

## ЦИФРОВОЙ ТЕРМОМЕТР И ТЕРМОСТАТ

### ОСОБЕННОСТИ

- ♦ Не требует никаких внешних компонентов
- ♦ Измеряет температуру от  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$  с шагом в  $0.5^{\circ}\text{C}$
- ♦ Значение температуры считывается в виде 9-битного кода
- ♦ Преобразовывает температуру в цифровое значение за 1 секунду
- ♦ Параметры режима термостата задаются пользователем и хранятся в энергонезависимой памяти
- ♦ Данные читаются и записываются по 3-х проводному последовательному интерфейсу (CLK, DQ, RST)
- ♦ Применяется для термостатического контроля, в промышленных системах, термометрах, любых термочувствительных системах
- ♦ Малогабаритный корпус DIP или SOIC

### ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Микросхема DS1620 представляет из себя цифровой термометр и обеспечивает получение 9-битных температурных отсчетов, отражающих температуру устройства. Три вывода сигнализации температуры позволяют использовать прибор DS1620 в качестве схемы управления термостатом. На выводе  $T_{\text{HIGH}}$  устанавливается ВЫСОКИЙ уровень, если температура DS1620 становится больше или равна установленной пользователем температуре  $T_{\text{HIGH}}$ . Аналогично на выводе  $T_{\text{LOW}}$  устанавливается ВЫСОКИЙ уровень, если температура становится меньше или равна температуре  $T_{\text{LOW}}$ . На выводе  $T_{\text{COM}}$  устанавливается ВЫСОКИЙ уровень, если температура превышает  $T_{\text{HIGH}}$  и выходное состояние сохраняется до тех пор, пока температура не опустится ниже  $T_{\text{LOW}}$ . Определенные пользователем значения температуры сохраняются в энергонезависимой памяти, так что приборы могут быть запрограммированы до установки в системе, а также использоваться в автономных применениях без процессора. Температурные значения записываются и считываются из DS1620 по простому трехпроводному интерфейсу.

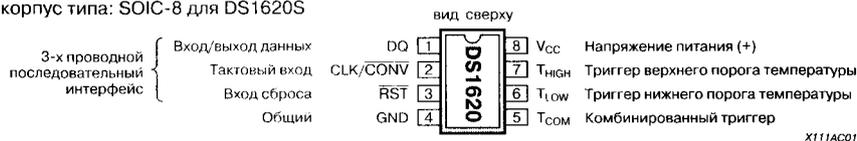
### ТИПОНОМИНАЛЫ

DS1620  
DS1620S

### ЦОКОЛЕВКА КОРПУСОВ

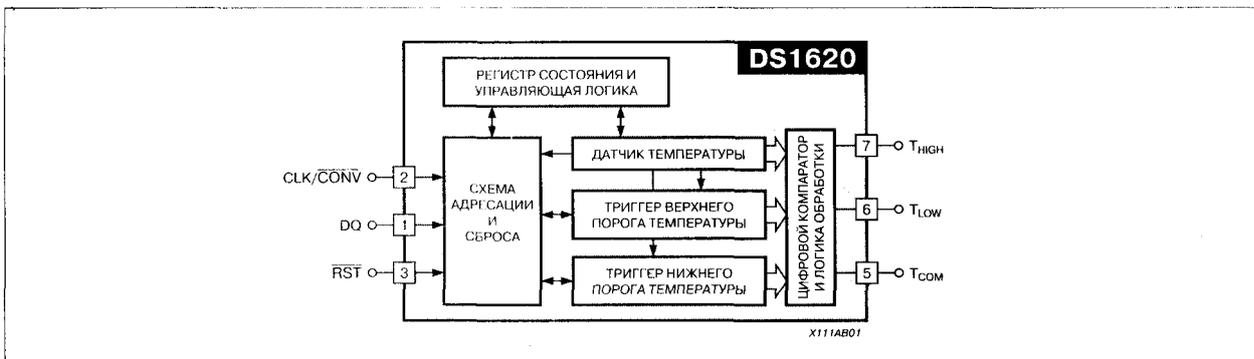
Пластмассовый корпус типа: DIP-8 для DS1620

