

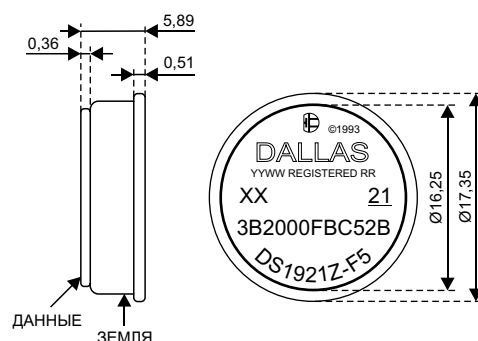
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Цифровой термометр с разрешением 1/8°C
- Встроенные часы реального времени (RTC) и таймер с точностью хода ± 2 минуты в месяц
- Автоматическое включение и измерение температуры через программируемые пользователем интервалы времени в диапазоне от 1 до 255 минут
- Запись до 2048 последовательных значений температуры в защищенную энергонезависимую память
- Запись долговременной гистограммы температур с разрешением 1/2°C
- Программируемые верхняя и нижняя точки температурной тревоги
- Запись до 24-х временных меток и длительностей промежутков времени, когда температура выходила за установленные точками тревоги рамки
- 512 байт энергонезависимой памяти общего назначения для записи/чтения
- Обмен с хостом производится с помощью единственного цифрового сигнала на скорости 14,1 или 125 Кбит в секунду с использованием 1-проводного протокола (1-Wire® Protocol).
- Фиксированный температурный диапазон: H: +15°C...+46°C; Z: -5°C...+26°C

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ iButton

- Цифровая идентификация и получение информации в одно касание
- Уникальный, занесенный лазером и проверенный на этапе изготовления 64-битный регистрационный номер (8-разрядный код семейства + 48-разрядный серийный номер + 8-разрядная контрольная сумма CRC) гарантирует абсолютный контроль, так как не существует двух устройств с одинаковыми номерами

- Встроенный контроллер многоточечной сети MicroLAN
- Компактный носитель информации в виде кристалла микросхемы
- Данные могут быть доступными при касании объекта
- Форма в виде таблетки обеспечивает автоматическое центрирование в считывающем устройстве
- Долговечный корпус из нержавеющей стали с гравированным регистрационным номером устойчив к внешним воздействиям
- Легко прикрепляется с помощью самоклеющейся подложки, фиксируется собственным фланцем или напрессовываемым кольцом
- Детектор присутствия выдает ответ, когда считыватель в первый раз подает напряжение питания
- Соответствует UL#913 (4-я редакция); взрывобезопасное исполнение, утверждено для использования в классе I, раздел 1, группы A, B, C и D

F5 MicroCan

Все размеры приведены в миллиметрах.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

DS1921H-F5	+15°C...+46°C	F5 iButton®
DS1921Z-F5	-5°C...+26°C	F5 iButton

ПРИМЕРЫ АКСЕССУАРОВ

DS9096P	Самоклеющаяся подложка
DS9101	Универсальный зажим
DS9093RA	Крепежное кольцо
DS9093A	Держатель с защелкой
DS9092	Контактное устройство

ОПИСАНИЕ iButton

Thermochron™ iButton DS1921H/Z является надежной, самодостаточной системой для измерения температуры и записи результатов измерений в защищенную память. Запись происходит с заданным пользователем темпом, как в виде непосредственных отсчетов температуры, так и в виде гистограммы. Может быть сохранено до 2048 выборок температуры, взятых через одинаковые интервалы времени длительностью от 1 до 255 минут. Гистограмма обеспечивает 64 столбика с разрешением 0,5°C. Если температура выходит за пределы, запрограммированные пользователем, DS1921H/Z записывает время, когда это произошло, как долго температура находилась вне допустимых пределов, и какой была температура – слишком низкой, или слишком высокой. Дополнительные 512 байт энергонезависимой памяти для записи/чтения позволяют сохранять информацию, принадлежащую объекту, который ассоциирован с DS1921H/Z. Данные передаются последовательно с помощью 1-проводного (1-Wire) протокола, который требует только одного вывода данных и общего провода. Каждый экземпляр DS1921H/Z имеет собственный 64-разрядный регистрационный номер, который записан в ПЗУ лазером в процессе изготовления, что обеспечивает гарантированную идентификацию и позволяет осуществлять абсолютный контроль. Долговечный корпус из нержавеющей стали исключительно устойчив к агрессивным внешним условиям, таким как грязь, влажность и удары. Аксессуары позволяют монтировать DS1921H/Z практически на любые объекты, включая контейнеры, поддоны и пакеты.

ПРИМЕНЕНИЯ

DS1921H/Z является идеальным устройством для контроля температуры любых объектов, к которым оно прикреплено, или вместе с которыми оно отправлено, например, со свежими продуктами, медикаментами или продовольствием. Устройство также идеально подходит для использования в рефрижераторах. Вариант DS1921H предназначен для контроля температуры тела человека или животных, а также для контроля температуры критичных процессов, таких как консервирование, нанесение порошковых покрытий и покраска. Кроме того, DS1921H может использоваться для контроля температуры в любых помещениях, например, в помещениях с компьютерами или другим оборудованием. DS1921H также может оказать помощь при вычислениях стоимости центрального отопления, которая пропорционально распределяется для всех частей здания.

