

## **НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ 1-ПРОВОДНОЙ СЕТИ.**

### **ВВЕДЕНИЕ.**

#### **Какая нужна сеть?**

Одной из составных частей современного электронного оборудования стали коммуникационные сети. Они занимают серьезное место в области использования персональных компьютеров, периферийных устройств компьютеров, офисного оборудования, управления инженерным оборудованием зданий, контроля производственных процессов и даже в таких областях, как управление различными приборами автомобилей и управление бытовой техникой. Однако, в зависимости от области применения требования к сетям совершенно различны.

Одним из важных параметров любой сети является скорость передачи информации, выражаемая в битах в секунду [bps]. Если в течение долей секунды должны быть переданы миллионы бит информации, как например, в случае использования компьютерных сетей, то необходимо использование высокоскоростной архитектуры, поддерживающей передачу данных со скоростями порядка 10 миллионов бит в секунду. Такие задачи чаще всего решаются путем использования сети ETHERNET. Сети ETHERNET могут расширяться фактически бесконечно, однако практически размеры сети ограничены финансовыми параметрами, такими как стоимость репитаторов, мостов и маршрутизаторов, а также увеличивающейся с ростом сети нестабильностью ее работы и увеличением времени отклика. Существуют также и другие системы, позволяющие обеспечить близкие параметры по скорости передачи информации. Одним из таких примеров являются системы, построенные на основе интерфейса RS485. Однако такие системы обладают ограниченной протяженностью и максимальным числом узлов сети равным 32.

При скоростях передачи информации порядка 1 миллиона бит (приблизительно 35 страниц машинописного текста) в секунду используется несколько различных подходов. Однако только немногие из них могут рассматриваться, как настоящие сети из-за присущей им неспособности адресации определенных узлов сети. Если же адресация и предусмотрена, то она или сильно ограничена, или не подходит для общих применений. Шина CAN, например, основывается на сложном протоколе, предназначенном специально для целей контроля и управления автомобильным оборудованием.

Не лучше обстоят дела и среди медленных сетей со скоростями передачи порядка 100 килобит (3 страницы машинописного текста) в секунду. Среди них существует фактически только одна приемлемая система, называемая I<sup>2</sup>C. Однако ее применение ограничено протяженностью порядка 10м, без использования репитаторов и необходимостью установки в оборудовании, предназначенном для работы в сети, специальных дополнительных интерфейсных схем. К тому же максимальное число узлов сети составляет 128 при использовании стандартного протокола и 1024 при использовании расширенного протокола I<sup>2</sup>C. Хотя эта сеть и могла бы удовлетворить ряду требований офисных применений, но ее использование фактически не вышло за пределы первоначального применения для межблочной связи различного бытового оборудования (телевизоров, аудиокomплексов). К тому же ни одна из этих сетей не обладает свойствами самоорганизации и возможностью питания конечных устройств от линии связи.

#### **Что же делать?**

Одно из важных свойств сети состоит в минимальных затратах, необходимых для прокладки линий связи, по которым информация из различных точек (например комнат в здании) будет поступать на центральный пульт управления. С центрального пульта может осуществляться контроль за состоянием различных датчиков и, наоборот, могут передаваться сигналы управления открыванием дверей, включением и выключением

света, кондиционеров, или подаваться сигналы тревоги если, например, разбито окно или дверь открыта в недопустимое время. Аналогичная концепция может использоваться для контроля за производственным оборудованием и дистанционного управления им из одной точки.

При использовании электронных этикеток, закрепленных на различных объектах, можно осуществлять контроль за перемещением различного рода продукции. Например, если электронная этикетка закреплена на контейнере, то возможно не только осуществить контроль за его перемещением, но на такой этикетке может быть записана также информация о содержимом контейнера, поставщике и получателе груза и т.д. С применением устройств для автоматической идентификации, таких как Touch Memory, становится возможным осуществлять централизованный контроль за временем и правами доступа персонала в различные офисы, лаборатории, производственные зоны и склады продукции.

Для всех этих на первый взгляд разных областей применения характерны некоторые общие свойства, предъявляемые к параметрам сети:

- большое и непредсказуемое число точек расположения приборов и/или самих приборов,
- значительная протяженность линий связи,
- небольшой объем передаваемых данных,
- не критичность к скорости передачи данных.

Для таких применений неприемлемы различные типы сетей, перечисленных выше, поскольку они не удовлетворяют одному или нескольким параметрам:

- не поддерживают необходимую протяженность линий связи,
- требуют слишком больших инвестиций для установки и обслуживания,
- не предназначены для постоянного изменения конфигурации сети,
- не обладают достаточным адресным пространством.

Значительно более высокий уровень защищенности, эффективности, гибкости в установке и обслуживании, а также минимальные финансовые затраты могут быть достигнуты, если будет существовать сеть, полностью удовлетворяющая всем приведенным параметрам

## MicroLAN - ДЕШЕВАЯ И УНИВЕРСАЛЬНАЯ.

Фирма **Dallas Semiconductor** попыталась удовлетворить требованиям к таким сетям, создав новый сетевой стандарт, называемый **MicroLAN**. MicroLAN *требует* для осуществления связи только **один проводник и земляной провод**, таким образом может использоваться неэкранированная витая пара или телефонный провод. Сеть обладает практически неограниченным адресным пространством и допускает работу на расстояниях до 300m без использования дополнительных повторителей или регенераторов сигналов. Благодаря использованию команды **Поиск** в сети, возможна работа даже в условиях часто меняющейся конфигурации. Отдельные компоненты сети предназначены также и для самостоятельного применения. К таким приборам принадлежат различные устройства идентификации, микросхемы памяти и термометры. Все эти приборы готовы для использования в общей сети, так как каждый из них содержит уникальный идентификатор устройства и встроенный сетевой контроллер.

## СВОЙСТВА СЕТИ MicroLAN.

### Концепция.

Сеть MicroLAN использует архитектуру с **одним ведущим** шины и **многочисленными ведомыми**. Однако, используя специальные методы исключения конфликтов на шине, возможна работа с несколькими ведущими.

### Архитектура.

**Сеть MicroLAN не ограничена заранее предопределенной структурой.** В небольших конфигурациях, она представляет из себя **шинную структуру, с подключением всех приборов на одну общую магистраль.** При более сложной

конфигурации **структура сети может видоизмениться в древовидную**. Отдельные ветви могут отходить от общей магистрали, в свою очередь они могут ветвиться далее и далее. Все ветви могут подключаться к сети или отключаться от нее с помощью адресуемых ключей. Ветвление любого уровня может динамически изменяться в работающей сети.

### **Интерфейс.**

Сеть MicroLAN основывается на использовании дешевого, легко доступного телефонного кабеля с витыми парами. Для прокладки сети не требуется никакого специального оборудования. Для удобства выпускается специальный ассортимент кабелей, соединителей, интерфейсных карт, предназначенных для быстрой установки и работы в составе сети MicroLAN.

**MicroLAN использует стандартные КМОП/ТТЛ логические уровни.**

Напряжение ниже 0.8V соответствует логическому НИЗКОМУ уровню, а напряжение выше 2.2V является ВЫСОКИМ логическим уровнем. Сеть использует рабочее напряжение питания 2.8...6,0V. Приборы MicroLAN могут использовать режим питания от линии связи.

Скорость передачи данных по сети была оптимизирована для условий работы на больших расстояниях, простоты интерфейса и использования дешевых и широко распространенных компонентов. Скорость передачи данных 16300 bps достаточна для того, чтобы обеспечить адресацию узла и начать передачу данных за время менее 7 ms. Скорость передачи данных по сети может быть уменьшена до любой необходимой величины путем введения задержки между передачей отдельных битов данных.

Протокол работы MicroLAN специально предназначен для упрощения электрического интерфейса и наиболее широкой поддержки существующим коммуникационным оборудованием. **Любой промышленный микроконтроллер**, такой как 8051, работающий на тактовой частоте более 1.8MHz, **а также любой последовательный порт RS232**, управляемый микросхемой 8250, **может легко поддерживать протокол обмена MicroLAN.**

### **Адресация.**

С адресным пространством 2<sup>56</sup> сеть MicroLAN перекрывает все существующие сетевые стандарты. Благодаря **встроенному сетевому контроллеру**, все приборы MicroLAN пригодны для использования в сети с момента своего выпуска. При производстве гарантируется **уникальность сетевого адреса для каждого выпускаемого прибора**. В сети MicroLAN не существует опасности конфликта сетевых адресов и недостаточности адресного пространства.

### **Условный поиск.**

Стандарт MicroLAN обеспечивает выполнение команды поиска, предназначенной для обнаружения используемых в сети адресов со скоростью 76 узлов сети в секунду. Для исключения приборов не генерирующих немедленный ответ во время процесса поиска, используется команда **Условного поиска**. Эта специальная команда используется для идентификации и адресации приборов, сигнализирующих о выполнении определенного условия, таких как таймеры/счетчики (DS1994), сигнализаторы температуры (DS1820, DS1920) и датчики состояния (DS2405) .

## **1-ПРОВОДНОЙ ИНТЕРФЕЙС MicroLAN**

### **ОБЩИЕ СВОЙСТВА.**

Сеть MicroLAN основывается на использовании интерфейса 1-проводной шины, который впервые был применен для обслуживания Touch Memory™, микросхемы расположенной внутри корпуса из нержавеющей стали. Электрический интерфейс был сведен к абсолютному минимуму, то есть к одной линии данных и земляному проводнику. **Параллельное подключение к проводнику нескольких микросхем с интерфейсом MicroLAN и присоединение этого проводника к компьютеру и образуют сеть MicroLAN.**

Все приборы 1-проводной шины — самотактируемые кремниевые устройства. Логика обработки интервалов времени основывается на измерении и генерировании цифровых импульсов различной длительности. Передача данных асинхронная и полудуплексная. Данные могут интерпретироваться как команды (в соответствии с заранее определенным форматом) которые сравниваются с информацией, уже сохраненной в приборе, для принятия решения, или могут быть просто сохранены для последующего использования. **Все устройства в сети считаются ведомыми, в то время как управляющий сетью компьютер считается ведущим.** Это позволяет избежать конфликтов, связанных с работой на общей шине нескольких ведущих. Кроме того, построение выходного устройства всех микросхем на основе полевого транзистора с открытым стоком, совместно с используемым алгоритмом работы приборов позволяют разрешить все конфликты, связанные с одновременной работой на шине нескольких ведомых устройств.

## ПАРАМЕТРЫ ПО ПОСТОЯННОМУ ТОКУ

Приборы MicroLAN используют конфигурацию с открытым стоком при значении напряжения питания от 2.8V (минимальное напряжение питания) до 6V (максимальное напряжение питания). Любое напряжение, превышающее 2.2V, рассматривается как логическая 1 или ВЫСОКИЙ уровень, а напряжение ниже 0.8V считается логическим 0 или НИЗКИМ уровнем. Напряжение питания должно составлять минимум 2.8V для того, чтобы зарядить внутренний конденсатор, обеспечивающий питание прибора при НИЗКОМ уровне напряжения шины. Номинал конденсатора питания составляет приблизительно 800pF. Эта емкость заряжается на протяжении короткого промежутка времени, когда подается питание MicroLAN. После этого требуется только небольшая подзарядка конденсатора для восстановления полного заряда.

## ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Временные соотношения в сети MicroLAN определены относительно временных интервалов. Поскольку форма падающего фронта в системах с открытым стоком менее подвержена влиянию емкости нагрузки, то для синхронизации работы всех приборов MicroLAN используется именно падающий фронт. Для обеспечения максимальной надежности чтения данных и команд, чтение осуществляется в середине временного интервала передачи данных. По определению активная часть временного интервала 1-проводной шины ( $t_{\text{SLOT}}$ ) составляет 60μs. После окончания активной части временного интервала требуется освобождение линии, чтобы напряжение на ней, по крайней мере на 1μs превысило пороговый уровень 2.8V, что необходимо для зарядки внутренних конденсаторов питания приборов на шине.

При номинальных условиях, приборы MicroLAN определяют состояние линии через 30μs после падающего фронта. Внутренний временной масштаб приборов может отклоняться от номинальной величины. Допустимый диапазон отклонения составляет от 15μs до 60μs. Это означает, что фактически выборка может осуществляться ведомым устройством где-нибудь между 5μs и 60μs после синхронизирующего фронта. В течение этого временного интервала напряжение на шине данных должно оставаться ниже  $V_{\text{IL(max)}}$  или выше  $V_{\text{IH(min)}}$ .

### Временные интервалы записи.

**В 1-проводной системе значения логического 0 и логической 1 представлены импульсами различной длительности.** Это объясняет форму временных диаграмм записи 1 и записи 0 (Рис. 1 и 2), необходимых для записи команд или данных в приборы. Продолжительность НИЗКОГО уровня импульса записи 1 ( $t_{\text{LOW1}}$ ) должна: быть короче 15μs; для записи 0 продолжительность НИЗКОГО уровня импульса ( $t_{\text{LOW0}}$ ) должна быть, по крайней мере 60μs, чтобы гарантировать правильность записи в самом плохом случае.

Продолжительность активной части временного интервала может быть продлена свыше 60μs. Максимальная длительность ограничена тем, что импульс НИЗКОГО уровня

продолжительностью, по крайней мере восемь активных временных интервалов ( $480\mu\text{s}$ ) определен как **Импульс сброса**. Допуская то же самое максимальное отношение допустимого разброса временных интервалов, импульс НИЗКОГО уровня длительностью  $120\mu\text{s}$  может оказаться достаточным для сброса. Это ограничивает максимальную продолжительность активной части временного интервала записи **0** величиной  $120\mu\text{s}$ , чтобы предотвратить неверное истолкование импульса в качестве **Импульса сброса**.

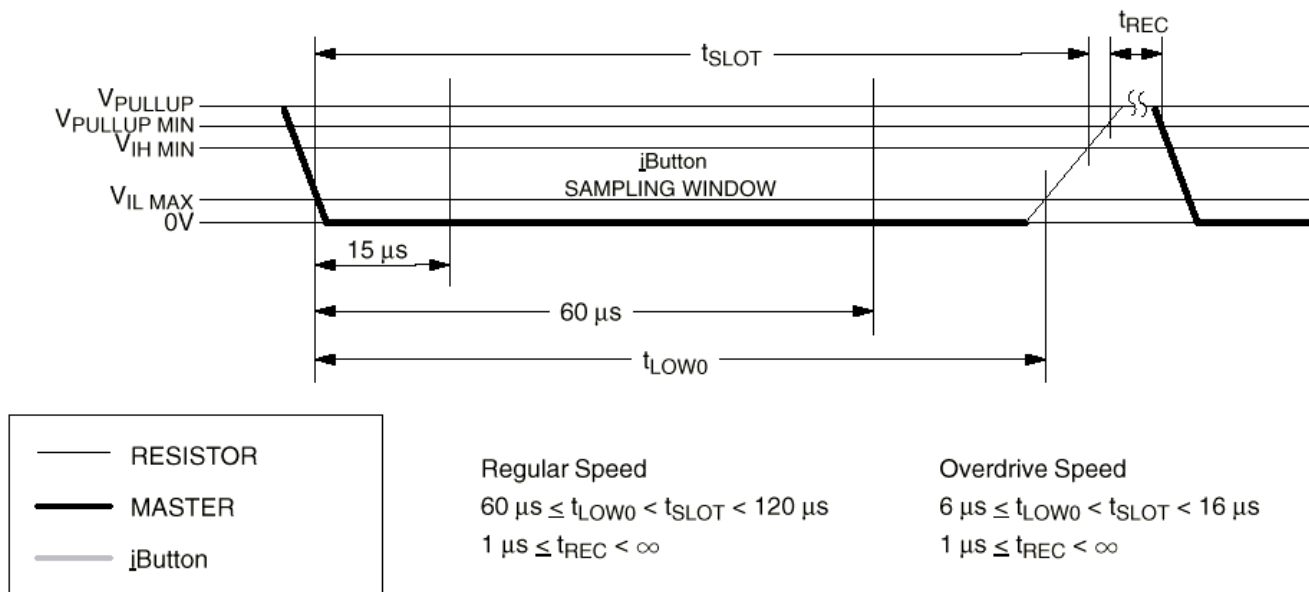


Рис. 1. Временная диаграмма записи логической единицы.

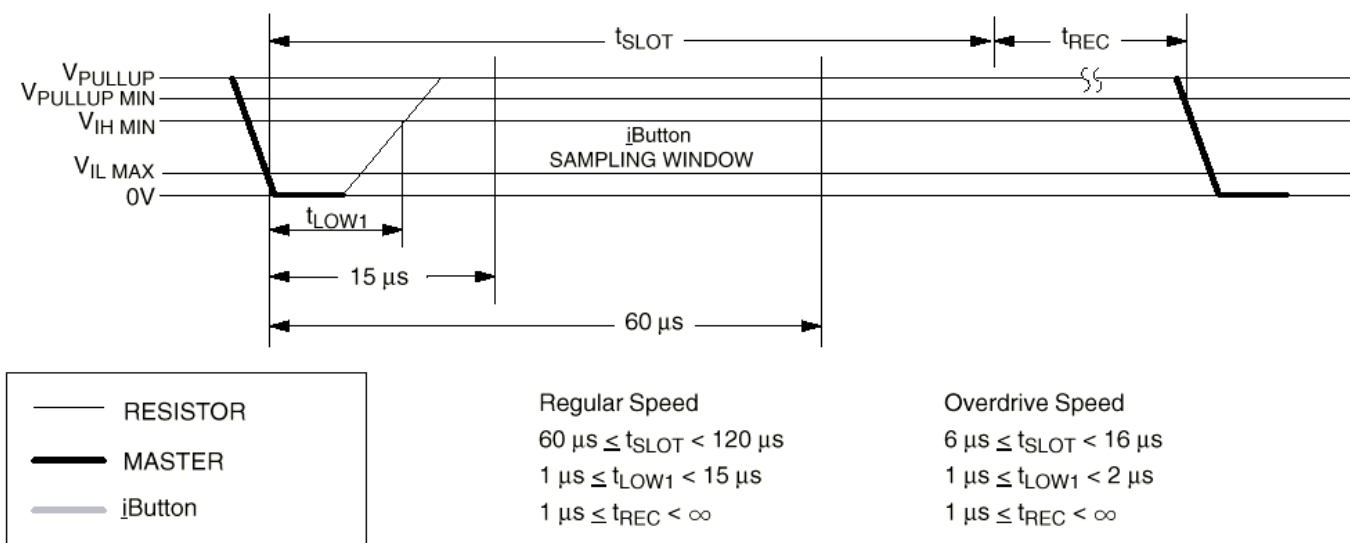


Рис. 2. Временная диаграмма записи логического нуля.

