

Модуль резервированного оконечного устройства РОУ-144ТА

Модуль оконечного устройства предназначен для организации интерфейсных блоков, подключаемых к мультиплексному каналу (МК) MIL-STD-1553В (ГОСТ Р 52070-2003). Модуль реализует протокол работы оконечного устройства (ОУ) в соответствии с ГОСТ Р 52070-2003 и ориентирован на подключение к микроконтроллеру или простейшим устройствам (регистрам и т.п.). В функции РОУ-144ТА входит прием поступающих сообщений, определение их достоверности в соответствии с ГОСТ Р 52070-2003, автоматическое формирование и передача ответного слова, управление приемом и передачей слов данных (СД). Команды режима управления разделены на две группы. В одну группу входят команды, выполнение которых РОУ-144ТА выполняет автоматически. Вторая группа команд анализируется на достоверность и передается для дальнейшего выполнения в подсистему. На рис.1 приведены габаритные и установочные размеры и показано расположение выводов модуля. Описание выводов приводится в табл.1.

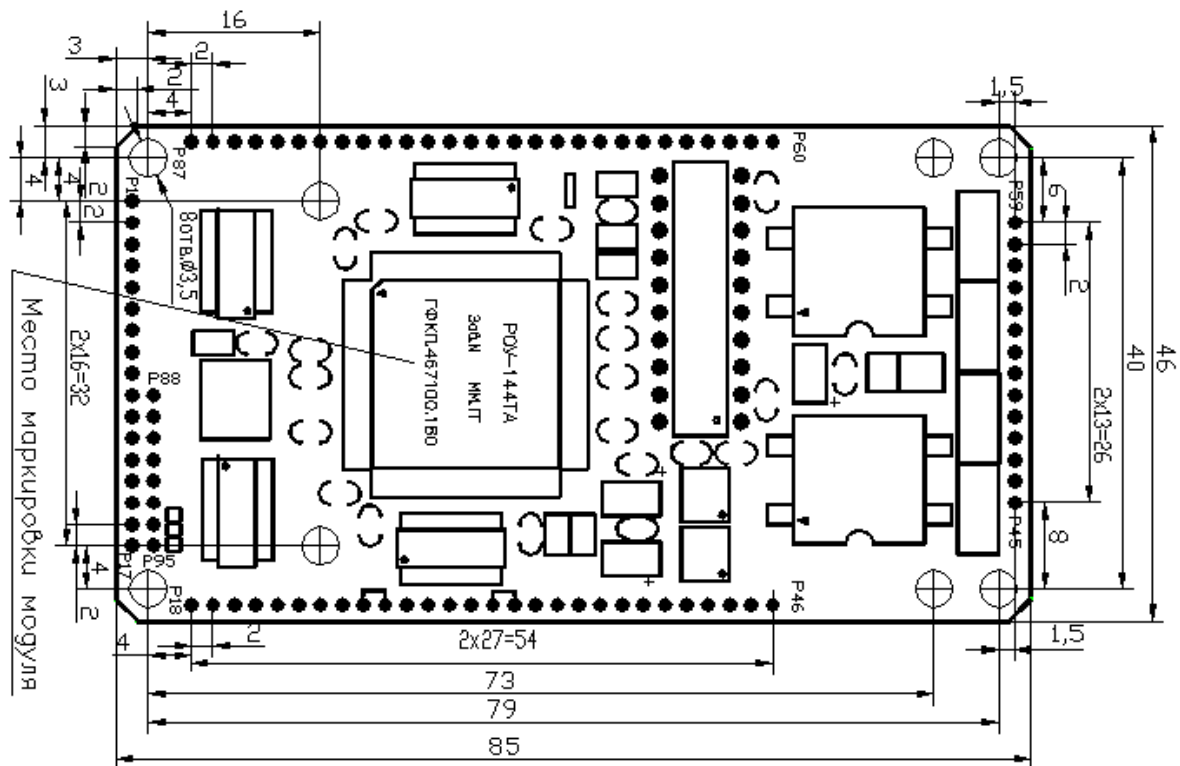


Рис.1

РОУ-144ТА является функциональным аналогом и может использоваться для замены модуля РОУ-144НТ.

Особенности модуля РОУ-144ТА:

- Возможно использование дополнительного ряда выводов P88 ...P95, необходимых для выполнения требований ГОСТ Р 52070-2003 и ГОСТ Р 51765-2001. Если устройство работает в рамках ГОСТ 26765.52-87 дополнительный ряд выводов может не устанавливаться.
- Имеется возможность подключения ПЗУ задания допустимости поступающей команды (п.5.3.3 ГОСТ Р 52070-2003).

Таблица 1.