Пластмассовый корпус типа: SOIC-8 для DS1620S



Нумерация и расположение выводов для корпусов DIP-8 и SOIC-8 совпадают

### СТРУКТУРНАЯ СХЕМА



### МАКСИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ

Напряжение на любом выводе относительно земли .....  $-0.5...+7.0\text{ В}$   
 Рабочая температура .....  $-55...+125^{\circ}\text{C}$   
 Температура хранения .....  $-55...+125^{\circ}\text{C}$   
 Температура пайки .....  $260^{\circ}\text{C}$  в течении 10 с

\* Это предельно допустимые режимы. Работа прибора при этих режимах либо при любых режимах, превышающих приведенные в таблице, не гарантируется. Воздействие предельно допустимых режимов в течение продолжительного периода времени может отразиться на надежности работы прибора.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ

Параметр	Символ	Значение			Единица измерения	Примечание
		мин.	тип.	макс.		
Напряжение питания	$V_{CC}$	4.5	5.0	5.5	В	1
Логическая 1	$V_{IH}$	2.0	—	$V_{CC} + 0.3$	В	1
Логический 0	$V_{IL}$	-0.3	—	0.8	В	1

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

При  $T_A = 55...+125^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 4.5...5.5\text{ В}$ 

Параметр	Символ	Условия измерения	Значения			Единица измерения	Примечания
			мин.	тип.	макс.		
Ошибка измерения температуры	$T_{ERR}$	$0...+70^\circ\text{C}$	—	—	$\pm 0.5$	$^\circ\text{C}$	
		$-40...0^\circ\text{C}$ и $+70...+85^\circ\text{C}$	—	—	$\pm 1$	$^\circ\text{C}$	
		$-55...-40^\circ\text{C}$ и $+85...+125^\circ\text{C}$	—	—	$\pm 2$	$^\circ\text{C}$	
Выходное напряжение логического 0	$V_{OL}$		—	—	0.4	В	3
Выходное напряжение логической 1	$V_{OH}$		2.4	—	—	В	2
Входное сопротивление	$R_i$	$\overline{RST}$ к земле	—	—	2	МОм	
		DQ, CLK к $V_{CC}$	—	—	2	МОм	
Ток потребления в активном режиме	$I_{CC}$	$0...+70^\circ\text{C}$	—	—	1	мА	4, 5
Ток потребления в состоянии покоя	$I_{STBY}$	$0...+70^\circ\text{C}$	—	—	1	мкА	4, 5
Входная емкость	$C_i$		—	5	—	пФ	
Емкость входа/выхода	$C_{I/O}$		—	10	—	пФ	

## ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ

При  $T_A = 55...+125^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 4.5...5.5\text{ В}$ 

Параметр	Символ	Значение			Единица измерения	Примечание
		мин.	тип.	макс.		
Время преобразования температуры	$T_{IC}$	—	—	1	с	
Время установления данных относительно тактового сигнала	$t_{DC}$	35	—	—	нс	6
Время удержания данных относительно тактового сигнала	$t_{DQH}$	40	—	—	нс	6
Время задержки данных относительно тактового сигнала	$t_{CDD}$	—	—	100	нс	6, 7, 8
Длительность НИЗКОГО уровня тактового сигнала	$t_{CL}$	250	—	—	нс	6
Длительность ВЫСОКОГО уровня тактового сигнала	$t_{CH}$	250	—	—	нс	6
Частота тактового сигнала	$f_{CLK}$	0	—	2.0	МГц	6
Время нарастания и спада тактового сигнала	$t_{R}, t_{F}$	—	—	500	нс	
Время установления сигнала $\overline{RST}$ относительно тактового сигнала	$t_{CC}$	100	—	—	нс	6
Время удержания сигнала $\overline{RST}$ относительно тактового сигнала	$t_{CCH}$	40	—	—	нс	6
Время неактивного состояния сигнала $\overline{RST}$	$t_{CWH}$	125	—	—	нс	6, 9
Задержка перехода выхода в высокоимпедансное состояние относительно фронта тактового сигнала	$t_{CDZ}$	—	—	50	нс	6
Задержка перехода выхода в высокоимпедансное состояние относительно спада сигнала $\overline{RST}$	$t_{RDZ}$	—	—	50	нс	6
Длительность сигнала запуска преобразования	$t_{CNV}$	250 нс	—	500 мс		
Длительность цикла записи энергонезависимой памяти	$t_{WR}$	—	10	50	мс	