В конце активной части каждого временного интервала для приборов MicroLAN требуется время восстановления  $t_{\text{REC}}$  длительностью минимум  $1\mu\text{s}$ , чтобы подготовиться к следующему биту. Это время восстановления может быть расценено как неактивная часть временного интервала и должно быть прибавлено к продолжительности активной части, чтобы получить время, требуемое для передачи одного бита. Широкий диапазон временных интервалов и не критичность к времени восстановления позволяет даже медленным микропроцессорам легко выполнить временные параметры для связи по 1-проводному интерфейсу.

### Временные интервалы чтения.

Команды и данные передаются в приборы MicroLAN, путем комбинации последовательности циклов записи **0** и записи **1**. Для чтения данных, ведущий шины должен генерировать последовательность циклов чтения, чтобы определить начало передачи каждого бита. С точки зрения ведущего шины цикл чтения выглядит так же, как

и цикл записи 1. Используя в качестве стартового условия переход от ВЫСОКОГО уровня к НИЗКОМУ, ведомый прибор посылает один бит адресуемой информации. Если бит данных равен 1, прибор не предпринимает никаких действий на шине, оставляя импульс неизменным. Если бит данных равен 0, ведомый прибор MicroLAN сохраняет (удерживает) НИЗКИЙ уровень на шине данных в течение интервала времени  $t_{RDV}$ , составляющего  $15\mu s$  (см. **Рис. 3**). В этом временном интервале данные верны для чтения ведущим. Продолжительность  $t_{LOWR}$  НИЗКОГО уровня импульса, посланного ведущим должна составлять минимум  $1\mu s$  и быть как можно короче, чтобы максимум времени остался для измерения ведущим уровня ответного сигнала. Чтобы компенсировать емкость кабеля 1-проводной шины, ведущий должен детектировать состояние шины как можно ближе к  $15\mu s$  после фронта синхронизации. После  $t_{RDV}$  следует дополнительный временной интервал  $t_{RELEASE}$ , после которого прибор MicroLAN освобождает 1-проводную шину, чтобы напряжение могло вернуться к уровню  $V_{PULLUP}$ . Продолжительность  $t_{RELEASE}$  может изменяться от 0 до  $45\mu s$ , номинальная величина составляет  $15\mu s$ .

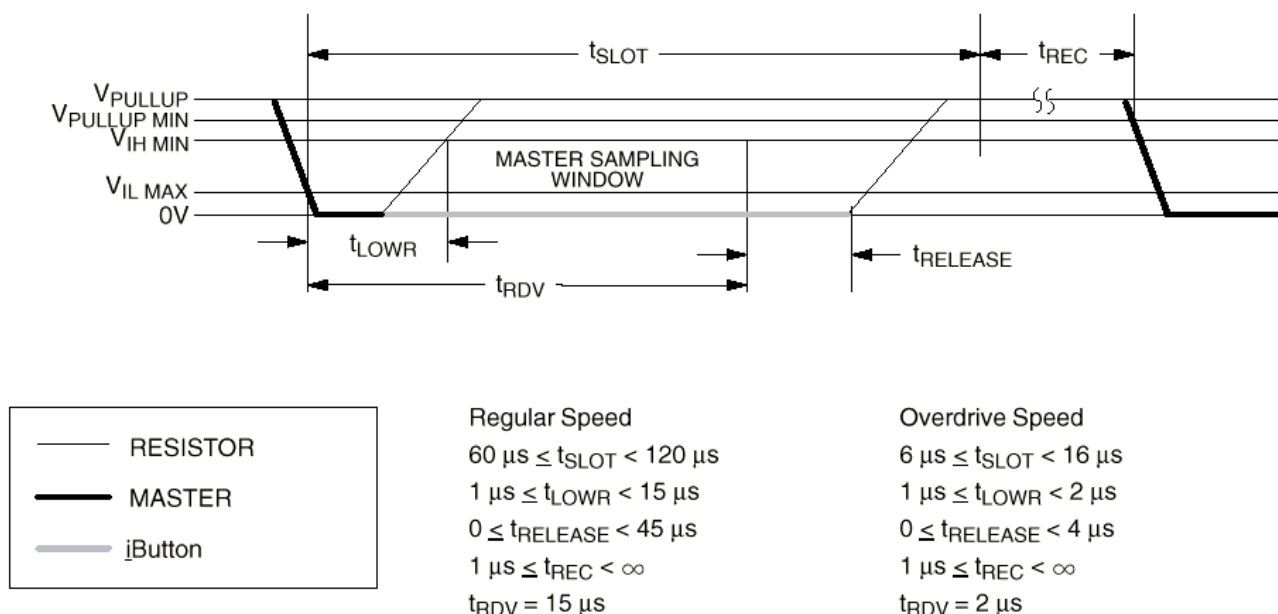


Рис. 3. Временная диаграмма чтения.

### Сброс и обнаружение присутствия на линии.

Как упомянуто выше, протокол обмена по 1-проводной шине поддерживает также **Импульс сброса**. Этот импульс определен как одиночный импульс НИЗКОГО уровня минимальной продолжительностью в восемь временных интервалов (или  $480\mu s$ ) после которого следует ВЫСОКИЙ уровень импульса сброса  $t_{RSTH}$  длительностью также  $480\mu s$  (см **Рис.4**). Это состояние ВЫСОКОГО уровня необходимо для того, чтобы приборы на шине MicroLAN могли генерировать **Импульс присутствия**. В течение  $t_{RSTH}$  никакая другая связь на 1-проводной шине не допускается. **Импульс сброса** предназначен, чтобы обеспечить стартовое условие, которое отменяет любой обмен на шине и возвращает все приборы на шине в исходное состояние. В системе с нестабильными электрическими контактами необходимо иметь средства перезапуска после нарушения контакта. В качестве такого средства и служит **Импульс сброса**. Если ведущий шины посылает **Импульс сброса**, то прибор MicroLAN ожидает в течение времени  $t_{RSTH}$  и затем генерирует **Импульс присутствия** продолжительностью  $t_{PDH}$ . Это позволяет ведущему легко определить, находится ли на шине хоть один прибор. Кроме того, если несколько приборов включены параллельно, ведущий может измерить оба интервала времени и таким образом получить информацию о разбросе временных параметров всех приборов на шине.

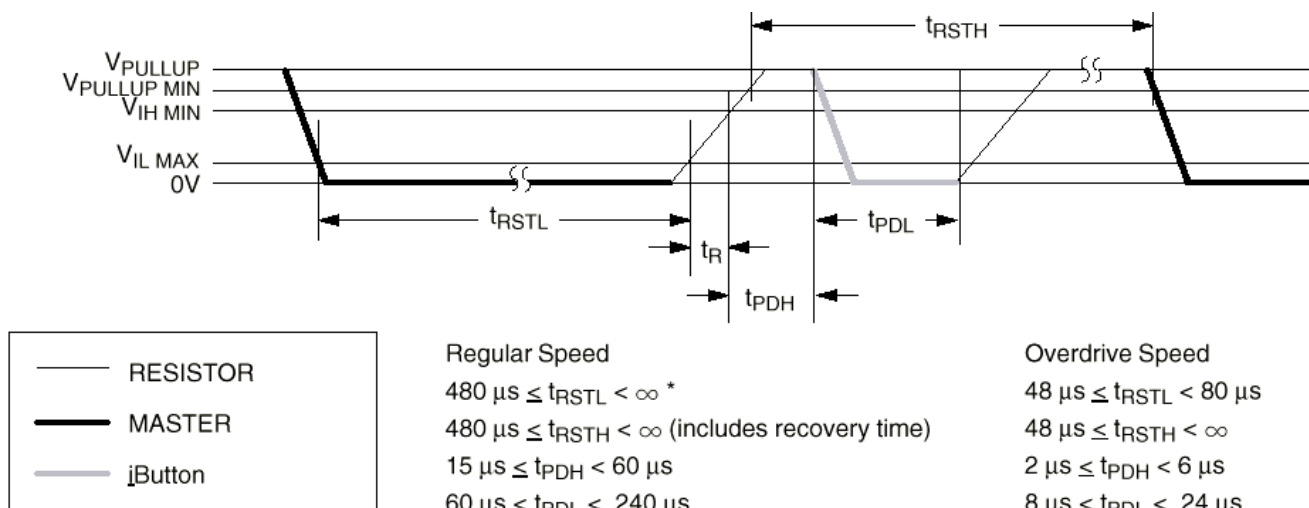


Рис. 4. Импульс сброса и обнаружения присутствия.

**Импульс присутствия** может служить также в качестве источника аппаратного прерывания. Если прибор отсоединяется от шины, то он устанавливает на выходе НИЗКИЙ уровень с помощью внутреннего источника тока  $5\mu A$ . На Рис. 5 представлена структура входа/выхода данных прибора, предназначенного для работы в составе сети MicroLAN. При отключении прибора от шины внутренний источник тока имитирует импульс сброса неограниченной продолжительности. Как только прибор снова подключается к шине и обнаруживает высокий уровень на шине данных, он генерирует **Импульс присутствия**. Эта особенность может использоваться для генерации прерывания при подключении на шину каждого нового устройства.

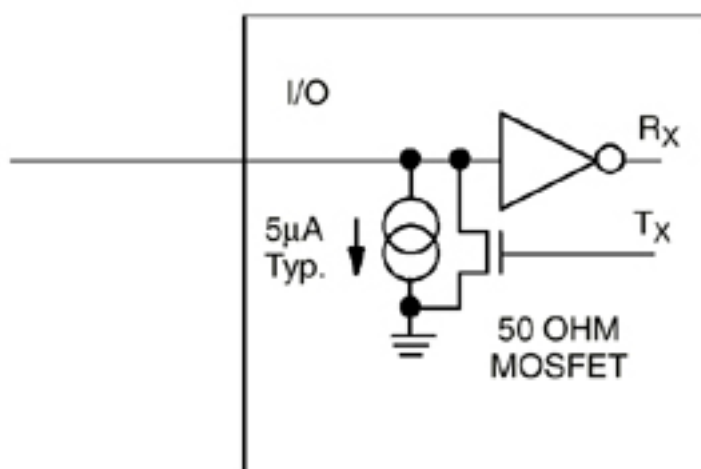


Рис. 5. Структурная схема интерфейса ввода-вывода.

На Рис. 6 проиллюстрировано использование протокола 1-проводного обмена на шине MicroLAN на примере выполнения команды **Чтение ПЗУ**. Обмен на шине начинается либо с генерации ведущим шины импульса сброса (на рисунке не показан), либо с подключения прибора на шину MicroLAN. Как было показано выше, оба этих случая приводят к генерации прибором **Импульса присутствия**. **Импульс присутствия** указывает ведущему, что на шине MicroLAN присутствует прибор, идентификационный номер которого может быть прочитан ведущим. После этого ведущий шины передает команду **Чтение ПЗУ** (код команды 33H). Длина команды составляет 8 бит и передача начинается с младшего бита. Передаваемые биты, представлены импульсами различной продолжительности, которая определяется ведущим шины. После передачи кода команды ведущий выполняет чтение содержимого области ПЗУ прибора. Для осуществления этого необходимо произвести чтение 64 бит данных. Это выполняется путем передачи ведущим шины последовательности из 64 импульсов низкого логического уровня небольшой длительности. Если передаваемый бит данных, представляет собой логическую единицу, то ведомый прибор оставляет импульс неизменным. Если же передается логический ноль, то ведомый прибор поддерживает



НИЗКИЙ уровень на шине данных в течение определенного промежутка времени

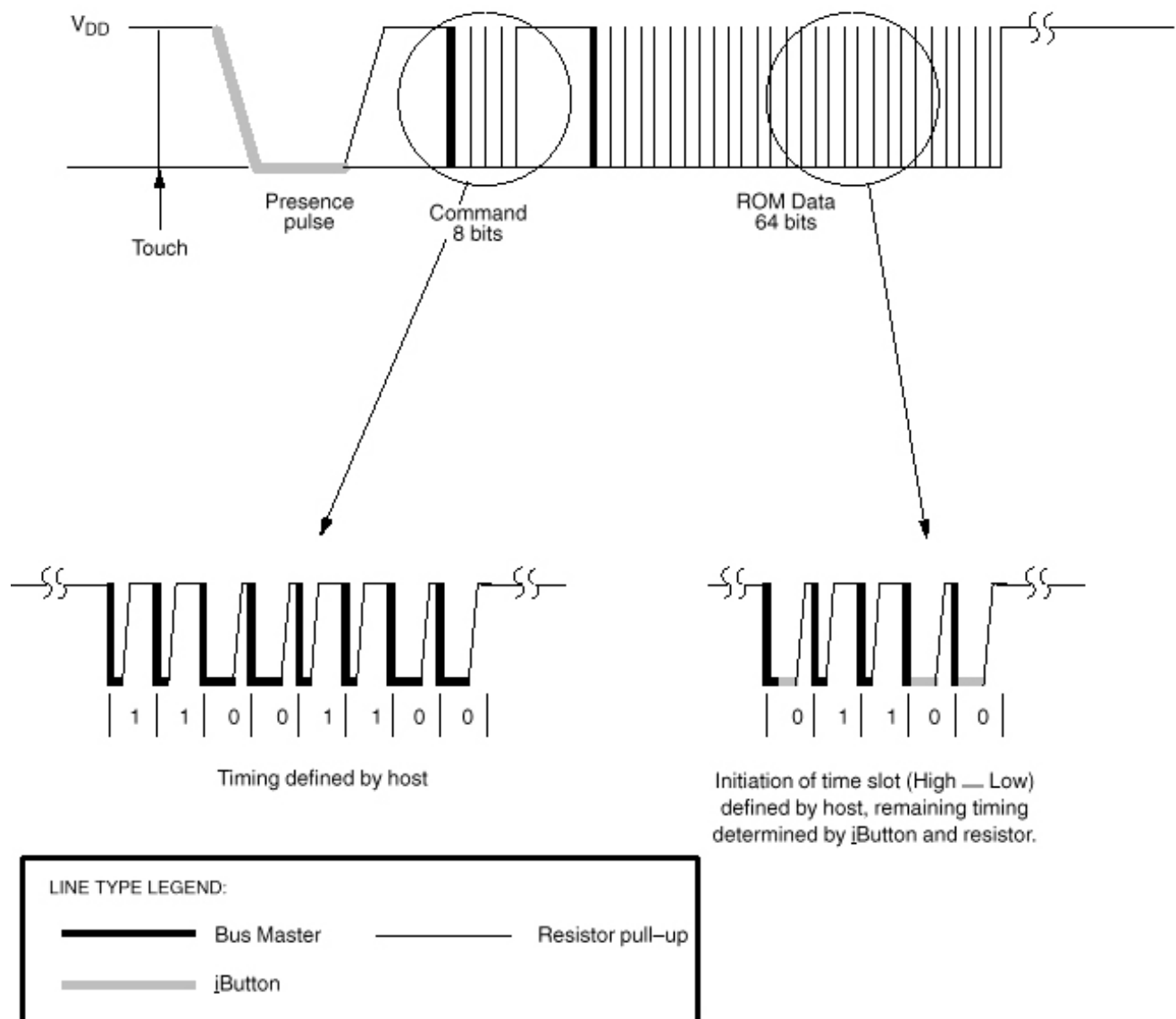


Рис.6. Временная диаграмма команды "Чтение ПЗУ".

В заключение приведем краткую таблицу основных электрических параметров приборов MicroLAN.

Таблица 1. Основные электрические параметры прибора MicroLAN.

Параметр	Допустимое значение
$V_{PULLUP}(min)$	2.8V
$V_{IH}(min)$	2.2V
$V_{IL}(max)$	0.8V
$V_{OL}(max)$	0.4v при 4mA (Прим. 1)
$t_{SLOT}(min)$	60μs
$t_{SLOT}(max)$	120μs
$t_{RDV}(min)$	15μs

Примечание 1. Типовой график зависимости выходного напряжения НИЗКОГО логического уровня от тока нагрузки для ряда микросхем памяти приведен на Рис. 7.

Следует также отметить необходимость использования вспомогательного источника питания для работы некоторых приборов. Для осуществления процесса программирования микросхемы ЭППЗУ требуют передачи на шине импульса длительностью не менее 500μs, напряжением 11,5V и пиковым током до 10mA. Для предотвращения выхода из строя других микросхем на шине MicroLAN, во время



передачи импульса программирования на шине должны присутствовать только микросхемы семейства DS198х.

Цифровые термометры также требуют подключения активной нагрузки напряжением 5V во время осуществления процесса преобразования температуры и записи внутренних ячеек энергонезависимой памяти. Однако это не нарушает работоспособности шины, так как в этот момент запрещена активность каких-либо других приборов на шине.

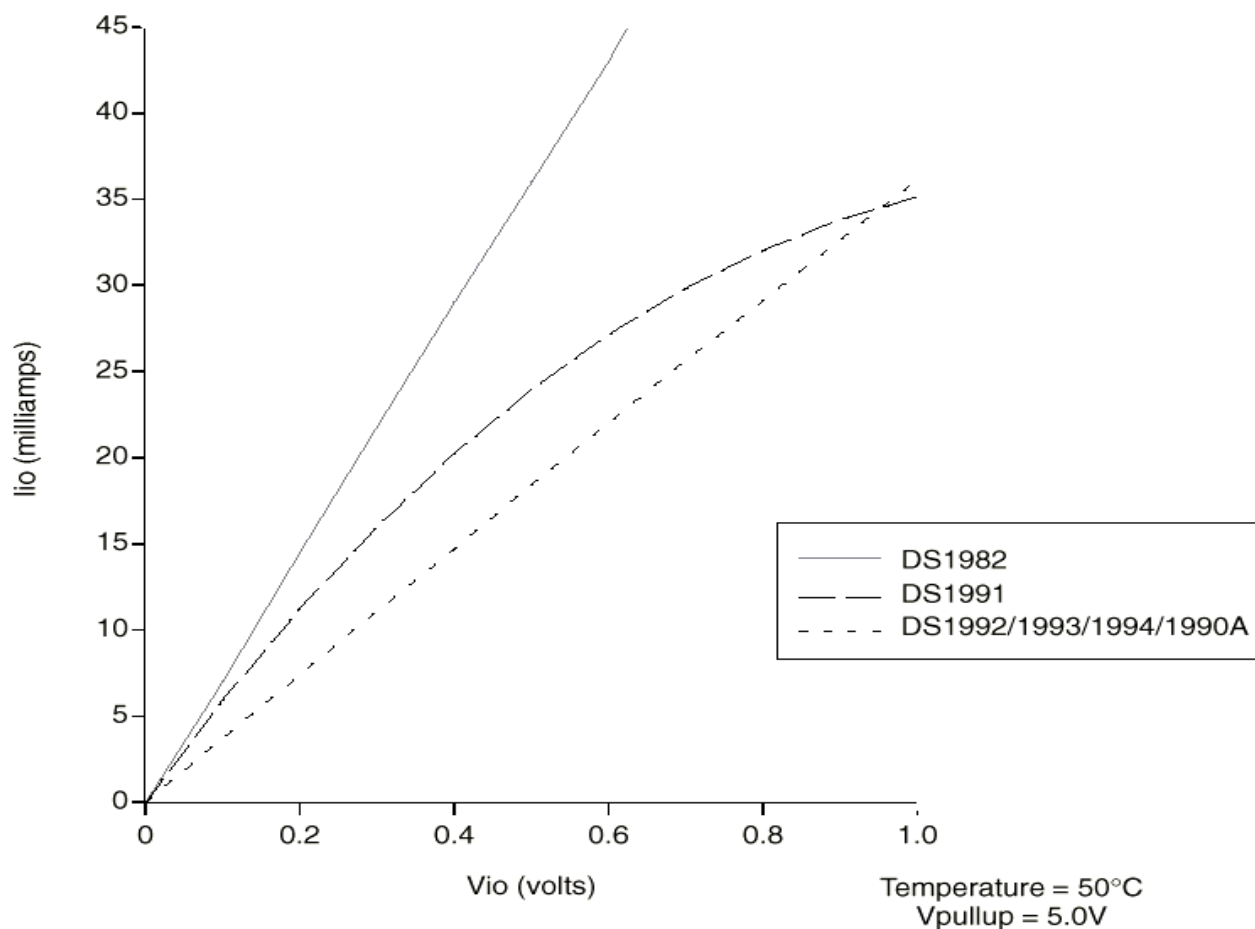


Рис. 7. Типовая зависимость выходного напряжения НИЗКОГО уровня от тока нагрузки для микросхем памяти.

