

## **Мониторинг системных параметров высокопроизводительных микропроцессоров с использованием интерфейса I2C**

А.Б. Пунь

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Большое выделение теплоты при активной работе высокопроизводительного микропроцессора в случае недостаточно эффективной системы охлаждения или ее неисправности может привести к перегреву и повреждению чипа. Поэтому в его состав вводятся термосенсоры, измеряющие температуру непосредственно на кристалле и специальные аппаратные средства, позволяющие избежать перегрева путем уменьшения тактовой частоты или пропуска тактов (throttling). В настоящее время это стало обязательным условием проектного процесса. Системные платы также оборудуются аппаратными средствами (на базе микроконтроллеров), которые позволяют при увеличении температуры процессора увеличивать обороты вентилятора и аварийно отключать питание системы, если всех остальных мер оказывается недостаточно. Чтобы микроконтроллер на системной плате имел данные о температуре кристалла процессора, между ними реализуется специализированный аппаратный интерфейс, от выбора которого существенно зависит успешная работа системы охлаждения.

Из ряда возможных альтернатив (I2C, PECI, SBI, SMBus) сейчас широкое распространение в силу своей простоты и достаточной функциональности получил интерфейс I2C, который реализован в процессорах Intel, AMD для мониторинга показаний термосенсоров и текущего значения тактовой частоты, регулируемой для ограничения температуры. Обмен данными по шине I2C происходит в режиме master – slave, где микроконтроллер работает как master, а система процессора, выдающая параметры для мониторинга, как slave. Анализ этого варианта применительно к микропроцессорам современного уровня позволил выделить следующие требования к разработке контроллера I2C\_slave.

1. Ввиду достаточно быстрого изменения температуры кристалла необходимо обеспечить минимальное время доступа к параметрам для мониторинга и максимальную пропускную способность шины I2C

2. Следует реализовать внутренний широкий интерфейс для одновременного приема параметров (температуры и частоты)
3. Так как стандартный режим адресации устройств на шине I2C, используемый во многих устройствах с I2C интерфейсом (например в термосенсорах [1], схемах памяти и т.д.), не позволяет получить приемлемые показатели доставки параметров, то целесообразно реализовать режим адресации по «горячему адресу», позволяющий сократить накладные расходы и уменьшить время доступа к параметрам для мониторинга
4. Ввиду электрических характеристик шины I2C, описанных в стандарте [2], устройства с этим интерфейсом должны иметь встроенный фильтр для надежной работы

Все эти требования были выполнены автором в рамках проекта микропроцессора «Эльбрус-8С» с высшими среди отечественных моделей показателями (частота 1.3 ГГц, восемь процессорных ядер, кэш-память 2-го уровня общим объемом 4 мегабайта и 3-го уровня объемом 16 мегабайт). Пиковая выделяемая мощность такого микропроцессора по расчетам составляет ~ 160 Вт, соответственно, при его реализации была поставлена задача динамического контроля тепловыделения и отслеживания значений температуры и частоты. Для мониторинга этих параметров, считываемых и пересылаемых через интерфейс I2C в процессор введен контроллер I2C\_slave. Он протестирован с помощью ПЛИС, сконфигурированной как I2C\_slave и микроконтроллера, запрограммированного как I2C\_master.

#### Литература

1. Analog Devices I2C Temperature Sensor, ADT7420, Documentation, 2012. – 24 p.
2. The I2C-BUS Specification, Version 2.1, 2000. – 46 p.