## Примечания:

1. Все напряжения измеряются относительно земли.
2. Напряжение логической единицы определяется при вытекающем токе 1 мА.
3. Напряжение логического нуля определяется при втекающем токе 4 мА.
4.  $I_{CC}$  определяется при открытом входе DQ.
5.  $I_{CC}$  определяется при  $V_{CC} = 5.0\text{ В}$  и  $\overline{RST} = \text{GND}$ .
6. Измеряется при  $V_{IH} = 2.0\text{ В}$  или  $V_{IL} = 0.8\text{ В}$ .
7. Измеряется при  $V_{IH} = 2.4\text{ В}$  или  $V_{IL} = 0.4\text{ В}$ .
8. Емкость нагрузки = 50 пФ.
9.  $t_{CWH}$  должно составлять минимум 10 мс после команды чтения или записи энергонезависимой памяти.

## ОПИСАНИЕ ВЫВОДОВ

Вывод	Аббревиатура	Описание
1	DQ	<b>Вход/выход данных</b> трехпроводного последовательного порта
2	CLK/CONV	<b>Тактовый вход</b> трехпроводного последовательного порта. Когда DS1620 используется в автономном режиме, этот вывод может использоваться для запуска преобразования температуры. Преобразование температуры начинается по спаду CONV.
3	RST	<b>Вход сброса</b> для трехпроводного последовательного порта.
4	GND	<b>Общий вывод.</b>
5	T <sub>COM</sub>	<b>Выход комбинированного триггера</b> верхнего/нижнего порога температуры. Выходной уровень становится ВЫСОКИМ, когда температура превышает T <sub>H</sub> и возвращается к НИЗКОМУ уровню, когда температура опускается ниже T <sub>L</sub> .
6	T <sub>LOW</sub>	<b>Выход триггера нижнего порога температуры.</b> Выходной уровень ВЫСОКИЙ, если температура опускается ниже T <sub>L</sub> .
7	T <sub>HIGH</sub>	<b>Выход триггера верхнего порога температуры.</b> Выходной уровень ВЫСОКИЙ, если температура поднимается выше T <sub>H</sub> .
8	V <sub>CC</sub>	<b>Вывод напряжения питания +5 В.</b>

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

## СЧИТЫВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

DS1620 измеряет температуру с помощью расположенной на кристалле запатентованной схемы измерения температуры. Значения температуры представлены в 9-битном формате дополнения до двух. В **Таблице 1** приведено точное соответствие между выходными данными и измеренной температурой. Данные передаются последовательно по трехпроводному интерфейсу, начиная с младшего байта. DS1620 может измерять температуру в диапазоне от -55 до +125°C с шагом в 0.5°C. Так как данные передаются по трехпроводной шине начиная с младшего байта, температурные данные могут быть записаны или считаны из DS1620 или как 9-битное слово (устанавливая на RST НИЗКИЙ уровень после 9-го бита), либо в виде передачи двух 8-битных слов, старшие 7 бит которых либо игнорируются либо установлены в нуль. После передачи старшего байта на выходе DS1620 устанавливаются нулевые значения.

Таблица 1. Связь между температурой и данными.

Температура	Значение кода на цифровом выходе	
	двоичное	шестнадцатеричное
+125°C	011111010	00FAh
+25°C	000110010	0032h
+0.5°C	000000001	0001h
0°C	000000000	0000h
-0.5°C	111111111	01FFh
-25°C	111001110	01CEh
-55°C	110010010	0192h

использоваться для индикации того, что высоко-температурная граница была достигнута или превышена, или может использоваться как часть системы с замкнутой обратной связью, T = -25°C

старший байт								младший байт							
X	X	X	X	X	X	X	1	1	1	0	0	1	1	1	0

используемой для включения системы охлаждения и отключения ее, когда температура системы вернется в допустимые пределы. Действие выхода T<sub>LOW</sub> аналогично действию выхода T<sub>HIGH</sub>. Когда температура, измеренная прибором, становится равна или