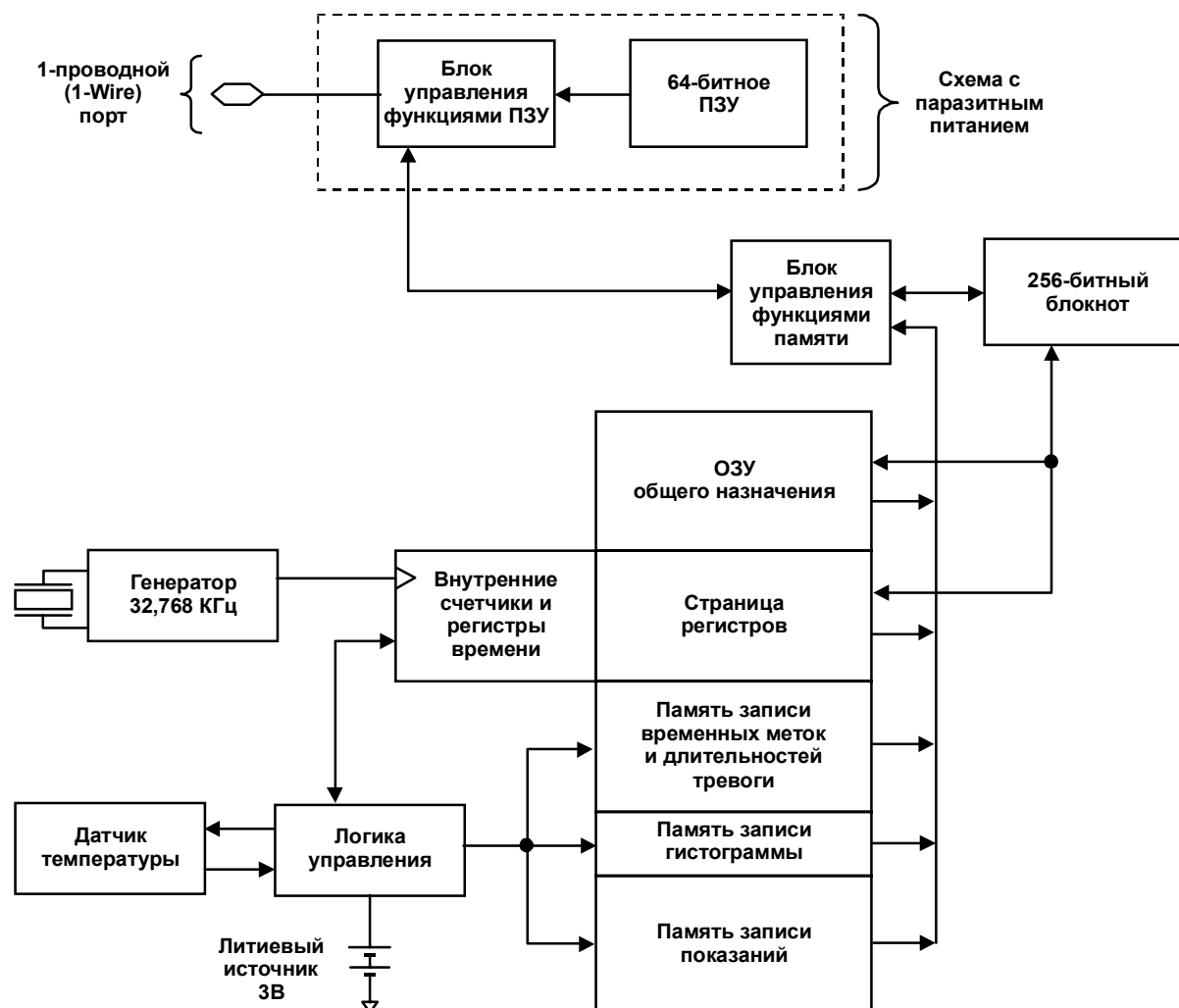
DS1921H имеет фиксированный температурный диапазон от +15°C до +46°C. DS1921Z имеет фиксированный температурный диапазон от -5°C до +26°C. Высокая разрешающая способность делает DS1921H и DS1921Z пригодными для проведения научных исследований. Используя формат TMEХ, в энергонезависимой памяти можно хранить различную информацию, такую как торговая декларация, дата выпуска или другие данные в виде текста или кодированных файлов.

ОБЗОР

Блок-схема, показанная на рис. 1, демонстрирует связи между блоками управления и блоками памяти DS1921H/Z. Всего устройство имеет семь основных компонентов хранения и обработки данных: 1) 64-битное ПЗУ, записанное лазером, 2) 256-битный блокнот, 3) 4096 бит ОЗУ общего назначения, 4) 256-битная страница регистров управления, времени и счетчиков, 5) 96 байт для хранения временных меток и длительностей тревоги, 6) 128 байт памяти для записи гистограммы и 7) 2048 байт памяти для записи показаний. За исключением ПЗУ и блокнота, вся остальная память организована в виде одного линейного адресного пространства. К памяти, которая зарезервирована для записи показаний, регистрам счетчика и некоторым другим регистрам пользователь имеет доступ только для чтения. Когда устройство запрограммировано для выполнения серии измерений, регистры часов и управления защищены от записи.