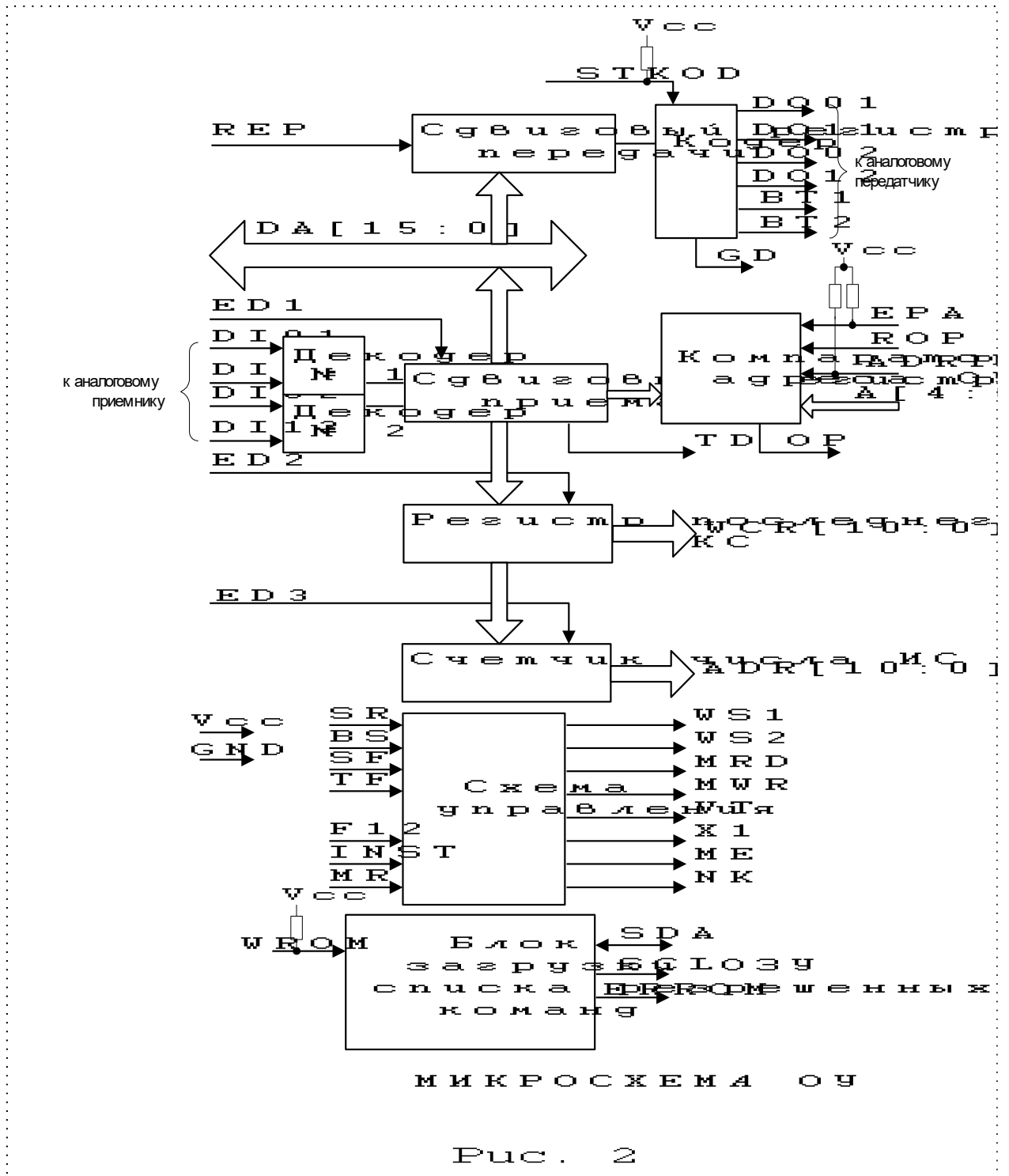
Вывод	№ вывода	Функциональное назначение	
D0	P1	Вход/выход 0-го (младшего) разряда	Шина данных
D1	P2	Вход/выход 1-го разряда	
D2	P3	Вход/выход 2-го разряда	
D3	P4	Вход/выход 3-го разряда	
D4	P5	Вход/выход 4-го разряда	
D5	P6	Вход/выход 5-го разряда	
D6	P7	Вход/выход 6-го разряда	
D7	P8	Вход/выход 7-го разряда	
D8	P9	Вход/выход 8-го разряда	
D9	P10	Вход/выход 9-го разряда	
D10	P11	Вход/выход 10-го разряда	
D11	P12	Вход/выход 11-го разряда	
D12	P13	Вход/выход 12-го разряда	
D13	P14	Вход/выход 13-го разряда	
D14	P15	Вход/выход 14-го разряда	
D15	P16	Вход/выход 15-го (старшего) разряда	
F12	P17	Выход генератора частоты 12 МГц (технологический вывод)	
ADR4	P18	Выход 4-го разряда	Адрес слов данных
ADR1	P19	Выход 1-го разряда	
ADR2	P20	Выход 2-го разряда	
ADR0	P21	Выход 0-го (младшего) разряда	
ADR10	P22	Выход 10-го (старшего) разряда	
WS1	P23	Выход "Принята команда управления" (L)	
WS2	P24	Выход "Принята команда приема/ передачи данных" (L)	
MWR	P25	Выход запроса записи слова данных (L)	
TDI	P28	Технологические выводы программирования микросхемы контроллера ОУ АРА075-PQ144 через JTAG интерфейс	
TMS	P29		
TDO	P30		
TCK	P31		
GD	P34	Контрольный выход сигнала передачи слова кодером (H)	
WCR10	P35	Выход 10-го (старшего) разряда	Регистр последнего командного слова
WCR9	P36	Выход 9-го разряда	
WCR8	P37	Выход 8-го разряда	
WCR7	P38	Выход 7-го разряда	
WCR6	P39	Выход 6-го разряда	
WCR5	P40	Выход 5-го разряда	
WCR4	P41	Выход 4-го разряда	
WCR3	P42	Выход 3-го разряда	
WCR2	P43	Выход 2-го разряда	
WCR0	P44	Выход 0-го разряда	
WCR1	P45	Выход 1-го разряда	

Таблица 1.(Продолжение)