опускается ниже значения, сохраненного в регистре нижнего порога температуры, выход T<sub>LOW</sub> становится активным (ВЫСОКИМ) и остается высоким до тех пор, пока температура не станет выше значения, сохраненного в регистре нижнего порога температуры. Выход T<sub>LOW</sub> может использоваться для индикации того, что низкотемпературная граница была достигнута, или может использоваться как часть системы с замкнутой обратной связью, используемой для включения нагревателя и отключения его, когда температура системы вернется в допустимые пределы. Выход T<sub>COM</sub> становится ВЫСОКИМ, когда измеряемая температура достигнет или превысит значение T<sub>H</sub> и остается в высоком состоянии до тех пор, пока температура не станет равна или не опустится ниже значения T<sub>L</sub>. Таким образом может быть достигнут некоторый гистерезис системы.

## УПРАВЛЕНИЕ

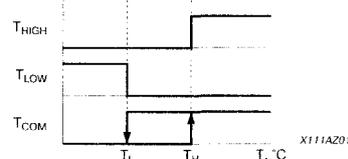
Для работы DS1620 в качестве схемы управления термостатом должны быть предварительно установлены регистры TH и TL. Регистр конфигурации/состояния используется, чтобы определить метод работы прибора в конкретном применении, а также отражает состояние процесса преобразования температуры. Регистр конфигурации определен следующим образом:

где:

**X** Состояние не определено.

**DONE** Бит завершения преобразования. Устанавливается в 0 в процессе преобразования, и в 1 после окончания процесса преобразования.

Рис. 1. Работа прибора в режиме термостата.



**THF** Флаг верхнего порога температуры. Этот бит устанавливается в 1, когда температура становится больше либо равна значению, сохраненному в регистре TH. Бит остается в единичном состоянии до тех пор, пока не будет сброшен путем записи 0 в эту ячейку памяти или путем

отключения напряжения питания от прибора. Это позволяет определить, подвергался ли прибор после подачи напряжения питания действию температур,

#### Регистр конфигурации/состояния

DONE	THF	TLF	X	X	X	CPU	1SHOT
------	-----	-----	---	---	---	-----	-------

**TLF** превышает значение, установленное в регистре TH. Флаг нижнего значения температуры. Этот бит устанавливается в 1, когда температура становится меньше либо равна значению, сохраненному в регистре TL. Бит остается в единичном состоянии до тех пор, пока не будет сброшен путем записи 0 в эту ячейку памяти или путем отключения напряжения питания от прибора. Это позволяет определить, подвергался ли прибор после подачи напряжения питания действию температур ниже значения, установленного в регистре TL.

**CPU** Бит использования процессора. Если CPU = 0, то вывод CLK/CONV используется для запуска процесса преобразования температуры при НИЗКОМ уровне на входе RST. Если бит CPU установлен в 1, DS1620 использует для связи с процессором трехпроводную шину и вывод CLK/CONV используется совместно с выводами DQ и RST в качестве входа тактового сигнала.

**1SHOT** Бит использования режима однократного преобразования. Если этот бит установлен в 1, то DS1620 будет выполнять однократное преобразование температуры после получения команды запуска преобразования. Если бит установлен в 0, то DS1620 непрерывно выполняет температурное преобразование.

При использовании в качестве термостата DS1620 обычно работает в непрерывном режиме. Однако для применений, требующих одного преобразования за определенный промежуток времени или требующих экономии мощности, может использоваться режим однократного преобразования. Следует отметить, что выходы термостата ( $T_{HIGH}$ ,  $T_{LOW}$  и  $T_{COM}$ ) в режиме однократного преобразования будут оставаться в том состоянии, в которое они были установлены в результате последнего преобразования.

