

Продолжение. Начало см. в №№ 6–7'2003, 2'2004.

Микросхемы памяти компании STMicroelectronics

В статье продолжается рассмотрение микросхем энергонезависимой памяти с произвольной выборкой NVRAM, разрабатываемых и производимых компанией STMicroelectronics, одним из мировых лидеров по производству электронных компонентов, в том числе микросхем памяти.

**Анатолий Юдин,
К. Т. Н.**

info@stmicro.ru

TIMEKEEPER NVRAM

Микросхемы TIMEKEEPER NVRAM основаны на использовании базовой технологии NVRAM ST. Так как в микросхемах ZEROPOWER NVRAM применяется батарейное питание, то добавление часов реального времени существенно расширяет возможности микросхем NVRAM и области их применения. Свое название TIMEKEEPER такие микросхемы получили именно из-за наличия часов реального времени с календарем, которые выдают в систему точное время, день и дату даже при отсутствии внешнего системного питания (рис. 1).

Принцип работы часов реального времени состоит в использовании генератора 32,768 кГц с последующим делением частоты несколькими счетчиками (рис. 2). Первый счетчик делит частоту генератора на 32768, и на его выходе получается сигнал с частотой в один герц. Следующий счетчик считает количество секунд и раз в минуту выдает сигнал на счетчик минут. Следующие последовательные счетчики продолжают деление частоты вниз вплоть до выдачи одного импульса в столетие. Для управления числом дней в каждом месяце и учета высо-

косного года используется не изображенная на рисунке дополнительная логика.

Данные на выходах счетчиков соответствуют текущему времени и дате. Эти параметры переносятся в область распределенной памяти NVRAM и фигурируют как обыкновенные адреса ячеек ОЗУ. Пользователи считывают и записывают время и дату путем чтения и записи этих адресов в пространстве NVRAM.

Непоказанные на рисунке буферные каскады обеспечивают «беспровное» чтение-запись данных RTC. При чтении RTC кадр захваченных данных о текущем состоянии реального времени сохраняется в буферах, откуда и производится считывание данных микропроцессором. Наличие кадра данных гарантирует неизменность времени в процессе очередного цикла считывания микропроцессором. Аналогично в течение цикла записи данные, поступающие от микропроцессора, задерживаются в буферах до конца цикла записи информации «день-дата-время», и поступившие данные одновременно передаются счетчикам часов.

Микросхемы TIMEKEEPER NVRAM изготавливаются на базе ZEROPOWER NVRAM, к которым добавляется схема часов-календаря реального времени, включая кварцевый генератор на 32 кГц. Схема переключения аварийного питания, используемая для сохранения данных в LPSRAM, используется также и для RTC. Аналогично, в интересах защиты записи RTC, применяется и схема защиты записи NVRAM. Генератор RTC оптимизирован по питанию и его потребление не превышает 40 нА.

Регистры RTC отображаются в памяти LPSRAM. Для этого задействуется от 8 до 16 байт LPSRAM. День, дата и время считывается и записывается в виде обыкновенных адресов ОЗУ. Имея в своем составе ZEROPOWER NVRAM, микросхемы TIMEKEEPER NVRAM сохраняют и все их основные особенности, включая отсутствие дополнительных внешних схем. При плотности памяти до 256 кбит часы реального времени и супервизор NVRAM интегрированы на одном кристалле с LPSRAM. Для более высоких плотностей памяти используется отдельная микросхема LPSRAM. В зависимости