Вывод	№ вывода	Функциональное назначение	
MK1B	P46	+	Выводы прямого подключения к МК (канал В)
MK4B	P49	-	
MK2B	P47	+	Выводы подключения к МК через согласующий трансформатор (канал В)
MK3B	P48	-	
MK1A	P56	+	Выводы прямого подключения к МК (канал А)
MK4A	P59	-	
MK2A	P57	+	Выводы подключения к МК через согласующий трансформатор (канал А)
MK3A	P58	-	
DOW	P60	Выход компаратора счетчика числа слов данных (Н)	
VT	P61	Выход индикации окончания приема достоверного сообщения (Н)	
ME	P62	Выход индикации ошибки сообщения (Н)	
NK	P63	Выход индикации номера активного канала (L-канал А, Н-канал В)	
INST	P64	Вход задания режима контроля аппаратного бита в КС (Н) **	
ROP	P65	Вход разрешения приема групповых команд (Н) **	
X1	P66	Выход индикации активного режима работы ОУ (Н)	
TF	P67	Вход установки бита "Неисправность ОУ" в ответном слове **	
TD	P68	Контрольный выход сигнала приема слова декодером (Н)	
SR	P69	Вход установки бита "Запрос на обслуживание" в ответном слове **	
SF	P70	Вход установки бита "Неисправность абонента" в ответном слове **	
BS	P71	Вход установки бита "Абонент занят" в ответном слове **	
ADR3	P72	Выход 3-го разряда	Адрес слов данных
ADR5	P73	Выход 5-го разряда	
ADR6	P74	Выход 6-го разряда	
ADR7	P75	Выход 7-го разряда	
ADR8	P76	Выход 8-го разряда	
ADR9	P77	Выход 9-го разряда	
MRD	P78	Выход запроса чтения слов данных (L)	
A3	P79	Вход третьего разряда **	Адрес ОУ в МК
A0	P80	Вход нулевого (младшего) разряда **	
A1	P81	Вход первого разряда **	
A2	P82	Вход второго разряда **	
A4	P83	Вход четвертого (старшего) разряда **	
MR	P84	Вход аппаратного сброса микросхемы (Н) **	
ED3	P85	Вход разрешения выдачи адреса по шине ADR[10:0] (L) **	
ED2	P86	Вход разрешения выдачи последнего КС по шине WCR[10:0] (L) **	
ED1	P87	Вход разрешения выдачи слов данных по шине DA[15:0] (L) **	
+5V	P26, P27, P55	Напряжение питания +5В	
GND	P32, P33, P50, P51	Цепь "Общий"	
+12V	P52	Технологические выводы программирования микросхемы контроллера ОУ АРА075-PQ144 через JTAG интерфейс	
-5V	P54		
NC	P53	Незадействованный вывод	
EPA	P88	Вход выбора алгоритма работы. L - ГОСТ Р 52070-2003. *	
ADRP	P89	Вход задания бита четности адреса ОУ в МК. *	
OP	P90	Выход индикации команд группового режима (Н).	
STKOD	P91	Вход запуска проверки блокировки непрерывной передачи.(L) *	
WROM	P92	Вход разрешения использования внешнего ПЗУ.(L) *	
SDA	P93	Вход/выход интерфейса подключения ПЗУ. *	

Таблица 1.(Продолжение)

Вывод	№ вывода	Функциональное назначение
SCL	P94	Вход/выход синхронизации интерфейса подключения ПЗУ.
ERR0M	P95	Выход индикации ошибки загрузки внешнего ПЗУ.
* - Допускается оставлять вход не подключенным.		
** - Не допускается оставлять вход не подключенным.		



На рис.2 приведена структурная схема БИС APA075-PQ144, реализующая функции управления ОУ. Микросхема контроллера ОУ включается в режим работы оконечного устройства при подаче питания. При этом адрес ОУ в МК определяется по входам A[4:0], а разрешение приема групповых команд определяется по входу ROP. Вход INST определяет режим использования аппаратного бита в системе (п. 4.4.1.4 ГОСТ Р 52070-2003).

Вход MR устанавливает ОУ в исходное состояние. После включения питания микросхема ОУ должна быть установлена в начальное состояние. Минимальная длительность сигнала MR – 300 нс.

Логический ноль на входе EPA определяет и некоторые особенности работы ОУ, определяемые ГОСТ Р 52070-2003 (см. табл. 2).

Таблица 2.

EPA=0 (ГОСТ Р 52070-2003)	EPA=1 или не подключен (ГОСТ 26765.52-87)
<p>При установленном на входе устройства бите BS, присоединенные слова данных в командах управления не принимаются и не передаются. Устанавливается бит BS в ответном слове. Исключение – команда «Передай последнее КС».</p> <p>Код 11110 в поле подадреса задает подадрес циркулярного возврата данных. При приеме команды с таким подадресом, на выходе ADR10, вне зависимости от направления передачи, при ED3=0 передается «0».</p> <p>Устройство использует вход ADRP для определения достоверности адреса, заданного по входам A[4:0]. Сумма значения сигнала ADRP и кода A[4:0] должна быть нечетной. Если это условие не выполняется, ОУ не реагирует на команды, поступающие из мультиплексного канала.</p>	<p>При установленном бите BS, блокируется прием и передача слов данных только форматов 1,2,3,7 и 8. Команды управления с присоединенными СД выполняются. Слова данных передаются и принимаются, бит BS в ОС выдается.</p> <p>При ED=0 на выход ADR10 передается значение бита прием/передача из командного слова.</p> <p>Вход ADRP не используется.</p>

Вход STKOD используется для проверки схемы блокировки непрерывной передачи. При STKOD=0 оконечное устройство, получив достоверное КС, начинает непрерывную передачу по той линии, по которой принято КС. Нормально работающее ОУ должно блокировать передачу не более чем через 780 мкс. Если эта функция не используется, вывод должен быть подключен к контакту +5V или оставаться не подключенным.

