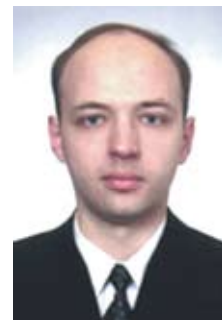


Константин Староверов

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ КОМПАНИИ MAXIM



В статье приводится обзор ассортимента интегральных датчиков компании Maxim, предназначенных для решения разнообразных задач управления тепловыми режимами и отвечающих различным условиям применения.



Компания Maxim Integrated Products специализируется, в числе прочего, на выпуске множества интегральных датчиков, основой которых является термочувствительный элемент. Ассортимент этих датчиков, насчитывающий более сотни приборов, является одним из самых обширных в мире. Они мас-

сово используются в разнообразных применениях, где необходимо управление тепловыми режимами. Среди них – современные высокоточные системы на основе высокопроизводительных СБИС-микропроцессоров, FPGA или ASIC (базовые станции систем радиосвязи, телекоммуникационное, компьютерное и серверное оборудование); пор-

тативная электроника с повышенными требованиями к плотности мощности; системы мониторинга температуры; силовая электроника и прецизионная измерительная техника.

В зависимости от выполняемых функций датчики Maxim разделяются на две категории: температурные ключи и термометры.

Таблица 1. Температурные ключи Maxim

Наименование	Особенности	Удаленный контроль	Локальный контроль	Разброс, °С, тип./макс.	Порог срабатывания, °С	Рабочий диапазон, °С	Напряжение питания, В	I _{DD} , мкА, не более	Корпус	Занимаемая площадь, мм ²
MAX6501...04	Предустановленный порог (шаг 10°C)	–	Есть	±0,5/±6	-45...15; 35...125	-55...125	2,7...5,5	85	5-SOT23, 7-TO220	9
MAX6505...08	Доп. канал предупредительной сигнализации или оконного компаратора; предустановленный порог (шаг 5°C)	–	Есть	±0,5/±5,5	-40...125	-55...125	2,5...5,5	80	6-SOT23	9
MAX6509/10	Порог задается внешним резистором	–	Есть	±0,5/±4,7	-40...125	-55...125	2,5...5,5	165	5-SOT23, 6-SOT23	9
MAX6511/12/13	Удаленный контроль; предустановленный порог (шаг 10°C)	Есть	–	–/±5	-40...125	-40...85	3...5,5	600	6-TDFN, 6-SOT23	9
MAX6514/15	Предустановленный порог (шаг 10°C)	–	Есть	–/±3	-45...115	-55...125	2,7...5,5	40	5-SOT23	9
MAX6516...19	Доп. аналоговый выход; предустановленный порог (шаг 10°C)	–	Есть	–/±3	-45...115	-55...125	2,7...5,5	40	5-SOT23	9
MAX6685/86	Два выхода; удаленный контроль; пороги: нижний – конфигурируемый, верхний – предустановленный (120 или 125°C)	Есть	–	–/±1,5	40...80; 75...115 (нижний)	-40...125	3...5,5	800	8-μMAX	15
MAX6687/88	Два выхода; локальный контроль с конфигурируемым порогом + удаленный контроль с предустановленным порогом (120 или 125°C)	Есть	Есть	–/±3	40...80; 75...115 (локальн.)	-40...125	3...5,5	800	8-μMAX	15

Температурные ключи

Под температурным ключом понимается пороговый элемент, реагирующий на изменение температуры. Передаточная характеристика всех температурных ключей Maxim предусматривает наличие гистерезиса. Пользователю доступен широкий выбор ключей, которые различаются типом передаточной функции (реагируют на повышение и/или понижение температуры), активным выходным уровнем (высокий или низкий), схемой выходного каскада (однотактный с открытым стоком или двухтактный), методом задания уставки (предустановка производителем, конфигурирование пользователем или регулировка), а также вспомогательными функциями. Некоторые ключи Maxim поддерживают удаленный контроль температуры. Для этого они предусматривают подключение внешнего термодиода, который обычно используется для контроля температуры многих СБИС и является их неотъемлемой частью. Данные по некоторым температурным ключам Maxim сведены в таблицу 1. Среди представленных здесь

ключей доступны следующие вспомогательные функции:

- дополнительный канал предупредительной сигнализации с отдельным выходом (MAX6505/06);
- дополнительный канал с оконным компаратором, который на своем отдельном выходе сигнализирует о нахождении температуры в заданных пределах (MAX6507/08);
- дополнительный аналоговый выход (MAX6516...19), который дает возможность контролировать температуру с помощью внешнего АЦП.