## ЛОГИКА РАБОТЫ СЕТИ MicroLAN

Все приборы, предназначенные для работы на шине MicroLAN, содержат встроенный сетевой контроллер, позволяющий многочисленным приборам работать в составе общей сети. Это позволяет построить распределенную систему сбора и хранения информации, использующую только одну общую линию данных к ведущему шине.

Любая сеть всегда требует наличия идентификационных номеров всех узлов в пределах сети. Все микросхемы MicroLAN содержат область ПЗУ, в которой записан уникальный для каждой микросхемы регистрационный номер, который удобно использовать в качестве идентификатора узла. Пользователю не нужно волноваться относительно возможности конфликта идентификаторов узлов, так как производителем гарантируется невозможность выпуска двух микросхем с одинаковым серийным номером. Кроме того, построение выходного устройства микросхем на основе транзистора с общим стоком позволяет избежать потенциальных проблем, если происходит какой-либо конфликт на шине. Фактически, 1-проводной интерфейс действительно является 1-проводной сетью MicroLAN со всем необходимым для работы в сети с одним ведущим и многочисленными ведомыми.

Рассмотрим теперь логику работы приборов на шине MicroLAN. Протокол работы приборов MicroLAN представляет собой многоуровневую структуру, каждый из уровней которой предназначен для выполнения определенных функций. Рассмотрим первые четыре уровня этой структуры, определяющие работу приборов на шине MicroLAN. Оставшиеся уровни, определяют структуру файловой системы микросхем памяти и

конкретное применение микросхем в пользовательской системе, и не будут рассматриваться в данной статье.

### Физический уровень.

Этот уровень определяет электрические характеристики, логические уровни напряжений и общие временные параметры протокола обмена на шине MicroLAN. Подробности работы приборов на Физическом уровне приведены в разделах «Параметры по постоянному току» и «Временные параметры». Как Физический уровень влияет на интерфейс компьютера или микроконтроллера показано разделе «Работа с последовательным интерфейсом».

### Уровень связи.

Этот уровень определяет основные функции связи на шине MicroLAN. Он обеспечивает функции Сброса. Обнаружения присутствия и передачи бита данных. Подробности аппаратных средств приборов MicroLAN представлены в разделе «Временные параметры». После передачи *Импульса присутствия* связь на шине MicroLAN переходит на Сетевой уровень.

### Сетевой уровень.

Этот уровень обеспечивает идентификацию приборов MicroLAN и связанных с ними возможностей сети. Каждый прибор, предназначенный для работы в составе сети MicroLAN, содержит страницу данных, необходимую для идентификации прибора, и называемую областью ПЗУ. В эту область при производстве микросхемы записывается с помощью лазерного луча уникальный для каждой микросхемы серийный номер. Занесение этого кода очень строго контролируется в процессе производства, и фирма Dallas Semiconductor гарантирует уникальность серийного номера для каждой микросхемы. Поэтому именно значение серийного номера используется для идентификации прибора в составе сети и для управления доступом к отдельным приборам. Кроме серийного номера в область ПЗУ заносится групповой код, отражающий функциональное назначение микросхемы и контрольная сумма всех данных в области ПЗУ.

Таблица 2. Команды сетевого уровня

Команда	Код	Краткое назначение команды
Чтение ПЗУ	33H	Идентификация прибора
		Обнаружение приборов, включенных на шине параллельно
	0FH	Для прибора DS1990A этот код используется вместо 33H
Пропуск ПЗУ	CCH	Пропуск адресации, если на шине подключен только один прибор
		Одновременная связь со всеми приборами на шине, например для форматирования памяти или копирования данных из одного прибора во все остальные. Обычно требует подключения на шину только однотипных приборов.
Совпадение ПЗУ	55H	Адресация только одного прибора, среди нескольких подключенных на шину.
Поиск ПЗУ	F0H	Получения серийных номеров (служащих адресами приборов в сети) всех приборов на шине MicroLAN.
		Получения серийного номера одного прибора на шине и одновременная его адресация.

Из-за использования области ПЗУ для идентификации и адресации отдельных приборов с сети, все команды, которые относятся к сетевому уровню, также названы командами ПЗУ. За исключением DS1990A, все приборы MicroLAN поддерживают все команды Сетевого уровня. DS1990A поддерживает только команды Чтение ПЗУ и Поиск

ПЗУ. Команды Пропуск ПЗУ и Совпадение ПЗУ в этом приборе не поддерживаются, так как в нем не имеется больше никакой памяти, требующей доступа. При подаче этих команд на DS1990A, не будет предпринято никаких дальнейших действий на 1-проводной шине. Краткий обзор команд сетевого уровня приведен в следующей таблице:

Для осуществления **Чтения ПЗУ** предпочтительнее использовать команду **Поиск ПЗУ**, а не **Чтение ПЗУ**. Команда **Поиск ПЗУ** хорошо согласуется с работой на шине многочисленных приборов. После чтения ПЗУ, прежде чем продолжить связь, должна быть выполнена проверка контрольной суммы. Использование команды **Поиск ПЗУ** подробно описано в разделе «Последовательность выполнения команд на шине MicroLAN». После посылки любой команды ПЗУ и передачи и приема требуемых данных происходит переход на Транспортный уровень. Если это не желательно, то **Импульс Сброса** возвращает систему на Сетевой уровень.

### Транспортный уровень.

Этот уровень ответственен за передачу данных между всеми областями памяти устройств MicroLAN (кроме области ПЗУ) и ведущим шины, и за перемещения данных из области блокнотной памяти на окончательное место в памяти. Работа некоторых устройств на транспортном уровне отличается от остальных. Такими устройствами являются цифровые термометры DS1820 и DS1920 и адресуемые ключи DS2405 и DS2407, поскольку они не являются типичными устройствами памяти. Все микросхемы энергонезависимой памяти поддерживают выполнение команд **Чтение памяти** (**Чтение подключа** в случае DS1991), **Запись блокнотной памяти**, **Чтение блокнотной памяти** и **Копирование блокнотной памяти**. Из-за специфической области применения DS1991 также поддерживает команды **Запись подключа** и **Запись пароля**. DS1991 использует другие командные слова, способы адресации и размеры страниц памяти по сравнению с другими микросхемами. По этой причине она не полностью совместима на транспортном уровне. Благодаря отличающейся технологии микросхемы памяти с однократным программированием также требуют другой структуры системы команд на транспортном уровне. Однако обеспечивается совместимость для команды **Чтение памяти**. Следующий краткий обзор включает команды транспортного уровня

### Последовательность выполнения команд на шине MicroLAN

Любой цикл обмена данными на шине MicroLAN начинается с передачи ведущим шины **Импульса Сброса**. Этот импульс вызывает также немедленное прекращение любого обмена, идущего на шине, и вывода всех микросхем на шине из состояния ожидания. Как было показано выше отключение прибора от шины эквивалентно подаче Импульса Сброса неограниченной продолжительности. Последовательность действий прибора MicroLAN после подключения к шине полностью аналогична последовательности действий после получения **Импульса Сброса**. Поэтому в дальнейшем будем считать эти два действия полностью эквивалентными.

После получения Импульса Сброса все микросхемы, подключенные на шину генерируют **Импульс присутствия** (см. раздел "Временные параметры") - Импульс присутствия указывает ведущему, что на шине подключен хотя бы один прибор, и необходимо предпринять дальнейшие действия для идентификации приборов на шине. С другой стороны, каждый прибор, подключенный на шину, после передачи импульса присутствия переходит на Сетевой уровень и ожидает получения команд, связанных с идентификацией прибора. В качестве средства идентификации каждого прибора служит его уникальный серийный номер, записанный в области ПЗУ. Таким образом, для работы любого прибора на шине MicroLAN необходимо обязательное наличия в его составе области ПЗУ с серийным номером прибора и поддержка команд сетевого уровня, связанных с идентификацией каждого прибора и возможностью выборочной адресации одного или нескольких приборов на шине. Список команд сетевого уровня приведен в **Таблице 2**. После выполнения любой команды ПЗУ микросхема переходит на следующий уровень связи - Транспортный уровень.

*Таблица 3. Команды транспортного уровня.*

<b>Команда</b>	<b>Код</b>	<b>Краткое назначение команды</b>
<b>Чтение памяти</b>	F0H	Чтение одного или нескольких последовательных байт с одной или нескольких последовательных страниц памяти, начиная с заданного адреса
<b>Расширенное чтение памяти</b>	A5H	Только для приборов с однократной записью. Чтение байта переадресации, после которого следует инверсное значение контрольной суммы. После этого передаются последовательные байты данных, начиная с любого места области памяти. В конце страницы передается инверсное значение контрольной суммы предыдущих байтов. При продолжении чтения передается аналогичная последовательность байтов данных для следующей страницы.
<b>Чтение подключа</b>	66H	Только для микросхемы DS1991. Чтение одного или нескольких последовательных байтов данных из области страницы шифрованной памяти.
<b>Запись блокнотной памяти</b>	0FH	Только для микросхем энергонезависимой памяти. Передача адреса окончательного хранения данных и для записи 32 последовательных байтов данных в блокнотную память.
	96H	Только для микросхемы DS1991. Запись одного или нескольких последовательных байтов данных в блокнотную память.
<b>Чтение блокнотной памяти</b>	AAH	Только для микросхем энергонезависимой памяти. Чтение адреса назначения и байтов данных, предварительно записанных в блокнотную память. После адреса назначения передается байт состояния, три бита которого устанавливаются, соответственно, при переполнении блокнотной памяти, передаче неполного байта и после копирования содержимого блокнотной памяти в область рабочей памяти.
	69H	Только для микросхемы DS1991. Чтение одного или нескольких последовательных бит из области блокнотной памяти,
<b>Копирование блокнотной памяти</b>	55H	Только для микросхем энергонезависимой памяти. Копирует данные из области блокнотной памяти в область памяти данных. Необходимо произвести чтение блокнотной памяти перед подачей команды и передачей 3-х байтного кода разрешения доступа, необходимого после команды копирования.
	3CH	Только для микросхемы DS1991. Копирует содержимое либо всей блокнотной памяти, либо одного 8-байтного сегмента в область одной шифрованной страницы памяти. Копируемая область блокнотной памяти автоматически очищается после завершения команды копирования. Команда требует обязательного пароля для шифровки данных.
<b>Запись подключа</b>	99H	Только для микросхемы DS1991. Запись одного или нескольких последовательных байт данных, а область шифрованной страницы памяти. Если во время передачи данных будет нарушен электрический контакт, то данные могут быть зашифрованы неправильно. Поэтому рекомендуется записывать данные через область блокнотной памяти.
<b>Запись пароля</b>	5AH	Только для микросхемы DS1991. Команда записи идентификатора данных и пароля. Команда автоматически стирает страницу шифрованных данных. Новые значения пароля или идентификатора должны быть записаны в блокнотную память, проверены и затем скопированы на окончательное место.
<b>Запись памяти</b>	0FH	Только для микросхем ЭППЗУ. Команда предназначена для передачи, проверки и копирования одного или нескольких последовательных байтов данных в область памяти данных.
<b>Запись состояния</b>	55H	Только для микросхем ЭППЗУ. Команда предназначена для передачи, проверки и копирования одного или нескольких последовательных байтов состояния в область памяти состояния.
<b>Чтение состояния</b>	AAH	Только для микросхем ЭППЗУ. Чтение одного или нескольких последовательных байтов, начиная с любого стартового адреса в области памяти состояния. В конце каждой страницы следует передача контрольной суммы

**Примечание:** Чтение за пределами допустимой области данных приводит к получению единичных значений. Запись за пределами допустимой области данных игнорируется.

### Команда Чтение ПЗУ

Команда предназначена для идентификации прибора на шине или обнаружения на шине нескольких приборов, работающих одновременно. После передачи этой команды ведущий шины выполняет 64 цикла чтения данных. Каждый активный прибор на линии передает содержимое своей области ПЗУ, начиная с младшего бита. Первым передается идентификатор группового кода, затем следует серийный номер и в конце передается байт контрольной суммы. Если прочитанное значение контрольной суммы равно ее значению, вычисленному на основании полученных данных, то можно заключить, что содержимое области ПЗУ прочитано правильно и что на шине в данный момент активно только одно устройство. Если значения контрольной суммы не совпадают, то предпринимаются повторные попытки чтения ПЗУ. При повторном несовпадении контрольных сумм можно сделать вывод либо о плохом состоянии электрического контакта на шине (при неповторяющихся от раза к разу результатах чтения), либо о том, что на шине одновременно активны несколько устройств (при повторяющихся результатах чтения, но неверной контрольной сумме). В таком случае должна использоваться команда **Поиск ПЗУ**, предназначенная для определения серийных номеров всех активных приборов на шине.

### Команда Пропуск ПЗУ

Если содержимое ПЗУ не представляет интереса, так как на шине может находиться только один прибор, то процесс поиска может быть пропущен путем передачи команды **Пропуск ПЗУ**. После получения этой команды прибор сразу переходит на Транспортный уровень.

### Команда Совпадение ПЗУ

Команда используется для адресации только одного из нескольких параллельно включенных на шине приборов, если точно известен серийный номер необходимого прибора. Команда **Совпадение ПЗУ** требует передачи ведущим шины в течение следующих за командой 64 циклов обмена на шине содержимого ПЗУ адресуемого прибора. Порядок передачи данных такой же, как и в случае выполнения команды, **Чтение ПЗУ**, т.е. первым передается идентификатор группового кода, затем серийный номер прибора и, наконец, контрольная сумма. После этого на шине остается активным только прибор, серийный номер которого совпадает с переданным ведущим шины. Все остальные приборы переводятся в состояние покоя, в котором они остаются до получения следующего **Импульса Сброса**.

### Команда Поиск ПЗУ

Даже если ведущий шины не знает серийных номеров приборов, подключенных к сети MicroLAN, существует способ адресации только одного устройства. Это может быть выполнено с помощью команды **Поиск ПЗУ**. После приема этой команды, в течение следующих двух циклов обмена на шине, все приборы передают сначала прямое, а затем инверсное значение первого бита содержимого ПЗУ. Если содержимое этого бита у всех приборов равно 0, то в результате будет передана последовательность 01, если содержимое бита у всех приборов равно 1, то будет передана последовательность 10, если же в содержимом бита встречаются и 0 и 1, то будет передано значение 00, что означает наличие конфликта на шине. Затем ведущий шины передает значение 0 или 1, чтобы оставить участвующими в процессе поиска только те приборы, которые имеют соответствующее значение текущего бита серийного номера. Все остальные приборы на шине будут переведены в состояние покоя, в котором они будут находиться до передачи по шине следующего **Импульса сброса**. Оставшиеся активными приборы передадут во время следующих двух циклов обмена на шине прямое и инверсное значение следующего бита серийного номера. Таким образом, за 64 цикла чтения/записи ведущий шины сможет определить серийный номер одного из приборов на шине и одновременно адресовать только его, отключив все остальные приборы. Так как для определения одного бита серийного номера требуются два цикла чтения и один цикл записи бита, то суммарное время выполнения команды **Поиск ПЗУ** приблизительно в 3 раза больше, чем

при выполнении команды **Совпадение ПЗУ**. Однако команда **Поиск ПЗУ** позволяет последовательно адресовать все приборы на шине при отсутствии информации об их серийных номерах. В случае сети с неизменной структурой наиболее эффективный способ работы состоит в предварительном определении серийных номеров всех приборов с помощью команды **Поиск ПЗУ** использование затем команды **Совпадение ПЗУ** для адресации каждого конкретного прибора. Если же в конкретных условиях конфигурация сети может изменяться, то необходимо использовать команду **Поиск ПЗУ** для идентификации каждого нового прибора в сети.

Таким образом, команда **Поиск ПЗУ** позволяет реализовать одно из важнейших свойств сети MicroLAN. Она позволяет обеспечить работу в условиях постоянно изменяющейся структуры сети. Так как команда **Поиск ПЗУ** является базовой командой, предназначенной для адресации отдельных приборов в сети, и одновременно наиболее сложной из всех команд ПЗУ, поясним ее использования на примере.

Рассмотрим сеть, состоящую из четырех приборов. Предположим, что приборы имеют следующие серийные номера:

Прибор 1 .....	xxxxxx10101100
Прибор 2 .....	xxxxxx01010101
Прибор 3 .....	xxxxxx10101111
Прибор 4 .....	xxxxxx10001000

Для простоты для каждого прибора приведены только младшие 8 бит серийного номера. Процесс поиска состоит в следующем:

1. Ведущий шины производит инициализацию обмена путем подачи **Импульса сброса**. Все приборы отвечают на него передачей **Импульса Присутствия**.

2. Ведущий передает на шину команду **Поиск ПЗУ**.

