

## Интерфейсный Модуль VME - ГОСТ 26765.52-87 (MIL-STD-1553B)

Интерфейсный модуль TE1-6UV предназначен для подключения компьютеров с шиной VME к четырем резервированным каналам ГОСТ 26765.52-87 (MIL-STD-1553B). Модуль состоит из четырех независимых идентичных частей - терминалов мультиплексного канала (ТМК), - что обеспечивает независимое подключение к четырем каналам, и общего интерфейса VME. Режим работы терминала: контроллер канала (КК), оконечное устройство (ОУ), монитор канала (МТ), - задается программно. Каждый ТМК содержит резервированный приемопередатчик, двухпортовое ОЗУ 16Кх16, протоколные микросхемы, реализующие функции управления необходимыми режимами.

Модуль TE1-6UV занимает блок 512 адресов в 64 Кбайтном адресном пространстве короткого ввода/вывода шины VME. При этом каждому ТМК в составе модуля отводится по 128 адресов. Базовый адрес модуля TE1-6UV выбирается установкой переключателей. При поставке базовый адрес следующий:

|         |             |                                    |
|---------|-------------|------------------------------------|
| AM5-AM0 | 10 1x01     | доступ в короткой адресации        |
| A15-A09 | 0000 000    | адрес 00h (выбран переключателями) |
| A08-A00 | 0 0xxx xxx0 | первый ТМК                         |
|         | 0 1xxx xxx0 | второй ТМК                         |
|         | 1 0xxx xxx0 | третий ТМК                         |
|         | 1 1xxx xxx0 | четвертый ТМК                      |

Модуль TE1-6UV формирует прерывания по общей линии запросов прерывания, уровень приоритета которой (IRQ1-IRQ7) выбирается переключателями. При этом каждый ТМК имеет свой программируемый вектор прерывания.

Есть возможность увеличения времени контроля паузы до ответного слова в режиме КК и задания режима контроля аппаратного бита в режимах ОУ и МТ. Адрес ОУ в мультиплексном канале задается программно.

В режиме КК возможно автономное выполнение задания, состоящего из цепочки сообщений. В режиме МТ устройство аппаратно распознает формат сообщения и формирует слово паспорта сообщения. Это позволяет реализовать монитор, работающий в реальном масштабе времени. В режиме ОУ аппаратно осуществляется выполнение команд управления и передачи информации. Предусмотрена возможность защиты данных от потери или повторного использования.

В комплект поставки входит базовое программное обеспечение для ОС QNX, включающее в себя драйвер tmk1553b и программу tmk в качестве примера программы тестирования и управления модуля TE1-6UV через API драйвера. Выпускаемые фирмой "Элкус" изделия в стандартах IBM PC/AT (TX1-PC), MicroPC (TX1-MP) и PC-104 (TX1-104) на уровне API драйвера полностью программно совместимы с ТМК, входящими в состав TE1-6UV. Это позволяет гибко организовывать отладку программ на машинах различной архитектуры.

- Стандартная 6U полно-размерная 16-разрядная VME плата
- Четыре независимых резервированных линии передачи информации
- Полный перечень команд и форматов стандарта для режимов контроллера канала, оконечного устройства и монитора.
- Двухпортовое ОЗУ 16Кх16 в каждом канале
- Программируемый переключателями базовый адрес ввода/вывода и приоритет линии запроса прерывания
- Программная совместимость с аналогичными модулями фирмы "Элкус"
- Драйвер QNX и отладчик в стандартном комплекте поставки

## Состав и основные характеристики

**Таблица 1. Основные характеристики**

| Параметр  | Ед. изм.                              | min                                      | typ        | max                          |
|---|---------------------------------------|--|------------|------------------------------|
| <b>Приемник</b><br>Дифференциальное входное напряжение  | Vp-p                                  | 0,65                                     |            | 40                           |
| <b>Передачик</b><br>Дифференциальное выходное напряжение, измеренное в линии<br>Время нарастания/спада сигнала  | Vp-p<br>ns                            | 6<br>100                                 | 6,5<br>150 | 300                          |
| <b>Требования по питанию</b><br>+5V<br>-12V<br>+12V<br>* пауза<br>* 25% времени передача<br>* 50% времени передача<br>* 100% времени передача   | A<br>mA<br>mA<br>mA<br>A              |  |            | 1.0<br>100<br>32<br>200<br>1 |
| <b>Временные параметры</b><br>• Задержка от запуска КК до начала передачи<br>• Контролируемая пауза до ОС в режиме КК и МТ (программируется)<br>• Контролируемая пауза в формате ОУ→ОУ (программируется)<br>• Задержка выдачи ответного слова ОУ<br>• Задержка формирования прерывания в конце задания для КК и МТ<br>• Контролируемая генерация в канале<br>• Время инициализации устройства | μs<br>μs<br>μs<br>μs<br>μs<br>μs<br>s | 3,5<br>14,6<br>14,6<br>8,1<br>800<br>0,2 | 4          | 20,6<br>20,6<br>8,3          |
| <b>Температурный диапазон</b><br>• Рабочий<br>• Хранения<br>Возможна поставка изделия с расширенным температурным диапазоном  | °C<br>°C                              | -40<br>-60                               |            | +70<br>+85                   |

Данное устройство является модификацией модуля TE1-6UV, выпускаемой с 2013 года. Основными отличиями данной модификации является применение резервированного приемопередатчика мультиплексного канала и реализация схемы управления в микросхемах APA150 фирмы Actel. После включения питания или аппаратного сброса устройство не требует начальной загрузки и приводится в рабочее состояние через цикл программного сброса.

Каждый из четырех ТМК модуля построен на основе микросхемы APA150 и содержит два декодера и один кодер манчестерского кода, контроллеры протоколов режимов КК, ОУ, МТ и схему адресации двухпортового ОЗУ. В режиме КК номер используемого канала задается в управляющем слове, в режимах ОУ и МТ определение номера используемого канала осуществляется автоматически. Пятая микросхема APA150 реализует функции контроллера интерфейса шины VME и арбитра двухпортового ОЗУ.

Установленное в каждом ТМК двухпортовое ОЗУ 16Кx16 предназначено для хранения данных и служебной информации. В режиме ОУ оно разбивается на 8 зон по 2К слов. В каждый момент времени ОУ использует одну зону данных, в то время как для процессора доступна вся память. В режиме КК и МТ используется вся область памяти.

Основные характеристики TE1-6UV сведены в табл. 1.