Вход WROM =0 определяет режим проверки всех поступающих команд на допустимость (п. 5.3.3 ГОСТ Р 52070-2003). Для проверки используется внутреннее ОЗУ микросхемы APA075-PQ144 емкостью 2Кх1, которое автоматически загружается по включению питания или сбросу. Загрузка осуществляется с использованием интерфейса I²C. Обращение производится к устройству с адресом 0. Производится чтение первых 256 байт. В последнем байте должна быть записана контрольная сумма массива. Код команды, определяемый 256-м байтом попадает на зону резерва команд управления ГОСТ Р 52070-2003. Поскольку список разрешенных команд управления задается встроенным ПЗУ микросхемы APA075-PQ144, содержимое бита 256 не влияет на алгоритм обработки КС. Используется упрощенная версия интерфейса I²C. Подключение дополнительных устройств и подстройка частоты не предусмотрена. Адрес EEPROM должен быть равен нулю.

На рисунке 3 поясняется соответствие разрядов командного слова адресу в EEPROM. Поскольку список допустимых команд режима управления реализован отдельно, информация, записанная в EEPROM по адресам, соответствующим всем нулям и всем единицам в поле подадрес/режим управления не используется и учитывается только при формировании контрольной суммы.

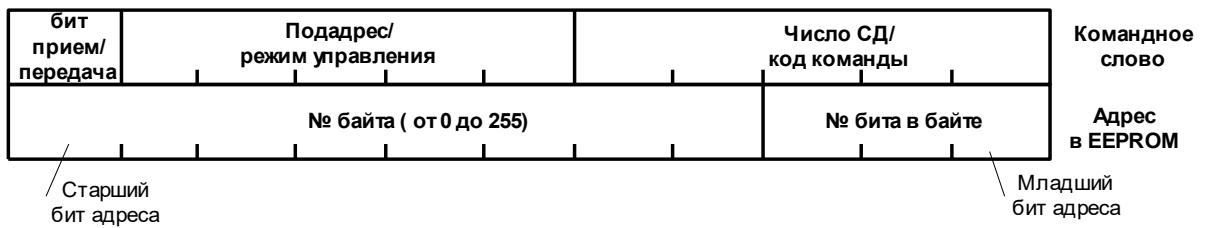


Рис. 3

После включения питания или формирования сигнала MR, оконечное устройство устанавливает сигнал ERR0M=1. После окончания загрузки, если не обнаружено ошибок и контрольная сумма совпала, устанавливается ERR0M=0. Скорость загрузки ОЗУ (сигнал SCL) составляет 375 КГц. Время загрузки 6.4 мс (от снятия сигнала MR до установки ERR0M=0). На рис. 4 приведен пример схемы подключения EEPROM 24LC64 к РОУ-144ТА. Во время записи информации в 24LC64 контакты JP6 должны быть замкнуты. Последовательность чтения информации из 24LC64 в РОУ144-ТА иллюстрируется на рисунке 5.

Если вход WROM не подключен, используется только внутреннее ПЗУ списка разрешенных команд управления. Оконечное устройство выдает ответное слово с установленным битом «ошибка в сообщении» на команды режима управления с неправильным сочетанием бита прием/передача, кода команды и признака групповой команды. Кроме того, аналогичная реакция на команду «Принять управление интерфейсом» и команды резерва.

Реакция РОУ144-ТА на команды режима управления

«К» - разряд прием/передача в КС
«Код» - Код команды в КС

Адресные команды

Код	0	4	8	12	16	20	24	28
K=0	-	-	-	-	-	-	-	-
K=1	-	+	+	+	+	+	-	-

« - » - неопределенный код. Выдается ОС с установленным битом «Ошибка в сообщении». КС не выполняется.
« + » - достоверное КС.

Команды с групповым адресом

Код	0	4	8	12	16	20	24	28
K=0	-	-	-	-	-	-	-	-
K=1	-	+	-	+	+	+	+	-

« - » - неопределенный код. ОС не выдается. В ОС устанавливаются биты «Ошибка в сообщении» и «Принята групповая команда». КС не выполняется.
« + » - достоверное КС. ОС не выдается. В ОС устанавливается бит «Принята групповая команда».