Компания Maxim выпускает также контроллеры вентиляторов. Эти изделия функционально близки к температурным ключам, но их все же нельзя назвать датчиками в чистом виде, т.к. они дополнительно интегрируют ШИМ-контроллер для управления вентилятором.

Термометры

В тех случаях, когда ступенчатого оценивания температуры недостаточно, применяют интегральные термометры.

Их можно классифицировать по ряду признаков:

- по типу выходного интерфейса — аналоговые и цифровые (с одно-, двух- или трехвыводным последовательным интерфейсом);
- по количеству каналов — одно- и многоканальные (локальный контроль и несколько каналов внешнего контроля температуры);
- по вспомогательным функциям — например, с компаратором, термостатом, энергонезависимым хранением настроек и др.

Выпускаемый ассортимент аналоговых термометров представлен в таблице 2. Из таблицы следует, что большинство термометров обладают положительным температурным коэффициентом (ТК) выходного напряжения. Исключение здесь — MAX6613 с отрицательным ТК. Все аналоговые термометры Maxim предусматривают только контроль внутренней температуры. Подавляющая их часть отвечает условиям применения в современной портативной электронике: они выпускаются

Таблица 2. Аналоговые термометры Maxim

Наименование	Точность, °C	Рабочий диапазон, °C	Кп, °C/V	Vсм, мВ	Напряжение питания, В	Ипот, мкА	Корпус	Особенности
DS600	0,5	-40...125	+6,45	+509	2,7...5,5	140	8/μSOP	Буферизированный выход, встроенный компаратор с 2 инверсными выходами (требуется внешний ИОН), логическое отключение (2,5 мкА)
MAX6605	1	-55...125	+11,9	+744	2,7...5,5	10	5/SC70	Оптимизирован под большие емкостные нагрузки (>1 нФ)
MAX6607	0,7	-20...85	+10	+500	1,8...3,6	8	5/SC70	Оптимизирован под емкостные нагрузки до 1 нФ
MAX6608	0,7	-20...85	+10	+500	1,8...3,6	8	5/SOT23	Оптимизирован под емкостные нагрузки до 1 нФ
MAX6610	1,0	-40...125	+10	+750	3,0...5,5	150	6/SOT23	Встроенный ИОН 2,56 В, логическое отключение (0,2 мкА)
MAX6611	1,0	-40...125	+16	+1200	4,5...5,5	150	6/SOT23	Встроенный ИОН 4,096 В, логическое отключение (0,2 мкА)
MAX6612	3,0	-10...125	+19,53	+400	2,4...5,5	35	SC70	Работа при температуре до +150°C, возможность управления большой емкостной нагрузкой
MAX6613	2,0	-55...130	-11,23	+1845,5	1,8...5,5	7,5	SC70	Низковольтный аналоговый сенсор температуры в корпусе SC70

Таблица 3. Многоканальные цифровые термометры Maxim

Наименование	Каналы удаленного контроля	Каналы термисторов	Точность удаленного контроля, °C	Внутренний датчик	Дежурный режим	Корпус, размеры
MAX6581	7	—	±1	Есть	Есть	24-TQFN (4x4 мм)
MAX6689	6					20-QSOP (6x8,7 мм), 20-TSSOP (6,4x6,5 мм)
MAX6602	4					16-TSSOP (6,4x5 мм)
MAX6697	6				20-QSOP (6x8,7 мм), 20-TSSOP (6,4x6,5 мм)	
MAX6699	4				16-QSOP (6x5 мм), 16-TSSOP (6,4x5 мм)	
MAX6698	3				3	16-QSOP (6x5 мм), 16-TSSOP (6,4x5 мм)