## Адресуемые регистры

**Табл. 2 Используемые адреса**

| Адресные разряды<br>A03 A02 A01 |   |   | Регистры или сигналы<br>управления       | Режим        | Зап./Чт. |
|---------------------------------|---|---|--|--------------|----------|
| 0                               | 0 | 0 | Стирание конфигурации ТМК                |              | Зап.     |
| 0                               | 0 | 1 | Регистр вектора прерывания               | КК,ОУ,<br>МТ | Зап./Чт. |
| 0                               | 1 | 0 | Останов задания                          | КК,МТ        | Зап.     |
| 0                               | 1 | 1 | Программный сброс устройства             | КК,ОУ,<br>МТ | Зап.     |
| 1                               | 0 | 0 | Регистр базового адреса текущего задания | КК,МТ        | Чт.      |
| 1                               | 0 | 0 | Регистр режима работы                    | КК,ОУ,<br>МТ | Зап.     |
| 1                               | 0 | 1 | Регистр начального адреса ДОЗУ (RGA)     | КК,ОУ,<br>МТ | Зап.     |
| 1                               | 1 | 0 | Регистр слова состояния                  | КК,ОУ,<br>МТ | Чт.      |
| 1                               | 1 | 0 | Регистр управляющего слова               | КК,ОУ,<br>МТ | Зап.     |
| 1                               | 1 | 1 | Двухпортовое ОЗУ                         | КК,ОУ,<br>МТ | Зап./Чт. |

Модуль TE1-6UV занимает блок 512 адресов в 64 Кбайтном адресном пространстве короткого ввода/вывода шины VME. При этом каждому ТМК в составе модуля отводится по 128 адресов. Базовый адрес модуля TE1-6UV выбирается установкой перемычек. При поставке базовый адрес следующий:

|         |            |                                |
|---------|------------|--------------------------------|
| AM5-AM0 | 10 1x01    | доступ в короткой адресации    |
| A15-A09 | 0000 000   | адрес 00h (выбран перемычками) |
| A08-A00 | 00xxx xxx0 | первый ТМК                     |
|         | 01xxx xxx0 | второй ТМК                     |
|         | 10xxx xxx0 | третий ТМК                     |
|         | 11xxx xxx0 | четвертый ТМК                  |

Значение разрядов A06-A04 при обращениях к устройству безразлично.

В данном устройстве используется только словное обращение к регистрам.

**ВНИМАНИЕ!** В некоторых интерфейсах VME (например, в используемом в компьютерах фирмы Or) требуется перестановка младшего и старшего байтов слов при обмене с устройством.

Несмотря на то, что данное устройство не требует загрузки конфигурации микросхем, для сохранения преемственности изделий, в нем реализована имитация процедуры загрузки микросхемы XC5210.

Запись по адресу стирания конфигурации приводит к стиранию конфигурационной памяти микросхемы XC5210 (переход в состояние, аналогичное состоянию после включения питания). При этом автоматически происходит новая загрузка конфигурации XC5210 из установленного на плате ПЗУ. Длительность процесса загрузки конфигурации в XC5210 100-450 мс, типичное время - 150 мс. Для определения окончания загрузки могут использоваться биты SD8, SD9 регистра вектора прерывания (ПВП) и биты SD1-SD14 регистра слова состояния (PCC). Состояние бита SD9 ПВП зависит от значения, записанного в предварительно в этот бит. Если в бит SD9 ПВП записывается SD9=0, то и читается этот бит всегда SD9=0. Если в бит SD9 ПВП записывается SD9=1, то из этого бита читается признак окончания загрузки XC5210 (SD9=0 - незагружен / SD9=1 - загружен). После выполнения записи в регистр стирания конфигурации сбрасывается в 0 признак загрузки и устанавливаются в 1 биты SD1-SD14 PCC. Во время стирания конфигурации (несколько мкс) читается SD8=1 в ПВП. После стирания конфигурации SD8 в ПВП сбрасывается и начинается новая загрузка конфигурации, которая длится ~150 мс. Во время загрузки конфигурации запрещена запись в регистры устройства. Если во время загрузки обнаруживается недостоверность загружаемых данных (контролируется XC5210 по CRC данных), то устанавливается признак ошибки при загрузке SD8=1 ПВП. Если загрузка прошла успешно, то сбрасываются в 0 биты SD1-SD14 PCC и устанавливается в 1 признак загрузки (может быть прочитан через SD9 ПВП). Запись в регистры устройства можно осуществлять не ранее, чем через 15 мкс после окончания загрузки XC5210.

Обращение к двухпортовому ОЗУ осуществляется в два этапа. Сначала загружается регистр начального адреса ДОЗУ (RGA), а затем чтение или запись данных осуществляется обращением по адресу регистра ДОЗУ. Шесть младших разрядов RGA являются счетчиком, который инкрементируется после каждого обращения к ДОЗУ. Таким образом, можно обратиться к 64-м последовательно расположенным ячейкам без перезагрузки RGA. Все ячейки ДОЗУ доступны как по чтению, так и по записи.

Обращение по определенным адресам используется для программного сброса устройства и остановки автономной работы в режимах КК и МТ. Программный сброс не приводит к очистке конфигурационной памяти микросхемы XC5210.

Регистр вектора прерывания позволяет задать вектор прерывания устройства через биты SD0-SD7. Биты SD8, SD9 содержат информацию о результате загрузки. Особенности работы бита SD9 описаны выше при описании перезагрузки конфигурации устройства. На лицевой панели платы расположены 4 светодиода, по одному на каждое устройство ТМК. Если устройство не загружено, соответствующий светодиод всегда светится. После окончания загрузки светодиод нормально гаснет, и тогда можно им управлять программно через бит SD10 РВП (SD10=0 - светодиод погашен, SD10=1 - светодиод светится). Через бит SD15 РВП можно программно задать увеличенное время контроля паузы до ОС в режимах КК и МТ (SD15=0 - нормальное время 14 мкс, SD15=1 - увеличенное время 20 мкс) индивидуально для каждого устройства. Управление через бит SD15 возможно только в том случае, если не установлены джампера на контакты 1-2-3 полей А6-А9 (рис.5) для соответствующего устройства. Если же эти джампера установлены, то определяющим является именно их положение, а не значение бита SD15 РВП.

**Табл. 3. Регистр вектора прерывания (запись/чтение)**

| <b>Номер разряда на шине данных (SD)</b> | <b>Функциональное назначение</b> |
|--|----------------------------------|
| SD15                                     | Управление паузой КК             |
| SD14 ÷ SD11                              | Не используются                  |
| SD10                                     | Управление светодиодом           |
| SD9                                      | Признак загрузки (маскируемый)   |
| SD8                                      | Ошибка при загрузке              |
| SD7 ÷ SD0 (SD7 старший)                  | Вектор прерывания                |

Регистр режима работы загружается первым и определяет формат загрузки остальных регистров, в зависимости от режима КК, ОУ или МТ. После сброса устройство переходит в режим КК (все разряды регистра равны нулю) и находится в состоянии ожидания запуска. Кодировка разрядов регистра рассмотрена в табл. 4.