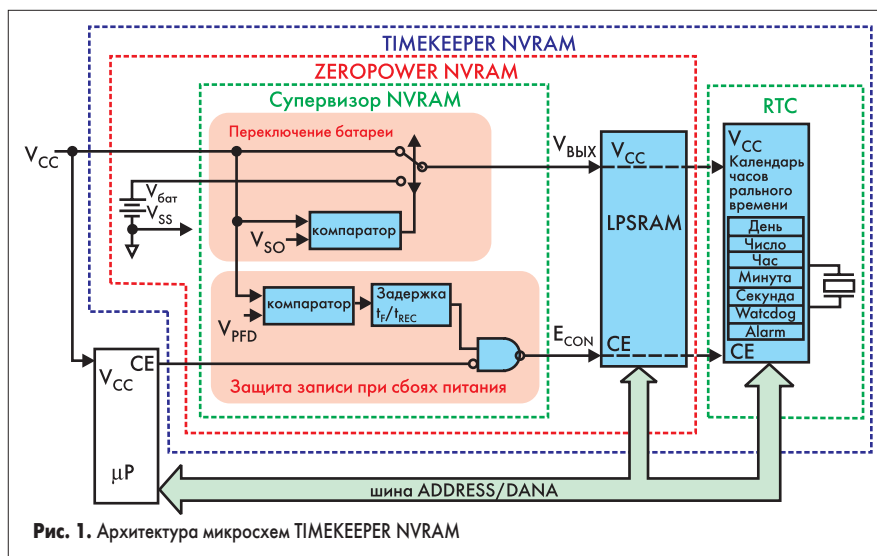


Рис. 1. Архитектура микросхем TIMEKEEPER NVRAM

Последовательные RTC

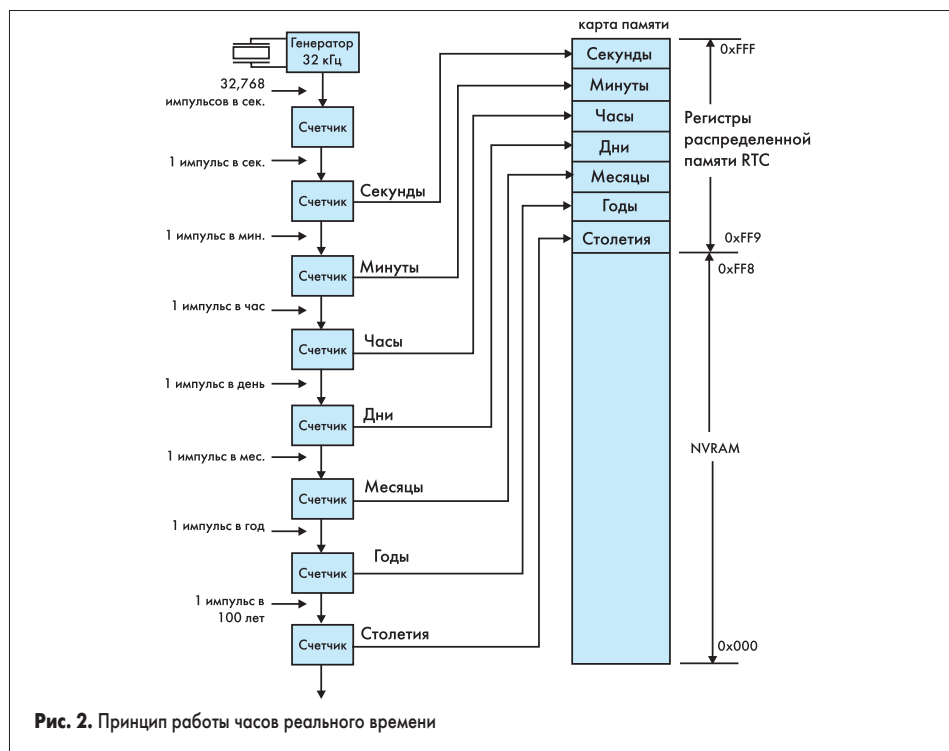


Рис. 2. Принцип работы часов реального времени

Таблица 1. Основные характеристики микросхем TIMEKEEPER NVRAM

Плотность	Обозначение	Vcc (V)	Часы ⁽¹⁾	Функции микропроцессорного и системного супервизора				-40 до 85 °С	Корпус			Особенности
				Alarm	Watch-dog	POR-LVD	Выход ⁽²⁾		Плотность	SNAP-NAT®	DIP	
32 Мбайт (1М×32)	M440T1MV	3,3	16В	•	•		•				PBGA-168	
16 Мбайт (512К×32)	M440T513Y	5,0	16В	•	•		•				PBGA-168	
16 Мбайт (2М×8)	M48T254V	3,3	Phantom				•				PBGA-168	Фантомный интерфейс часов
4 Мбайт (512К×8)	M48T512Y	5,0	8В							32		
	M48T251Y	5,0	Phantom							32		Фантомный интерфейс часов
1 Мбайт (128К×8)	M48T248Y	5,0	Phantom							32		Фантомный интерфейс часов
	M48T129V	3,3	16В	•	•	•	•			32		
	M48T128Y	5,0	8В							32		
256 кбайт (32К×8)	M48T37V	3,3	16В	•	•	•	•	•	SOH44			
	M48T37Y	5,0	16В	•	•	•	•	•	SOH44			
	M48T35AV	3,3	8В				•	•	SOH28	28		
64 кбайт (32К×8)	M48T35	5,0	8В				•	•	SOH28	28		
	M48T59	5,0	16В	•	•	•	•	•	SOH28	28		
	M48T58	5,0	8В				•	•	SOH28	28		
	M48T18	5,0	8В						(3)	28		
16 кбайт (2К×8)	M48T08	5,0	8В							28		
	M48T08Y	5,0	8В						SOH28			Взамен M48T18-100MH1
16 кбайт (2К×8)	M48T12	5,0	8В				•			24		T12: 5V±10%
	M48T02	5,0	8В				•			24		T02: 5V +10/-5%
1 кбайт (128×8)	M48T86	5,0	16В	•	•	•	•		SOH28	24		Мультиплексная шина; Вывод меандра

Примечания:

- * 32В: параллельный доступ RTC к 32 регистрам для времени, даты, alarm и watchdog.
- 16В: параллельный доступ RTC к 16 регистрам для времени, даты, alarm и watchdog.