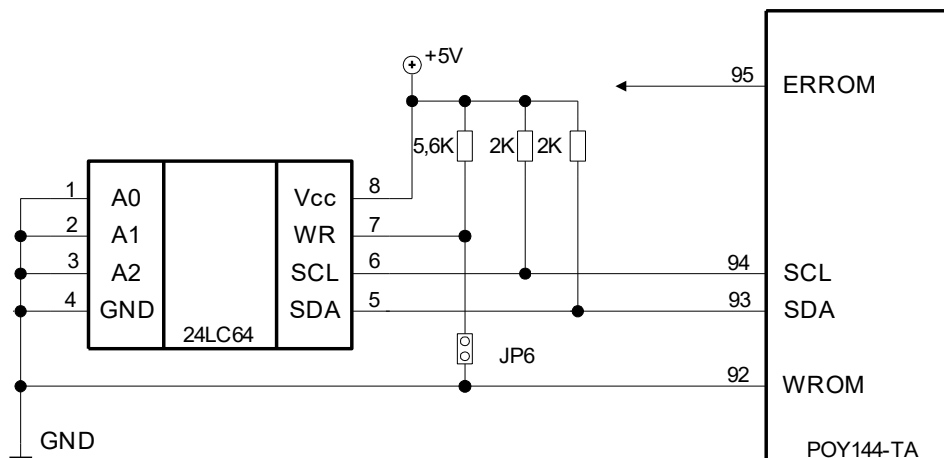


Рис. 4

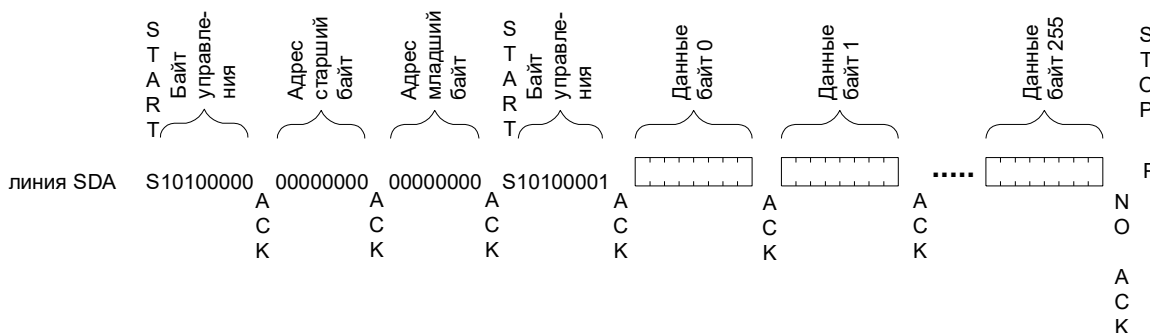


Рис. 5

Дополнительный выход ОР устанавливается в «1» по приходу КС с групповым адресом и может быть использован для различия информации принятой в групповых и не групповых сообщениях (п. 4.5.2 ГОСТ Р 52070-2003).

Выходы устройства TDI, TMS, TDO, TCK предназначены для программирования микросхемы АРА075-РQ144 и не доступны пользователю.

Через контакты Р52 и Р54 подается питание в режиме программирования микросхемы АРА075-РQ144 на этапе изготовления устройства. Эти выводы должны оставаться не подключенными. Если устройство устанавливается вместо платы РОУ-144, где эти контакты использовались для питания аналогового приемопередатчика, допускается подключение контакта Р52 к линии +12V, а контакта Р54 к линии -5V.

Микросхема содержит два независимых декодера и автоматически определяет номер канала, по которому пришло командное слово.

На рис. 6 приведены временные диаграммы сигналов TD и GD, формируемых соответственно декодером и кодером при приеме и передаче слова в МК. Следует помнить, что декодирующая часть микросхемы формирует сигнал TD и на слова передаваемые ОУ в МК. В дальнейшем во временных диаграммах работы ОУ в качестве базовых будут использоваться сигналы TD и GD.

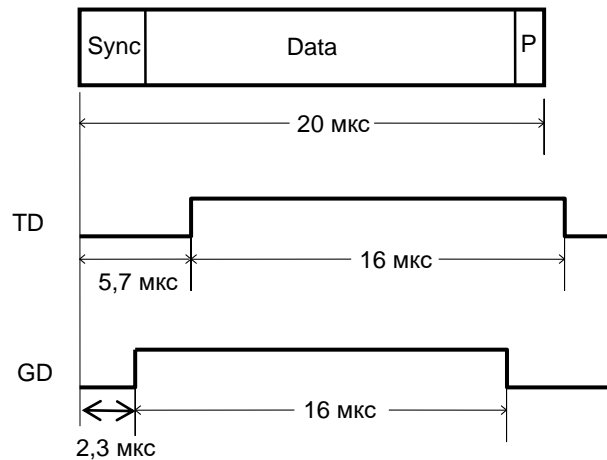


Рис. 6

Сигнал X1 устанавливается в 1, если ОУ приняло достоверное командное слово, которое адресовано данному ОУ (в том числе и групповое) и находится в состоянии выполнения команды.

Сигналы WS1 и WS2 формируются при приеме достоверного командного слова, адресованного в данное ОУ или группового КС, если его прием разрешен по входу ROP. Сигнал WS2 формируется, если поступила команда приема/передачи данных, сигнал WS1, если поступила команда управления. Сигнал WS1 не формируется на КС "Передай ОС", "Передай последнее КС", "Блокировать передатчик", "Разблокировать передатчик", "Блокировать признак неисправности ОУ", "Разблокировать признак неисправности ОУ". Выполнение этих команд не требует вмешательства внешнего управляющего устройства. После приема сигналов WS1, WS2 код команды м.б. прочитан с выходов WCR[10:0]. Для этого нужно на вход ED2 подать сигнал низкого уровня.

Временная диаграмма формирования сигналов WS1, WS2 и X1 приведена на рис. 7.

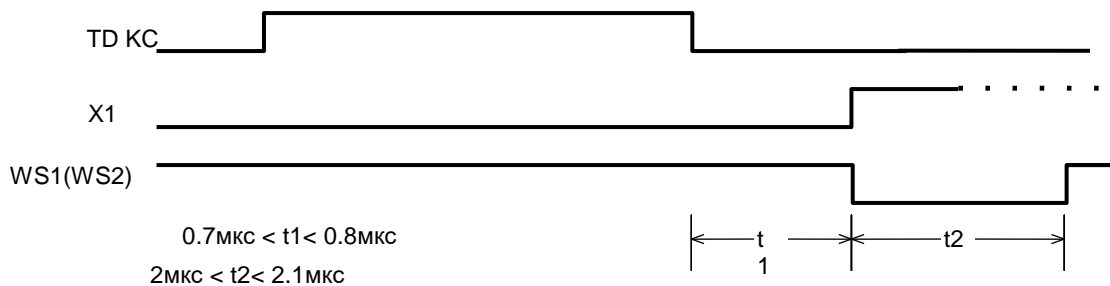


Рис. 7

Сигнал MWR формируется после приема очередного слова данных из МК и предназначен для сообщения в подсистему о необходимости прочитать слово из буферного регистра приема. Если во время передачи сигнала MWR слово не будет прочитано, оно может быть затерто следующим словом, поступившим из МК. Временная диаграмма формирования сигнала MWR для формата 1 (КК-ОУ) с передачей двух слов данных приведена на рис.8. На рис. 8 показан сигнал VT (достоверное сообщение), который устанавливается в низкий уровень одновременно с сигналами WS1(2) и переходит в высокий уровень в конце приема достоверного массива СД.