#### РАБОТА В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ

В случае использования DS1620 в качестве обычного термостата не требуется применения процессора. Поскольку память для хранения значений температурных пределов энергонезависима, DS1620 может

быть запрограммирован до установки в систему. Для того, чтобы обеспечить работу без использования процессора, вывод CLK/CONV (вывод [3]) может использоваться для запуска процесса преобразования. Отметим, что бит CPU регистра конфигурации должен быть установлен в 0 для использования этого режима работы. Для того, чтобы использовать вывод CLK/CONV для запуска преобразования, необходимо, чтобы сигнал RST находился в НИЗКОМ состоянии, а CLK/CONV в ВЫСОКОМ. Установка сигнала НИЗКОГО уровня на входе CLK/CONV на время менее 10 мс вызывает запуск однократного преобразования, после окончания которого DS1620 возвращается в состояние ожидания. Если на входе CLK/CONV устанавливается и остается НИЗКИЙ логический уровень, то будет происходить непрерывное преобразование температуры до тех пор, пока на входе CLK/CONV не будет снова установлен ВЫСОКИЙ уровень. Если бит CPU установлен в 0, то сигнал на входе CLK/CONV блокирует бит однократного преобразования, если тот установлен в 1. Это означает, что даже если прибор установлен в режим однократного преобразования, установка входа CLK/CONV в НИЗКОЕ состояние запустит процесс преобразования.

#### ТРЕХПРОВОДНОЙ ИНТЕРФЕЙС

Трехпроводная шина состоит из трех сигналов. Это сигнал RST (сброс), сигнал CLK (тактовый сигнал), и сигнал DQ (данные). Все циклы передачи данных начинаются с установки на входе RST ВЫСОКОГО уровня. Установка на входе RST НИЗКОГО уровня заканчивает цикл передачи (см. Рис. 2 и 3). Тактовый сигнал представляет из себя непрерывную последовательность чередующихся фронтов и спадов. Для правильной записи данные должны быть верными во время фронта тактового сигнала. Выходные данные устанавливаются по спаду тактового сигнала и остаются верными до нарастающего фронта.

При чтении данных из DS1620 вывод DQ переходит в высокоимпедансное состояние, когда на входе тактового сигнала установлен ВЫСОКИЙ уровень. Установка на входе RST НИЗКОГО уровня прерывает любой цикл связи и устанавливает вывод DQ в высокоимпедансное состояние. Данные передаются по трехпроводному интерфейсу начиная с младшего байта. Система команд, передаваемых по интерфейсу, приведена в таблице 2 и описана ниже; только эти коды команд могут быть записаны в DS1620 и попытка записи других кодов может привести к повреждению прибора.

#### Чтение температуры [AAh]

Эта команда считывает содержимое регистра, который содержит результат последнего преобразования температуры. Следующие

Таблица 2. Система команд DS1620

Команда	Описание	Протокол	Данные на шине после принятия протокола	Примечание
<b>Команды преобразования температуры</b>				
Чтение температуры	Считывает последнее значение из регистра температуры	AAh	<читаемые данные>	
Запуск	Запускает преобразование температуры в код	EEh	свободно	1
Остановка	Останавливает преобразование температуры в код	22h	свободно	1
<b>Команды термостата</b>				
Запись TH	Записывает верхний температурный предел в регистр TH	01h	<записываемые данные>	2
Запись TL	Записывает нижний температурный предел в регистр TL	02h	<записываемые данные>	2
Чтение TH	Считывает верхний температурный предел из регистра TH	A1h	<читаемые данные>	2
Чтение TL	Считывает нижний температурный предел из регистра TL	A2h	<читаемые данные>	2
Запись конфигурации	Записывает данные в регистр конфигурации	0Ch	<записываемые данные>	2
Чтение конфигурации	Считывает данные из регистра конфигурации	ACh	<читаемые данные>	2

#### Примечания:

1. В режиме непрерывного преобразования температуры команда остановки преобразования температуры остановит непрерывное преобразование. Для возобновления преобразования должна быть выполнена команда запуска преобразования температуры. В режиме однократного преобразования команда запуска преобразования температуры должна выполняться для каждого температурного измерения.
2. Запись в энергонезависимую память требует при комнатной температуре приблизительно 10 мс. После передачи команды записи, в течении по крайней мере 10 мс не должно передаваться никаких команд записи и чтения.

девять циклов тактового сигнала выводят содержимое регистра.