**Табл. 4. Регистр режима работы (запись)**

| Номер разряда на шине данных (SD) | Функциональное назначение  |
|-----------------------------------|--|
| SD15 (Старший)                    | Не используется в ТЕ1-6UV. Должен быть равным 0.   |
| SD14                              | Блокировка прерывания по генерации в канале 1 (0 - разблокировано)   |
| SD13                              | Блокировка прерываний по командам приема/передачи данных в режиме ОУ (0 - разблокировано, 1 - заблокировано)   |
| SD12, SD11                        | Не используется в ТЕ1-6UV  |
| SD10, SD9, SD8                    | Адрес блока 2Кх16, доступного со стороны мультиплексного канала в режиме ОУ (SD10 - старший)   |
| SD7                               | Признак ответного слова "Неисправность ОУ" в режиме ОУ   |
| SD6                               | Разрешение приема управления интерфейсом в режиме ОУ   |
| SD5                               | Признак ответного слова "Неисправность абонента" в режиме ОУ   |
| SD4                               | Признак ответного слова "Запрос на обслуживание" в режиме ОУ   |
| SD3                               | Признак ответного слова "Абонент занят" в режиме ОУ  |
| SD2                               | Блокировка прерывания по генерации в канале 2 (0 - разблокировано)   |
| SD1, SD0 (Младший)                | Задание режима работы устройства :<br>SD1=0, SD0=0 - Контроллер канала; SD1=1, SD0=0 - Монитор; SD1=0, SD0=1 - Оконечное устройство; SD1=1, SD0=1 - Запрещенная комбинация |

Регистр базового адреса текущего задания доступен только на чтение и содержит базовый адрес сообщения, выполняемого в данный момент. Чтение этого регистра не прерывает работу КК или МТ .

**Табл. 5. Регистр базового адреса (чтение)**

| Номер разряда на шине данных (SD) | Функциональное назначение                     |
|-----------------------------------|---|
| SD15 (Старший)                    | Прерывание                                    |
| SD14                              | Не используется                               |
| SD13 ÷ SD6                        | Базовый адрес сообщения (разряд SD13 старший) |
| SD5 ÷ SD0                         | Не используются                               |

Разряд SD15 определяет состояние устройства: если после получения прерывания от ТЕ1-6UV процессор считывает SD15=0 это означает, что устройство находится в режиме автономной работы и сформировало прерывание как метку времени, прочитав ее из текущего управляющего слова. Если SD15=1, устройство закончило автономную работу и ожидает инструкции.

Регистр начального адреса ДОЗУ загружается процессором перед обращением к канальной памяти.

**Табл. 6. Регистр начального адреса дозу (запись)**

| Номер разряда на шине данных (SD) | Функциональное назначение |
|-----------------------------------|---------------------------|
| SD15, SD14                        | Не используются           |
| SD13 ÷ SD0 (SD13 старший)         | Начальный адрес ДОЗУ      |

Формат регистра управляющего слова определяется режимом работы устройства (КК, МТ или ОУ).

Табл. 7. Регистр управляющего слова (запись)

| Номер разряда на шине данных | Контроллер Канала                                 | Монитор   | Оконечное Устройство  |
|------------------------------|---|---|---|
| SD15 (старший)               | Сигнальное прерывание                             | Сигнальное прерывание                             | Адрес ОУ (старший)  |
| SD14                         | Не используется                                   | Не используется                                   | Адрес ОУ  |
| SD13                         | Адрес блока (старший)                             | Адрес блока (старший)                             | Адрес ОУ  |
| SD12                         | Адрес блока                                       | Адрес блока                                       | Адрес ОУ  |
| SD11                         | Адрес блока                                       | Адрес блока                                       | Адрес ОУ  |
| SD10                         | Адрес блока                                       | Адрес блока                                       | Задание режима обмена с флагами ( 1 - флаговый )              |
| SD9                          | Адрес блока                                       | Адрес блока                                       | Не используется   |
| SD8                          | Адрес блока                                       | Адрес блока                                       | Разрешение приема групповых команд (1 - разрешено)            |
| SD7                          | Адрес блока                                       | Адрес блока                                       | Не используется   |
| SD6                          | Адрес блока                                       | Адрес блока                                       | Запрос обмена из процессора в бесфлаговом режиме (1 - запрос) |
| SD5                          | Номер канала (0 - первый, 1 - второй)             | Останов по ошибке в канале ( 0 - останов )        | Зона чтения (0) или записи (1) ДОЗУ                           |
| SD4                          | Признак автоматического продолжения (0 - останов) | Признак автоматического продолжения (0 - останов) | Подадрес ДОЗУ (старший разряд)                                |
| SD3                          | Код формата передачи                              | Не используется                                   | Подадрес ДОЗУ   |
| SD2                          | Код формата передачи                              | Не используется                                   | Подадрес ДОЗУ   |
| SD1                          | Код формата передачи                              | Не используется                                   | Подадрес ДОЗУ   |
| SD0                          | Код формата передачи                              | Не используется                                   | Подадрес ДОЗУ   |

Табл. 8 Кодировка кода формата передачи

| Код формата передачи   |     |     |     | Формат передачи по ГОСТ 26765.52 - 87                             |
|--|-----|-----|-----|---|
| SD3  | SD2 | SD1 | SD0 |   |
| X  | 0   | 0   | 0   | Передача данных от КК в ОУ (КК → ОУ)                              |
| 0  | 0   | 0   | 1   | Передача данных от ОУ в КК (ОУ → КК)                              |
| X  | 0   | 1   | 0   | Передача данных от ОУ в ОУ (ОУ → ОУ)                              |
| X  | 0   | 1   | 1   | Передача команды управления (КС → ОС)                             |
| X  | 1   | 0   | 0   | Передача команды управления со словом данных в ОУ (КС + ИС → ОС)  |
| 0  | 1   | 0   | 1   | Передача команды управления и прием слова данных от ОУ (КС→ОС+ИС) |
| X: 0 - адресная посылка; 1 - групповая посылка                                       |     |     |     |   |
| КС - командное слово; ОС - ответное слово; ИС - слово данных ( информационное слово) |     |     |     |   |

Формат регистра слова состояния также определяется режимом работы устройства и рассмотрен в табл. 9.