- 8В: параллельный доступ RTC к 8 регистрам для времени и даты. Нет alarm и watchdog.
- Ph: фантомный (последовательный) интерфейс RTC шины данных.
- ** POR-LVD: Power-on Reset/Low-Voltage Detect.
- *** M48T18-100MH1 (корпус SNAPNAT IC) взамен M48T08Y-10MH1.

от технологии исполнения, компоненты, составляющие микросхему, могут размещаться в одном «гибридном» корпусе DIP, или же

на одной подложке в отдельном корпусе ИС: SOH44 SNAPNAT или PBGA-168 (развивающаяся технология упаковки TIMEKEEPER).

Подобно микросхемам TIMEKEEPER NVRAM, последовательные RTC (часы реального времени) отслеживают текущее реальное время даже при отсутствии внешнего системного питания. Вместо стандартного асинхронного параллельного интерфейса SRAM последовательные RTC используют последовательную шину. Устройства ST (STMicroelectronics) выпускаются в двух версиях последовательного интерфейса промышленного стандарта: I²C и SPI.

Данные микросхемы изготавливаются на основе TIMEKEEPER NVRAM путем уменьшения количества NVRAM до нескольких байт и изменения интерфейса к одному из стандартов, перечисленных выше.

Большинство устройств Serial RTC содержат в себе переключатель батареи, цепи защиты записи и многие другие современные функции микропроцессорного супервизора, например, сброса питания и сторожевого таймера (рис. 3).

Для приложений, не требующих резервирования или нуждающихся только в краткосрочном резервировании с использованием конденсатора, компания ST выпускает более простые и дешевые устройства Serial RTC, например, M41T0 и M41T80.

