

Программатор термометра/термостата DS1821

Довольно часто на практике возникает задача термостатирования какого-либо объекта. Раньше для решения этой задачи требовалась довольно громоздкая аналоговая схема, содержащая несколько десятков элементов. В настоящее время такая задача решается значительно проще. Если требуемая точность поддержания температуры составляет единицы градусов, а рабочая температура не выходит из диапазона $-55..+125^{\circ}\text{C}$, то можно воспользоваться цифровым термометром/термостатом DS1821.

Микросхема DS1821, выпускаемая фирмой Dallas (теперь уже Maxim), может работать в двух режимах: как термометр и как термостат. В первом из этих режимов DS1821 обеспечивает измерение температуры в диапазоне $-55..+125^{\circ}\text{C}$ с дискретностью 1°C . Самым привлекательным является то, что такой термометр уже откалиброван на заводе: гарантированная точность составляет $\pm 1^{\circ}\text{C}$ в диапазоне $0..+85^{\circ}\text{C}$ и $\pm 2^{\circ}\text{C}$ во всем диапазоне рабочих температур. Типичная кривая ошибки измерения температуры приведена на рис. 1. Считывание значений производится с помощью однопроводного интерфейса (1-Wire™)

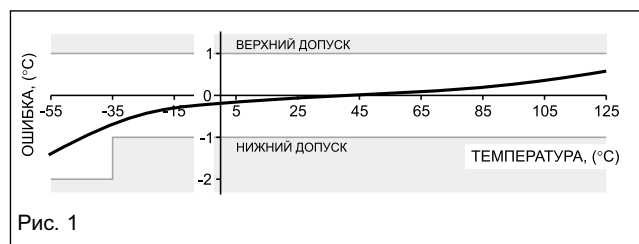


Рис. 1

фирмы Dallas, поэтому этот режим еще называют однопроводным. Температура считывается как 8-битное число в дополнительном коде. Например, $+125^{\circ}\text{C}$ соответствует код 7Dh; $+25^{\circ}\text{C}$ — 19h; 0°C — 00h; -1°C — FFh; -25°C — E7h; -55°C — C9h, аналогично для других значений температуры.

С помощью специальных команд DS1821 может быть переведен в режим термостата, при котором вывод данных становится управляющим выходом. При работе в режиме термостата измерения температуры идут постоянно, каждое измеренное значение сравнивается с порогами, сохраненными в энергонезависимой памяти. Эти пороги задают требуемый гистерезис характеристики регулирования (рис. 2). Полярность выходного сигнала программируется с помощью бита POL регистра статуса. Когда температура превышает порог, сохраненный в регистре TH, выход переходит в активное состояние. Обратный переход происходит тогда, когда температура станет ниже порога TL. Выход термостата представляет собой выход с открытым стоком, который допускает втекающий ток до 4 мА.

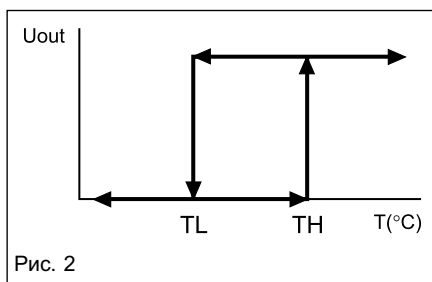


Рис. 2

При программировании DS1821 должен находиться в однопроводном режиме (именно в таком режиме термометры поставляются производителем). У DS1821 доступны всего четыре регистра: TH, TL, регистр температуры и регистр статуса. Первые два регистра служат для сохранения порогов термостата. Регистр температуры может быть считан для получения результата последнего измерения температуры. Регистр статуса задает режим работы DS1821 и позволяет определить его состояние. Регистры TH, TL и регистр статуса являются энергонезависимыми, т. е. они сохраняют свои значения даже при отключенном питании. Формат представления температуры для регистров TH, TL и регистра температуры одинаков. Регистр статуса имеет следующий формат (табл. 1):