**Табл. 9. Регистр слова состояния (чтение)**

| Номер разряда на шине данных | Контроллер Канала                    | Монитор  | Оконечное Устройство                     |
|------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| SD15 (старший)               | Не используется                      | Номер канала (0 - первый)                        | Не используется                          |
| SD14                         | Не используется                      | Интегрированный признак ошибки в сообщении ( 1 ) | Ошибка формата ( 1 - ошибка )            |
| SD13                         | Адрес блока (старший)                | Формат передачи ( см. табл. 8, (SD13 старший ))  | Генерация в канале 2 (1)                 |
| SD12                         | Адрес блока                          | Формат передачи                                  | Генерация в канале 1 (1)                 |
| SD11                         | Адрес блока                          | Формат передачи                                  | Разрешение обмена с ДОЗУ (0 - разрешено) |
| SD10                         | Адрес блока                          | Формат передачи                                  | Бит прием/передача КС                    |
| SD9                          | Адрес блока                          | Ошибка в первом КС                               | Подадрес КС (старший)                    |
| SD8                          | Адрес блока                          | Ошибка во втором КС                              | Подадрес КС                              |
| SD7                          | Адрес блока                          | Не используется                                  | Подадрес КС                              |
| SD6                          | Адрес блока                          | Не используется                                  | Подадрес КС                              |
| SD5                          | Генерация в канале 2 (1 - генерация) | Генерация в канале 2 (1)                         | Подадрес КС                              |
| SD4                          | Генерация в канале 1 (1 - генерация) | Генерация в канале 1 (1)                         | Поле "число слов" КС (старший бит)       |
| SD3                          | Установлен бит в ответном слове (1 ) | Установлен бит в ответном слове (1 )             | Поле "число слов" КС                     |
| SD2                          | Код ошибки сообщения                 | Код ошибки сообщения                             | Поле "число слов" КС                     |
| SD1                          | Код ошибки сообщения                 | Код ошибки сообщения                             | Поле "число слов" КС                     |
| SD0                          | Код ошибки сообщения                 | Код ошибки сообщения                             | Поле "число слов" КС                     |

**Табл. 10. Кодировка кода ошибки сообщения**

| Код ошибки<br>SD2 SD1 SD0 |   |   | Тип ошибки                                 |
|---------------------------|---|---|--|
| 0                         | 0 | 1 | Четность или код "Манчестер 2"             |
| 0                         | 1 | 0 | Неверная пауза перед ответным словом       |
| 0                         | 1 | 1 | Нарушена непрерывность сообщения           |
| 1                         | 0 | 0 | Число информационных слов больше заданного |
| 1                         | 0 | 1 | Неверный адрес ОУ                          |
| 1                         | 1 | 0 | Неверный тип синхроимпульса                |
| 1                         | 1 | 1 | Ошибка эхоконтроля при передаче            |

## Режим контроллера канала

Устройство TE1-6UV в режиме КК способно автономно осуществлять управление передачей в канале. Окончание автономной работы КК может быть вызвано окончанием запрограммированной цепочки сообщений, ошибкой обмена в канале или получением из процессора сигнала останова.

Перед началом работы ЦП загружает регистр режима работы, младшие разряды которого, равные нулю определяют режим контроллера канала (см. табл. 4). Для организации передачи в канале необходимо подготовить программу КК, записать ее в ДОЗУ устройства и запустить контроллер, записав регистр управляющего слова. Структура управляющего слова приведена в табл. 7.

Контроллер канала при организации передачи одного сообщения использует блок памяти 64x16. Адрес блока определяет базовый адрес блока информации, относящейся к одному сообщению. Внутри блока слова располагаются в порядке передачи их в мультиплексном канале. Структура блока определяется форматом передачи и поясняется на рис. 2. Двухпортовая память 16Кx16 позволяет адресовать 256 блоков для передачи различных сообщений. Если в текущем управляющем слове установлен признак продолжения, в последнюю ячейку блока с адресом 111111 должно быть записано управляющее слово (УС) следующего сообщения. Контроллер канала выполняет текущее сообщение и, при условии его нормального завершения, автоматически прочитает следующее управляющее слово и начнет передачу следующего сообщения.

Для того, чтобы остановить автономную работу КК, предусмотрена возможность асинхронного сброса признака продолжения, для чего ЦП должен сформировать цикл записи по определенному адресу (см. табл. 2). Контроллер закончит выполнение текущего сообщения и сформирует прерывание.

Возможно три причины формирования прерывания ЦП. В первом случае прерывание формируется, если в текущем сообщении не обнаружены ошибки, нет установленных разрядов в ответных словах, и признак продолжения равен нулю. Во втором - прерывание формируется независимо от признака продолжения, если в сообщении обнаружена ошибка или установлен бит в ответных словах. Кроме того, возможно прерывание ЦП установкой единицы в старшем разряде управляющего слова (так называемое сигнальное прерывание). Это прерывание не вызывает останова работы КК и предназначено для сообщения в ЦП о моменте наступления заранее определенного события (например о приеме массива информационных слов от оконечного устройства). Прерывание устанавливается сразу после чтения управляющего слова и может быть сброшено чтением регистра базового адреса. Формат регистра приведен в табл. 5. Если в старшем разряде установлен бит прерывания, это означает, что контроллер закончил выполнение задания и находится в режиме ожидания инструкций от ЦП. Если разряд не установлен, КК продолжает автономную работу, и чтение регистра слова состояния запрещено.

| КК→ОУ | Адрес | ОУ→КК | Адрес | ОУ→ОУ | Адрес | КС→ОС+ИС | Адрес |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|
| КС    | 0     | КС    | 0     | КС1   | 0     | КС       | 0     |
| ИС 1  | 1     | ОС    | 1     | КС2   | 1     | ОС       | 1     |
| —     | —     | ИС1   | 2     | ОС2   | 2     | ИС       | 2     |
| ИС n  | n     | —     | —     | ИС1   | 3     | —        | —     |
| ОС*   | n + 1 | ИСn   | n + 1 | —     | —     | УС       | 63    |
| —     | —     | —     | —     | ИСn   | n + 2 |          |       |
| УС    | 63    | УС    | 63    | ОС1*  | n + 3 |          |       |
|       |       |       |       | —     | —     |          |       |
|       |       |       |       | УС    | 63    |          |       |

| КС→ОС | Адрес | КС+ИС→ОС | Адрес |
|-------|-------|----------|-------|
| КС    | 0     | КС       | 0     |
| ОС*   | 1     | ИС       | 1     |
| —     | —     | ОС *     | 2     |
| УС    | 63    | —        | —     |
|       |       | УС       | 63    |

\* - отсутствует в групповом режиме передачи;  $1 \leq n \leq 32$

**Рис. 2. Структура блока памяти в режиме КК.**



Цепочка сообщений может быть линейной ( последнее сообщение имеет расширенный код управления со сброшенным битом продолжения ), а может быть и циклической, в этом случае последнего сообщения, как такового, нет - все сообщения имеют установленный бит продолжения и ссылаются друг на друга по кругу; минимальным примером такого цикла может быть единственное сообщение, имеющее ссылку на себя.

Результаты выполнения текущего сообщения содержатся в регистре слова состояния, формат которого раскрыт в табл. 9. При первом варианте останова содержимое разрядов SD5÷SD0 равно нулю. Разряд SD3 равен единице, если в ответном слове был обнаружен установленный бит. При этом анализируются все разряды ОС (кроме адреса), а в формате ОУ→ОУ проверяются оба ОС.