В верхней части таблицы 2 представлены микросхемы полнофункциональных последовательных часов реального времени с расширенными микропроцессорными контрольными возможностями типа сброса при включении питания/обнаружения падения напряжения (Power-on Reset/Low-Voltage Detect или POR/LVD), раннее предупреждение о сбое питания (PFI/PFO), сигнал аварии (Alarm), сторожевой таймер (Watchdog) и шина SPI. Например, M41T81: Serial RTC с интерфейсом I²C 400 кГц, Alarm, программируемым Watchdog, программируемым генератором меандра, в корпусе SO8 или SOX28 типа SOIC (с встроенным в корпус кварцем). Микросхема M41T94 является первым устройством Serial RTC ST с интерфейсом SPI. В ней имеются интегрированные схемы POR/LVD, программируемый Watchdog, Alarm, возможность подключения кнопки сброса. Микросхема выпускается в корпусах SO16 и SOH28 SNAPNAT. Микросхема Serial RTC M41ST84 с интерфейсом I²C 400 кГц выделяется расширенными возможностями микропроцессорного супервизора. Кроме функций POR/LVD, программируемого Watchdog и Alarm она обеспечивает PFI/PFO и сброс по входу. Производится в корпусе SO16.

Современные микросхемы NVRAM компании STMicroelectronics достигли такого уровня интеграции, что некоторые из них (M41ST85, M41ST87 и M41ST95) можно классифицировать и как Serial RTC, и как супервизоры TIMEKEEPER, которые были рассмотрены ранее. Достигнутый уровень интеграции позволяет теперь размещать кварц непосредственно в монолитном корпусе микросхемы рядом с кристаллом, а не выносить его к верхней батарее. Примером такого решения, обеспечивающего повышенную надежность и безопасность, является микросхема M41CT85MX6.

Таблица 2. Основные технические характеристики микросхем Serial RTC

Обозначение	NVRAM	Шина	Корпус		V _{CC} (В)	Внутренний переключатель и защита записи	Функции микропроцессорного супервизора					Выход меандра	Выход 32 кГц	Chip Enable Gate	V _{вых}	-40 до 85 °С	Примечания
			SNAPHAT®	Другой			Alarm и Watchdog	POR-LVD Выход ⁽¹⁾	PFI-PFO ⁽²⁾ Входы	/Reset	Монитор батареи						
M41ST95W ⁽³⁾	44B	SPI		SOX28 ⁽³⁾	2,7–5,5	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•	500 нА максимальное потребление тока при резервном питании
M41ST87Y ⁽³⁾	128B	400 кГц I ² C		SOX28 ⁽³⁾	4,5–5,5	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•	Обнаружение НСД, очистка RAM; Уникальный номер; NV Супервизор
M41ST87W ⁽³⁾	128B	400 кГц I ² C		SOX28 ⁽³⁾	2,7–3,6	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•	
M41ST85Y	44B	400 кГц I ² C	SOH28	SOX28 ⁽³⁾	4,5–5,5	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•	500 нА максимальное потребление тока при резервном питании
M41ST85W	44B	400 кГц I ² C	SOH28	SOX28 ⁽³⁾	2,7–3,6	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•	при резервном питании; NV супервизор
M41T94	44B	SPI	SOH28	SO16	2,7–5,5	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•	500 нА максимальное потребление тока при резервном питании; THS вывод(4)
M41ST84Y	44B	400 кГц I ² C	(3)	SO16	4,5–5,5	•	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	500 нА максимальное потребление тока при резервном питании
M41ST84W	44B	400 кГц I ² C	(3)	SO16	2,7–3,6	•	•	•	•	1	•	•	•	•	•	•	
M41T81		400 кГц I ² C		SO8 SOX28 ⁽³⁾	2,0–5,5	•	•					•				•	
M41T56	56B	I ² C	SOH28	SO8	4,5–5,5	•										•	500 нА максимальное потребление тока при резервном питании
M41T11	56B	I ² C	SOH28	SO8	2,0–5,5	•										•	
M41T00		I ² C		SO8	2,0–5,5	•										•	
M41T80		400 кГц I ² C		SO8	2,0–5,5		• ⁽⁵⁾					•	•			•	
M41T0		400 кГц I ² C		SO8 TSSOP8	2,0–5,5											•	Сбой-бит генератора(OF)