3. Ведущий осуществляет чтение одного бита с шины MicroLAN. Все приборы отвечают передачей на шину младшего бита серийного номера. Приборы 1 и 4 передают логический 0, а приборы 2 и 3 передают логическую 1. Результатом чтения бита будет логическое **И** всех приборов на шине. Таким образом, ведущий прочитает нулевое значение бита. Затем ведущий осуществляет второй цикл чтения на шине. Поскольку выполняется команда **Поиск ПЗУ**, то все приборы на шине передадут инверсное значение текущего бита серийного номера. Приборы 1 и 4 передают логическую 1, а приборы 2 и 3 передают логический 0. Ведущий снова прочитает нулевое значение бита. Прочитанная последовательность 00 означает, что часть приборов имеют нулевое значение текущего бита серийного номера, а часть приборов — единичное. (Если бы все приборы содержали в этой позиции нулевое значение, результатом чтения стала бы последовательность 01. Если бы содержимое текущего бита серийного номера всех приборов было бы равно единице, было бы прочитано значение 10).

4. Ведущий шины передает на шину цикл записи 0. Это исключает приборы 2 и 3 из оставшейся части процесса поиска, переводя их в состояние покоя. В дальнейшем процессе поиска участвуют только приборы 1 и 4.

5. Ведущий осуществляет два цикла чтения следующего бита серийного номера и принимает последовательность 01. Это означает, что все оставшиеся на шине приборы имеют нулевое значение текущего бита серийного номера.

6. Ведущий осуществляет цикл записи 0, что оставляет приборы 1 и 4 активными на шине.

7. Ведущий осуществляет два цикла чтения следующего бита серийного номера. Результатом этих циклов чтения служит значение 00. Это означает, что оставшиеся два прибора содержат разное значение текущего бита серийного номера.

8. Ведущий осуществляет запись 0, исключая из дальнейшего процесса поиска прибор 1 и оставляя активным на шине только прибор 4.

9. Поскольку на шине остался активным только один прибор, то все последующие циклы чтения не приведут к возникновению конфликтов на шине, а приведут напрямую к определению серийного номера активного прибора. В результате выполнения команды становится известным серийный номер одного из приборов, и этот прибор оказывается выбран и готов к выполнению команд Транспортного уровня.

10. Ведущий должен теперь определить серийные номера оставшихся приборов. Для этого он начинает новую последовательность поиска путем повторения шагов с 1 по 7.

11. После повторения первых 7 шагов процесса поиска ведущий шины осуществляет теперь запись логической 1 вместо записи 0 на 8-ом шаге. Это отключает прибор 4 и оставляет активным только прибор 1.

12. Аналогично шагу 9, дальнейшие циклы чтения на шине не вызывают конфликтов и команда **Поиска ПЗУ** заканчивается регистрацией серийного номера еще одного прибора на шине.

13. Ведущий шины должен определить теперь серийные номера оставшихся приборов. Для этого начинается следующий цикл поиска, путем повторения шагов с 1 по 3.

14. Вместо записи логического 0 на 4-ом шаге, ведущий осуществляет теперь запись 1. Это исключает из процесса поиска приборы 1 и 4 и оставляет активными только приборы 2 и 3.

15. Ведущий осуществляет два цикла чтения серийного номера и принимает значение 00, говорящее о конфликте на шине.

16. Ведущий осуществляет запись 0. Это исключает из поиска прибор 3, оставляя активным только прибор 2.

17. Как и в случае шага 9, последующие циклы чтения не приводят к возникновению конфликта и после завершения цикла поиска становится известным серийный номер еще одного прибора на шине.

18. Ведущий шины должен определить серийный номер оставшихся приборов. Поэтому он начинает следующий цикл поиска путем повторения шагов с 13 по 15.

19. Теперь на 16-м шаге вместо записи 0 ведущий осуществляет запись 1. Это исключает из поиска прибор 2, оставляя активным только прибор 3.

20. Все оставшиеся циклы чтения не приводят к возникновению конфликтов. Таким образом, ведущий осуществляет регистрацию серийного номера последнего прибора на шине. На этом процесс регистрации серийных номеров всех приборов на шине заканчивается.

Таким образом, после выполнения нескольких циклов **Поиска ПЗУ** ведущий шины смог зарегистрировать серийные номера всех приборов, подключенных к шине MicroLAN. Если в дальнейшем конфигурация сети остается неизменной, то последующие поиски новых приборов могут не проводиться, а зарегистрированные серийные номера могут использоваться для адресации каждого из приборов с помощью команды **Совпадение ПЗУ**. Если же конфигурация сети может изменяться в процессе работы, то серийный номер каждого нового прибора на шине может быть аналогичным образом зарегистрирован путем повторного выполнения команды **Поиск ПЗУ**.

### Команды передачи данных

После выполнения одной из команд Сетевого уровня прибор MicroLAN переходит на следующий уровень обмена — на Транспортный уровень. На Транспортном уровне становится возможным выполнение команд записи и чтения данных из микросхемы. Краткий перечень команд Транспортного уровня был приведен в Таблице 3. Из-за различного устройства приборов MicroLAN команды Транспортного уровня могут сильно различаться. Поэтому не будем останавливаться на выполнении этих команд. Подробное описание команд, выполняемых каждым прибором, может быть найдено в справочных материалах фирмы Dallas Semiconductor. Остановимся только на некоторых особенностях команд передачи данных, вытекающих из свойств сети MicroLAN.

Приборы MicroLAN предназначены для работы при нестабильных электрических условиях. Контакт между ведущим шины и любым прибором MicroLAN может быть нарушен в любой момент и впоследствии снова восстановлен. Несмотря на эти условия, никакие данные не должны быть потеряны. Если данные будут искажены, это должно быть обнаружено немедленно, прежде чем данные будут где-либо использованы. Аналогичные условия эксплуатации встречаются при использовании магнитных носителей, подобных дискетам. По аналогии с дискетами микросхемы памяти, предназначенные для работы в сети MicroLAN, не хранят данные в виде единого массива. Весь массив данных разбит на отдельные страницы. Для обнаружения ошибок при чтении данных после передачи каждой страницы следует передача контрольной суммы. Контрольная сумма генерируется из предшествующих данных по специальному алгоритму. При чтении ведущий шины вычисляет на основе полученных данных значение



контрольной суммы и сравнивает его со значением, прочитанным из микросхемы. При совпадении этих двух величин делается вывод о правильности полученных данных. Если же два значения контрольной суммы не совпадают, то производится одна или несколько повторных попыток чтения данных и вычисления контрольной суммы. Если в ходе этих попыток получено хотя бы одно правильное значение контрольной суммы, то соответствующие данные можно считать правильными. Если каждый раз получается новое значение контрольной суммы, то это говорит о плохом состоянии электрического контакта на линии. Если же при всех попытках чтения расчетное и считанное значения контрольной суммы не совпадают, но остаются неизменными от раза к разу, то это означает, что на шине одновременно осуществляют передачу данных более одного устройства. При этом для продолжения обмена должны быть предприняты меры для того, чтобы отключить от шины все лишние устройства и оставить в состоянии обмена данными только одно. Как это может быть выполнено, описано в разделе ***"Последовательность выполнения команд на шине MicroLAN."***

Аналогичным образом осуществляется и запись данных. После записываемых данных передается также расчетное значение контрольной суммы. Проверка осуществляется немедленным чтением после записи. Кроме того, в большинстве случаев запись данных осуществляется через промежуточную блокнотную память. После осуществления проверки правильности данных, записанных в блокнотную память, подается команда копирования данных в рабочую область памяти. Выполнение этой команды осуществляется внутри микросхемы без вмешательства ведущего шины и не подвержено влиянию состояния шины.

## **КОМПОНЕНТЫ СЕТЕЙ MicroLAN.**

***Компоненты, предназначенные для работы в сетях MicroLAN должны удовлетворять двум необходимым условиям:***

- 1. Они должны быть способны обеспечить передачу информации в определенных временных интервалах.***
- 2. Они должны иметь уникальный регистрационный номер, служащий в качестве адреса узла сети.***

Если прибор удовлетворяет обоим приведенным условиям, то он квалифицируется, как пригодный для сетей MicroLAN. Это является важной деталью, так как существуют приборы, полностью удовлетворяющие временным параметрам, но не содержащие интерфейса сети. Такие приборы не могут работать в составе сети с многочисленными ведомыми, из-за невозможности адресации каждого отдельного устройства.

Устройства, предназначенные для работы в составе сетей MicroLAN, выпускаются в двух различных видах: в корпусах MicroCan™ (такие микросхемы получили название Touch Memory™) и в обыкновенных пластмассовых корпусах, используемых для изготовления транзисторов и интегральных схем. Состав обоих семейств приборов приведен в Таблицах 4 и 5.

Кроме самих микросхем фирмой Dallas Semiconductor выпускается широкий ассортимент устройств, предназначенных для построения сетей MicroLAN. Это различные приспособления для монтажа сети и крепления микросхем Touch Memory™, всевозможные разъемы и контактные устройства, и ряд интерфейсных устройств для связи сети MicroLAN с персональным компьютером. Полный перечень таких устройств можно найти в каталогах продукции фирмы Dallas Semiconductor.

## **ПРИБОРЫ СЕМЕЙСТВА TOUCH MEMORY™.**

### **Механические свойства.**

Микросхемы Touch Memory™ упаковываются в корпус MicroCan™ диаметром 16.3мм. Корпус выпускается в двух стандартных вариантах толщиной 3.1мм и 5.9мм. Микросхемы, использующие питание по линии данных (паразитное питание) выпускаются в обоих типах корпусов. Остальные приборы выпускаются только в корпусе толщиной 5.9мм. На **Рис. 8** приведены габаритные размеры обоих типов корпусов. Для удобства крепления корпуса на его обратной стороне предусмотрен фланец.

*Таблица 4. Приборы семейства Touch Memory™.*

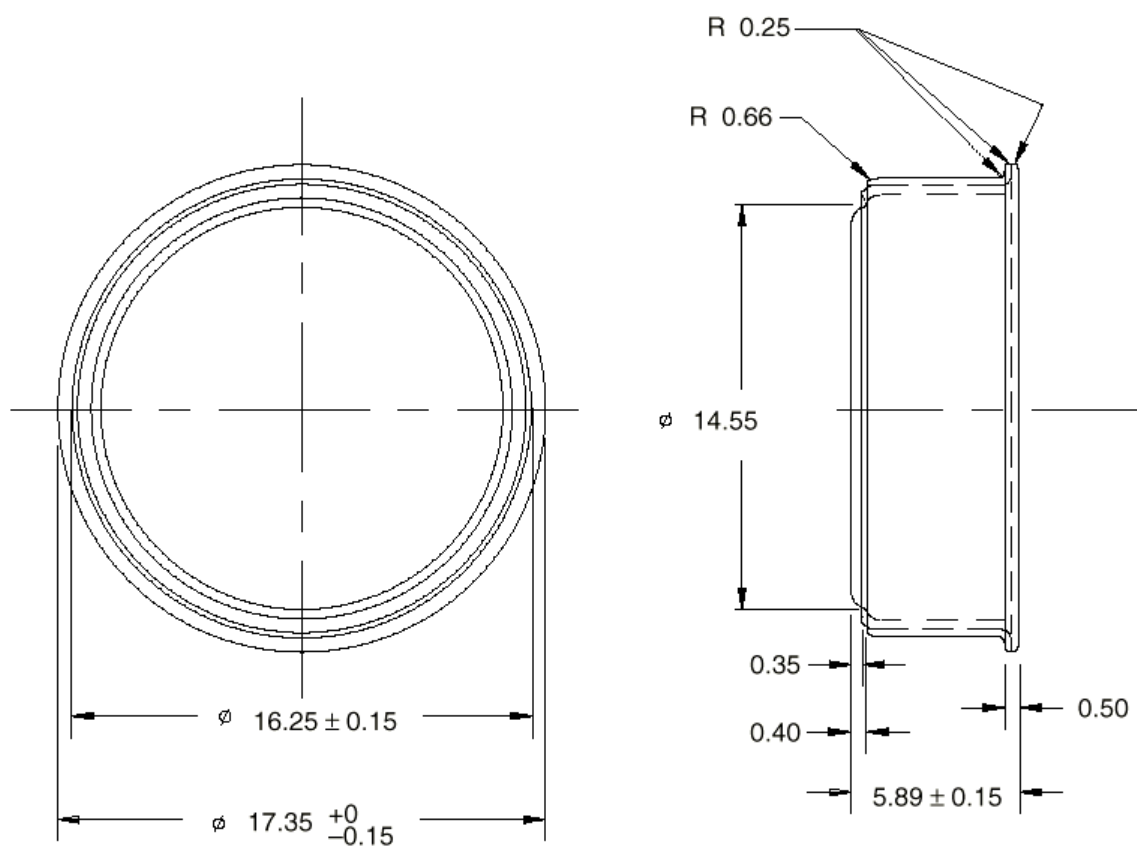
Тип	Описание	Регистрационный номер	Объем памяти	Организация памяти	Блокнотная память	Групповой код
DS1920	Термометр	8+48+8 бит ПЗУ	16 бит ЭППЗУ	1х64 бит	64 бита	10H
DS1982	Память с однократной записью	8+48+8 бит ПЗУ	1024 бит ЭППЗУ	4X256 бит	8 бит	09H
DS1985	Память с однократной записью	8+48+8 бит ПЗУ	16384 бит ЭППЗУ	64x256 бит	8бит	0BH
DS1986	Память с однократной записью	8+48+8 бит ПЗУ	65536 бит ЭППЗУ	256x256 бит	8бит	0FH
DS1990A	Кремниевый серийный номер	8+48+8 бит ПЗУ	-	-	-	01H
DS1991	Электронный ключ. 3 области памяти с шифрованным доступом	8+48+8 бит ПЗУ	1344 бит энергонезависимое ОЗУ	3x64+3x384 бит	512бит	02H
DS1992	Энергонезависимое ОЗУ	8+48+8 бит ПЗУ	1024 бит энергонезависимое ОЗУ	4X256 бит	256 бит	08H
DS1993	Энергонезависимое ОЗУ	8+48+8 бит ПЗУ	4096 бит	16X256 бит	256 бит	06H
DS1994	Энергонезависимое ОЗУ	8+48+8 бит ПЗУ	4096 бит энергонезависимое ОЗУ	16X256 бит	256 бит	04H
DS1995	Энергонезависимое ОЗУ	8+48+8 бит ПЗУ	16384 бит энергонезависимое ОЗУ	64x256 бит	256 бит	0AH
DS1999	Энергонезависимое ОЗУ	8+48+8 бит ПЗУ	65536 бит энергонезависимое ОЗУ	256X256 бит	256 бит	0CH

*Таблица 5. Приборы для монтажа пайкой.*

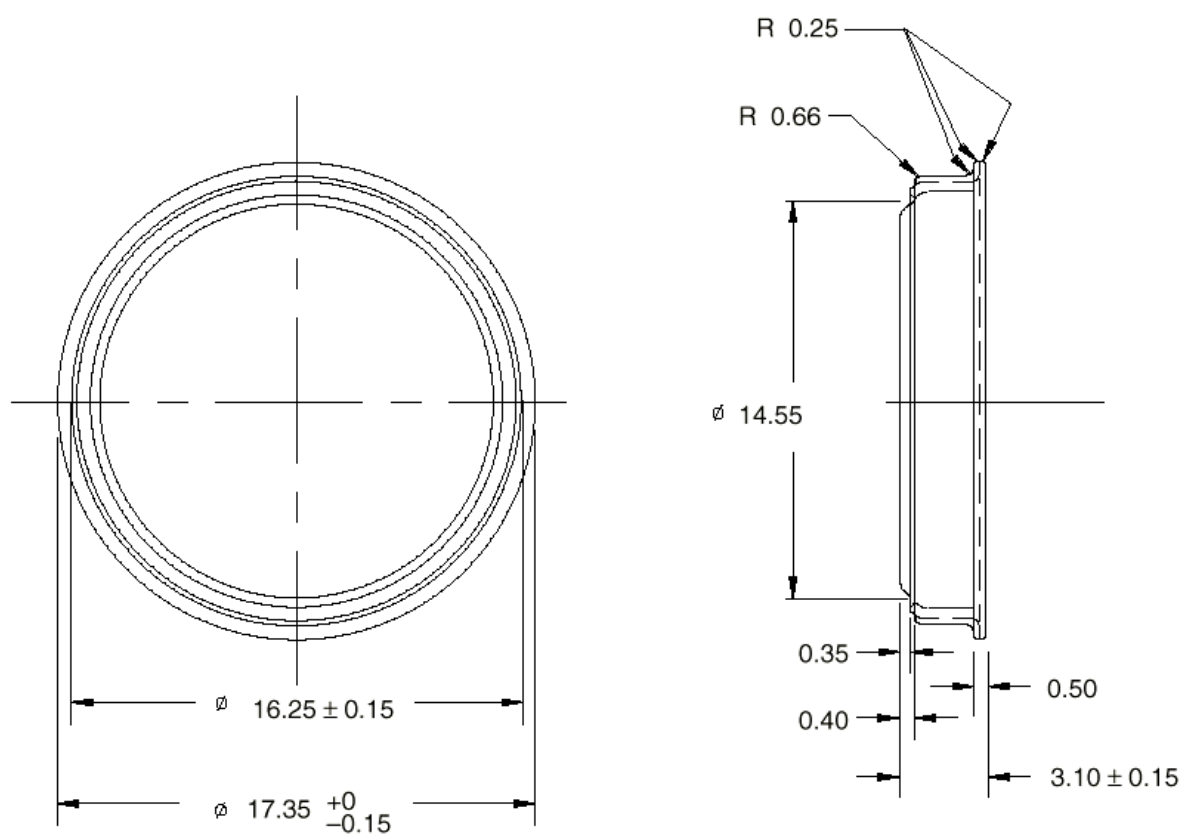
Тип	Описание	Регистрационный номер	Объем памяти	Организация памяти	Блокнотная память	Групповой код
DS1820	Термометр	8+48+8 бит ПЗУ	16битЭППЗУ	1X64 бит	64 бит	10H
DS2401	Кремниевый серийный номер	8+48+8 бит ПЗУ	-	-	-	01H
DS2404S-C01	Двухпортовая память и часы	8+48+8 бит ПЗУ	4096 бит ОЗУ	16X256 бит	256 бит	84H
DS2405	Адресуемый ключ	8+48+8 бит ПЗУ	-	-	-	05H
DS2407	Сдвоенный адресуемый ключ	8+48+8 бит ПЗУ	1024 бит ЭППЗУ	4X256 бит	8 бит	12H
DS2502	Память с однократной записью	8+48+8 бит ПЗУ	1024 бит ЭППЗУ	4x256 бит	8 бит	09H
DS2505	Память с однократной записью	8+48+8 бит ПЗУ	16384 бит ЭППЗУ	64X256 бит	8бит	0BH
DS2506	Память с однократной записью	8+48+8 бит ПЗУ	65536 бит ЭППЗУ	256x256 бит	8 бит	0FH

#### **Регистрационный номер.**

Все микросхемы Touch Memory™ содержат область ПЗУ с лазерным программированием, включающую в себя 6-байтный серийный номер, уникальный для каждого прибора, однобайтный групповой код и однобайтную контрольную сумму.



