

# Цифровые датчики температуры со встроенной EEPROM-памятью: особенности и преимущества

Б. Морган<sup>1</sup>

УДК 681.586.6 | ВАК 05.27.01

Цифровые датчики температуры с интерфейсом I<sup>2</sup>C – это кремниевые интегральные схемы, которые завоевали широкую популярность и уже на протяжении более 20 лет применяются для мониторинга температуры во всевозможных электронных продуктах и системах. Устройства, обеспечивающие точное измерение и контроль температуры изделия в режиме реального времени, способны оперативно реагировать на нарушение температурных режимов системы. Цифровые датчики температуры со встроенной EEPROM-памятью, предлагаемые компанией Microchip, позволяют, кроме того, регистрировать данные о том, как используется продукт у заказчика в течение всего срока службы изделия, обладают другими полезными свойствами. Рассмотрим особенности и преимущества этого простого и эффективного решения для широкого спектра приложений.

**Н**а системном уровне цифровые датчики температуры с I<sup>2</sup>C-интерфейсом представляют собой законченное решение, которое измеряет внутреннюю температуру устройства, а затем преобразует результаты в цифровую форму, считываемую через стандартный коммуникационный протокол I<sup>2</sup>C. Устройства выдают оцифрованные данные о температуре, в результате отпадает необходимость в дополнительных компонентах наподобие аналого-цифровых преобразователей или других устройств обработки данных.

Цифровые датчики температуры калибруются производителем в заводских условиях в соответствии с требованиями к точности измерения температуры в заданном диапазоне. В настоящее время поставщики нередко предлагают устройства с максимальной точностью измерения на уровне  $\pm 1^\circ\text{C}$  (или выше) в широком диапазоне температур, например от  $-40$  до  $125^\circ\text{C}$ . Однако встроенная в температурный датчик EEPROM-память, позволяющая пользователю хранить критичные данные, зависящие от конкретного варианта применения и тем самым повышающая надежность конечного продукта, – достаточно редкое решение. EEPROM – это специализированная энергонезависимая память, предназначенная для хранения пользовательских данных. EEPROM расшифровывается как

Electrical Erasable Programmable Read-Only Memory, или электрически стираемая программируемая постоянная память. Одно из важнейших ее свойств состоит в том, что каждую байтовую ячейку можно перезаписывать более миллиона раз. Это прекрасный выбор для частой модификации данных в целом ряде продуктов и приложений.

Следует отметить три важных преимущества встроенной в датчики температуры EEPROM-памяти.

Первое – встроенная память позволяет записывать важные данные об использовании продукта заказчиком. Примеры такого рода критичных данных: регистрация крайних значений температуры конечного продукта, которые могли вызвать аварийную остановку или отказ системы, запись температуры, даты / времени, количества сбоев, продолжительности включения питания и множества других параметров критичных режимов, которых хотелось бы избежать.

Трудно переоценить возможности для модернизации изделия, которые открываются после изучения и анализа случаев возврата продукта заказчиком из-за его отказа. Посредством простого считывания памяти, встроенной в температурный датчик, можно узнать, сколько раз изделие достигало критичной температуры, дату и время, когда это произошло. На основе этих данных можно сделать вывод о том, насколько часто эксплуатировал заказчик изделие в условиях предельных температур, что позволило

<sup>1</sup> Компания Microchip, менеджер по маркетингу продукции.

бы аннулировать гарантию на продукт или отклонить претензию по гарантии из-за нарушения правил эксплуатации. Интегрированную в устройство память можно рассматривать как аварийный регистратор данных, размещаемый в автомобиле или самолете. Хранящиеся данные помогут помочь разработчику усовершенствовать или модернизировать продукт путем установления связи между нарушением температурного режима и, возможно, неправильным выбором компонента, характеристики которого могут ухудшаться со временем.

Данные, записанные во встроенную память, помогут установить, эксплуатировалось ли изделие при повышенной рабочей частоте, с нарушением других режимов и т. д. Записанные во встроенной памяти данные дают возможность анализировать ситуации, связанные с возвратом продукта, определять причину его отказа, признать необоснованным случай возврата, когда данные указывают на неправильную эксплуатацию продукта, тем самым снижая потенциальную ответственность производителя. Кроме того, встроенная память также сводит к минимуму вероятность хищения данных.

Второе преимущество заключается в том, что встроенная память позволяет контролировать, как покупатель использует свойства или функции продукта. В частности, любопытно оценить насколько востребован новый функционал устройства. Для этого можно выделить в EEPROM две специальные байтовые ячейки для хранения двух разных значений, соответствующих специфическим свойствам или функциям продукта. Одна ячейка могла бы хранить число, которое автоматически увеличивается на единицу при каждом использовании интересующей функции. А вторая – регистрировать дату и время пользования этой функцией. Важно иметь под рукой данные, полученные в режиме реального времени, о том, что функция, которая считалась чрезвычайно полезной, востребована заказчиком редко или не используется. Такие данные представляют большую ценность, чем результаты, полученные при опросе клиентов или фокусной группы.

Третье преимущество встроенной памяти – возможность хранения важных заводских данных, конфигурационных системных настроек и параметрических данных. Интегрированная память может хранить информацию о тестировании изделия на производстве. Объективная информация о тестовом оборудовании, порядке тестирования и программе производственных



Базовая блок-схема температурного датчика с интегрированной EEPROM, реализованная в AT30TSE758A от Microchip

испытаний наряду с параметрическими данными могла бы помочь при анализе продукта в случае его возврата заказчиком. Кроме того, встроенную память можно использовать для хранения критичных данных о системной конфигурации, которые используют в процессе включения питания и инициализации системы или продукта. В случае модернизации изделия можно просто перепрограммировать конфигурационные данные.

Описанные преимущества обеспечивает температурный датчик с I<sup>2</sup>C-интерфейсом и интегрированной EEPROM-памятью, такой как, например, AT30TSE758A от Microchip. Это устройство для точного мониторинга температуры, блок-схема которого показана на рисунке, содержит высокоточный цифровой температурный датчик, программируемые сигнализаторы о нарушении пороговых значений высокой и низкой температуры, интегрированные энергонезависимые регистры и 8 Кбит EEPROM в одном компактном корпусе. Устройство пригодно для широкого спектра приложений, в которых требуется измерять локальную температуру как составную часть системного решения.

Температурный датчик, блок-схема которого показана на рисунке, измеряет температуру в диапазоне от –55 до 125 °С, отличается типовой точностью на уровне ±0,5 °С в диапазоне от 0 до 85 °С. Оцифрованные результаты измерений температуры хранятся в одном из внутренних регистров, которые можно считать через встроенный последовательный интерфейс I<sup>2</sup>C.

Один из способов улучшить управление тепловыми режимами системы – использовать температурный датчик с энергонезависимыми регистрами. Они позволяют устройству хранить конфигурацию и настройки пороговых значений температуры даже при многократных отключениях питания. Благодаря этой функции отпадает необходимость в переконфигурировании устройства после каждого включения питания, устройство работает автономно без участия хост-контроллера для его конфигурирования, упрощается порядок инициализации устройства при включении питания. ●