Определение генерации в канале производится декодерами и формирование соответствующих признаков осуществляется асинхронно. Установленный признак генерации в канале может быть замаскирован или сброшен программным сбросом устройства.

Контроль достоверности сообщения производится до обнаружения первой ошибки, после чего контроль прекращается и формируется сигнал прерывания. Во время передачи в канал командных и информационных слов осуществляется эхо-контроль по признакам достоверности кода "Манчестер2" и бита контроля четности. При обнаружении ошибки, передача в канал прекращается и формируется прерывание. Определение установленного бита в ОС не останавливает контроль сообщения.

### Режим оконечного устройства

В соответствии с ГОСТ 26765.52-87 ОУ выполняет прием и дешифрацию командных слов контроллера, определяет ошибки в сообщениях, формирует и выдает в канал ответные слова, выполняет команды управления контроллера канала, обеспечивает режимы обмена КК→ОУ, ОУ→КК и ОУ→ОУ. Обмен информационными словами производится через двухпортовое ОЗУ 2К×16. Распределение памяти ДОЗУ приведено в табл. 11. Разряды ОС определяются значением регистра режима работы (см. табл. 3). Форматы регистров управляющего слова и состояния приведены в табл. 6 и 8. Для перехода в режим оконечного устройства необходимо установить разряды [1,0] регистра режима в состояние 0,1 и в регистре управляющего слова задать адрес абонента в канале обмена.

**Табл. 11. Распределение ДОЗУ в режиме ОУ**

| Адрес (HEX) (10-00)     | Назначение области ДОЗУ                     |
|-------------------------|---|
| <b>Прием из канала</b>  |   |
| 0000–001F               | Флаги готовности блоков 1 ÷ 30              |
| 0020–003F               | Блок данных № 1                             |
| 0040–005F               | Блок данных № 2                             |
| ...                     | ...   |
| 03C0–03DF               | Блок данных № 30                            |
| 03E0–03EF               | Не используется                             |
| 03F0–03FF               | Присоединенные ИС из мультиплексного канала |
| <b>Передача в канал</b> |   |
| 0400–041F               | Флаги готовности блоков 31 ÷ 60             |
| 0420–043F               | Блок данных № 31                            |
| 0440–045F               | Блок данных № 32                            |
| ...                     | ...   |
| 07C0–07DF               | Блок данных № 60                            |
| 07E0–07EF               | Не используется                             |
| 07F0–07FF               | Присоединенные ИС, передаваемые в канал     |

В этом режиме ДОЗУ разделяется на зону передачи в канал (разряд адреса ДОЗУ A[10]=1) и зону приема из канала обмена (A[10]=0). Каждая из зон разбита на блоки по 32 слова. Начальный адрес каждого блока A[4-0]=00000, номер блока определяют разряды адреса A[9-5]. Со стороны канала обмена зона приема / передачи определяется значением бита прием/передача командного слова. Биты поля подадреса [4...0] командного слова соответствуют разрядам A[9-5] адреса ДОЗУ. Младшие разряды адреса A[4-0] при приеме/передаче каждого слова данных со стороны канала обмена аппаратно инкрементируются до значения, указанного в поле числа слов команды КК. Возможны различные варианты обмена данными через ДОЗУ.

Для подсистем, в которых недопустима потеря или повторное использование данных, передаваемых через ДОЗУ (конвейерная передача), или заранее не известно расписание обмена в канале, предпочтительнее **режим работы с флагами**, который задается записью "1" в разряд 10 регистра управляющего слова. В этом режиме, в зоне приема и передачи, ДОЗУ нулевые страницы ( $A[9-5]=00000$ ) отводятся для флаговых слов.

Каждое флаговое слово определяет состояние своего блока памяти (подадреса) из 32 слов (разряды адреса  $A[4-0]$  флагового слова равны разрядам  $A[9-5]$  блока данных). Запись или чтение данных ДОЗУ с требуемым подадресом происходит только после предварительной проверки установки флага готовности (бита 15) флагового слова. Формат флагового слова показан на рис.3.

При чтении процессором ДОЗУ, если флаг готовности установлен, это означает, что требуемый блок данных проконтролирован и полностью записан ОУ по соответствующему подадресу. После чтения последнего слова блока процессор должен сбросить в "0" текущий флаг. Пока флаг готовности не сброшен, прием данных от КК по этому подадресу заблокирован и ответное слово выдается с установленным битом "Абонент занят". При записи процессором ДОЗУ, если флаг готовности установлен, это означает, что данные из соответствующего подадреса зоны передачи контроллером канала еще не востребованы. При сброшенном флаге готовности процессор записывает блок данных после чего устанавливает флаг готовности. Пока флаг готовности сброшен, передача данных в КК из этого подадреса заблокирована и ОС выдается с битом "Абонент занят". При приеме/передаче данных со стороны канала операции с флагами производятся платой аппаратно. Флаг готовности в зоне приема устанавливается ОУ после завершения приема от КК достоверного блока данных и записи его в ДОЗУ. Сброс флага готовности в зоне передачи производится ОУ после завершения выдачи данных из соответствующей области ДОЗУ контроллеру канала.

Для систем, в которых возможна потеря или повторное использование массивов ИС (например, системы управления, в которых производится экстраполяция принимаемых из канала обмена величин) или заранее известно расписание обмена, используется **режим работы ОУ без флагов** (разряд 10 регистра управляющего слова сброшен). При этом для процессора возможны два варианта обмена с ДОЗУ. В первом варианте, перед обращением к ДОЗУ процессор должен прочесть регистр состояния ОУ и произвести анализ его битов [11-0], которые указывают на область ДОЗУ, с которой в данный момент ведет обмен контроллер канала. Если эта область не совпадает с областью, с которой будет работать процессор или бит [11]=0, то через время не более 16 мкс (при чтении) или 20 мкс (при записи) после начала чтения регистра состояния, процессор должен прочесть или записать первое слово данных и далее читать или писать их с циклом не более 20 мкс. Если области совпадают и бит [11]=1, то процессор может начать работу с другой областью памяти или ожидать конца обмена со стороны канала (пока не сбросится бит 11 регистра состояния).

| Номер разряда на шине данных |                 |    |    |    |    |                   |   |   |   |   |                    |   |   |   |   |
|------------------------------|-----------------|----|----|----|----|-------------------|---|---|---|---|--------------------|---|---|---|---|
| 15                           | 14              | 13 | 12 | 11 | 10 | 9                 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4                  | 3 | 2 | 1 | 0 |
| FL                           | не используются |    |    |    | TR | поле подадреса КС |   |   |   |   | поле числа слов КС |   |   |   |   |

FL - Флаг готовности блока данных (1), TR - бит приема/передачи КС

**Рис. 3 . Флаговое слово блока данных ДОЗУ .**

Во втором варианте перед началом обмена с памятью процессор должен установить в регистре управляющего слова бит [6]=1, задать биты [5-0], а затем прочесть регистр состояния и произвести анализ бита 11. Если он сброшен, то область, определенная в регистре управляющего слова, доступна процессору. После чтения/записи процессор должен сбросить бит 6 в регистре управляющего слова. Пока этот бит не сброшен обмен данными по текущему подадресу между ДОЗУ и КК заблокирован, ОС выдается с установленным битом "Абонент занят".