**a) F5 MicroCan**



**b) F3 MicroCan**

*Рис. 8. Габаритные размеры корпусов MicroCan™*

### Серийный номер.

48-битный (6-байтный) серийный номер может принимать значение до  $2.81 \times 10^{14}$ . Таким образом, даже при ежегодном объеме выпуска  $10^{12}$  приборов с одним групповым кодом диапазона серийных номеров хватит на 281 год. Кроме того, возможны 128 различных групповых кодов.

### Групповой код.

Групповой код представляет собой определенную величину, отражающую функциональное назначение прибора и емкость его памяти. Младшие 7 бит группового кода используются для обозначения типа прибора, а старший бит является флагом заказных версий приборов. Таким образом, могут быть закодированы 128 стандартных типов приборов. Если старший бит группового кода установлен, функциональное назначение прибора остается тем же самым, но формирование серийного номера подвержено специальным правилам.

### Заказные коды.

Если установлен флаг заказной версии прибора, то часть серийного номера зарезервирована для обозначения конкретного заказчика. Таким образом, 12 старших битов серийного номера допускают кодирование 4096 различных заказчиков. Поскольку объем ПЗУ составляет 64 бита, по 8 бит занято под групповой код и контрольную сумму, то оставшиеся 36 бит могут хранить данные пользователя и уникальный серийный номер. В зависимости от необходимых требований у заказчика имеется четыре варианта использования оставшихся 36 бит ПЗУ. Все они различаются размером области памяти, отводимой под данные заказчика.

Таблица 6. Варианты использования заказного ПЗУ

Вариант	Размер области данных заказчика	Размер области серийного номера	Число допустимых уникальных серийных номеров
A	8бит	28 бит	268.4 Млн.
B	12бит	24 бит	16.8 Млн.
C	16бит	20 бит	1.05 Млн.
D	20 бит	16 бит	65536

## НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМЫХ МИКРОСХЕМ.

### DS1990A контактный серийный номер.

Простейшим прибором из семейства Touch Memory™ является DS1990A, представляющий из себя программируемое при производстве ПЗУ. Так как информация сохраняется внутри микросхемы в виде поликремневых проводников (а не в виде заряда на затворе или состояния триггеров), то для хранения информации не требуется энергии. Более того, почти не требуется энергии для работы прибора. DS1990A использует напряжение на линии данных и сохраняет внутри себя небольшой заряд, необходимый для работы прибора во время передачи импульса присутствия и НИЗКОГО уровня на выходе во время операций чтения из памяти. На **Рис. 9** показана организация данных внутри DS1990A.

Старший адрес	Старший байт	Младший байт	Младший адрес
Байт контрольной суммы	6-байтный серийный номер		Групповой код 01H

Рис. 9. Организация памяти микросхемы DS1990A.

Первый байт, передаваемый из ПЗУ, является групповым кодом. Далее следует передача уникального серийного номера, начиная, с младшего бита. Последний передаваемый байт является контрольной суммой первых 7 байт. Это позволяет делать быструю проверку правильности переданных данных. Если контрольный код, вычисленный на основании прочитанных данных, совпадает с контрольным кодом, считанным из микросхемы, то это означает, что данные были прочитаны правильно. Это является

одной из причин, по которым для чтения данных из Touch Memory™ не требуется обязательного наличия стабильного электрического контакта. Для питания микросхемы не требуется дополнительного источника, она использует режим "паразитного питания" от шины данных.

В силу своих конструктивных особенностей, а также жесткого контроля за процессом производства, DS1990A является уникальным электронным идентификатором, который практически невозможно подделать. Он может использоваться во многих применениях, требующих абсолютной идентификации.

### DS1991. Контактный ключ.

Аналогично DS1990A, DS1991 содержит ПЗУ серийного номера с групповым и контрольным кодами. Кроме того, микросхема содержит промежуточное 64-байтное ОЗУ и три 48-байтных области ОЗУ с автономным питанием, каждая из которых защищена своим собственным паролем. Каждая из защищенных областей ОЗУ содержит также 8-байтное общедоступное поле идентификации. На Рис. 10 показана внутренняя организация данных в приборе.

Старший адрес	Старший байт	Младший байт	Младший адрес	
Байт контрольной суммы	6-байтный серийный номер		Групповой код 02H	ПЗУ
48-байтное шифрованное ОЗУ	8-байтный пароль	8-байтный идентификатор		Страница 0
48-байтное шифрованное ОЗУ	8-байтный пароль	8-байтный идентификатор		Страница 1
48-байтное шифрованное ОЗУ	8-байтный пароль	8-байтный идентификатор		Страница 2
64-байтная шифрованная блокнотная память				Страница 3

Рис. 10. Организация памяти микросхемы DS1991.

DS1991 предназначен для использования в качестве электронного ключа с высоким уровнем секретности, который позволяет обеспечить доступ к различным охраняемым объектам с помощью одного прибора. Фактически каждая из трех областей ключа может рассматриваться, как защищенный файл пользователя. Поле идентификации может содержать имя файла, а зашифрованная область данных содержит код доступа. Таким образом, несколько человек могут использовать один и тот же код доступа, хотя они используют разные экземпляры DS1991. В микросхеме не используется режим "паразитного питания", так как применение ее в качестве памяти с шифрованным доступом становится бессмысленным при разрядке внутреннего источника питания.

Прибор DS1991 защищен от попыток вскрытия кода. Если для чтения данных используется неправильный пароль, то для формирования выходных данных используется генератор случайных чисел. Если в микросхему записывается новый пароль, то все данные в пользовательской области автоматически стираются. Хотя возможна и прямая запись данных в прибор, но предпочтительнее использовать для записи и проверки данных, область блокнотной памяти. Такой способ записи данных, используемый и в других приборах Touch Memory™ гарантирует, что не произойдет записи неверных данных, даже в случае нарушения электрического контакта в процессе передачи. Блокнотная память может также использоваться как незащищенная область данных общего применения.

### Семейство энергонезависимых ОЗУ DS 1992-DS 1996.

Как и все остальные микросхемы Touch Memory™, микросхемы семейства содержат уникальный серийный номер, внутреннее энергонезависимое ОЗУ организовано в виде областей памяти объемом в 32 байта каждая. Для питания ОЗУ используется встроенный в микросхему литиевый источник, емкости которого хватает для питания микросхемы в течение более чем 10 лет. Область ПЗУ и интерфейсная логика могут питаться либо от литиевого источника, либо использовать режим "паразитного питания" от шины данных. Это с одной стороны обеспечивает доступ до области ПЗУ даже при полном истощении внутреннего литиевого источника, а с другой стороны позволяет экономить внутренний

источник при напряжении питания на шине данных, превышающем 3V.

Кроме основного ОЗУ каждая микросхема содержит область блокнотной памяти объемом в 32 байта (см. Рис. 11). ОЗУ может быть прочитано, начиная с любого байта любой страницы. Запись, однако, возможна только через область блокнотной памяти. После того, как данные, записанные в блокнотной памяти, сравнены с оригиналом, команда копирования блокнотной памяти переносит их на окончательное место.

Старший адрес	Старший байт	Младший байт	Младший адрес	
Байт контрольной суммы	6-байтный серийный номер		Групповой код ХХН	ПЗУ
32-байтная блокнотная память промежуточного хранения данных.				
32-байтная энергонезависимая память данных.				
32-байтная энергонезависимая память данных.				
.				
.				
.				
32-байтная энергонезависимая память данных.				

Страница 0
Страница 1
Страница N

Рис. 11. Организация памяти микросхем DS1992, DS1993, DS1995, DS1996.

Между собой микросхемы различаются только объемом энергонезависимой памяти и идентификатором группового кода.

Объем энергонезависимой памяти микросхемы DS1992 составляет 1 килобит. Она содержит 4 страницы памяти по 32 килобайта каждая. Идентификатор группового кода микросхемы - 08Н. Объем памяти микросхемы DS1993 составляет 4 килобита. Память организована в виде 16 страниц по 32 байта. Идентификатор группового кода микросхемы - 06Н.

Объем памяти микросхемы DS1995 составляет 16 килобит. (64 страницы по 32 байта). Идентификатор группового кода микросхемы - 0АН.

Объем памяти микросхемы DS1996 составляет 64 килобита. (256 страниц по 32 байта). Идентификатор группового кода микросхемы - 0СН.

Несколько отличающейся от всего семейства внутренней структурой обладает микросхема DS1994. Она представляет собой аналог DS1993 дополненный часами реального времени, таймером, счетчиком событий и сигнальными устройствами для этих счетчиков. DS1994 полностью совместима с DS1993 с разницей только в групповом коде. Дополнительные регистры для работы часов, таймера, счетчика событий и сигнального устройства расположены на отдельной странице, находящейся в верхней области памяти (см. Рис. 12).

Старший адрес		Старший байт		Младший байт		Младший адрес		
Байт контрольной суммы		6-байтный серийный номер				Групповой код 04Н		ПЗУ
32-байтная блокнотная память промежуточного хранения данных.								
32-байтная энергонезависимая память данных.								
32-байтная энергонезависимая память данных.								
.								
.								
.								
32-байтная энергонезависимая память данных.								
Страница 0								
Страница 1								
.								
.								
.								
32-байтная энергонезависимая память данных.								
Страница 15								
30-байт. Регистры часов, таймера, счетчика событий управления и контроля.								
Страница 16								

Рис. 12. Организация памяти микросхемы DS1994.

Часы в составе микросхемы DS1994 отличаются нестандартным для часов способом представления времени. Они представляют собой двоичный счетчик с разрешением в 1/256 секунды. Минуты, часы, дни, месяца и годы вычисляются из числа секунд,

Таймер, находящийся в составе микросхемы, может использоваться в качестве секундомера для отсчета временных интервалов между различными событиями, а также служить для временного контроля оборудования, так как в состав микросхемы включена схема генерации прерываний. Счетчик событий может использоваться, например, для подсчета числа включений устройства, а таймер подсчитывать суммарное время использования прибора. Часы реального времени совместно с сигнальным регистром часов могут использоваться для организации функции доступа, ограниченного по времени. Например, в определенные временные интервалы можно ограничить доступ персонала в ряд помещений. Возможность установки защиты от записи на счетчик времени и сигнальные регистры превращает DS1994 в не сбрасываемый контроллер истечения срока.

### Семейство ЭПЗУ с однократным программированием DS1982, DS1985, DS1986.

<i>Старший адрес</i>		<i>Старший байт</i>		<i>Младший байт</i>		<i>Младший адрес</i>		ПЗУ
Байт контрольной суммы		6-байтный серийный номер		Групповой код 09Н				
								<div>1-байтная блокнотная память</div> <div> <div>32-байта ЭППЗУ окончательного хранения данных</div> <div>32-байта ЭППЗУ окончательного хранения данных</div> <div>32-байта ЭППЗУ окончательного хранения данных</div> <div>32-байта ЭППЗУ окончательного хранения данных</div> <div> <div>Не используется</div> <div>Байты переадресации</div> </div> <div>Не используется</div> <div>Биты защиты от записи</div> </div> <div>8 байт памяти состояния</div>

Между собой микросхемы DS1982, DS1985 и DS1986 различаются объемом памяти данных (1 килобит для DS1982, 16 килобит для DS1985 и 64 килобита для DS1986), идентификатором группового кода (09H, 0BH и 0FH) и объемом и организацией памяти состояния.

Чтение данных из DS198х осуществляется аналогично всем другим микросхемам Touch Memory™, однако запись производится иначе. Прежде, чем данные попадают на окончательное место в рабочей области памяти, они вначале записываются в однобайтную блокнотную память. Последующий контроль включает проверку самой команды записи, адреса и записываемых данных с использованием 8-битного контрольного кода. Если проверка дает положительный результат, то импульс длительностью 1ms и амплитудой 12V записывает данные по окончательному адресу. Такой усложненный контроль важен для приборов с однократным программированием, так как если данные будут записаны неправильно, то они уже не могут быть изменены. В случае необходимости обновления данных старые данные могут быть "переадресованы" и добавлен новый блок данных. Кроме того, каждая страница памяти может быть индивидуально защищена от последующих попыток записи.



Старший адрес	Старший байт	Младший байт	Младший адрес	
Байт контрольной суммы	6-байтный серийный номер		Групповой код 0BH, (0FH)	ПЗУ
			1-байтная блокнотная память	
32-байта ЭППЗУ окончательного хранения данных				Страница 0
32-байта ЭППЗУ окончательного хранения данных				Страница1
.				.
.				.
.				.
32-байта ЭППЗУ окончательного хранения данных				Страница 63, (255)
Биты переадресации	Карта использования памяти	Биты защиты от записи байтов переадресации	Биты защиты памяти от записи	88, (352) байт памяти состояния

Рис. 14. Организация памяти микросхем DS1985, (DS1986).

Флаги, указывающие на то, что страница данных защищена от записи или переадресована, хранятся в старшей области памяти, называемой памятью состояния. Запись в область памяти состояния производится так же, как и запись памяти данных. При чтении данных либо состояния прибора для проверки целостности передаваемых данных используется встроенный генератор контрольной суммы.

Важным свойством микросхем памяти с однократным программированием является невозможность удаления данных. В случае необходимости обновления данных это может быть сделано путем размещения новых данных на другой странице памяти. Старые данные при этом сохраняются и в случае необходимости можно вернуться к первоначальной либо любой промежуточной версии данных. Благодаря аппаратной защите от записи, при установленных битах защиты от записи не существует никакой возможности изменить хотя бы один бит памяти данных или байта переадресации.

### DS1920 Контактный термометр

Как следует из названия, прибор представляет из себя Touch Memory™ и термометр, помещенные в корпус MicroCap™. Микросхема обеспечивает отсчет температуры с 9-битной точностью и разрешающей способностью 0.5°C. Точность измерения температуры составляет 0.5°C в диапазоне температур 0 +70°C и 1°C в диапазоне -40...0°C и +70...+85°C. Время преобразования составляет ~1s. Микросхема содержит также общую для всех микросхем Touch Memory™ область ПЗУ и контроллер MicroLAN. Это позволяет построить распределенную систему измерения температуры и дистанционно из одного места считывать значения температур в разных точках системы. Микросхема DS1920 не содержит встроенного источника питания и использует только режим "паразитного питания". Во время цикла преобразования температуры или записи во внутреннее ЭППЗУ требуется довольно мощный внешний источник питания. По этой причине на время выполнения этих операций требуется подключение активной нагрузки на шину MicroLAN.

Чтение и запись данных в микросхему DS1920 производится через промежуточную блокнотную память объемом 8 байт с последовательным доступом. Режим произвольного доступа к памяти не предусмотрен. Чтение блокнотной памяти всегда начинается с данных последнего температурного измерения, затем следуют регистры верхнего и нижнего порога температуры и затем два регистра, используемых для интерполяции температурных отсчетов. Для проверки целостности данных после чтения последнего байта блокнотной памяти передается 8-битная контрольная сумма.

Кроме стандартных команд ПЗУ микросхема DS1920 поддерживает выполнение

команды **Условный поиск ПЗУ**. Преобразователь температуры отвечает на команду условного поиска, только если в регистры TH и TL занесены значения верхнего и нижнего порога температуры и значение, полученное в результате последнего преобразования температуры лежит вне интервала от TL до TH. Поскольку регистры температурных порогов 8-битные и старший бит является знаковым разрядом, то температура представлена в регистрах с точностью до  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

## **ПРИБОРЫ ДЛЯ МОНТАЖА ПАЙКОЙ.**

### **DS2404S-C01. Двухпортовая память и часы.**

Особое место среди продукции фирмы Dallas Semiconductor занимает группа микросхем, предназначенных для расширения сетей MicroLAN. В состав этой группы входит микросхема двухпортовой памяти DS2404S-C01, адресуемый ключ DS2405 и сдвоенный адресуемый ключ DS2407.

Как и все микросхемы, предназначенные для работы в составе сети MicroLAN, микросхема DS2404S-C01 содержит 64-битное ПЗУ с уникальным идентификационным номером. Кроме него в состав микросхемы входит энергонезависимое двухпортовое ОЗУ объемом 4096 бит, часы/календарь, программируемый таймер и счетчик числа включений. Один из портов двухпортовой памяти представляет собой 1-проводной интерфейс MicroLAN с максимальной скоростью передачи информации 16.3 килобита в секунду, а другой — трехпроводной последовательный интерфейс для связи с микроконтроллером со скоростью до 2 Mbits/s. Связь с микросхемой по 1-проводному интерфейсу MicroLAN полностью аналогична связи с DS1994 и доступны все функции DS1994.

По 3-проводному интерфейсу может быть непосредственно адресована область блокнотной памяти, памяти данных и все специальные регистры микросхемы. При этом не требуется предварительного выполнения команд ПЗУ для адресации прибора. Для 3-проводного интерфейса доступны все режимы работы микросхемы за исключением команд и данных ПЗУ. Арбитраж между двумя портами выполняется по принципу "первый пришел — первый обслуживается". Микросхема выпускается в 16-выводном корпусе типа SOIC и содержит отдельный вывод IRQ для генерации прерываний, тактовый выход с частотой 1 Hz, выводы для подключения внешнего кварцевого резонатора и выводы для подключения внешней батареи питания. В зависимости от применения микросхема может работать либо от источника питания с напряжением от 2.8V до 5.5V, с батарейным питанием при отсутствии напряжения от источника, либо только от батареи. Таким образом, микросхема может служить в качестве моста между различным электронным оборудованием и 1-проводной сетью MicroLAN.

### **DS2405. Адресуемый ключ.**

Микросхема адресуемого ключа является базовым блоком для построения сетей MicroLAN. Она представляет собой N-канальный полевой транзистор с открытым стоком и с выходным током 4mA, который может открываться и закрываться при совпадении 64-битного регистрационного кода устройства с передаваемым по линии адресом. Для связи с устройством используется стандартный 1-проводной протокол MicroLAN. Выходной ключ каждой микросхемы может независимо устанавливаться в открытое или закрытое состояние, даже если на одной линии присутствует несколько таких устройств. Точно также выходное состояние каждой микросхемы может быть индивидуально считано ведущим линии. Упрощенная структура микросхемы DS2405 приведена на Рис 15.

Микросхема предназначена для использования в двух различных случаях:

1. В качестве переключателя для управления индикаторами и внешними транзисторами.

2. Для подключения или отключения боковых ветвей сети MicroLAN.

Так как микросхема может определить состояние логического уровня в месте своего подключения, то она может также служить в качестве дистанционного датчика состояния различных механических переключателей или, совместно с внешним силовым транзистором, управлять электромагнитами или двигателями.