Таблица 1

| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| DONE | 1 | NVB | THF | TLF | T/R | POL | 1SHOT |

Бит 1SHOT задает режим одиночного измерения. Если этот бит равен 1, то DS1821 производит только одно преобразование при приеме команды «Запуск преобразования». Если он равен 0, то DS1821 после приема команды «Запуск преобразования» непрерывно производит преобразования до получения команды «Остановка преобразования». Тогда текущее преобразование завершается, и цикл останавливается. В режиме термостата независимо от

состояния этого бита преобразования производятся непрерывно. Бит имеет энергонезависимое хранение.

Бит POL — полярность выходного сигнала термостата. Активный высокий уровень — 1, активный низкий уровень — 0. Этот бит также имеет энергонезависимое хранение.

Бит T/R — режим при включении питания. Режим термостата — 1, однопроводный режим — 0. Бит имеет энергонезависимое хранение.

Бит NVB показывает состояние энергонезависимой памяти. 1 — идет запись, 0 — запись завершена. Процесс записи в энергонезависимую память занимает до 10 мс. Запись происходит при передаче в DS1821 любого параметра, который имеет энергонезависимое хранение.

Бит TLF — флаг понижения температуры. Он устанавливается в 1, если температура становится ниже порога, сохраненного в TL. Это состояние бита сохраняется до тех пор, пока он не будет очищен записью в него 0. Бит имеет энергонезависимое хранение.

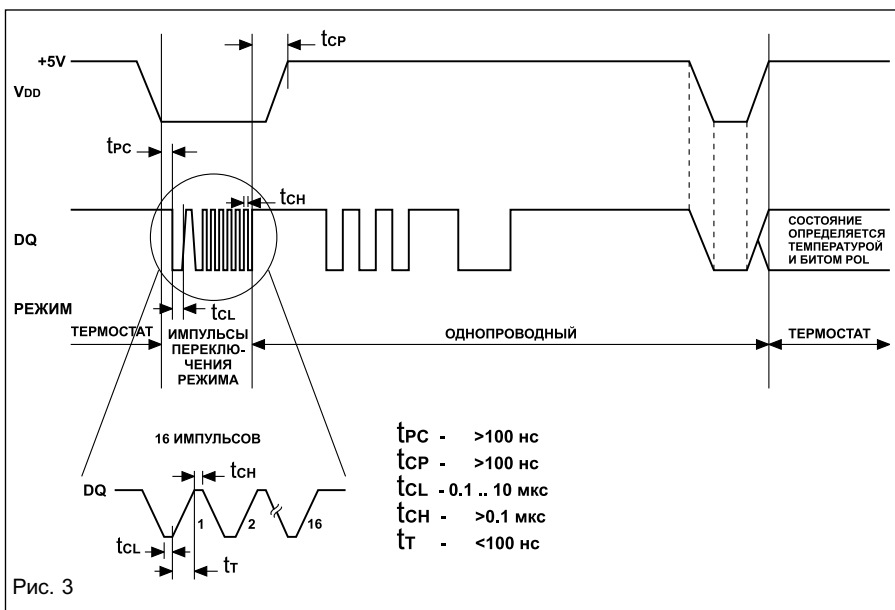
Бит THF — флаг превышения температуры. Устанавливается в 1, если температура становится выше порога, сохраненного в TH. Это состояние бита сохраняется до тех пор, пока он не будет очищен записью в него 0. Бит имеет энергонезависимое хранение.

Бит DONE — конец преобразования. 0 — идет преобразование, 1 — преобразование закончено.

При следующем после программирования включении питания режим работы DS1821 будет определяться битом T/R регистра статуса. Если он установлен, DS1821 будет работать в режиме термостата. В этом режиме DS1821 не может вести обмен по однопроводной шине. Поэтому никакими командами, передаваемыми по шине, вывести DS1821 из режима термостата невозможно. Для осуществления этой операции предусмотрена специальная процедура, с помощью которой можно временно перевести DS1821 в однопроводный режим, что позволяет, например, изменить пороги термостата.