Примечания:

- * POR-LVD: Power-on Reset/Low-Voltage Detect — сброс при подаче питания/обнаружение падения напряжения.
- ** PFI-PFO: Power-fail In/Power-fail Output — раннее предупреждение о сбое питания.
- *** Продажа только через ST.
- **** Вывод THS: выбор порога для схемы раннего предупреждения о сбое питания (2,65 или 4,4 В при работе от источника 3 или 5 В).
- ***** Только Alarm. В M41T80 нет watchdog.

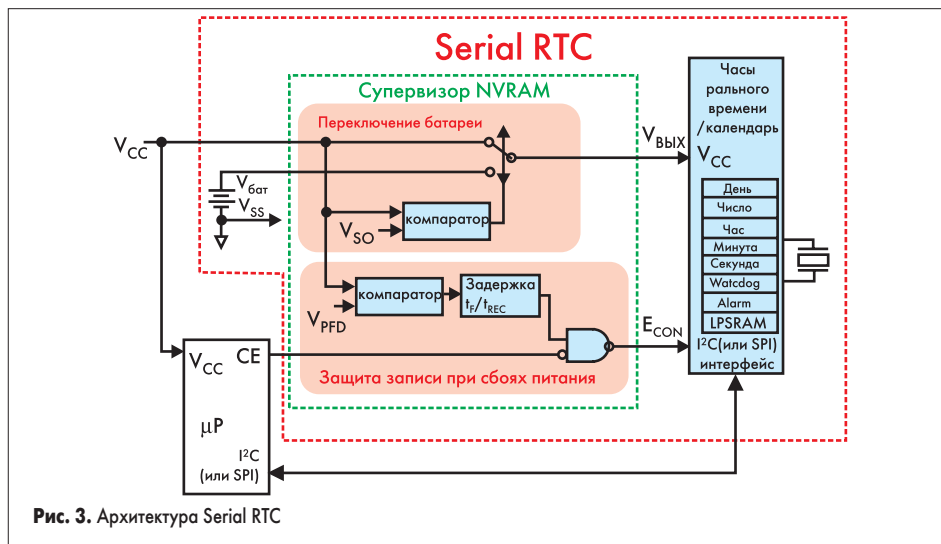


Рис. 3. Архитектура Serial RTC

Наряду с высокоинтегрированными микросхемами Serial RTC компания ST выпускает устройства, содержащие минимум необходимого для непрерывной выдачи в систему реального времени. К таким устройствам относятся микросхемы M41T0 и M41T80. Они содержат полный набор счетчиков времени

и учитывают особенности высокосных лет. К дополнительным возможностям этих устройств относятся программируемый сигнал аварии с функцией обработки прерываний, программируемый выходной меандр и отдельный вывод сигнала с частотой 32 кГц, используемый как эталонный входной сигнал

для тактовых генераторов других микросхем. Имея такие возможности, данные микросхемы покрывают потребности приложений в значительной части потребительского рынка.

Микросхемы M41T0 и M41T80 имеют последовательный интерфейс промышленного стандарта I²C 400 кГц и работают в промышленном интервале температур от -40 до +85 °С. Производимые в корпусах для поверхностного монтажа, оба устройства работают от источника питания с напряжением от 2 до 5,5 В при малом потреблении тока. Например, M41T0 потребляет только 900 нА в дежурном режиме и 35 мкА в активном режиме (при типовом питании 3,0 В). M41T80 потребляет 1,5 мкА в дежурном режиме (при типовом питании 3,0 В) и только 30 мкА в активном режиме (при максимальном напряжении питания 3,0 В).