Иерархическая структура 1-проводного протокола показана на рис. 2. Мастер шины вначале должен выдать одну из семи команд функций ПЗУ: 1) Чтение ПЗУ; 2) Сравнение ПЗУ; 3) Поиск ПЗУ; 4) Условный поиск ПЗУ; 5) Пропуск ПЗУ; 6) Пропуск ПЗУ в ускоренном режиме; 7) Сравнение ПЗУ в ускоренном режиме. По окончании команд ПЗУ ускоренного режима, посланных на стандартной скорости, устройство переходит в ускоренный режим, когда обмен данными осуществляется на повышенной скорости. Протокол, который требуется для передачи команд функций ПЗУ, показан на рис. 12. После того, как команда функций ПЗУ успешно выполнена, становятся доступными функции памяти, и мастер может передать одну из семи команд функций памяти. Протокол для этих команд показан на рис. 10. При считывании и записи всех данных первым передается младший бит.

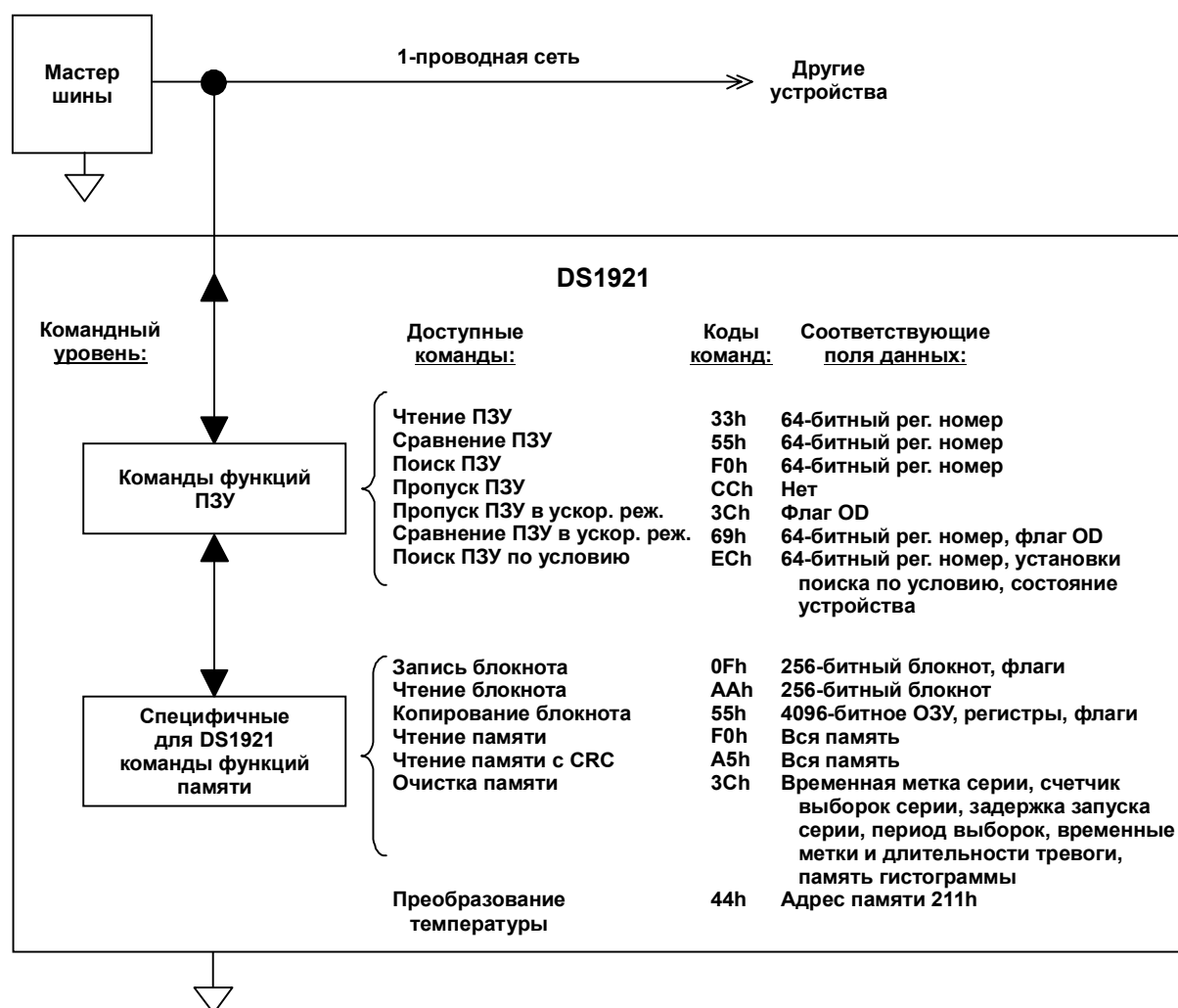
Рис. 1. БЛОК-СХЕМА DS1921H/Z



ПАРАЗИТНОЕ ПИТАНИЕ

На блок-схеме устройства (рис. 1) показана схема, имеющая паразитное питание. Эта схема запасает энергию, когда вывод данных находится в состоянии высокого уровня. Запасенной энергии достаточно для питания в те моменты времени, когда вывод данных находится в состоянии низкого логического уровня, если выдерживаются требуемые временные параметры и напряжение на линии данных. Паразитное питание имеет два преимущества: 1) благодаря получению энергии с линии данных экономится внутренний литиевый источник и 2) если литиевый источник по каким-то причинам истощился, содержимое ПЗУ все равно может быть нормально считано.