Выходное состояние микросхемы управляется внутренним триггером. Если триггер установлен, то выходной полевой транзистор устанавливает на выходе НИЗКИЙ уровень.

Как выходное состояние внутреннего триггера, так и логический уровень на выходе ключа могут быть считаны соответствующими командами. При этом не существует способа прямого управления установкой или сбросом внутреннего триггера. Возможно только определение состояния внутреннего триггера и изменение его на обратное. Так как включенный транзистор устанавливает на выходе НИЗКИЙ уровень напряжения, то для использования микросхемы в качестве детектора выходного уровня, транзистор должен быть выключен.

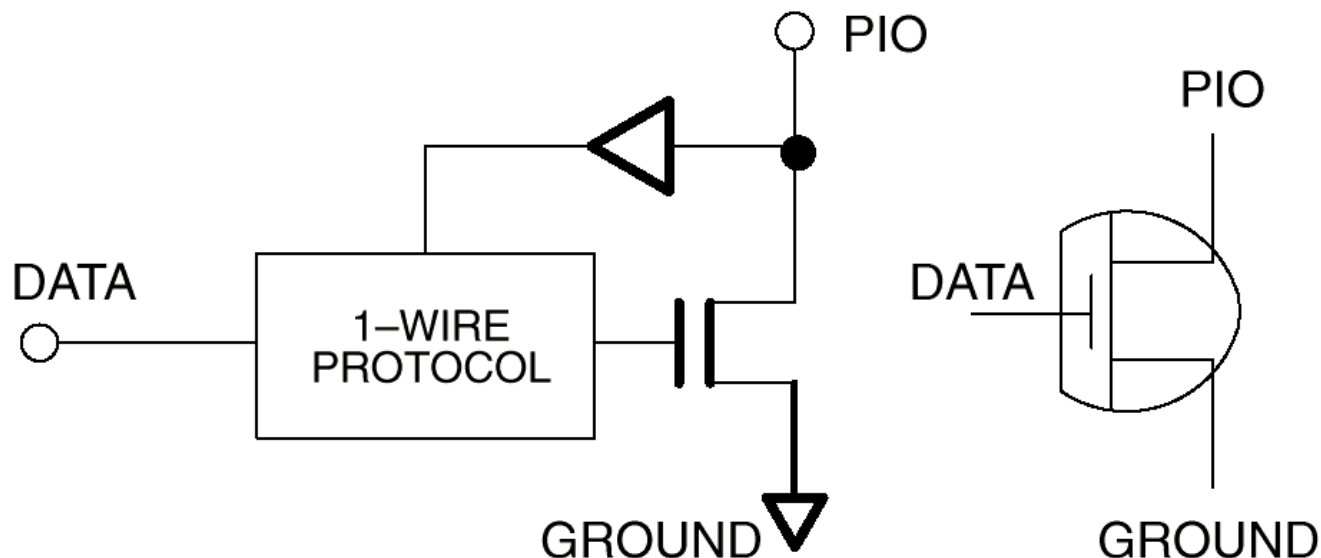


Рис. 15. Структура микросхемы DS2405.

Для чтения выходного состояния на стоке полевого транзистора используется команда **Поиск ПЗУ**. После того, как ведущий шины адресовал необходимый ключ, выполнив необходимую последовательность команд, все последующие циклы чтения будут считывать логический уровень на выходе ключа до тех пор, пока выбор микросхемы не будет отменен передачей **Импульса сброса** НИЗКИЙ уровень на выходе микросхемы может быть вызван, как установкой внутреннего триггера микросхемы, так и при установке НИЗКОГО уровня внешним устройством. Для того, чтобы различить эти два состояния используется команда **Условного поиска**. Эта команда отличается от команды **Поиск ПЗУ** только тем, что в процессе поиска участвуют только микросхемы с установленным внутренним триггером.

Теперь, после того как ведущий шины определил на выходе какого из узлов сети установлен НИЗКИЙ уровень и почему, он может передать команду **Совпадение ПЗУ** для адресации конкретного ключа и одновременного изменения его состояния на обратное. Каждый следующий цикл чтения на шине приведет к считыванию логического уровня на выходе микросхемы до тех пор, пока выбор прибора не будет отменен передачей **Импульса сброса**.

#### DS2407. Сдвоенный адресуемый ключ и ЭППЗУ объемом 1024 бит

Прибор DS2407 содержит в себе два n-канальных полевых транзистора с открытым стоком и с улучшенными выходными параметрами (50mA и 13V в канале «А» и 8mA и 6.5V канале «В»). Выходное состояние каждого ключа может быть считано по 1-проводной линии. Дополнительно в состав микросхемы входит ЭППЗУ объемом в 1024 бит, которое может использоваться для хранения необходимой информации пользователя.

#### DS1820. 1-проводной цифровой термометр.

Микросхема представляет собой совместимый с сетью MicroLAN цифровой термометр. Микросхема содержит также общую для всех приборов область ПЗУ и контроллер MicroLAN. Это позволяет построить распределенную систему измерения



оставшемся температурном диапазоне остается в пределах  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  без какой-либо дополнительной калибровки.

Байт	
0	Результат преобразования температуры (младший байт)
1	Результат преобразования температуры (старший байт)
2	Регистр TH/байт 1 данных пользователя
3	Регистр TL/байт 2 данных пользователя
4	Зарезервировано
5	Зарезервировано
6	Число оставшихся отсчетов
7	Число отсчетов на $1^{\circ}\text{C}$ .
8	Контрольная сумма

Рис. 17. Структура блокнотной памяти микросхемы DS1820.

Ячейки памяти 2 и 3 дублируют значения, занесенные в две ячейки ЭППЗУ. Они содержат значения верхнего и нижнего допустимых пределов температуры. Значения температурных пределов представлены с шагом в  $1^{\circ}\text{C}$ . Это позволяет использовать для хранения значений по одному байту.

Ячейки памяти 4 и 5 зарезервированы для последующих расширений. Информация не может быть записана в эти ячейки, а при чтении из них всегда считываются единичные значения.

Ячейки памяти 6 и 7 содержат информацию о процессе преобразования. Эта информация может использоваться при интерполяции значений температуры, что позволяет достичь разрешения (но не точности) до  $0.01 \dots 0.05^{\circ}\text{C}$ .

Благодаря наличию вывода дополнительного источника питания микросхема может осуществлять преобразование температуры, в то время как шина MicroLAN занята обменом данными с другими приборами. Кроме того, несколько температурных датчиков на шине могут осуществлять преобразование одновременно.

Оставшиеся микросхемы, приведенные в Таблице 5, полностью аналогичны соответствующим устройствам семейства Touch Memory™ и отличаются от них только типом используемого корпуса.

## ПОСТРОЕНИЕ СЛОЖНЫХ СЕТЕЙ MicroLAN

### Топология

MicroLAN представляет из себя проводную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну линию данных и один возвратный провод (обычно земляной). Сеть MicroLAN (см. Рис. 18) может быть организована в виде древовидной структуры, состоящей из ствола и многочисленных ветвей. Ствол этой структуры подключается, например, к последовательному порту RS232 персонального компьютера, который служит ведущим сети MicroLAN.

В наиболее удаленной точке каждой ветви подключается микросхема Touch Memory™, которая служит меткой ветви. Метка предназначена для того, чтобы проконтролировать прохождение электрического сигнала до наиболее удаленной точки ветви. От других приборов, подключенных к сети, метка отличается только содержимым памяти.

Кроме того, передача по сети осуществляется в виде отдельных пакетов данных. Каждый такой пакет данных заканчивается передачей контрольной суммы. Если по какой-либо причине данные были переданы по сети неправильно, то ведущий шины сможет сразу зарегистрировать ошибку путем проверки контрольной суммы, и сможет повторить передачу данных. Эти меры предназначены для повышения надежности передачи данных по сети MicroLAN и позволяют обеспечить безошибочность чтения и записи данных даже в условиях нестабильного электрического контакта.

### Построение ветвлений

Для построения большой сети без одновременного увеличения электрической

нагрузки, сеть MicroLAN использует древовидную структуру с несколькими уровнями ветвления. Основным элементом этой структуры, предназначенным для подключения и отключения отдельных ветвей сети, является адресуемый ключ. Способ коммутации отдельных ветвей сети MicroLAN показан на Рис. 19. Линия данных MicroLAN подключена одновременно ко всем приборам системы. Возвратная линия находится в проводящем состоянии только для тех ветвей, которые участвуют в процессе связи с конкретным прибором.

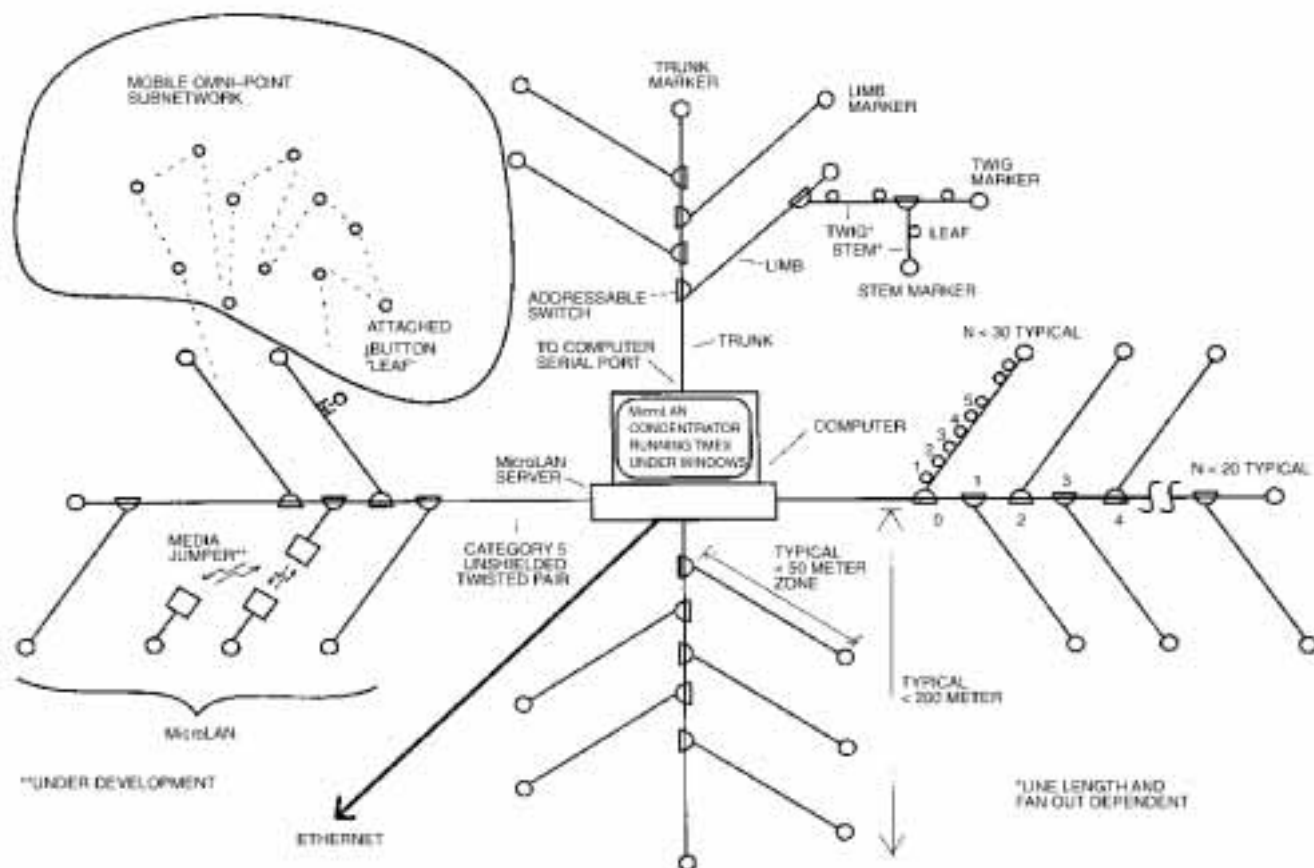


Рис. 18. Организация сети MicroLAN.

Необходимо отметить, что в такой конфигурации возвратная линия сети MicroLAN не идентична системной земле. Чтобы избежать наличия земляных петель, необходимо использовать цепи с оптронной развязкой для связи с теми участками сети, которые должны быть заземлены. На Рис.20 приведен пример использования интерфейса с оптронной развязкой.

### Программное обслуживание сети

После подключения питания к сети MicroLAN ведущий шины может увидеть только те приборы, которые подключены непосредственно к основному стволу сети. В общем случае это могут быть только адресуемые ключи и метка ствола. Прежде чем начинать какой-либо обмен данными за пределами ствола сети ведущий шины должен изучить топологию сети. Поэтому первым шагом является анализ только адресуемых ключей в сети. Начиная с основного ствола, ведущий шины последовательно опрашивает и записывает регистрационные номера всех адресуемых ключей. Затем, найденные ключи открываются по одному, и аналогично осуществляется опрос, подключенных ветвей следующего уровня. Если на них обнаруживаются адресуемые ключи, то они также регистрируются и затем по очереди открываются. После этого становится возможным опрос ветвей следующего уровня. Этот процесс продолжается до окончательного построения топологии сети в памяти ведущего шины. На следующем этапе ведущий должен идентифицировать все остальные приборы на шине, не являющиеся адресуемыми ключами. Для этого, начиная с основного ствола и используя структуру сети, полученную на первом этапе, ведущий шины открывает по одной все ветви сети и записывает регистрационные номера всех обнаруженных на ней приборов. Эти данные добавляются к модели топологии сети в памяти ведущего. Теперь, после того как

ведущий шины имеет точную картину топологии сети MicroLAN и расположения на ней приборов, становится возможным быстрое построение пути доступа к каждому прибору и осуществление связи с ним. При необходимости доступа пользователя до любого прибора, ведущий открывает все ключи, позволяющие обеспечить доступ до данного прибора, и адресует его командой **Совпадение ПЗУ**. В этот момент отменен выбор всех остальных приборов на линии, и необходимый прибор выбран и готов для передачи данных. Такая схема позволяет обеспечить обмен данными с конкретным прибором независимо от места его расположения в сети.

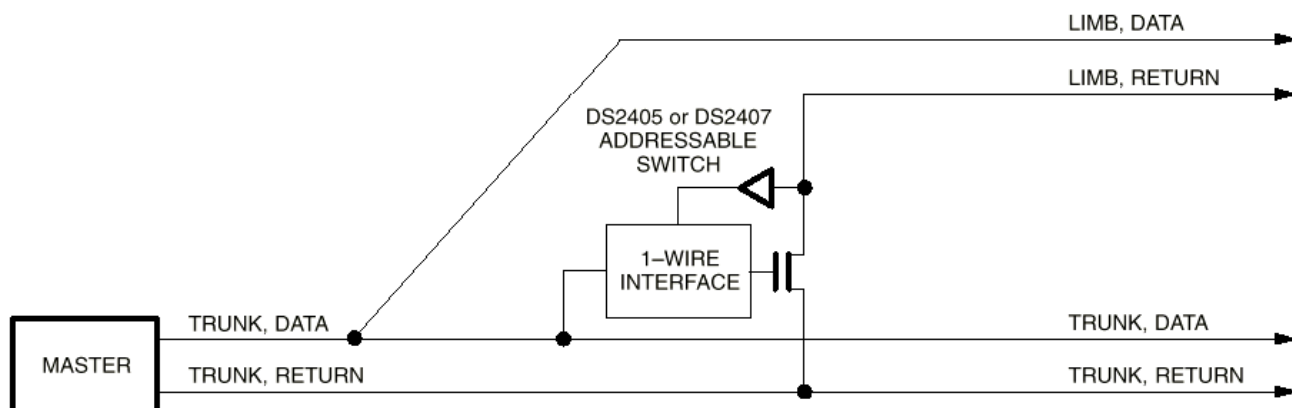


Рис. 19. Способ коммутации ветвей сети MicroLAN.

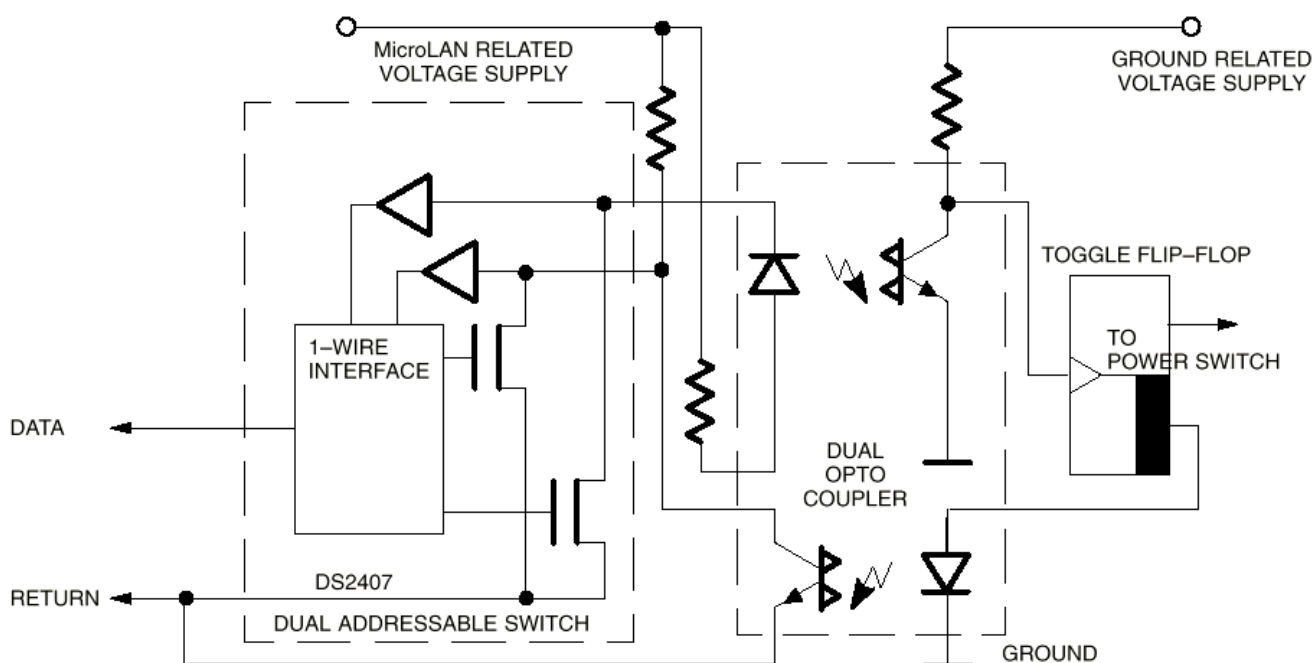


Рис. 20. Пример интерфейса с оптронной развязкой.