В дополнение к функции хронометрирования в микросхеме M41T0 есть опция стопового бита генератора для обнаружения ухода частоты тактового генератора из-за уменьшения питающего напряжения. Что касается M41T80, его функции хронометрирования дополнены программируемым сигнальным

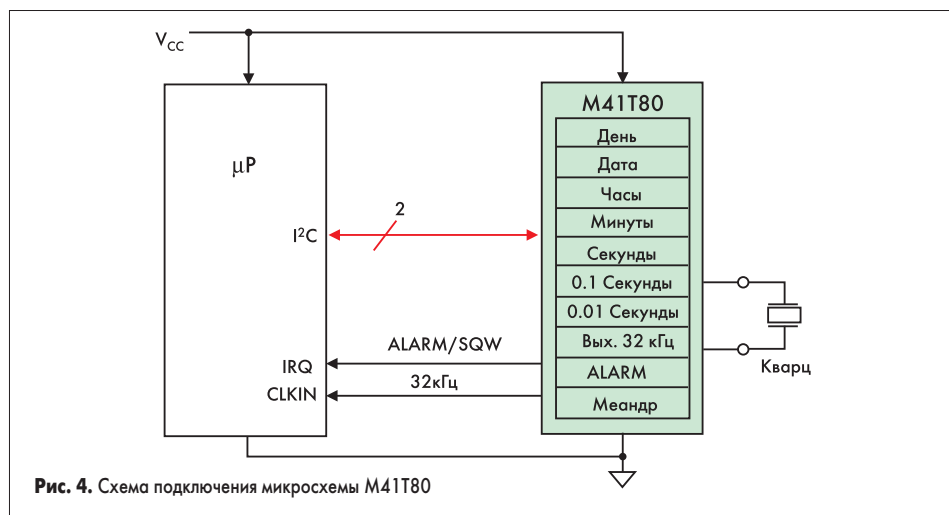


Рис. 4. Схема подключения микросхемы M41T80

прерыванием с режимами повторения, специальным выводом частоты 32 кГц и программируемым выходным меандром с частотой от 1 Гц до 32 кГц. Специализированный вывод частоты 32 кГц может использоваться для управления микропроцессорами и микроконтроллерами со схемой фазовой синхронизации тактового генератора, которая требует 32 кГц в качестве эталона. Кроме того, этот же вывод может использоваться для тактовой синхронизации микросхем при их работе на режимах с малой мощностью. Вывод 32 кГц рассчитан для условий постоянной работы, но он может быть заблокирован программным обеспечением пользователя.

Функции аварийного сигнала (Alarm) микросхемы M41T80 включают режимы его повторения от одного раза в год до одного раза в секунду. Функция программирования меандра позволяет программировать его частоту от 1 Гц до 32 кГц с множителем 2.

Микросхема M41T80 легко соединяется по шине I²C 400 кГц почти с любыми микропроцессорами и микроконтроллерами (рис. 4), а при добавлении внешнего диода и конденсатора (рис. 5) она может всегда поддерживать микроконтроллер при кратковременном отключении питания. Так как шина I²C работает с открытым стоком, то нет проблем по согласованию напряжения между микропроцессором и M41T80 и для развязки по напряжению достаточно использовать один диод. При использовании конденсатора с емкостью 1 Ф и питающем напряжении Vcc 3,3 В ожидаемое время обеспечения резервного питания составляет приблизительно 10 дней.

Микросхемы M41T80 выпускаются в малогабаритном корпусе типа SO8. Возможна поставка и в корпусе TSSOP8.

Наиболее простыми устройствами из серии микросхем Serial RTC ST являются M41T0, разработанные на базе M41T00 и M41T0. У этого устройства нет переключателя батареи и возможности программной калибровки часов, но есть функция обнаружения сбоя генератора и интерфейс I²C 400 кГц.

Микросхема M41T0 с внешним конденсатором емкостью 1 Ф при питании в 3,3 В может обеспечить резервное питание продолжительностью до двух недель.