Рис. 2. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА 1-ПРОВОДНОГО ПРОТОКОЛА



64-БИТНОЕ ПЗУ, ЗАПИСАННОЕ ЛАЗЕРОМ

Каждый экземпляр DS1921H/Z содержит в ПЗУ уникальный код длиной 64 разряда. Первые 8 разрядов являются кодом семейства. Следующие 36 разрядов являются уникальным серийным номером. Следующие 12 разрядов, называемые кодом температурного диапазона, позволяют отличать DS1921H и DS1921Z друг от друга и от других версий DS1921L-F5. Последние 8 разрядов являются контрольной суммой (CRC) первых 56 разрядов (см. рис. 3). Контрольная сумма получена с помощью генератора, выполненного на основе сдвигового регистра и элементов «исключающее ИЛИ», как показано на рис. 4, и использующего полином $X^8 + X^5 + X^4 + 1$. Дополнительную информацию о контрольной сумме, используемой фирмой Dallas Semiconductor, можно найти в *Application Note 27* и книге «*Book of DS19xx iButton Standards*».

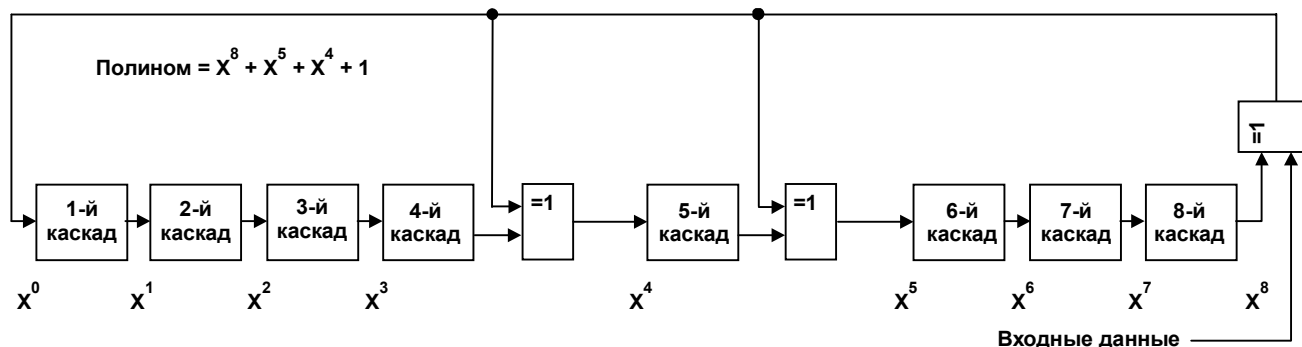
Разряды сдвигового регистра инициализируются нулем. Затем, начиная с младшего разряда кода семейства, по одному биту в сдвиговый регистр вводятся данные. После ввода 8-го разряда кода семейства вводятся биты серийного номера. После ввода 48-го разряда серийного номера сдвиговый регистр содержит значение CRC. Если ввести еще 8 бит CRC, то содержимое регистра вновь станет равным нулю.

Рис. 3. 64-БИТНОЕ ПЗУ, ЗАПИСАННОЕ ЛАЗЕРОМ

8-разрядная CRC	12-разрядный код температурного диапазона	36-разрядный серийный номер	8-разрядный код семейства (21h)
Младший разряд			Старший разряд

Устройство	Диапазон темпер. (°C)	Разрешение (°C)	Код температурного диапазона			HEX эквивалент
DS1921H-F5	+15...+46	0,125	0100	1111	0010	4F2
DS1921Z-F5	-5...+26	0,125	0011	1011	0010	3B2
DS1921L-F51	-10...+85	0,5	0011	0100	1100	34C
DS1921L-F52	-20...+85	0,5	0010	0101	0100	254
DS1921L-F53	-30...+85	0,5	0001	0101	1100	15C
DS1921L-F50	-40...+85	0,5	0000	0110	0100	064

Рис. 4. ГЕНЕРАТОР CRC



ПАМЯТЬ

Карта памяти DS1921H/Z показана на рис. 5. ОЗУ общего назначения объемом 4096 бит составляет страницы 0...15. Регистры управления, часов и счетчика образуют страницу 16, называемую страницей регистров (см. рис. 6). Страницы 17 и 19 предназначены для хранения временных меток и длительностей тревоги. Память записи гистограммы начинается со страницы 64 и может занимать до четырех страниц. Память записи показаний занимает страницы 128...191. Страницы памяти 20...63, 68...127 и 192...255 зарезервированы для будущего использования. Блокнот представляет собой отдельную страницу, которая работает как буфер при записи в ОЗУ или страницу регистров. Начиная со страницы памяти 17 и выше, пользователь имеет доступ только для чтения. Запись и стирание этих страниц осуществляется исключительно с помощью встроенной логики управления.