Если же при этом сбросить бит T/R, то при следующем включении питания DS1821 уже больше не будет находиться в режиме термостата.

Для перевода DS1821 в однопроводный режим из режима термостата необходимо на вывод питания подать 0 В тогда, когда вывод данных находится в состоянии высокого логического уровня. Затем на вывод данных нужно подать 16 импульсов (рис. 3). После этого можно снова подать питание, и DS1821 окажется в однопроводном режиме. Если указанную процедуру по-



DS1821 подключается к COM-порту компьютера через адаптер, схема которого приведена на рис. 4, где показано окно помощи программы. Схема адаптера более сложна, по сравнению, например, со схемой адаптера DS9097 фирмы Dallas. Это связано, в первую очередь с тем, что у компьютера и однопроводной шины «общая земля». Адаптер обеспечивает на входе RXD порта компьютера лишь однополярные уровни, что, строго говоря, не соответствует спецификации RS-232C. Однако большинство портов с такими уровнями работают нормально. Вместо указанных на схеме МОП-транзисторов можно применить близкие по параметрам транзисторы других типов. Например, в качестве n-канальных транзисторов подойдут КП501, КП505. В принципе, можно применить и биполярные транзисторы, подключив к базам

вторить, то DS1821 снова перейдет в режим термостата.

Если выводы питания и данных находятся в состоянии низкого уровня более чем 10 с, то термометр считается обесточенным. При следующем включении питания его состояние будет определяться битом T/R.

Рассматривать здесь протокол однопроводной шины не имеет смысла, т. к. это уже сделано во многих статьях (например, в статье «Имитатор электронных ключей IButton», «Схемотехника», №1/2000). Следует лишь отметить, что в отличие от большинства других однопроводных устройств, DS1821 не имеет адресации, что не позволяет подключать несколько таких устройств на одну шину или использовать совместно с ним другие однопроводные устройства. В табл. 2 приведены команды, которые может воспринимать DS1821.

Команды чтения TL и TH предназначены для того, чтобы иметь возмож-

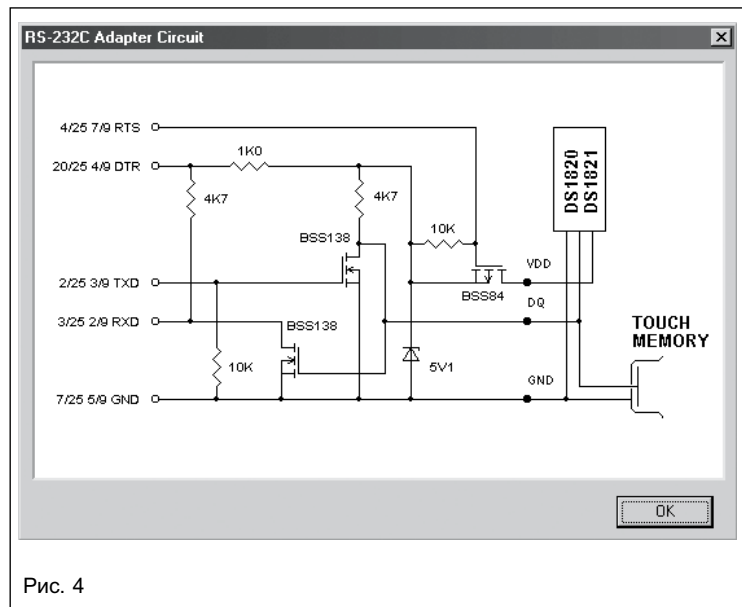


Таблица 2

| Команды преобразования температуры | |
|------------------------------------|-------------|
| Описание команды | Код команды |
| Запуск преобразования | EEh |
| Остановка преобразования | 22h |
| Чтение температуры | AAh |
| Команды термостата | |
| Запись TH | 01h |
| Запись TL | 02h |
| Чтение TH | A1h |
| Чтение TL | A2h |
| Запись статуса | 0Ch |
| Чтение статуса | ACh |

ность проверить содержимое этих регистров перед тем, как DS1821 будет переведен в режим термостата.