Верхняя батарея для микросхем NVRAM компании ST поставляется отдельно, и это

обязательно надо учитывать при заказе данных схем. Основные характеристики литиевых батарей приведены в таблице 3.

Микросхемы памяти типа NVRAM производятся и другими компаниями, но у многих из них не найти тех особенностей, кото-

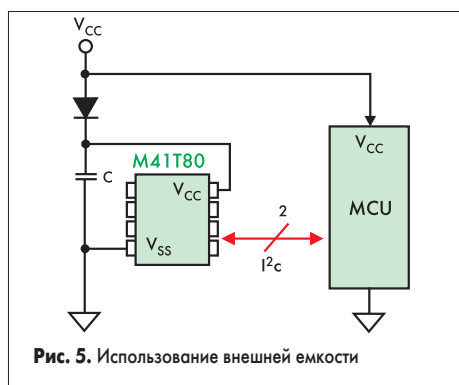


Рис. 5. Использование внешней емкости

Таблица 3. Батарея с кварцем в корпусе типа SNAPHAT для микросхем NVRAM

Обозначение	Описание	Корпус
M4Z28-BR00SH1	Литиевая батарея (48 мА·ч) для ZEROPOWER NVRAM и SUPERVISOR	SH
M4Z32-BR00SH1	Литиевая батарея (120 мА·ч) для ZEROPOWER NVRAM и SUPERVISOR	SH
M4Z32-BR00SH6	Литиевая батарея (120 мА·ч) для ZEROPOWER NVRAM и SUPERVISOR, от -40 до +85 °C	SH
M4T28-BR12SH1	Литиевая батарея (48 мА·ч) и кварц для TIMEKEEPER NVRAM и SUPERVISOR	SH
M4T32-BR12SH1	Литиевая батарея (120 мА·ч) и кварц для TIMEKEEPER NVRAM и SUPERVISOR	SH
M4T32-BR12SH6	Литиевая батарея (120 мА·ч) и кварц для TIMEKEEPER NVRAM и SUPERVISOR, от -40 до +85 °C	SH

рые присущи компонентам ST (табл. 4). Микросхемы NVRAM компании ST отличаются, в первую очередь, более высокой интеграцией, наличием встроенного переключателя батареи и возможностью программной калибровки часов, для чего используется программное обеспечение, свободно доступное на сайте ST. Основные отличия компонентов NVRAM компании ST от других производителей представлены в таблице 4.

При подготовке статьи использованы материалы, предоставленные компанией STMicroelectronics и технические описания микросхем. Дополнительную информацию можно получить на сайте компании STMicroelectronics (<http://www.st.com/nvram>) и в Технико-консультационном центре STMicroelectronics по электронной почте info@stmicro.ru.

Таблица 4. Сравнение компонентов NVRAM компании ST и других производителей

Продукт	Конкуренция	Особенности микросхем ST
ZEROPOWER	Dallas, Benchmark	- Схема с более высокой плотностью и менее дорогая. - Легкая замена для DIP-корпусов.
TIMEKEEPER	Dallas, Benchmark, (+ Maxim, Analog Device, Linear Tech)	- Чипсет с более высокой плотностью и менее дорогой. - Пыльонная совместимость для DIP-корпусов. - Много интегрированных свойств (PFI/PFO). - Программная калибровка.
Serial RTC	Philips, Dallas, Ricoh, Epson, Seiko, Holtek, Oki (+ Maxim, Analog Device, Linear Tech)	- Любая шина (I²C, SPI, 8 бит), от простых RTC до высокоинтегрированных (с PFI/PFO, Alarm, Watchdog, сбросом, проверкой батареи, NVRAM супервизором). - Программная калибровка.
SUPERVISOR	Dallas, Benchmark, (+ Maxim, Analog Device, Linear Tech)	- Корпус SNAPHAT позволяет располагать батарею сверху микросхемы. - Устройства ST могут управлять до 4 внешних SRAM. - Программная калибровка.