Рис. 5. КАРТА ПАМЯТИ DS1921H/Z

32-байтный блокнот для промежуточного хранения данных		
АДРЕС		
0000h... 01FFh	ОЗУ общего назначения (16 страниц)	Страницы 0...15
0200h... 021Fh	32-байтная страница регистров	Страница 16
0220h... 027Fh	Временные метки и длительности тревоги	Страницы 17...19
0280h... 07FFh	(Зарезервировано для будущего использования)	Страницы 20...63
0800h... 087Fh	Память записи гистограммы	Страницы 64...67
0880h... 0FFFh	(Зарезервировано для будущего использования)	Страницы 68...127
1000h... 17FFh	Память записи показаний (64 страницы)	Страницы 128...191
1800h... 1FFFh	(Зарезервировано для будущего использования)	Страницы 192...255

Рис. 6. КАРТА СТРАНИЦЫ РЕГИСТРОВ DS1921H/Z

Диапазон адресов	Тип доступа*	Описание
0200h...0206h	R/W; R**	Регистры часов
0207h...020Ah	R/W; R**	Регистры будильника
020Bh	R/W; R**	Нижний порог температуры
020Ch	R/W; R**	Верхний порог температуры
020Dh	R/W; R**	Период отсчетов
020Eh	R/W; R**	Регистр управления
020Fh...0210h	R; R**	(нет функций; считывается 00h)
0211h	R; R**	Прямое считывание температуры
0212h...0213h	R/W; R**	Задержка запуска серии
0214h	R/W; R/W	Регистр состояния
0215h...0219h	R; R	Временная метка серии
021Ah...021Ch	R; R	Счетчик отсчетов серии
021Dh...021Fh	R; R	Счетчик отсчетов устройства

* Первая запись в колонке «Тип доступа» действительна между сериями. Вторая запись показывает возможный тип доступа, когда выполняется серия.

** Когда выполняется серия, эти адреса могут быть считаны. Однако первая попытка записи остановит серию, но не изменит никаких установок.

ЧАСЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Информация часов реального времени/будильника и календаря доступна для чтения/записи в байтах страницы регистров по адресам 200h .. 206h. Заметьте, что некоторые разряды равны нулю. Эти разряды всегда считываются как 0, независимо от того, что в них было записано. Значения времени, календаря и будильника представлены в двоично-десятичном (BCD) формате.

Карта регистров часов и будильника

Адрес	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0200h	0	Десятки секунд			Единицы секунд			
0201h	0	Десятки минут			Единицы минут			
0202h	0	12/24	20-ки часов AM/PM	10-ки часов	Единицы часов			
0203h	0	0	0	0	0	День недели		
0204h	CENT	0	Десятки даты		Единицы даты			
0205h	0	0	0	10-ки месяцев	Единицы месяцев			
0206h	Десятки лет				Единицы лет			
0207h	MS	Десятки секунд будильника			Единицы секунд будильника			
0208h	MM	Десятки минут будильника			Единицы минут будильника			
0209h	MH	12/24	20-ки часов будильника AM/PM	10-ки часов будильника	Единицы часов будильника			
020Ah	MD	0	0	0	0	День недели будильника		

Часы реального времени/календарь

Часы реального времени DS1921H/Z могут работать в 12- или 24-часовом режиме. Разряд 6 регистра часов (адрес 202h) определен как разряд выбора 12- или 24-часового режима. Если этот разряд установлен, то выбран 12-часовой режим. Если в 12-часовом режиме разряд 5 (AM/PM) установлен, то это соответствует PM. В 24-часовом режиме разряд 5 представляет собой 20-ки часов (установлен в промежутке от 20 до 23 часов).

Для определения дня недели DS1921H/Z имеет счетчик с диапазоном 1...7. Соответствие значений счетчика дням недели является произвольным. Обычно значение 1 соответствует воскресенью (стандарт США) или понедельнику (европейский стандарт).

Логика календаря спроектирована так, чтобы автоматически учитывать високосные годы. Для каждого года, который равен 00 или кратен четырем, устройство добавляет 29-е февраля. Это будет работать корректно вплоть до 2100 года (но не включительно).

DS1921H/Z имеет совместимость с проблемой 2000-го года. Разряд 7 (CENT) регистра месяцев, расположенного по адресу 205h, работает как флаг века. Когда регистр лет переходит с 99 в 00, флаг века меняет свое состояние. При установке времени/даты часов в промежутке между 2000-м и 2099-м годом рекомендуется записывать в разряд CENT единицу.

Будильник

Часы DS1921H/Z также имеют функцию будильника. Регистры будильника расположены по адресам 207h...20Ah. Старший разряд каждого из регистров будильника представляет собой разряд маски. Когда все разряды масок обнулены, будильник будет срабатывать один раз в

неделю, когда значения, находящиеся в регистрах часов по адресам 200h...203h будут совпадать со значениями, сохраненными в регистрах времени и дня будильника. Любое срабатывание будильника устанавливает флаг будильника (Timer Alarm Flag, TAF) в регистре состояния устройства (адрес 20Eh), который используется для идентификации устройств со сработавшим будильником командой поиска по условию (см. раздел *Команды функций ПЗУ*).