Подробное описание DS1821 можно найти в интернете по ссылке: <http://pdfserv.maxim-ic.com/arpdf/DS1821.pdf>. Нужно отметить, что DS1821 имеет недokumentированные команды A0h и 41h, которые позволяют уменьшить дискретность отсчетов температуры. Пример использования этих команд можно найти в Application Note 105 от фирмы Dallas (<http://pdfserv.maxim-ic.com/arpdf/AppNotes/app105.pdf>).

Для программирования порогов DS1821, а также для перевода его в режим термостата и обратно служит специальная программа ds1821.exe, работающая под Windows, которая описана ниже. Микросхема

ограничительные резисторы. Конструкция и в однопроводном адаптере выполнен в корпусе D-SUB-25. Разъем паяется прямо на плату, которая входит в ряд между рядами контактов. Другая сторона платы несколько удлинена и выходит за пределы корпуса разъема. В

эту часть платы впаян трехконтактный винтовой терминал (рис. 5).

Вид главного окна программы показан на рис. 6. Окно имеет следующие элементы управления:

- два поля для ввода значения TH: первое из этих полей позволяет ввести температурный порог в градусах, второе — в шестнадцатеричной форме;
- два аналогичных поля для ввода значения TL;
- кнопка 1-Wire, позволяющая вернуть DS1821 из режима термостата в однопроводный режим;
- кнопка Thermostat, позволяющая записать введенные пороги и перевести DS1821 в режим термостата;
- кнопка Start для запуска процесса измерения температуры, для чего DS1821 должен находиться в однопроводном режиме (преобразование выполняются периодически, а измеренная величина выводится в поле температуры);

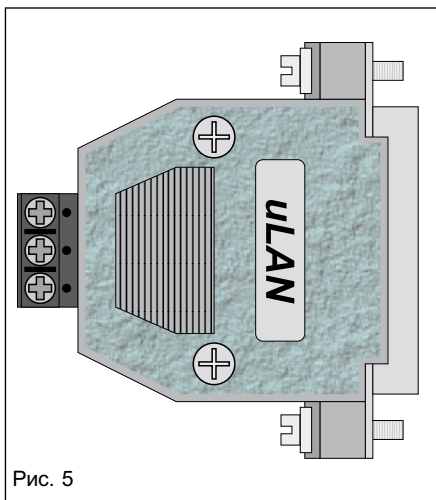


Рис. 5

- кнопка Exit для выхода из программы.

Кроме того, окно имеет меню, состоящее из трех пунктов: Port, Utilites и Help.

Меню Port в развернутом виде показано на рис. 7. Это меню позволяет открыть один из четырех портов COM1–COM4. Кроме того, меню позволяет закрыть порт и выйти из программы. В списке активны только доступные порты, т. е. те, которые физически присутствуют и не заняты в данный момент другими приложениями. Когда порт открывается, проверяется наличие на

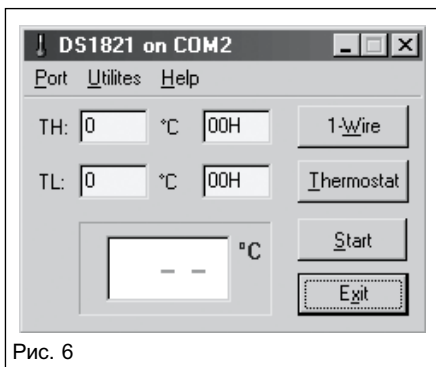


Рис. 6

нем адаптера (достаточно соединения TXD–RXD). Если адаптер не обнаружен, выводится соответствующее сообщение (рис. 8).