в миниатюрных корпусах для поверхностного монтажа, совместимы с низковольтным питанием, потребляют малый ток в активном режиме и поддерживают возможность перевода в режим отключения со сверхмалым потреблением. К числу вспомогательных функций аналоговых термометров относятся интегрированный ИОН (**DS56**, **MAX6610**, **MAX6620**), встроенный компаратор температуры (**DS56**) и напряжения (**DS600**).

Цифровые термометры являются наиболее обширной категорией датчиков Maxim – около 100 интегральных схем. Данную категорию, в свою очередь, можно разделить на одно- и многоканальные (т.е. с возможностями удаленного контроля) термометры, на датчики повышенной точности (в пределах $\pm 0,5^\circ\text{C}$ в широком температурном диапазоне) и термометры, совместимые с промышленным стандартом LM75. Многоканальные датчики позволяют минимизировать занимаемое на плате место и себестоимость конечного решения в тех случаях, когда требуется контролировать температуру в нескольких распределенных узлах (например, несколько специализированных микросхем ASIC, микросхема FPGA и микропроцессор). Подавляющая часть многоканальных датчиков (см. таблицу 3) для удаленного контроля температуры подразумевает использование термодиодов или транзисторов в диодном включении. Например, датчик **MAX6581** помимо собственной температуры способен контролировать до семи удаленных точек с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$ в пределах диапазона температур 60...100°C. Особенностью этого датчика являются встроенные возможности компенсации погрешностей, вызванных чрезмерным сопротивлением пути подключения удаленных термодиодов и их малым коэффициентом передачи. Среди многоканальных датчиков выделяется **MAX6698**, который предусматривает совместную работу с тремя термодиодами и тремя термисторами. Последние могут использоваться для контроля температуры входящего/исходящего потока воздуха (в исполнении для сквозного монтажа) или температуры печатной платы (в исполнении для поверхностного монтажа). Все представленные в таблице 3 многоканальные датчики используют для связи с внешней средой двухпроводный интерфейс SMBus, что делает их совместимыми с существующими стандартизованными решениями по управлению тепловыми режимами встраиваемой электроники.

Отличительной чертой ассортимента термометров Maxim является наличие откалиброванных приборов, которые обеспечивают точность не хуже $\pm 0,5^\circ\text{C}$ в широком диапазоне изменения температуры и напряжения питания (см. та-

Таблица 4. Прецизионные термометры Maxim

Наименование	Интерфейс	Точность, °C	Корпус
DS18B20	1-пров.	$\pm 0,5$ (-10...85)	3-TO92, 8- μSOP (μMAX), 8-SO
DS1631/DS1631A	2-пров.	$\pm 0,5$ (0...70)	8- μSOP (μMAX), 8-SO
DS1626	3-пров.	$\pm 0,5$ (0...70)	8- μSOP (μMAX), 8-SO
DS620	2-пров.	$\pm 0,5$ (0...70)	8- μSOP (μMAX) с металл. площадкой
DS600	Аналоговый	$\pm 0,5$ (-20...100)	8- μSOP (μMAX) с металл. площадкой

