.V., Renz G. P10-88-856
8-Channels Digital-Analog Converter PCO-11K,
Controlled by Fiber-Optical Link

8-channels digital-analog converter in CAMAC standard, which can be controlled by fiber-optical link, is described. This module is created on the base of manufactured by industrial fiber-optical system "Electronica MC8401".

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988