Сигнал X1 переходит в низкий уровень в конце передачи в МК ответного слова (ОС).

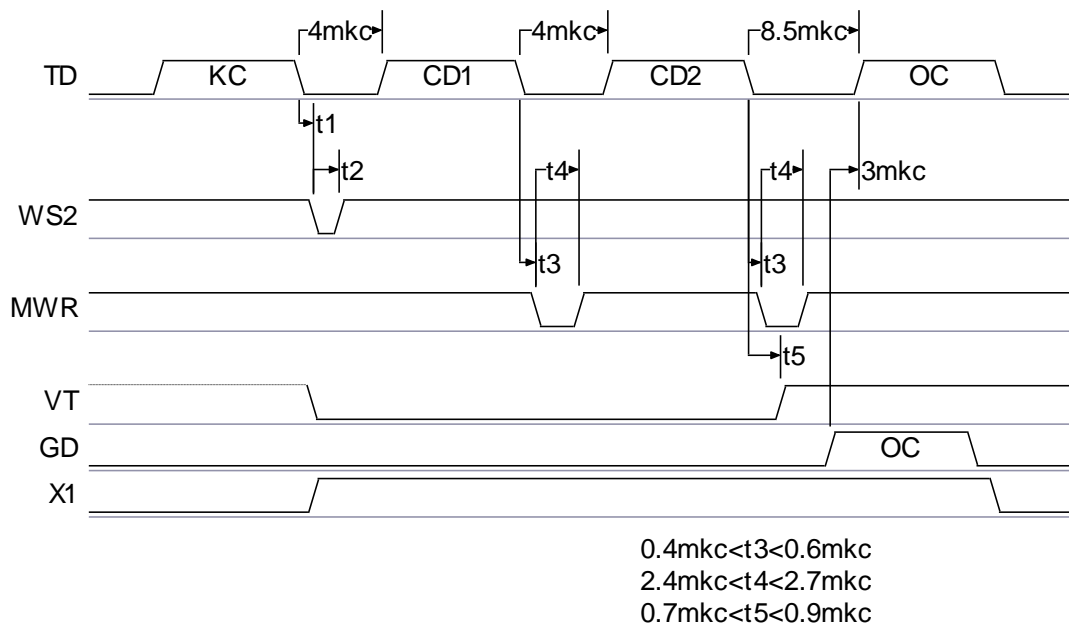


Рис. 8

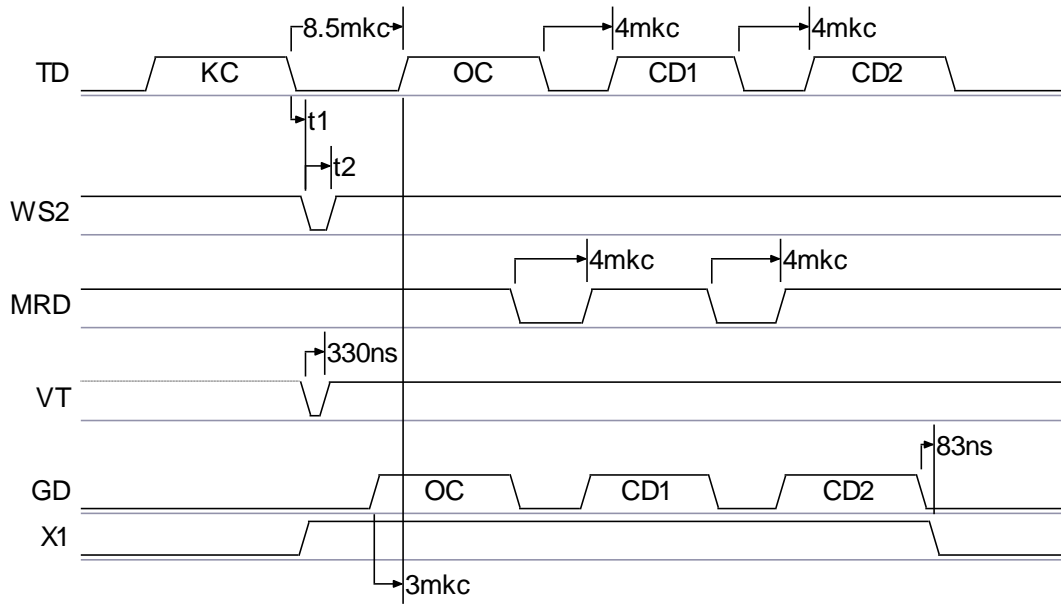


Рис.9

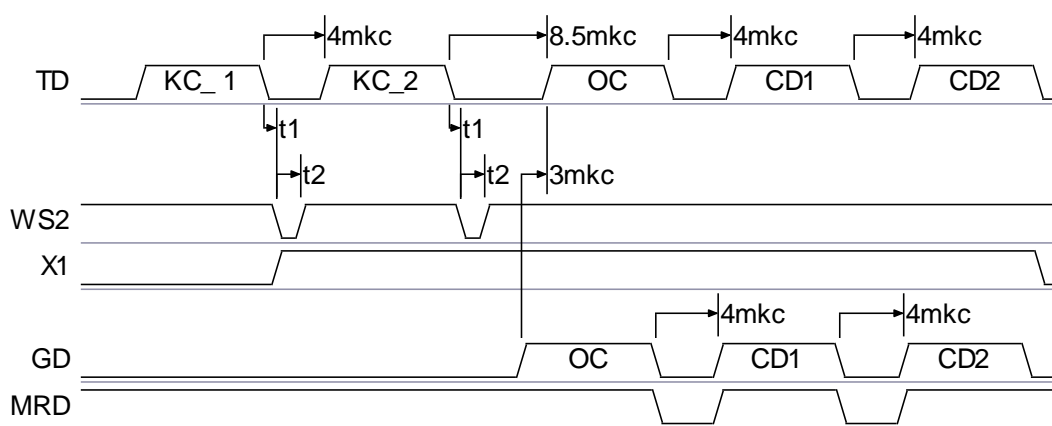


Рис.10

Сигнал MRD формируется при необходимости прочитать очередное слово данных, передаваемое в МК. На рис. 9 приведена временная диаграмма выполнения формата 2 (ОУ-КК) с передачей двух слов данных. В качестве stroba записи кода СД в сдвиговый регистр передачи используется вход генератора 12 МГц, таким образом достоверные данные должны быть установлены на шине не менее чем за 100 нс до снятия сигнала MRD и сниматься только по завершению цикла MRD.

При определении ошибки в сообщении сигнал VT остается равным логическому нулю до тех пор, пока не будет принято первое достоверное сообщение.

На рисунке 10 приведена временная диаграмма сообщения в формате 8. В этом случае сигнал WR2 формируется 2 раза: первый раз на KC с групповым адресом, второй – на KC с адресом данного ОУ.

При использовании управляющего контроллера рекомендуется следующая процедура контроля передачи информации. Получив сигнал WS2 (WS1), контроллер считывает KC и переходит в режим приема/передачи данных. По сигналам MRD/MWR производится чтение/запись данных. Переход сигнала X1 из «высокого» (H) в «низкий» (L), означает окончание цикла передачи сообщения ОУ. Контроллер определяет переход сигнала X1 из H в L и проверяет состояние выхода ME. Если сигнал ME (ошибка в сообщении) равен нулю, передача информации прошла без ошибок. Прием нового WS2(WS1) до окончания X1 возможен в двух случаях. Во-первых, это происходит в формате 8 (рис.10), во-вторых в ситуации определенной п 5.3.1. ГОСТ Р 52070-2003 (прерывание обработки предыдущей команды последующей командой). В этом случае возможно изменение значения на выходе NK. Новый сигнал WS2(WS1) должен иметь приоритет над предыдущим.

При чтении / записи данных, подсистема может сама формировать адрес или использовать выходы ADR[10:0], разрешая выдачу адреса сигналом ED3. Разряды ADR[10:5] соответствуют разрядам WCR[10:5] регистра последнего командного слова. Разряды ADR[4:0] формируются счетчиком числа СД с инкрементом, начиная с адреса 00000. Чтение и запись присоединенных СД рекомендуется производить из специальных регистров, не адресуемых разрядами ADR[10:0]. В данном случае адрес присоединенного СД может определяться кодом последнего KC, считываемого по выходам WCR[10:0].