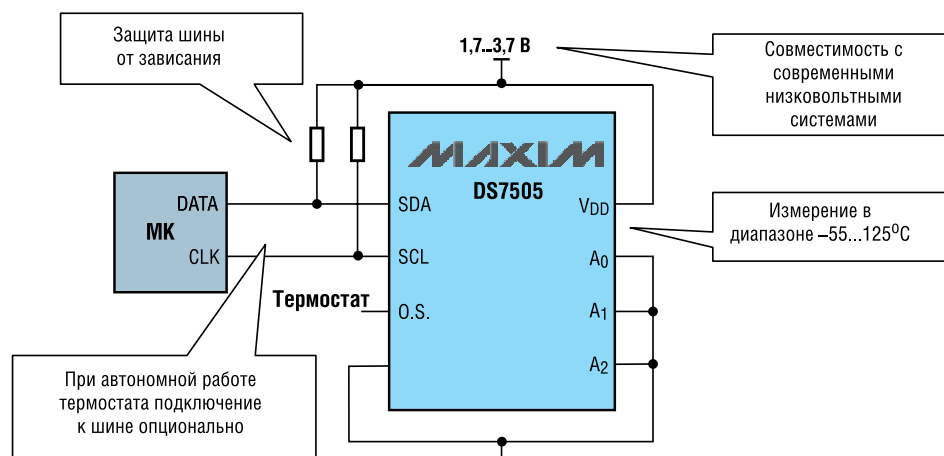


Рис. 1. Цифровой термометр DS7505

блицу 4). В этом списке можно увидеть ставший легендарным цифровой датчик **DS18B20**, который примечателен использованием однопроводного цифрового интерфейса 1-Wire и возможностью «паразитного» питания от него. Прецизионные цифровые термометры делают возможным создание решений типа «plug & play», не требующих калибровки и обеспечивающих заявленную высокую точность измерения сразу после сборки изделия без какой-либо дополнительной настройки. К числу прочих особенностей этой подкатегории термометров можно отнести:

- Рабочий температурный диапазон -55...125°C;
- Напряжение питания 2,7...5,5 В или 1,7...3,7 В (**DS620**);
- Выбираемая пользователем разрешающая способность оцифровки температуры от 9 до 12 бит;
- Функции термостата и сигнализации о превышении температуры с конфигурируемыми энергонезависимыми порогом;
- Функции автономного термостата (**DS620**, **DS1631A** и **DS1626**).

Категория цифровых термометров Maxim также примечательна присутствием в нем еще одного легендарного прибора – разработанного компанией National Semiconductor **LM75**, а также целого семейства совместимых с ним термометров. LM75 предназначен для реализации функций распределенного контроля температуры внутри электронного оборудования. Он оснащен 2-проводным адресуе-

мым последовательным интерфейсом I²C. К одной последовательной шине может быть подключено до восьми таких термометров. Кроме того, LM75 обеспечивает 9-битную оцифровку температуры в диапазоне -55...125°C, содержит температурный компаратор с отдельными выходом и программируемым порогом и гистерезисом, питается напряжением 3...5,5 В и потребляет ток не более 1 мА (типично 250 мкА в активном режиме и 4 мкА в режиме отключения). Помимо доступного из многих источников термометра LM75, компания Maxim также предлагает ряд собственных LM75-совместимых разработок, которые несут в себе дополнительные преимущества для тех или иных применений (см. таблицу 5). В частности, **DS7505** (см. рисунок 1), совместимый с LM75 по расположению выводов и регистрам, дает возможность улучшить точность измерения до $\pm 0,5^\circ\text{C}$ в диапазоне температур от 0 до 70°C, выбирать разрешающую способность от 9 до 12 бит и хранить настройки в энергонезависимой памяти. Кроме того, DS7505 оптимизирован для работы в современных низковольтных системах: его напряжение питания составляет 1,7...3,6 В. Ограничение по подключению к одной шине до восьми термометров LM75 позволяет преодолеть еще один его низковольтный аналог **DS75LX**, который поддерживает выбор одного из 27 подчиненных адресов. При этом задание адреса происходит все через те же три входа A0...A2, а расширение количества адресов достигнуто за счет дешифрации трех состояний