Дополнительные ИС команд управления записываются в область ДОЗУ с подадресом 11111, в ячейку с адресом, определяемым полем кода команды управления. При приеме команд управления, выполнение которых требует вмешательства процессора, вырабатывается прерывание по которому необходимо прочитать регистр состояния, младшие пять разрядов которого в этом случае являются кодом команды управления. Запрос прерывания сбрасывается после программного сброса, записи кода 11111 в разряды [4-0] регистра управляющего слова или после приема очередной команды контроллера. Команды не вызывающие прерывания приведены в табл. 11

**Табл. 11. Команды выполняемые без прерывания**

| Код   | Команда управления                      |
|-------|---|
| 00010 | Передать ответное слово                 |
| 00100 | Блокировать передатчик                  |
| 00101 | Разблокировать передатчик               |
| 00110 | Блокировать признак неисправности ОУ    |
| 00111 | Разблокировать признак неисправности ОУ |
| 01000 | Установить ОУ в исходное состояние      |
| 10010 | Передать последнюю команду              |

Прерывание на команды управления без слов данных (код команды от 00000 до 01111) и со словом данных для контроллера (код команды 10000 - 11111, разряд "Прием/передача" = 1) вырабатывается через 4 мкс от начала паузы после команды. При выполнении команд управления со словом данных для ОУ (код команды от 10000 до 11111, разряд "Прием/передача" = 0) прерывание вырабатывается через 7,5 мкс после окончания слова данных. Прерывания по командам управления не блокируются.

При выполнении команд приема данных от контроллера, если принятое сообщение достоверно, прерывание вырабатывается через 7,5 мкс от начала паузы после последнего слова данных в сообщении. Если принимаемое сообщение не достоверно (пауза между словами данных, число принятых слов данных не соответствует указанному в команде, одно из слов данных не достоверно), в момент обнаружения ошибки также вырабатывается прерывание, но при этом в разряд 14 регистра слова состояния записывается "1" как признак ошибки.

При выполнении команд передачи данных контроллеру канала прерывание вырабатывается через 3 мкс после начала синхросигнала последнего передаваемого слова данных. Прерывания по командам приема/передачи данных могут быть заблокированы записью "1" в разряд 13 регистра режима.

Запросы прерываний снимаются из процессора после программного сброса, записи кода 11111 в разряды [4-0] регистра управляющего слова или после приема очередной команды контроллера канала. Причина прерывания однозначно определяется чтением регистра слова состояния, содержимое которого изменяется только с началом выполнения следующей команды контроллера.

Записью "1" в разряд 8 регистра управляющего слова ОУ разрешается выполнение групповых команд контроллера. При сбросе этого разряда в "0" групповые команды игнорируются.

Платы поставляются с джампером "INST", установленным в положение 1. В этом режиме ОУ контролирует наличие "1" в разряде 10 командного слова (старший разряд подадреса). Команды с нулем в этом разряде не воспринимаются. Данный режим используется для различия командных и ответных слов, позволяя повысить достоверность обмена в канале, но диапазон используемых подадресов уменьшается до 15. Контроль указанного разряда команды отключается перестановкой джампера "INST" в положение 0.

Разряды 8, 9 и 10 регистра режима определяют в ДОЗУ одну из восьми страниц размером 2Кх16 слов со стороны канала обмена.

## Режим монитора

Режим монитора мультиплексного канала определяется загрузкой регистра режима работы (табл. 4). Управление МТ и его распределение памяти сходно с режимом контроллера канала. В табл. 6 раскрыт формат управляющего слова. Запуск МТ осуществляется циклом записи регистра управляющего слова, при условии, что регистром режима работы задан режим МТ. Применение монитора предпочтительно в системах с использованием аппаратного бита. Данный монитор осуществляет автономный контроль сообщения и реагирует на посылку начинающуюся с достоверного командного слова.

Распределение памяти МТ показано на рис. 4. Слова располагаются в ДОЗУ в порядке их поступления из канала. Под одно сообщение отводится блок из 64 слов. Поскольку в МТ предусмотрена возмож-

ность обработки цепочки сообщений, в ячейку с адресом 111110 автоматически записывается содержимое регистра слова состояния (СС) после окончания контроля сообщения.

Эта запись осуществляется только до тех пор пока МТ находится в режиме автономной работы. Формат регистра слова состояния в режиме МТ приведен в табл. 9. Формат передачи раскрыт в табл. 8, причем разряды кода формата сдвинуты по сравнению с регистром УС контролера канала (разряд SD13 режима МТ соответствует разряду SD3 режима КК, разряд SD12 соответствует SD2 и т.д.) Кодировка кода ошибки раскрыта в табл. 10.

Регистр базового адреса в режиме МТ аналогичен режиму КК и раскрыт в табл. 5.

Возможна ситуация, когда код ошибки равен нулю, а разряд МЕ установлен. Это означает, что в системе с использованием аппаратного бита получены две команды (формат ОУ → ОУ), в первой, аппаратный бит установлен, а во второй он отсутствует.

Последовательность чтения регистров регистра базового адреса и регистра слова состояния при установке прерывания аналогична режиму КК.

После записи слова состояния МТ считывает из ячейки с адресом 111111 следующее управляющее слово и процедура повторяется. Останов МТ осуществляется сбросом признака продолжения в управляющем слове.

Если в управляющем слове установлен признак прерывания по ошибке, автономная работа МТ прервется при обнаружении ошибки в сообщении или при установке бита в ответном слове.

Поскольку в режиме МТ для контроля сообщения используются управляющие автоматы КК и ОУ, контроль осуществляется до первой обнаруженной ошибки. После определения ошибки МТ в зависимости от режима записывает содержимое регистра слова состояния в память или выставляет прерывание.

Наиболее предпочтительным и однозначным является такой режим работы МТ, когда монитор имеет эталонную программу КК с которой сравнивается фактическое поступление сообщений из канала. В этом случае программные затраты на восстановление МТ будут минимальны.

Наиболее сложными являются ситуации, когда присутствуют ошибки в командных словах КК, причем код "Манчестер 2" и четность КС достоверны. В этом случае следует обращать внимание на разряды SD9 и SD8 в регистре слова состояния монитора.