Меню Utilites (рис. 9) в основном дублирует кнопки основного окна. Имеется только один новый пункт — Recall NVM. Он позволяет считать из DS1821 значения TH и TL, которые в нем сохранены. Для этого DS1821 должен находиться в однопроводном режиме.

Для программирования DS1821 в режим термостата необходимо в полях TH и TL набрать значения порогов, а затем нажать кнопку Thermostat. При этом значения порогов будут записаны, а в регистре статуса будет установлен бит T/R. Поскольку питание не было выключено, DS1821 все еще будет находиться в однопроводном режиме. Это позволяет, например, проверить записанные значения по-

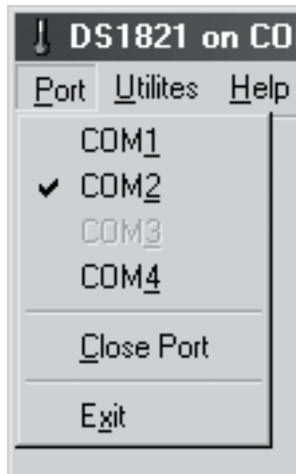


Рис. 7



Рис. 8

рогов с помощью команды Recall NVM. Если сейчас питание DS1821 выключить, то при следующем включении он будет находиться в режиме термостата.

Для изменения порогов DS1821, который уже находится в режиме термостата, можно просто набрать в полях новые значения и нажать кнопку Thermostat. При этом DS1821 будет временно переведен в однопроводной режим, и будут записаны новые значения порогов. Если сейчас питание DS1821 выключить, то при следующем включении он будет находиться в режиме термостата и работать с новыми порогом.

Программа не содержит в явном виде управление битом полярности выхода POL. Управление производится значениями TH и TL. Дело в том, что значение TL, большее, чем TH, практического смысла не имеет. Поэтому в регистр TH всегда записывается большее значение, а в TL — меньшее. Но если ввести TL

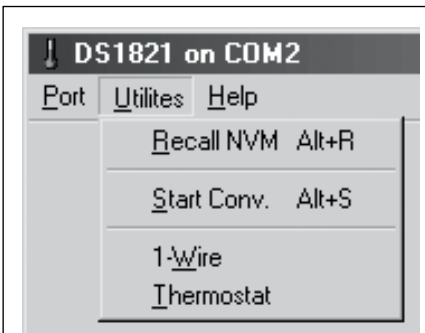


Рис. 9

большее, чем TH, это вызовет изменение полярности выхода (активным уровнем станет 0). Поэтому поле TH фактически означает температуру, при которой выход переключается в состояние высокого уровня, а TL — низкого.

Меню Help содержит рисунок принципиальной схемы адаптера и сведения о разработчике программы.

Для хранения установок программа использует ini-файл, который создается в том же директории, где расположен exe-файл. В ini-файле содержится информация о положении окна программы и номер используемого COM-порта:

```
[General]
Left=427
Top=295
COM port=2
```

Если в существующем ini-файле указан номер COM-порта, который на момент запуска программы занят или отсутствует, выводится специальное сообщение (рис. 10).

Для работы с COM-портом программа использует функции API через специальную «оберточную» динамическую библиотеку comapi32.dll. Обмен с однопроводными устройствами идет довольно медленно из-за очень долгого (порядка 200 мс!) процесса переключения скоростей COM-порта (вызов функции SetCommState с

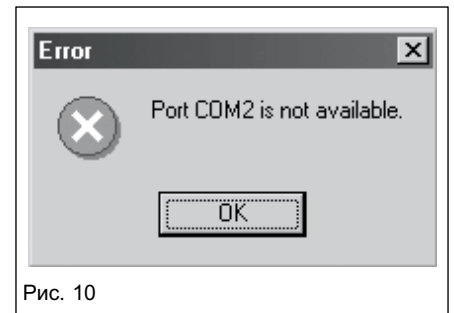


Рис. 10

измененным значением поля BaudRate структуры DCB). Это весьма неприятное свойство API.