Управление будильником

Биты маскирования регистров будильника (Бит 7 рег. 207h...20Ah)				
MS	MM	MH	MD	
1	1	1	1	Будильник срабатывает раз в секунду
0	1	1	1	Будильник срабатывает, когда совпадают секунды (раз в минуту)
0	0	1	1	Будильник срабатывает, когда совпадают минуты и секунды (раз в час)
0	0	0	1	Будильник срабатывает, когда совпадают часы, минуты и секунды (раз в день)
0	0	0	0	Будильник срабатывает, когда совпадают дни, часы, минуты и секунды (раз в неделю)

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

DS1921H и DS1921Z измеряют температуру с разрешением 1/8 градуса Цельсия. Значение температуры представляется одним байтом как беззнаковое двоичное число, которое перекрывает диапазон 32°C. Возможны значения от 0000 0000 (00h) до 1111 1111 (FFh). Значения от 01h до FEh представляют собой действительные отсчеты температуры. Поскольку DS1921H и DS1921Z имеют разные начальные значения температуры, интерпретация кода температуры зависит от типа устройства.

Если в процессе преобразования температуры обнаруживается, что она находится вне допустимого диапазона, это фиксируется как 00h (если температура слишком низкая) или FFh (если температура слишком высокая). Так как результаты, выходящие за допустимый диапазон, накапливаются в столбиках гистограммы 0 и 63, значения в этих столбиках ограничены (см. раздел *Запись отсчетов температуры и гистограммы*). В результате номинальный температурный диапазон DS1921H и DS1921Z начинается с кода 04h и заканчивается кодом FBh, что соответствует столбикам гистограммы 1...62.

Значение температуры вычисляется на основе значения T[7...0] следующим образом:

$$\vartheta (^{\circ}\text{C}) = T[7..0] / 8 + 14,500 \text{ (DS1921H)}$$

$$\vartheta (^{\circ}\text{C}) = T[7..0] / 8 - 5,500 \text{ (DS1921Z)}$$

Это выражение справедливо как для отсчетов температуры, сохраненных в памяти, так и для регистра прямого считывания температуры (адрес 211h).

Для установки верхнего и нижнего температурных порогов, необходимо воспользоваться формулой:

$$T[7..0] = 8 \times \vartheta (^{\circ}\text{C}) - 116 \text{ (DS1921H)}$$

$$T[7..0] = 8 \times \vartheta (^{\circ}\text{C}) + 44 \text{ (DS1921Z)}$$

Значение 23°C, например, преобразуется в 68 (десятичное) или 44h для DS1921H, и 228 (десятичное) или E4h для DS1921Z. Это соответствует двоичным значениям 0100 0100 и 1110 0100, которые должны быть записаны в регистры температурной тревоги (адрес 020Bh или 020Ch).

Регистры температурной тревоги

Адрес	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
020Bh	Нижний порог температуры							
020Ch	Верхний порог температуры							

ПЕРИОД ВЫБОРОК

Содержимое регистра периода выборок (адрес 020Dh) определяет, через сколько минут будут происходить преобразования температуры во время записи серии. Период выборок может принимать любые значения от 1 до 255 и представляет собой беззнаковое 8-разрядное число. Если память была очищена (разряд регистра состояния MEMCLR = 1) и серия разрешена (разряд регистра состояния EM = 0), запись в регистр периода выборок любого ненулевого значения запускает серию. Полное описание корректной последовательности шагов для запуска серии приведено в разделах *Серия* и *Пример серии*.

Регистр периода выборок

Адрес	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
020Dh	Период выборок							

РЕГИСТР УПРАВЛЕНИЯ

DS1921H/Z настраивается для выполнения определенной операции путем записи соответствующих данных в регистры специальных функций, которые расположены в странице регистров. Некоторые функции управляются всего одним разрядом, такие разряды расположены в регистре управления (адрес 20Eh). Этот регистр может быть записан и считан. Если устройство запрограммировано на серию, первая же попытка записи в регистр управления остановит серию, но не изменит никаких установок. Однако каждая последующая запись в регистр управления будет изменять его содержимое.

Регистр управления

Адрес	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
020Eh	$\overline{\text{EOSC}}$	EMCLR	0	$\overline{\text{EM}}$	RO	TLS	THS	TAS

Функциональное назначение каждого разряда приведено в таблице ниже. Разряд 5 функций не имеет. Он всегда считывается как 0 и не может быть установлен в 1.

Подробное описание регистра управления

Описание бита	Бит	Определение
\overline{EOSC} : разрешение генератора	b7	Этот разряд служит для управления кварцевым генератором часов реального времени. Если он установлен, генератор не работает и устройство находится в малопотребляющем режиме хранения данных. Для нормальной работы этот бит должен быть сброшен в 0.
EMCLR: разрешение очистки памяти	b6	Этот разряд должен быть установлен в 1 для разрешения функции очистки памяти, которая является одной из функций памяти. Память временных меток, память записи гистограммы, счетчик выборок серии, задержка запуска серии и период выборок будут очищены только в том случае, если команда очистки памяти поступит сразу после установки этого бита. Бит EMCLR будет сброшен в 0 при выполнении следующей команды функций памяти.
	b5	Нет функций
\overline{EM} : разрешение серии	b4	Этот разряд определяет, будет ли запущена серия, когда произойдет запись периода выборок. Для того чтобы запуск серии был разрешен, этот разряд должен быть равен 0.
RO: разрешение/запрещение перекрытия	b3	Этот разряд определяет, будет ли память записи показаний перезаписана новыми данными, или запись данных остановится, как только вся память будет заполнена. Установка этого разряда в 1 разрешает перекрытие, и запись данных будет продолжена с начала путем перезаписи накопленных ранее данных. Сброс этого бита в 0 запрещает перекрытие, и после заполнения памяти отсчеты температуры запоминаться не будут. Запись гистограммы при этом не нарушается.
TLS: поиск тревоги по понижению температуры	b2	Если этот разряд установлен в 1, устройство будет отвечать на команду поиска по условию только в том случае, если во время серии температура достигала или выходила за пределы нижнего порога, сохраненного по адресу 02Bh
THS: поиск тревоги по превышению температуры	b1	Если этот разряд установлен в 1, устройство будет отвечать на команду поиска по условию только в том случае, если во время серии температура достигала или выходила за пределы верхнего порога, сохраненного по адресу 02Ch
TAS: поиск сработавшего будильника	b0	Если этот разряд установлен в 1, устройство будет отвечать на команду поиска по условию только в том случае, если во время серии срабатывал будильник. Так как будильник не может быть запрещен, флаг TAF во время серии обычно считывается как 1. Поэтому в большинстве случаев целесообразно сбрасывать разряд TAS в 0.