Номинальное время установление информации на выходах DA[15:0], WCR[10:0], ADR[10:0] после формирования разрешающих сигналов ED1, ED2, ED3 составляет 20 нс.

Микросхема определяет достоверность принимаемого сообщения по следующим параметрам:

- достоверный код "Манчестер 2";
- правильная четность слов;
- правильная полярность синхроимпульсов, принимаемых слов;
- соответствие числа СД, числу, указанному в KC;
- непрерывность принимаемого массива СД;
- достоверная пауза до первого ответного слова в формате 3 (ОУ-ОУ).
- соответствие адреса передающего ОУ адресу второго KC в формате 3, 8 (ОУ-ОУ).

При обнаружении первой ошибки в сообщении дальнейший контроль прекращается, сообщение считается ошибочным, по выходу ME появляется сигнал индикации ошибки в сообщении, который сбрасывается с приемом первой достоверной команды (сигнал X1 следующего сообщения).

Признак "Ошибка в сообщении" формируется при обнаружении ошибки достоверности принимаемого сообщения или при обнаружении недопустимого командного слова

В момент приема достоверной команды происходит фиксация значения разрядов SR, BS, SF, TF в специальном регистре. При установке разряда BS, в формате 2 (ОУ – КК) не выдаются слова данных, в формате 1 (КК – ОУ) не вырабатываются сигналы MWR.

В табл. 3 рассматриваются особенности выполнения команд управления ГОСТ Р 52070-2003.

Пауза перед выдачей ответного слова (п. 4.5.3.2, рис. 10 ГОСТ Р 52070-2003) составляет от 6 мкс до 7 мкс при условии отсутствия отражений в линии. В не согласованной линии, во время приема сообщения, вслед за последним словом может присутствовать помеха по форме соответствующая манчестерскому слову. Алгоритм работы РОУ144-ТА предусматривает контроль этой ситуации. Если декодер воспринимает поступающий сигнал как достоверное манчестерское слово, прием слова с 6 битами воспринимаются алгоритмом управления как «лишнее» слово, а прием слова с меньшим количеством бит или ошибкой кода «Манчестер 2» воспринимается как помеха в конце сообщения и ответное слово выдается. В этом случае пауза до передачи ОС может составить максимально 11.5 мкс.

Таблица 3.