Кроме термометра/термостата DS1821 существуют микросхемы термометров, самой популярной из которых сейчас является DS18S20, пришедшая на смену DS1820. Она имеет меньшую дискретность представления температуры (0,5°C) и, кроме того, обладает еще целым рядом дополнительных возможностей. Подробное описание DS18S20 можно найти по ссылке: <http://pdfserv.maxim-ic.com/arpdf/DS18S20.pdf>. Однако работать автономно в режиме термостата она не может. Описанный адаптер позволяет подключить к COM-порту и DS18S20. Специальная программа ds1820.exe позволяет считать и отобразить показания термометра, а также считать серийный номер и запрограммировать два пользовательских байта.

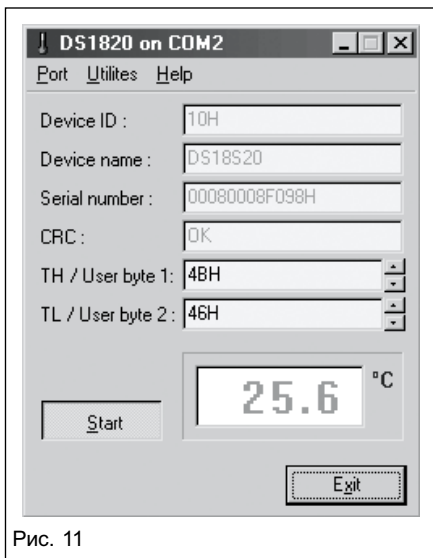


Рис. 11

Вид главного окна программы показан на рис. 11. Окно имеет следующие элементы управления:

- поле Device ID, куда выводится код семейства однопроводного устройства (для DS1820 и DS18S20 он равен 10h);
- поле Device Name, где приводится расшифровка типа устройства;
- поле Serial number, куда выводится серийный номер, записанный в ПЗУ;
- поле CRC, где отображается результат проверки контрольной суммы (OK или FAIL);
- поле TH/User byte 1, куда можно ввести значение в шестнадцатеричной форме, которое будет записано в регистр TH;
- поле TL/User byte 2, куда можно ввести значение в шестнадцатеричной форме, которое будет записано в регистр TL;
- кнопка Start для запуска процесса измерения температуры. Преобразования выполняются периодически, а измеренная величина выводится в поле температуры. Дискретность представления составляет 0,1°C, что достигается дополнительными вычислениями;
- кнопка Exit — выход из программы.

Окно также имеет меню, состоящее из трех пунктов: Port, Utilites и Help.

Меню Port и Help, а также структура ini-файла идентичны описанным выше для программы ds1821.exe.

Меню Utilites (рис. 12) содержит три пункта:

- Read ROM — считывание содержимого ПЗУ (код семейства, серийный номер), а также считывание TH и TL;
- Start Conv. дублирует кнопку Start основного окна;
- Write User Bytes записывает значения TH и TL, которые введены в соответствующих полях.

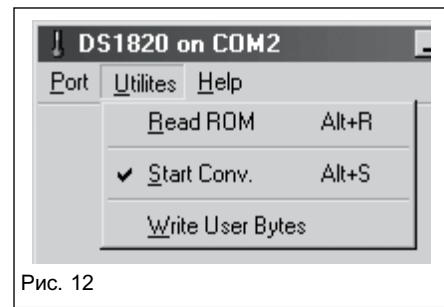


Рис. 12

- Write User Bytes записывает значения TH и TL, которые введены в соответствующих полях.

Описанный адаптер также подходит для считывания электронных ключей IButton и для подключения других однопроводных устройств. Если программировать DS1821 не требуется, ключ на р-канальном транзисторе, который управляет питанием, можно исключить. Именно такая схема приведена в окне помощи программы ds1820.exe.

Леонид Ридико
wubclick@yahoo.com