ЗАДЕРЖКА ЗАПУСКА СЕРИИ

Содержимое регистра задержки запуска серии определяет, через сколько минут после начала серии произойдет первое измерение температуры. Значение задержки сохраняется по адресам 212h (младший байт) и 213h (старший байт) как беззнаковое 16-разрядное целое число. Максимальная задержка составляет 65536 минут, что эквивалентно 45 дням, 12 часам и 15 минутам.

Обычно задержка серии равна 0. Если серия очень длинная, и в DS1921H/Z не умещаются все отсчеты температуры, взятые с заданным темпом, можно использовать несколько устройств. Во втором устройстве нужно установить задержку серии таким образом, чтобы запись начиналась сразу после того, как память первого устройства будет заполнена. Разряд RO регистра управления (адрес 020Eh) должен быть сброшен в 0 для предотвращения перезаписи сохраненных значений температуры после заполнения памяти.

РЕГИСТР СОСТОЯНИЯ

Регистр состояния содержит информацию о состоянии устройства, а также флаги температурной тревоги и срабатывания будильника. Этот регистр расположен по адресу 214h. Запись в регистр состояния неизбежно останавливает серию.

Регистр состояния

Адрес	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0214h	$\overline{\text{TCB}}$	MEMCLR	MIP	SIP	0	TLF	THF	TAF

Функциональное назначение каждого разряда приведено в таблице ниже. Разряды MIP, TFL, THF и TAF могут быть только сброшены в 0. Все другие разряды имеют доступ только для чтения. Разряд 3 функций не имеет.

Подробное описание регистра состояния

Описание бита	Бит	Определение
$\overline{\text{TCB}}$: преобразователь температуры занят	b7	Если этот разряд считывается как 0, значит, в данный момент идет преобразование температуры, которое было запущено автоматически в рамках серии или при выполнении команды преобразования температуры. Разряд $\overline{\text{TCB}}$ сбрасывается в 0 непосредственно перед началом преобразования и возвращается в 1 сразу после того, как результат преобразования будет защелкнут в регистре считывания по адресу 0211h.
MEMCLR: память очищена	b6	Если этот разряд считывается как 1, значит, страницы памяти 17 и выше (временные метки и длительности тревоги, гистограмма температур, за исключением памяти записи показаний), так же как и временная метка серии, счетчик выборок серии, задержка запуска серии и период выборок серии были обнулены путем выполнения команды очистки памяти. Разряд MEMCLR будет снова сброшен, как только в регистр периода выборок будет записано ненулевое значение, которое запустит новую серию, если бит $\overline{\text{EM}}$ сброшен в 0. Перед запуском новой серии память всегда должна быть очищена.
MIP: выполняется серия	b5	Если этот разряд считывается как 1, значит, в DS1921H/Z была запущена серия, и она еще выполняется. Серия запускается, если разряд $\overline{\text{EM}}$ регистра управления (адрес 20Eh) сброшен в 0 и в регистр периода выборок (адрес 20Dh) записано ненулевое значение. Разряд MIP сбрасывается в 0, когда серия заканчивается. Серия заканчивается при первой попытке записи (командой копирования блокнота) в любой регистр из диапазона адресов 200h...213h. Кроме того, серия может быть закончена путем прямой записи регистра состояния с установкой разряда MIP в 0. Разряд MIP не может быть установлен в 1 при записи регистра состояния.
SIP: идет выборка	b4	Если этот разряд считывается как 1, значит, в DS1921H/Z идет преобразование температуры при выполнении серии. Разряд SIP устанавливается в 1 примерно за 250 мс перед началом преобразования температуры, обеспечивая выход схемы из состояния ожидания. Преобразование температуры, включая время выхода из ждущего режима, занимает максимум 875 мс. В течение этого времени доступ к страницам памяти 17 и выше для чтения допустим, но может привести к считыванию неверных данных.
	b3	Нет функций

Подробное описание регистра состояния (продолжение)

Описание бита	Бит	Определение
TLF: флаг понижения температуры	b2	Если этот разряд установлен в 1, значит, во время серии температура достигала или была ниже значения, сохраненного в регистре нижнего порога температуры. Флаг понижения температуры может быть очищен в любой момент путем записи в него нуля.
THF: флаг превышения температуры	b1	Если этот разряд установлен в 1, значит, во время серии температура достигала или была выше значения, сохраненного в регистре верхнего порога температуры. Флаг превышения температуры может быть очищен в любой момент путем записи в него нуля.
TAF: флаг сработавшего будильника	b0	Если этот разряд установлен в 1, значит, во время серии сработывал будильник (см. раздел <i>Часы реального времени</i>). Флаг сработавшего будильника может быть очищен в любой момент путем записи в него нуля. Так как будильник не может быть запрещен, флаг TAF во время серии обычно считывается как 1.