Для того, чтобы организовать работу МТ в режиме реального времени, можно предложить несколько вариантов организации программного обеспечения. Наиболее простым является организация замкнутой цепочки сообщений. Для ОЗУ 16Кх16 длина этой цепочки составляет 256 сообщений. После того, как МТ заполнит этот массив, процесс автоматически повторится. Для того, чтобы процессор успевал обрабатывать поступающую информацию, необходимо использовать прерывания, которые может быть составлены по программе МТ в старшем разряде управляющего слова. Монитор может формировать прерывания на каждое сообщение или на группу. При этом автоматическая работа не прерывается. Для того, чтобы МТ не останавливался по обнаружении ошибки, необходимо устанавливать разряд SD5 управляющего слова в "1".

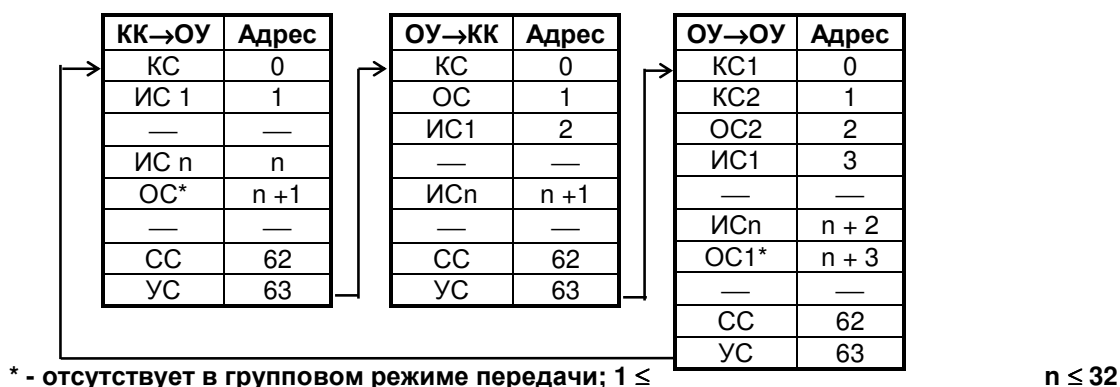
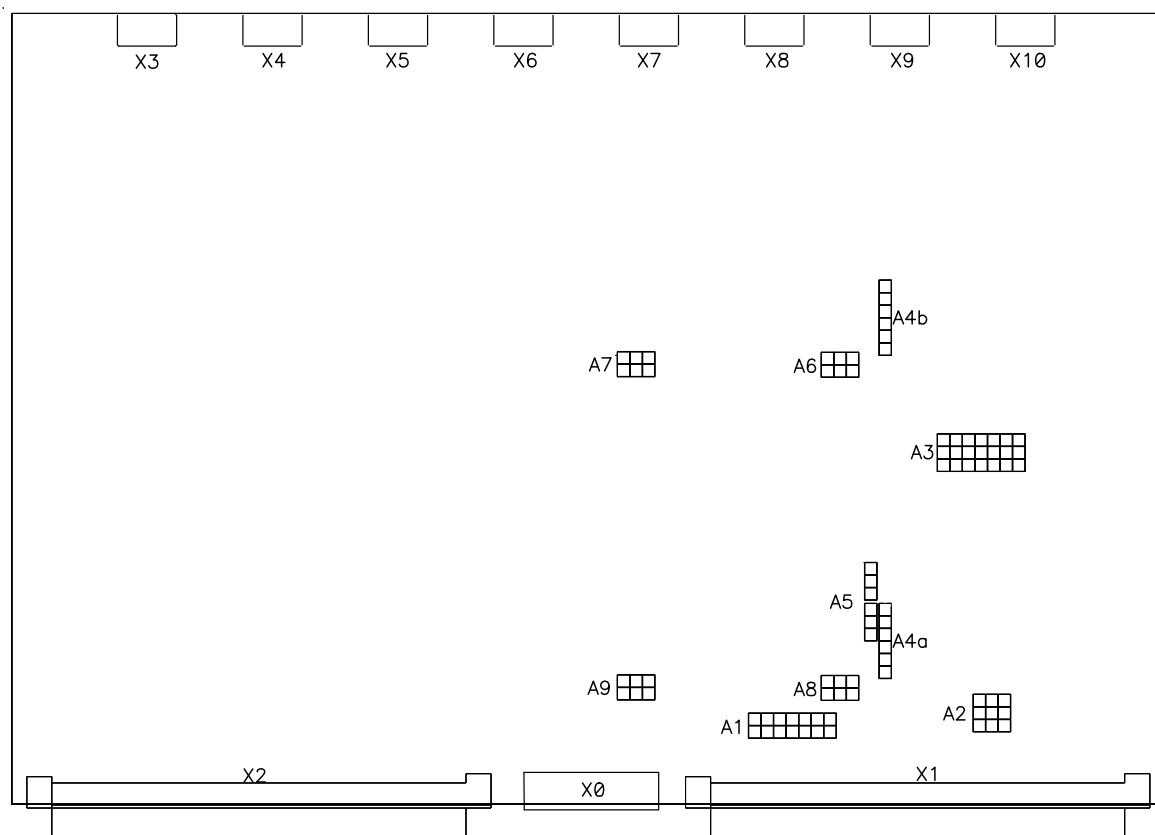


Рис. 4. Пример структуры блока памяти в режиме МТ.

## Используемые переключатели

На рис 5 изображены основные поля переключателей и разъемы устройства.



**Рис. 5. Условное изображение устройства.**

**Разъем X1 - разъем шины VME.**

**Разъемы X7 и X8 - разъемы основной и резервной ЛПИ (соответственно) первого ТМК.**

**Разъемы X9 и X10 - разъемы основной и резервной ЛПИ (соответственно) второго ТМК.**

**Разъемы X3 и X4 - разъемы основной и резервной ЛПИ (соответственно) третьего ТМК.**

**Разъемы X5 и X6 - разъемы основной и резервной ЛПИ (соответственно) четвертого ТМК.**

**Поля A1 и A2 определяют номер (уровень приоритета) используемого прерывания.** Все четыре ТМК в составе устройства использует одну линию запроса прерывания. В поле A1 контакты 1÷7 соединены между собой и подключены к выходу запроса прерывания устройства. Контакты нижнего ряда соединены с линиями запросов прерываний шины VME. В поле A2 на контактах A01÷A03 необходимо задать двоичный код, соответствующий выбранному номеру прерывания. Устройство поставляется с установленным прерыванием **IRQ 2** (установлены джампера между контактами 2 и IRQ2, A01 и "0", A02 и "1", A03 и "0").

Поле A1

|      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
| IRQ1 | IRQ2 | IRQ3 | IRQ4 | IRQ5 | IRQ6 | IRQ7 |

Поле A2

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| "0" | "0" | "0" |
| A03 | A02 | A01 |
| "1" | "1" | "1" |

+

**Поле А3 определяет базовый адрес устройства** в 64 Кбайтном адресном пространстве короткого ввода/вывода шины VME. На контактах А09÷А15 необходимо задать двоичный код, соответствующий выбранному базовому адресу. Устройство поставляется с установленным адресом **0000** (установлены джампера между контактами А09 и "0", А10 и "0", А11 и "0", А12 и "0", А13 и "0", А14 и "0", А15 и "0").