Следует отметить, что для уменьшения нагрузки на линию желательно держать все ключи, которые не участвуют в процессе связи, в закрытом состоянии. Выполнение этого условия становится необходимым при построении сети большой протяженности со сложной топологией.

## ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ СЕТИ

### Соединительный кабель

При большой длине соединительного кабеля становятся заметными его влияние на распространение сигналов. Это становится особенно ощутимым, когда время распространения сигнала по кабелю становится сравнимым с длительностью фронтов. Если на обоих концах кабеля не обеспечена надлежащая нагрузка, это может привести к значительному искажению фронтов сигнала и выбросу на его вершине.

Каждый кабель обладает некоторым значением погонной емкости, индуктивности и активного сопротивления. Эти параметры определяются геометрией кабеля,



электропроводящим материалом и типом изоляции между проводниками. Они определяют характеристический импеданс кабеля, демпфирование сигналов и скорость их распространения. Погонное сопротивление и индуктивность обычно достаточно малы и ими можно пренебречь. Погонная емкость, значение которой обычно лежит в диапазоне от 30pF/m до 100pF/m, должна приниматься во внимание, так как составляет значительный вклад в суммарную емкость сети.

В идеальном вакууме скорость распространения электромагнитного излучения составляет приблизительно 300м/μs. При распространении по идеальному кабелю (без емкости, индуктивности и без потерь) длиной 300м импульс достигнет другого конца кабеля через 1μs, отразится от него и вернется к началу кабеля через 2μs. Обычные промышленные кабели конечно не идеальны. Благодаря индуктивной и емкостной связи между проводниками и относительной диэлектрической проницаемости материала изолятора (2.5...6) практически достижимая скорость распространения составляет обычно 2/3 от скорости света. В приведенном выше примере это привело бы к достижению импульсом концов кабеля соответственно через 1.5μs и 3μs.

Потери на активном сопротивлении кабеля приводят к нарушению логических уровней сигналов. При построении больших сетей узлы ветвления и подключенные к ним адресуемые ключи вносят дополнительные потери на шине. Обычно главными факторами, ограничивающими максимальную протяженность сети, является емкость кабеля совместно с цепями "паразитного питания" микросхем. Это приводит к необходимости введения временной задержки порядка нескольких миллисекунд, прежде чем станет возможным начало обмена по сети MicroLAN, особенно при использовании пассивной (резистивной) нагрузки для обеспечения питания микросхем. Точно также при подключении к сети каждой новой ветви понадобится аналогичное время зарядки порядка одной миллисекунды. Цепи "паразитного питания" вновь подключенных микросхем вызовут падение напряжения на 1-проводной цепи на время зарядки внутренних конденсаторов питания. После этого времени восстановления после каждого цикла обмена на шине будет достаточно для пополнения запаса энергии, использованной во время предыдущего цикла.

### **Структура с открытым стоком.**

Сеть MicroLAN использует конфигурацию с открытым стоком (монтажное **И**) с пассивным резистором, включенным в цепь питания 5V. Связь выполняется во временных интервалах длительностью 60μs на бит плюс небольшое время восстановления между отдельными временными интервалами. Благодаря низкому импедансу активных цепей генерации логического 0, время спада сигналов достаточно мало (~1μs). Время нарастания сигнала определяется произведением нагрузочного резистора и суммарной емкостной нагрузкой всех активных ветвей сети, включая емкость самого кабеля и входную емкость всех приборов.

Максимальное напряжение ВЫСОКОГО уровня в сети определяется величиной нагрузочного резистора и суммарным током утечки всех приборов на активных сегментах сети. Чем больше приборов находится на линии, тем больше падение напряжения на нагрузочном резисторе. Соответственно при повышении падения напряжения на нагрузочном резисторе, больше времени требуется для того, чтобы напряжение на линии достигло уровня логической единицы 2.2V и минимального рабочего напряжения 2.8V.

Время нарастания сигнала может быть улучшено путем уменьшения номинала нагрузочного резистора, использования кабеля с меньшей емкостью или уменьшения нагрузки на активных ветвях сети. Однако номинал нагрузочного резистора не должен быть ниже 1.5кΩ. Использование очень низкого значения увеличит напряжение НИЗКОГО логического уровня и уменьшит помехозащищенность системы. В наиболее критичных ситуациях для обеспечения необходимых сигналов на шине и достижения максимальной помехозащищенности может использоваться активный драйвер. Такой драйвер может также содержать схемы подавления эха.

### **Адресуемые переключатели**

Адресуемый переключатель является основным компонентом для создания ветвей сложной сети MicroLAN. Он представляет из себя трехвыводное устройство с выходным

полевым транзистором с открытым стоком, управляемым по 1-проводной шине. Во включенном состоянии сопротивление транзистора обычно составляет около  $15\Omega$ , в выключенном состоянии — около  $10M\Omega$ . Из-за низкого, но не нулевого сопротивления открытого транзистора, каждый переключатель на пути к конкретному устройству в сети создает небольшое падение напряжения около  $30mV$  ( $15\Omega \times 2mA$  при нагрузочном резисторе  $2.5k\Omega$ , подключенном к напряжению питания  $+5V$ ). Чем больше переключателей включено на пути, тем выше напряжение логического 0 при чтении данных ведущим шиной. Адресуемый переключатель почти не влияет на уровень логической 1, он только добавляет нагрузку на шину, как и любой другой компонент на активных ветвях.

Если ветвь сети MicroLAN отключена путем переключения адресуемого переключателя в состояние с высоким выходным сопротивлением, все устройства на этой и всех дочерних ветвях отключены от источника "паразитного питания". Адресуемые переключатели теряют свое состояние. Если отключить ветвь от сети приблизительно на 1 секунду или более и затем включить снова, то все переключатели будут установлены в состояние с выключенным выходным транзистором. Из-за "паразитного питания", включение питания вызовет кратковременное падение напряжения на 1-проводной шине, пока конденсаторы питания приборов на подключенной ветви не зарядятся полностью.

Если адресуемые переключатели на ветвях используются для включения/выключения оборудования по сети MicroLAN, то для поддержания работоспособности оборудования на отключенных ветвях должен использоваться интерфейс с оптронной развязкой.

### 1-проводной интерфейс, источник паразитного питания.

Чтобы понять проблемы, связанные с уровнями напряжений и временными параметрами сети MicroLAN, нужно обратиться к эквивалентной электрической схеме (Рис. 21). MicroLAN состоит из трех сегментов:

- а) ведущий шины,
- б) проводная сеть.
- в) непосредственно устройства в сети.

На стороне ведущего шины имеется источник постоянного напряжения питания, нагрузочный резистор, включенный между линией данных и источником питания и управляемый ведущим шиной ключ, включенный между линией данных и возвратным проводом.

Соединение между ведущим и 1-проводным прибором для простоты представлено сосредоточенной емкостью кабеля и омическим сопротивлением линии данных и возвратного провода. Емкость кабеля вычислена путем умножения длины кабеля между ведущим шиной и наиболее отдаленным устройством на погонную емкость кабеля. Сопротивление линии данных представляет собой длину кабеля, умноженную на погонное сопротивление провода. Сопротивление возвратной линии включает сопротивление линии данных плюс  $15\Omega$  для каждого адресуемого переключателя между ведущим шиной и наиболее отдаленной ветвью.

1-проводное устройство представлено входной емкостью ( $C_{IN}$ ), постоянным током разряда ( $I_{DISC}$ ) обычно  $5\mu A$ , схемой "паразитного питания" ( $D_I$ ,  $R_I$ ,  $C_L$ ) и рабочим током  $10\mu A$ , протекающим во время связи. Любое устройство, постоянно находящееся на активных ветвях сети потребляет рабочий ток, даже если оно не адресовано. Этот рабочий ток требуется для синхронизации 1-проводного интерфейса прибора с протоколом связи. Во время проведения связи сопротивление открытого ключа в составе прибора составляет около  $100\Omega$ , что приводит к протеканию тока порядка  $4mA$  при падении напряжения  $0.4V$ . Если на активных ветвях сети постоянно находится много устройств, то значения  $C_{IN}$ ,  $I_{DISC}$ ,  $I_{OP}$ , и  $C_L$  должны быть умножены на число устройств; значение  $R_I$  должно быть разделено на число устройств. МОП-транзистор на эквивалентной схеме устройства позволяет отвечать на команду, устанавливая на шине значение логического 0. Кроме циклов **Обнаружения присутствия**, команды **Поиска ПЗУ**, **Пропуска ПЗУ** и **Чтения ПЗУ** только один такой транзистор может находиться в проводящем состоянии в течение короткого периода чтения данных из адресованного устройства.

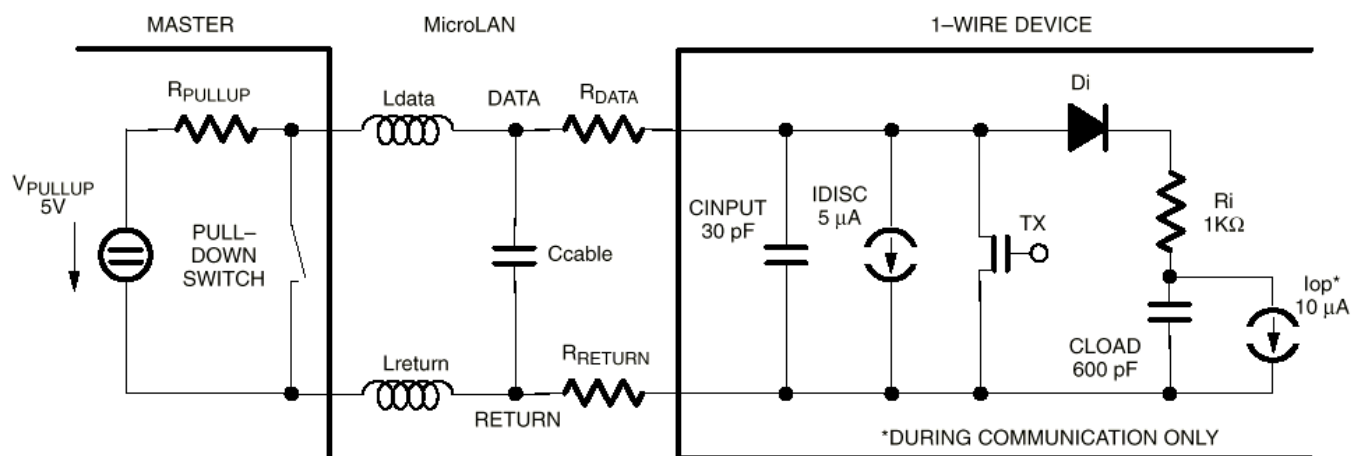


Рис. 21. Эквивалентная электрическая схема сети MicroLAN.

Нагрузочная способность сети MicroLAN зависит от значения нагрузочного резистора и питающего напряжения. Предел нагрузочной способности достигается, когда падение напряжения на нагрузочном резисторе уменьшает напряжение на шине MicroLAN до 2.8V. Это минимальное напряжение, требуемое для зарядки цепей "паразитного питания" микросхем. Нагрузочная способность сети MicroLAN представлена в Таблице 7:

Таблица 7. Нагрузочная способность сети MicroLAN.

Нагрузочный резистор	Напряжение питания		
	4.0 V	5.0 V	6.0 V
1.5 kΩ	53	96	142
1.8 kΩ	44	81	119
2.2 kΩ	36	67	97
2.7 kΩ	30	54	79
3.3 kΩ	24	44	65
3.9 kΩ	21	38	55
4.7 kΩ	17	31	45

Как показано на Рис. 21, каждое устройство MicroLAN увеличивает емкостную нагрузку в сети. Входная емкость устройства всегда присутствует на шине. Емкость конденсатора паразитного питания (600pF) только временно обнаруживает себя на шине, когда напряжение питания подается в первый раз и начинается заряд внутренней емкости питания. Также заметно влияние емкости питания во время пополнения ее заряда. Но это случается при уровнях напряжения >2.8V и следовательно не увеличивает емкость системы во время нормальной связи. При активизации новой ветви с подключенными к ней устройствами необходимо задержать начало связи на время зарядки конденсаторов питания.

### Работа с последовательным интерфейсом

Для согласования однопроводной сети MicroLAN с последовательным интерфейсом компьютера выпускается адаптер последовательного порта DS9097. Последовательный порт компьютера устанавливается для передачи данных на скорости 115.2kbps. Для последовательного интерфейса каждый временной интервал обмена на шине эквивалентен полному символу. В зависимости от символа, записанного в передающий регистр интерфейса, будет передана временная последовательность либо записи нуля, либо записи единицы. Интерфейс создает или детектирует временную последовательность сигналов на шине, выбирая соответствующий шаблон данных. Временная последовательность чтения данных аналогична последовательности записи единицы. Однако, в отличие от цикла записи единицы, центральный процессор не будет сбрасывать данные, которые поступают в приемный регистр после генерации последовательности чтения данных. Так как все данные передаются, начиная с младшего бита, то любой ответ с шины MicroLAN находится в самых младших битах полученного символа.

При операциях чтения канал приема последовательного интерфейса активизирует свою работу по переходу сигнала на шине из неактивного состояния (во время отсутствия связи или в промежутке между символами) к активному состоянию. Каждый символ начинается со стартового бита, передаваемого непосредственно перед данными. Это обеспечивает подготовку последовательного интерфейса к приему достоверных данных. При скорости обмена 115.2kbps продолжительность  $T$  стартового бита, также как и информационных разрядов составляет  $8.68\mu s$ . Максимальная достоверность считываемых данных достигается при осуществлении выборки в середине временного интервала представления каждого бита. Таким образом, наилучшие времена для осуществления выборок составляют  $1.5T$ ,  $2.5T$ ,  $3.5T$ , и т.д. с момента синхронизации приемного канала. При скорости работы 115.2kbps моменты осуществления выборки составляют  $13.02\mu s$ ,  $21.70\mu s$ ,  $30.38\mu s$ , и т.д после начала символа.

Эти времена должны соответствовать временным интервалам чтения данных на шине. При передаче данных 1-проводным устройством гарантированное время сохранения на шине правильных данных составляет  $15\mu s$  от начала временного интервала чтения данных. Это означает, что осуществление первой выборки через  $13.02\mu s$  после начала временного интервала обеспечит считывание достоверных данных. Однако при чтении 1 это потребует времени установления напряжения на шине до уровня логической 1 не превышающего  $4.34\mu s$  (время от конца стартового бита до середины первого информационного разряда).

Это условие трудно выполнить, особенно при наличии длинного кабеля между ведущим шины и 1-проводным устройством. Однако передающее устройство обычно поддерживает НИЗКИЙ логический уровень на шине в течение  $30\mu s$ . Поэтому, если эксплуатационные режимы всех 1-проводных устройств на шине MicroLAN поддерживаются в определенных пределах, использование второго бита при чтении данных на шине обеспечивает более надежные результаты. Чтение данных через  $21.70\mu s$  после начала цикла обмена на шине обеспечивает достаточно надежное считывание логического 0 и в то же время оставляет  $13.02\mu s$  для достижения сигналом на шине ВЫСОКОГО логического уровня при чтении логической 1. Режим чтения второго информационного бита можно использовать если все приборы на шине находятся в диапазоне температур от 0 до  $+50^{\circ}C$  и напряжение питания шины не ниже  $+5V$ . Адаптер последовательного порта DS9097, например, обеспечивает напряжение питания  $6V$ , при нагрузочном сопротивлении  $1.5k\Omega$ .

Нагрузочный резистор MicroLAN совместно с емкостью кабеля и входными емкостями приборов, подключенных к активным ветвям сети определяют постоянную времени  $\tau$  сети. Поскольку конденсаторы цепей паразитного питания не перезаряжаются, эта постоянная времени определяет время в течение которого на линии данных MicroLAN устанавливается уровень логической 1. При этом форма сигнала на шине может быть вычислена как:

$$V(t)=V_{PULLUP} \times (1-\exp(t/\tau))$$

Так как напряжение на шине должно достичь порогового уровня  $2.2V$  в течение  $t=13.02\mu s$ , значение  $\tau$  может быть вычислено для любого допустимого напряжения питания как

$$\tau=13.02[\mu s] / \ln(V_{PULLUP} / (V_{PULLUP} - 2.2 [V])).$$

Допустимые значения постоянной времени приведены в Таблице 8:

*Таблица 8. Допустимые значения постоянной времени  $\tau$ .*

Максимальное значение постоянной времени шины	Напряжения питания шины		
	4.0 V	5.0 V	6.0V
$\tau$	16.3 $\mu s$	22.4 $\mu s$	28.5 $\mu s$

Предполагая, что шина MicroLAN нагружена максимальном числом устройств, приведенным в Таблице 7, собственная емкость кабеля не должна превысить значений, приведенных в Таблице 9, чтобы обеспечить необходимое значение постоянной времени.

При использовании на шине меньшего числа приборов максимально допустимые значения емкости кабеля могут быть увеличены на  $30pF$  не каждый отсутствующий прибор.

Таблица 9. Максимальная допустимая емкость кабеля при максимальном числе устройств на шине.

Нагрузочный резистор [kΩ]	Емкость [nF] при напряжении питания		
	4.0V	5.0V	6.0V
1.5	9.27	12.00	14.73
1.8	7.72	10.00	12.28
2.2	6.32	8.18	10.05
2.7	5.15	6.67	8.19
3.3	4.21	5.46	6.70
3.9	3.56	4.62	5.67
4.7	2.96	3.83	4.70

Предполагая, что типичная погонная емкость кабеля составляет 50pF/m, мы получим максимальные значения длины кабеля, приведенные в Таблице 10.

Таблица 10. Максимальная длина соединительного кабеля при погонной емкости 50pF/m.

Нагрузочный резистор [kΩ]	Максимальная длина [τ] при напряжении питания:		
	4.0V	5.0V	6.0V
1.5	185	240	295
1.8	154	200	246
2.2	126	164	201
2.7	103	133	164
3.3	84	109	134
3.9	71	92	113
4.7	59	77	94

До сих пор не рассматривалось необходимое число информационных бит для генерации временных интервалов обмена на шине. При использовании 6 информационных бит и одного стартового бита символ, состоящий из одних нулей, приведет к генерации на шине уровня логического 0 на протяжении  $7 \times 8.68 \mu\text{s} = 60.76 \mu\text{s}$ . Это хорошо соответствует временной последовательности записи логического 0, приведенной на Рис.2. Временная последовательность записи логической 1 генерируется на шине при использовании символа, состоящего из одних единиц. В этом случае сигнал на шине будет представлять собой импульс НИЗКОГО логического уровня длительностью  $8.68 \mu\text{s}$ , вызванный наличием стартового бита. Между двумя символами имеется небольшой промежуток времени, вызванный наличием, стопового бита последовательного порта. Его продолжительность равняется продолжительности одного информационного бита. Все вместе: один стартовый бит, 6 информационных бит и один стоповый бит составляют продолжительность одного временного интервала обмена на шине равного  $8 \times 8.68 \mu\text{s} = 69.4 \mu\text{s}$  при скорости передачи 115.2kbps. Это время включает в себя также время восстановления, необходимое перед передачей следующей временной последовательности. Таким образом,  $69.4 \mu\text{s}$  эквивалентны скорости передачи данных 14.4kbps, что представляет собой максимальную скорость обмена данными с шиной MicroLAN при использовании последовательного порта.