Таблица 5. Семейство LM75-совместимых цифровых термометров

Наименование	Особенности	Преимущества
LM75	Полная совместимость	Доступен от многих производителей, в т.ч. National Semiconductor, Maxim, On Semi, NXP, Fairchild
DS7505	Точность $\pm 0,5^\circ\text{C}$, энергонезависимая память, питание 1,7...3,6 В	Лучшая точность, отказоустойчивое обнаружение перегрева
DS75LV	Питание 1,7...3,6 В	Совместимость с низковольтными, маломощными системами
DS75LX	Питание 1,7...3,6 В, 27 адресов I ² C	Подключение к одной шине до 27 термометров
DS75	Полная совместимость	Точность гарантирована в пределах всего диапазона питания
MAX7500	Полная совместимость	Точность гарантирована в пределах всего диапазона питания
MAX7501...7504	Вход сброса интерфейса I ² C	Контроллер получает возможность сброса интерфейса I ² C
MAX6625/MAX6626	6-выв. корпус TDFN (3x3 мм)	Идеальны для применений с ограниченным пространством
DS1175	5-выв. корпус SOT23 (3x3 мм)	Идеален для применений с ограниченным пространством

(низкое, высокое и неподключенное) на каждом из этих входов. В рассматриваемой категории термометров можно выделить **MAX7501...MAX7504**. Они отличаются заменой входа выбора адреса A2 на вход сброса RESET. Подача низкого уровня на этот вход приводит к записи во внутренние регистры значений по умолчанию и сбросу интерфейса I²C. Таким образом, данные термометры выгодно использовать, когда мастеру шины I²C необходимо предоставить возможность сброса любого подчиненного узла при обнаружении проблем связи с ним. При этом, несмотря на исключение входа A2, к одной шине можно подключить все те же восемь термометров. Проблема отсутствия входа A2 здесь решена жесткой установкой внутреннего зна-


чения этого бита адреса равным 0 у MAX7502/04 и 1 у MAX7501/03. Кроме того, MAX7501/02 отличаются интеграцией таймера для защиты интерфейса I²C от зависания. Данная функция доступна у многих I²C-совместимых микросхем Maxim.

Заключение

Компания Maxim выпускает широкий ассортимент интегральных датчиков для решения разнообразных задач управления тепловыми режимами, которые отвечают современным условиям применения (малое занимаемое пространство, низковольтное питание, малое электропотребление, многоточечный контроль температуры и др.) и несут в себе ряд преимуществ, направленных на удешев-

ление, миниатюризацию, повышение надежности и качества конечного решения. Дальнейшая информация по рассмотренной и другой продукции Maxim для управления тепловыми режимами доступна по ссылке <http://www.maxim-ic.com/products/sensors/>, а также в предшествующей публикации НЭ по этой теме [1].

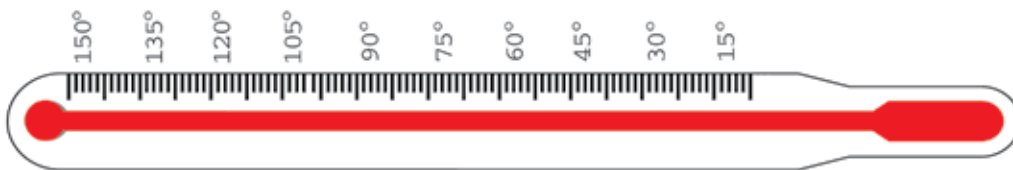
Литература

1. Староверов К. Датчики температуры Maxim // Новости электроники, №6, 2006 г. — С. 2...5. 

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка –
e-mail: sensors.vesti@compel.ru

MAXIM
INNOVATION DELIVERED™

ЦИФРОВЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДАТЧИКИ



Наименование	Тип датчика	Дополнительно	Интерфейс	Разрешение по температуре, бит	Точность (-/+°C)	U _{пит} , В	Генерируемое опорное напр., В	I _{потр.} , мкА
MAX6610	Встроенный	Встроенный ИОН	Аналоговый	—	1.0	3...5,5	2,560	150
MAX6611	Встроенный	Встроенный ИОН	Аналоговый	—	1.0	4,5...5,5	4,096	150
MAX7501...MAX7504	Встроенный	Вход сброса интерфейса I ² C	2-Wire/I ² C	11	2	3...5,5	—	250
DS7505	Встроенный	Энергонезависимая память	2-Wire/I ² C	12	0.5	1,7...3,6	—	750

Москва
Тел.: (495) 995-0901
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403

 **Компэл**
www.compel.ru