Поле А3

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| "0" | "0" | "0" | "0" | "0" | "0" | "0" |
| A15 | A14 | A13 | A12 | A11 | A10 | A09 |
| "1" | "1" | "1" | "1" | "1" | "1" | "1" |

**Поля А4а и А4б** имеют служебное назначение и не должны изменяться пользователем !

**Поле А5 определяет типы циклов шины VME**, на которые будет реагировать устройство.

Поле А5

|   |
|---|
| 6 |
| 5 |
| 4 |
| 1 |
| 2 |
| 3 |

| Соединить контакты                   | Режим   |
|--------------------------------------|---|
| 2 и 3, 5 и 6                         | Устройство реагирует на обычные и привилегированные циклы * |
| 1 и 2, 4 и 5                         | Устройство реагирует только на обычные циклы                |
| 2 и 3, 4 и 5                         | Устройство реагирует только на привилегированные циклы      |
| * Изделие поставляется в этом режиме |   |

**Поля А6, А7, А8, А9** задают режимы работы первого, второго, третьего и четвертого ТМК соответственно

Поля А6-А9

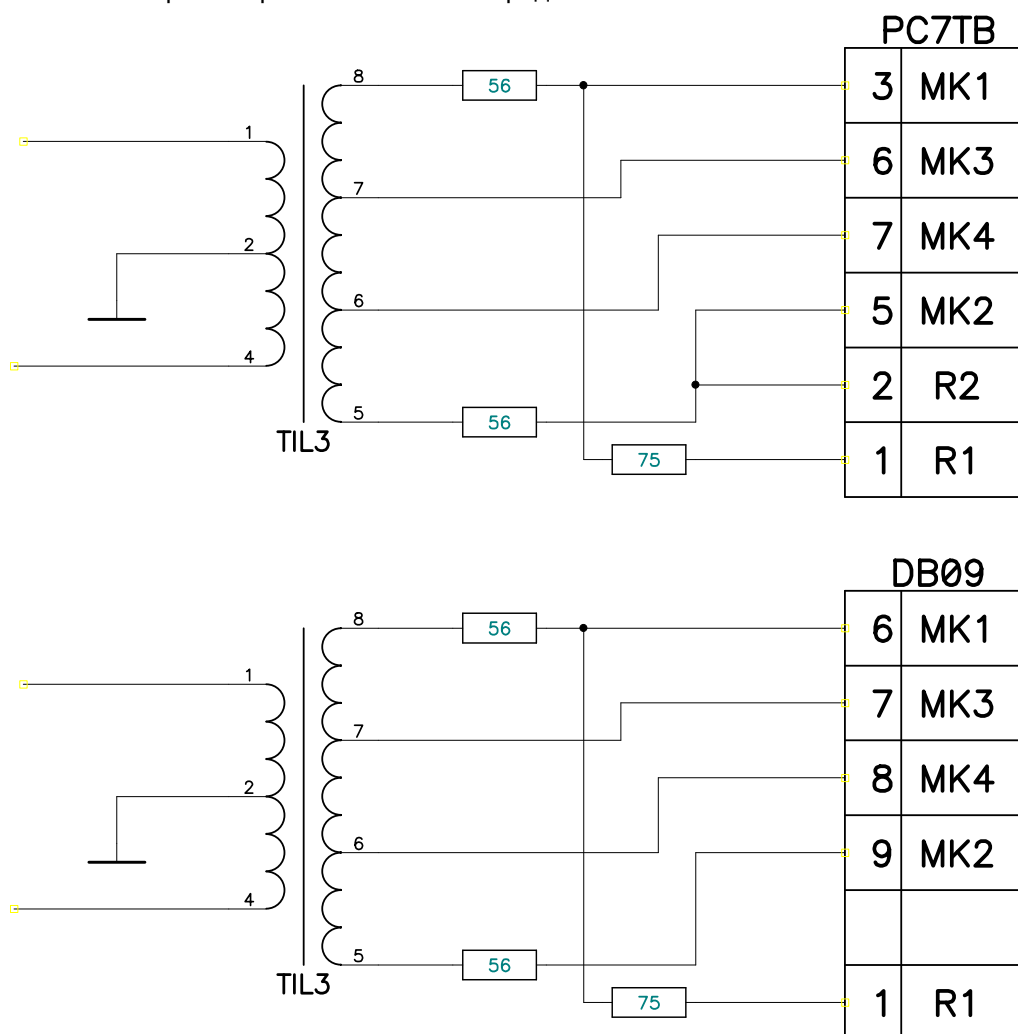
|   |   |   |
|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 |
| 1 | 2 | 3 |

Контакты 3 и 6 соединены с шиной 0В  
Контакты 1 и 4 соединены с шиной +5В

| Соединить контакты                   | Режим  |
|--------------------------------------|--|
| 2 и 3                                | Режим контроля паузы по ГОСТ 26765.52-87 (14мкс) * |
| 1 и 2                                | Увеличенное время контроля (20 мкс)                |
| 5 и 6                                | Режим работы без аппаратного бита                  |
| 4 и 5                                | Режим работы с аппаратным битом *                  |
| * Изделие поставляется в этом режиме |  |

## Интерфейс с магистралью ГОСТ 26765.52–87

Устройство ТЕ1-6UV подключается к ЛПИ мультиплексных каналов через восемь разъемов PC7TB (X3-X10) или через четыре разъема DB09 (X3, X5, X7, X9) или 8 разъемов ОНЦ-БС-2-4/10 (X3-X10). Контакты 3 и 5 разъема PC7TB, контакты 6 и 9 разъема DB09, контакты 1 и 4 разъема ОНЦ-БС предназначены для подключения к линии без согласующего трансформатора. Контакты 6 и 7 разъема PC7TB, контакты 7 и 8 разъема DB09, контакты 2 и 3 разъема ОНЦ-БС предназначены для подключения к линии через согласующий трансформатор. Контакты 1 и 2 разъема PC7TB или контакты 1 и 9 разъема DB09 могут использоваться для подключения согласующего резистора 75 Ом, расположенного на плате, при прямом подключении в конец линии передачи, однако все же рекомендуется (а стандартом требуется) устанавливать такой резистор на самой линии передачи.



**Рис. 6. Подключение устройства к линии передачи информации с использованием разъемов PC7TB и DB09.**

**Таблица 12.**

**Подключение устройства с использованием разъемов ОНЦ-БС-2-4/10**

| Контакт | Цепь |
|---------|------|
| 1       | МК1  |
| 2       | МК3  |
| 3       | МК4  |
| 4       | МК2  |