Код команды	Команда	Сигнал WS1	Изменяет биты ОС	Примечание
00000	Принять управление интерфейсом	Нет	Да	В ОС разряд "Принято управление интерфейсом" равен нулю, разряд «Ошибка в сообщении» равен единице.
00001	Синхронизация	Да	Да	-
00010	Передать ОС	Нет	Нет	-
00011	Начать самоконтроль	Да	Да	-
00100	Блокировать передатчик	Нет	Да	Формируется сигнал блокировки передатчика резервногнo канала
00101	Разблокировать передатчик	Нет	Да	Снимается сигнал блокировки передатчика резервного канала
00110	Блокировать признак неисправности ОУ	Нет	Да	Бит "Неисправность ОУ" ОС всегда равен нулю.
00111	Разблокировать признак неисправности ОУ	Нет	Да	В ОС передается истинное значение разряда "Неисправность ОУ"
01000	Установить ОУ в исходное состояние	Да	Да	Снимается сигнал блокировки передатчика и блокировку признака неисправности ОУ.
10000	Передать векторное слово	Да	Да	Векторное слово считывается в цикле MRD
10001	Синхронизация со словом данных	Да	Да	СД синхронизации считывается в цикле MWR
10010	Передать последнее командное слово	Нет	Нет	Сигнал MRD не формируется, последняя команда передается из внутреннего регистра.
10011	Передать слово ВСК ОУ	Да	Да	Слово результата встроенного контроля считывается в цикле MRD
10100	Блокировать i -й передатчик	Да	Да	Номер блокируемого передатчика передается в цикле MWR
10101	Разблокировать i-й передатчик	Да	Да	Номер разблокируемого передатчика передается в цикле MWR

Таблица 4.

Параметр	Ед. изм.	Min	Typ	Max
Ток потребления по входу +5 V:	пауза		80	
	передача в МК 50% времени	mA	360	
	передача в МК 90% времени		700	
Дифференциальное напряжение на выходе в линию, (p-p)	V	6	7.4	9
Длительность фронта/среза сигнала на выходе в линию	нс	100	120	300
Выходной ток низкого уровня микросхемы ОУ (I_{oL})	mA		10	
Выходное напряжение высокого уровня микросхемы ОУ (V_{oh})	V	2.4		
Выходное напряжение низкого уровня микросхемы ОУ (V_{ol})	V			0.4
Рабочий диапазон температур	°C	0 (-40)		+55 (+70)*
Температура хранения	°C	-40 (-50)		+70 (+85)

* - Возможна поставка изделия с расширенным температурным диапазоном

На рис. 11 приведены возможные схемы подключения РОУ-144ТА к линии передачи информации.

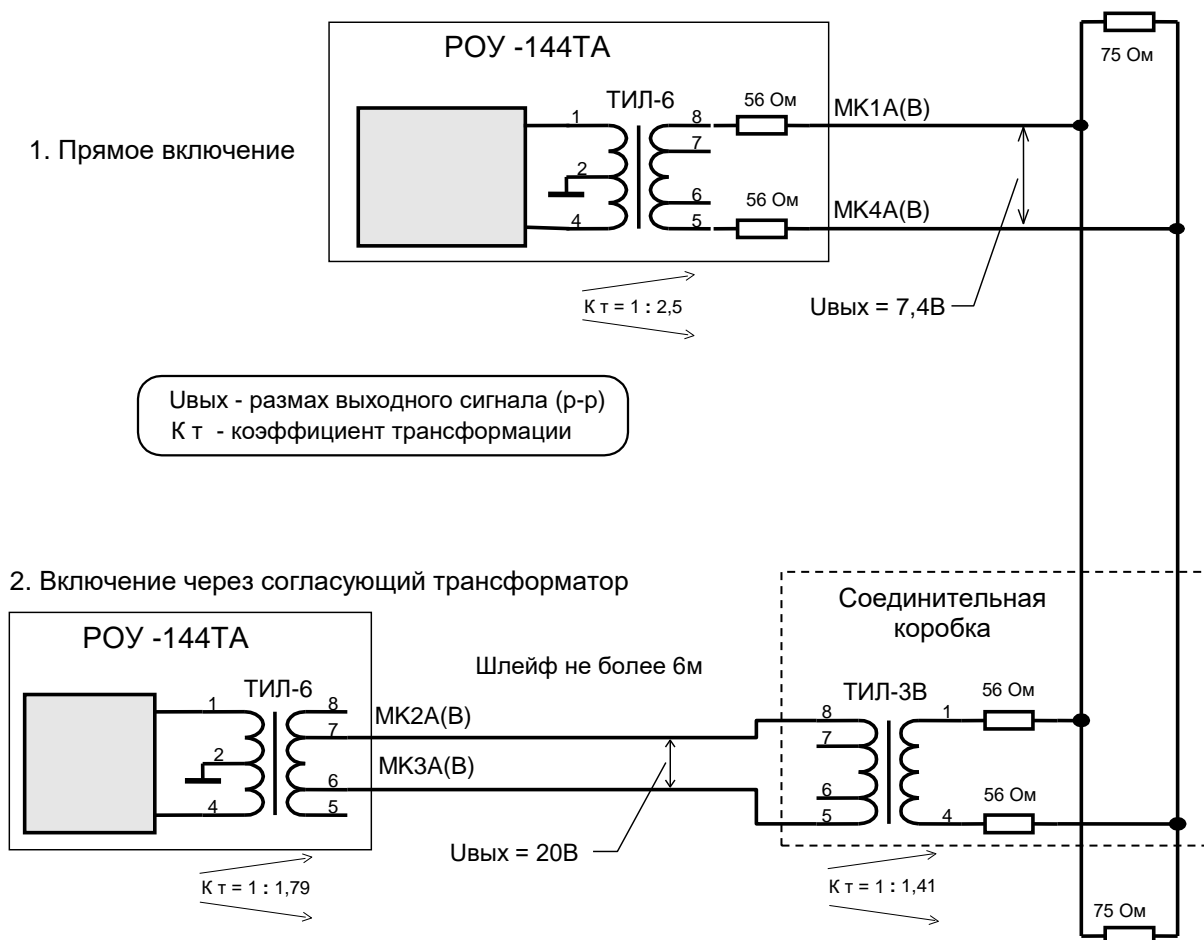


Рис. 11