#### Запись TH [01h]

Эта команда записывает регистр TH (Регистр верхнего порога температуры). После получения этой команды следующие девять циклов тактового сигнала тактируют 9-битное значение температуры, которое устанавливает порог для работы выхода  $T_{HIGH}$ .

#### Запись TL [02h]

Эта команда записывает регистр TL (Регистр нижнего порога температуры). После получения этой команды следующие девять циклов тактового сигнала тактируют 9-битное значение температуры, которое устанавливает порог для работы выхода  $T_{LOW}$ .

#### Чтение TH [A1h]

Эта команда считывает значение регистра TH (Регистр верхнего порога температуры). После выполнения этой команды следующие девять циклов тактового сигнала тактируют чтение 9-битного значения температуры, записанного в регистре TH.

#### Чтение TL [A2h]

Эта команда считывает значение регистра TL (Регистр нижнего порога температуры). После выполнения этой команды следующие девять циклов тактового сигнала тактируют чтение 9-битного значения температуры, записанного в регистре TL.

#### Запуск преобразования температуры [EEh]

Эта команда инициирует начало преобразования температуры. Никаких последующих данных не требуется. При работе в однократном режиме температурное преобразование будет выполнено, и DS1620 перейдет в состояние ожидания. При работе в непрерывном режиме эта команда запускает непрерывное преобразование температуры.

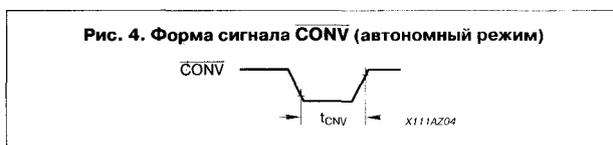
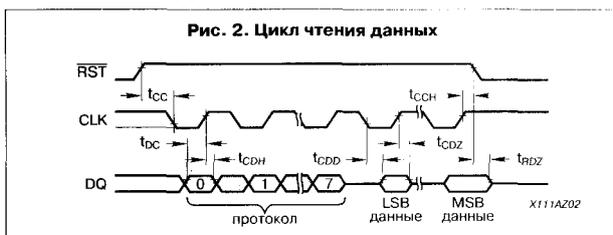
#### Остановка преобразования температуры [22h].

### ПРИМЕР ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Пример установки DS1620 в режим непрерывного преобразования температуры и функций термостата.

Режим процессора	Режим DS1620	Данные (младший байт первый)	Комментарий
Передача	Прием	0Ch	Процессор передает команду "Запись конфигурации"
Передача	Прием	00h	Процессор устанавливает режим непрерывного преобразования
Передача	Прием	01h	Процессор передает команду "Запись TH"
Передача	Прием	0050h	Процессор передает данные в регистр TH (+40°C)
Передача	Прием	02h	Процессор передает команду "Запись TL"
Передача	Прием	0014h	Процессор передает данные в регистр TL (+10°C)
Передача	Прием	A1h	Процессор передает команду "Чтение TH"
Прием	Передача	0050h	DS1620 передает содержимое регистра TH для проверки процессором
Передача	Прием	A2h	Процессор передает команду "Чтение TL"
Прием	Передача	0014h	DS1620 передает содержимое регистра TL для проверки процессором
Передача	Прием	EEh	Процессор передает команду "Запуск преобразования температуры"

### ВРЕМЕННЫЕ ДИАГРАММЫ



Эта команда останавливает преобразование температуры. Никаких последующих данных не требуется. Эта команда может использоваться для остановки непрерывного режима работы DS1620. После приема команды текущее температурное измерение будет завершено и DS1620 останется в состоянии ожидания до тех пор, пока не будет принята команда запуска преобразования температуры, которая возобновит непрерывный режим работы.

#### Запись конфигурации [0Ch].

Эта команда записывает регистр конфигурации. После приема команды следующие восемь циклов тактового сигнала тактируют значение, записываемое в регистр конфигурации.

#### Чтение конфигурации [ACh].

Эта команда считывает значение из регистра конфигурации. После приема команды следующие восемь циклов тактового сигнала выводят значение, записанное в регистре конфигурации.