В случае сети с емкостной нагрузкой близкой к максимально возможному значению, пауза  $8.68 \mu\text{s}$  после цикла записи нуля слишком мала, чтобы напряжение на шине данных достигло уровня 2.2V, необходимого для распознавания 1-проводным прибором окончания временной последовательности записи 0. Чтобы увеличить паузу, можно увеличить длину символа на 1 или 2 бита. Эти дополнительные биты должны быть установлены в логическую 1, чтобы достичь желаемого эффекта. Возможные параметры и результаты их практического использования приведены в Таблице 11:

Таблица 11. Варианты установки длительности паузы после цикла записи нуля.

Длительность паузы [μs]	8.68	17.36	26.04
Длина символа [bits]	6	7	8
Символ записи 0	000000	1000000	11000000
Скорость передачи данных [kbps]	14.4	12.8	11.5

Если постоянная времени сети не превышает 30% максимального значения для

данного напряжения питания, то достаточно минимальной длительности паузы. Для более нагруженной сети MicroLAN может требоваться длительность паузы 17.36μs или более. В любом случае, перед формированием протяженной сети MicroLAN, рекомендует проверить ее эксплуатационные режимы.

Как показано в Таблице 11, увеличение длительности паузы приводит к уменьшению скорости передачи информации по сети. Это в свою очередь приведет к увеличению времени, необходимого на определение топологии сети и расположение на ней приборов. При скорости передачи данных 14.4kbps команда **Поиск ПЗУ** может обнаружить в сети не более 66 приборов в секунду, не принимая во внимание ограниченного быстродействия ведущего шины, времени, необходимого на переключение управляемых ключей и времени заряда подключаемых ветвей.

### **Быстродействие компьютера и операционная система**

Временные параметры сети MicroLAN определяются не только быстродействием последовательного порта и параметрами сети. Аппаратное и программное обеспечение ведущего шины также влияют на параметры сети. Кроме всего прочего ведущий шины должен прочитать данные из последовательного порта и загрузить символ, необходимый для генерации следующего цикла обмена. При пересылке данных (чтении или записи многочисленных байтов) поведение ведущего шины достаточно хорошо предсказуемо. Он добавляет только постоянную задержку между символами, которые читаются из последовательного порта или записываются в него. В случае выполнения команды **Поиск ПЗУ**, ведущий шины должен выполнять некоторую дополнительную обработку данных, чтобы определить значение следующего символа перед его загрузкой в регистр передачи последовательного порта. Это добавляет переменную задержку между символами и может значительно увеличить паузу между отдельными циклами обмена. В любом случае, задержка зависит от тактовой частоты процессора, размера кэш-памяти, программного обеспечения и операционной системы. Некоторые современные компьютеры используют для увеличения быстродействия последовательного порта контроллеры с буферной памятью FIFO. К сожалению, для обслуживания шины MicroLAN ведущий шины часто должен знать значение последнего бита перед тем, как обслуживать следующий бит. Таким образом при использовании быстродействующего последовательного порта буфер FIFO должен быть отключен. Это может быть выполнено под управлением программного обеспечения.

Очень трудно предсказать задержку, вносимую ведущим шины между отдельными символами. Был проведен ряд измерений с использованием IBM-совместимого персонального компьютера на основе процессора 80386DX с тактовой частотой 33MHz. Измерялось время, необходимое для обращения к DS1993 и чтения всей памяти данных. Последовательный порт был установлен для работы с длиной символа 8 бит. Под DOS вносимая компьютером задержка составляла 20μs, результат для Windows был 30μs. Для компьютера на основе процессора 80486DX-33 можно было ожидать задержку в два раза меньше. Эти числа не могут масштабироваться для других тактовых частот; если требуется, то они должны быть измерены в ходе экспериментов.

### **Оптимизация MicroLAN**

Для большинства применений MicroLAN достаточно использования стандартного адаптера последовательного порта DS9097. Однако в случае большой нагрузки на шине, предельной рабочей температуры или при работе на максимальной скорости обмена на шине может потребоваться более сложный адаптер. Он состоит из преобразователей уровня RS232, драйвера MicroLAN и пассивного нагрузочного резистора (Рис. 22). При этом драйвер MicroLAN представляет собой обыкновенный МОП-транзистор с управляемым временем нарастания выходного напряжения, который передает на шину сети сигнал TXD последовательного порта.

Номинал нагрузочного резистора может быть в диапазоне от 1.5kΩ до 4.7kΩ. Последовательно с нагрузочным резистором включен диод. Он предотвращает протекание тока через резистор при отключенном источнике питания. При этом интерфейсные цепи находятся в высокоимпедансном состоянии и позволяют другому ведущему шины управлять обменом. В этой цепи предпочтительнее использование

диода Шоттки, из-за меньшего падения напряжения на нем.

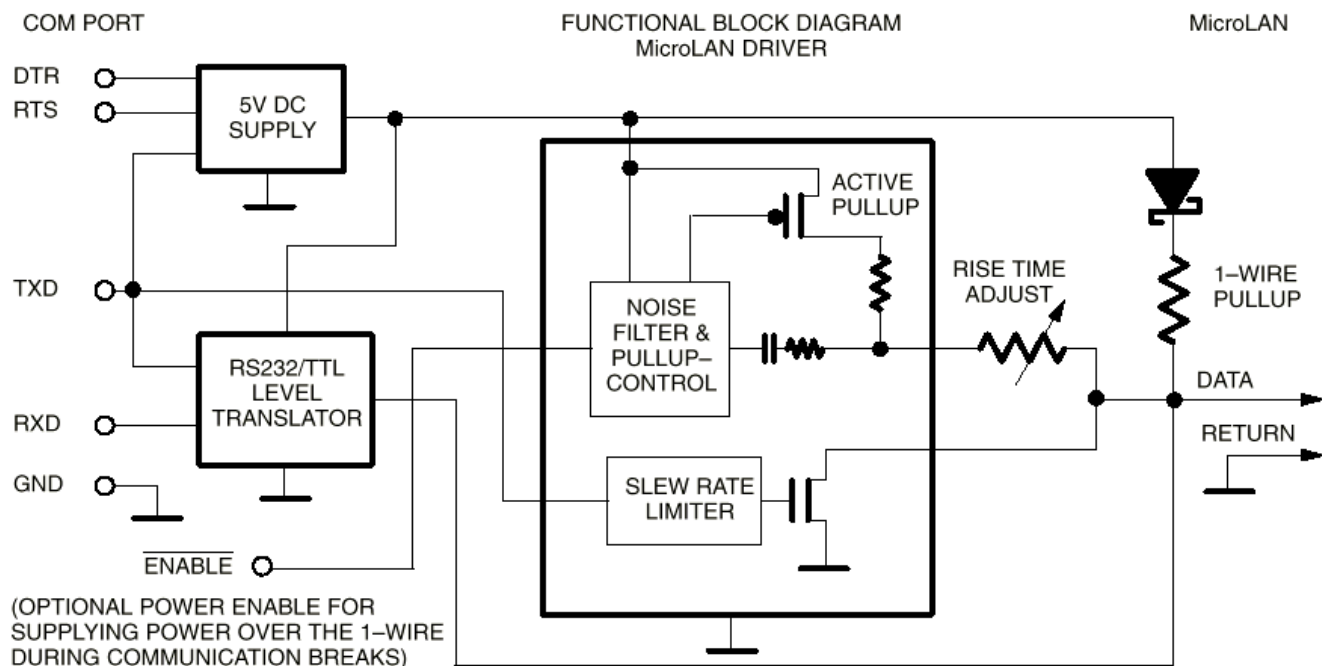


Рис. 23. Структурная схема адаптера последовательного порта.

В качестве источника питания в схеме, приведенной на Рис. 22 используется напряжение на линиях DTR и RTS последовательного порта, а также напряжение на линии данных TXD. Такая схема надежно работает, если последовательный порт удовлетворяет стандарту RS232. Преобразователь уровня напрямую подключен к шине MicroLAN и преобразует логические уровни на шине в уровни напряжений RS232.

При использовании в сети длинного кабеля могут возникнуть отражения, приводящие к искажению формы фронтов сигнала. Для уменьшения влияния отражений в схему добавлены цепи помехоподавления и активной нагрузки. Эти цепи подключены к шине через RC-фильтр высоких частот.

Схема помехоподавляющего фильтра и цепей активной нагрузки приведена на Рис. 23.

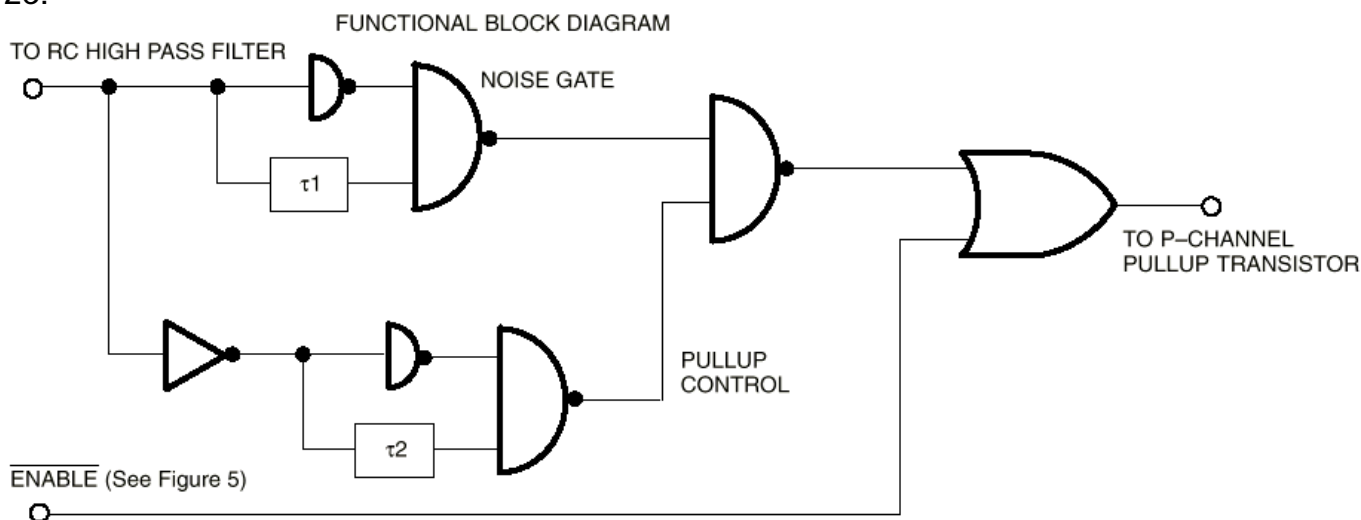


Рис. 23. Схема помехоподавляющего фильтра и цепей управления активной нагрузкой

Схема состоит из двух параллельных цепей, объединенных логическим элементом ИЛИ-НЕ, который вырабатывает сигнал управления нагрузочным транзистором. Верхняя часть схемы управления представляет собой детектор фронта сигнала, который генерирует импульс ВЫСОКОГО уровня продолжительностью  $\tau_1$  в точке "Фильтр шумов" каждый раз, когда на шине MicroLAN ведущий устанавливает низкий уровень сигнала. Продолжительность  $\tau_1$  обычно составляет  $7.5\mu s$ . Нижняя цепь на Рис. 23 аналогична верхней. Разница состоит в дополнительном аналоговом инверторе на входе детектора



фронта. Инвертор и детектор фронта генерируют импульс НИЗКОГО уровня продолжительностью  $\tau_2$  в точке "Управление активной нагрузкой" каждый раз, когда на шине осуществляется переход от НИЗКОГО логического уровня к ВЫСОКОМУ. Коэффициент передачи усилителя определяет пороговый уровень напряжения, при котором активизируется цепь активной нагрузки. Продолжительность  $\tau_2$  обычно составляет  $7.5\mu s$ . Элемент ИЛИ-НЕ пропускает сигнал управления активной нагрузкой на выходной транзистор в случае неактивного сигнала помехоподавления. Это предотвращает включение активной нагрузки отраженным сигналом, который обычно возникает в течение нескольких микросекунд после перехода сигнала на шине в НИЗКИЙ логический уровень. В зависимости от длины кабеля, может оказаться необходимым ограничить ток активной нагрузки с помощью резистора, включенного между выходом нагрузочного транзистора и шиной MicroLAN (Регулировка времени нарастания).

### Оптимизация топологии сети

Для достижения максимальной эффективности MicroLAN при заданном числе узлов необходимо найти условия, при которых нагрузка сети минимальна. Предполагая, что число ветвлений на каждом уровне постоянно, можно вычислить значение оптимального числа ветвлений.

Расчет показывает, что оптимальное число ветвлений на каждом уровне равно приблизительно 3.6 и не зависит от числа приборов в сети. Это относится к конфигурации, при которой на каждой ветви кроме адресуемых переключателей располагается одна метка ветви. Оконечные устройства располагаются только на наиболее удаленных ветвях сети. Так как дробное значение не может быть реализовано на практике, было выбрано оптимальное значение равное 4.

Таблица 12. Максимальное число приборов в сети MicroLAN

N (Число уровней)	L (Нагрузка или число приборов на активных ветвях сети).	M (Максимальное число приборов в сети)
1	5	4
2	10	16
3	15	64
4	20	256
5	25	1024
6	30	4096

В Таблице 12 приведены значения максимального числа приборов в сети и максимальной нагрузки на шине в зависимости от числа уровней ветвления. Из таблицы видно, что нагрузка на шине MicroLAN не является ограничивающим фактором даже при числе устройств на шине, достигающим 4096.

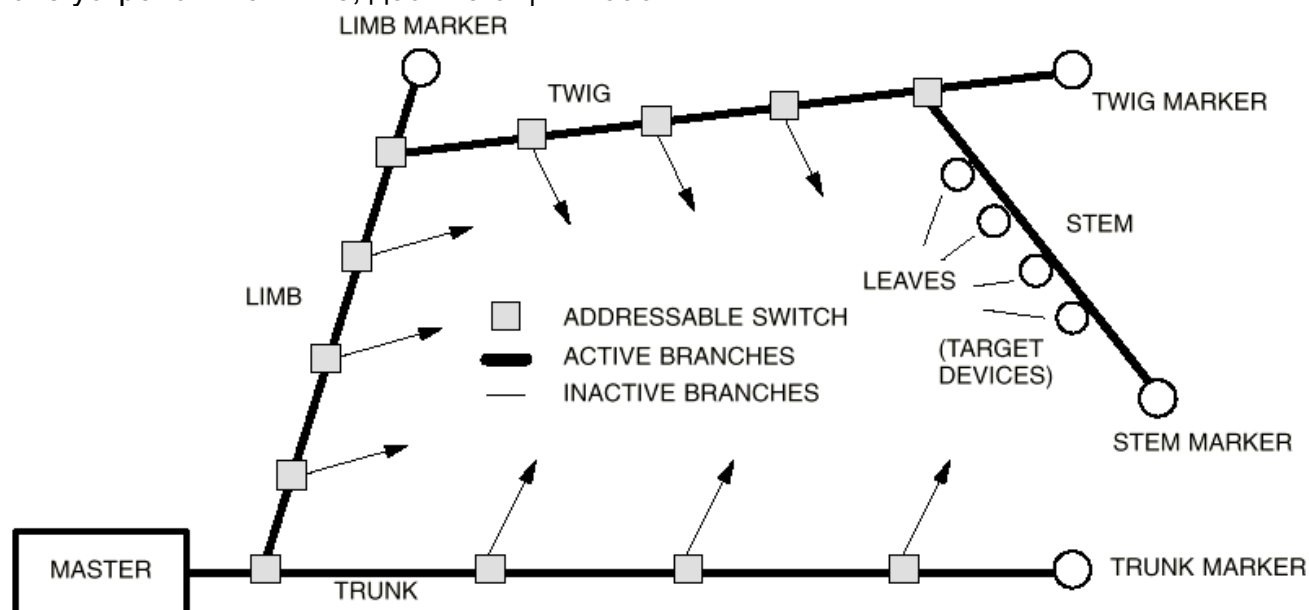


Рис. 24. Пример построения оптимизированной сети MicroLAN.

На Рис. 24 приведен пример построения сети MicroLAN, оптимизированной для обеспечения минимальной нагрузки на шине. Максимальная нагрузка на шине равна сумме числа адресуемых переключателей на активных ветвях шины, числа меток активных ветвей и числа рабочих устройств на наиболее удаленной ветви сети и равно 20. При этом максимальное число рабочих устройств в сети составляет 256.

### **Защита от внешних помех**

При связи сети MicroLAN с компьютером необходимо обеспечить средства защиты системы от повреждения электростатическим разрядом и электромагнитным излучением радиостанций, оборудования связи и других источников помех. Все устройства MicroLAN имеют встроенные цепи защиты от статического электричества. Со стороны ведущего шины надежную защиту можно обеспечивать посредством диодов, ограничивающих отрицательные выбросы напряжения и положительные выбросы напряжением выше 5V. При выборе подходящих защитных диодов необходимо руководствоваться минимальным значением емкости перехода и минимальным временем переключения.

Для прокладки соединительного кабеля рекомендуется пользоваться стандартным неэкранированным телефонным проводом с витыми парами. Такой кабель выпускается с двумя или четырьмя парами проводов. Витая пара уменьшает нежелательную связь с проходящими поблизости силовыми кабелями или аналоговыми телефонными линиями. Погонная емкость между проводниками пары — приблизительно 50pF/m; между проводами различными парами значение емкости близко к 30pF/m. Для прокладки сети MicroLAN могут использоваться любые проводники кабеля. Неиспользуемые провода должны быть оставлены не присоединенными с обоих концов кабеля. Заземление свободных проводников может привести к значительно худшим результатам из-за увеличения емкостной нагрузки. Емкостная нагрузка может увеличиться настолько значительно, что связь станет вообще невозможной. Не рекомендуется также прокладывать по одному кабелю две сети MicroLAN. Емкостная и индуктивная связь внутри кабеля действует подобно резонансному контуру. В зависимости от длины и характеристик кабеля резонансная частота может оказаться внутри спектра, используемого для связи MicroLAN, искажая форму импульсов и делая невозможной передачу данных.