ВРЕМЕННАЯ МЕТКА СЕРИИ

Когда запускается серия, копия регистров часов, расположенных по адресам 0201h, 0202h и 0204h...0206h, сохраняется как временная метка серии. Временная метка не является временем первого преобразования температуры в серии. Чтобы получить время первого преобразования, к значению метки следует добавить столько минут, сколько определено в регистре периода выборок, плюс значение задержки начала серии. Последующие отсчеты температуры будут идти с интервалом, заданным в регистре периода выборок. Отсчеты в серии производятся в тот момент, когда начинается новая минута.

Карта регистров метки времени

Адрес	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0215h	0	Десятки минут			Единицы минут			
0216h	0	12/24	20-ки часов AM/PM	10-ки часов	Единицы часов			
0217h	0	0	Десятки даты		Единицы даты			
0218h	0	0	0	10-ки месяцев	Единицы месяцев			
0219h	Десятки лет				Единицы лет			

СЧЕТЧИК ВЫБОРОК СЕРИИ

Счетчик выборок серии показывает, сколько отсчетов температуры произведено во время текущей серии (если MIP = 1) или во время последней серии (если MIP = 0). Значение сохраняется в виде беззнакового 24-разрядного целого числа. Счетчик выборок обнуляется командой очистки памяти.

Регистры счетчика выборок серии

Адрес	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
021Ah	Младший байт							
021Bh	Средний байт							
021Ch	Старший байт							

СЧЕТЧИК ВЫБОРОК УСТРОЙСТВА

Счетчик выборок устройства показывает, сколько отсчетов температуры произведено за время с момента изготовления устройства. Значение сохраняется в виде беззнакового 24-разрядного целого числа. Максимальное значение, которое может быть представлено в этом формате, равно 16777215, что больше, чем ожидаемый срок службы iButton DS1921H/Z. Счетчик выборок устройства не может быть программно обнулен.

Регистры счетчика выборок устройства

Адрес	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
021Dh	Младший байт							
021Eh	Средний байт							
021Fh	Старший байт							

ЗАПИСЬ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ГИСТОГРАММЫ

После запуска серии iButton DS1921H/Z байт за байтом записывает в память результаты измерений температуры, одновременно сохраняя результаты в другой области памяти в виде гистограммы. Память записи показаний способна сохранить 2048 отсчетов температуры, взятых через одинаковые промежутки времени. Первое измеренное в серии значение температуры сохраняется в памяти по адресу 1000h, второе – по адресу 1001h, и так далее. Зная время начала серии (временную метку серии), интервал между выборками температуры и задержку начала серии, можно восстановить время и дату для каждого измерения.

После того, как 2048 байт памяти записи показаний будут заполнены, DS1921H/Z может вести себя двумя различными способами. Пользователь может запрограммировать устройство таким образом, чтобы остановить дальнейшую запись данных (запретить перекрытие), или перезаписать сохраненные ранее данные (разрешить перекрытие), байт за байтом, снова начиная с адреса 1000h для 2049-го отсчета температуры. При этом содержимое счетчика выборок серии (адреса 21Ah...21Ch) вместе с временной меткой и периодом выборок позволяет восстановить время для всех значений, сохраненных в памяти. Это позволяет получить точную историю изменения температуры за время получения последних 2048 отсчетов. Все более ранние отсчеты не могут быть восстановлены. Вне зависимости от того, разрешено ли перекрытие, эти значения учитываются при накоплении данных гистограммы.

Для гистограммы температур DS1921H/Z обеспечивает 64 столбика, которые располагаются в памяти, начиная с адреса 0800h. Каждый столбик представляет собой 16-разрядный не

переполняющийся двоичный счетчик, который инкрементируется каждый раз, когда измеренное во время серии значение температуры попадает внутрь диапазона, соответствующего этому столбику. Младший байт каждого столбика расположен по меньшему адресу. Столбик 0 начинается по адресу 0800h, столбик 1 – 0802h, и так далее до 087Eh для столбика 63, как показано на рис. 7. Номер столбика, значение которого должно быть обновлено после преобразования температуры, вычисляется путем отсечения двух младших значащих разрядов двоичного значения температуры. Выходящие за допустимые пределы значения температуры ограничиваются и учитываются как 00h или FFh.

Рис. 7. СООТВЕТСТВИЕ СТОЛБИКОВ ГИСТОГРАММЫ ЗНАЧЕНИЯМ ТЕМПЕРАТУРЫ

Отсчет температуры	Эквив. темп. DS1921H в °C	Эквив. темп. DS1921Z в °C	Номер столбика гистограммы	Адрес столбика гистограммы
00h	14,500	-5,500	0	800h...801h
01h	14,625	-5,375	0	800h...801h
02h	14,750	-5,250	0	800h...801h
03h	14,875	-5,125	0	800h...801h
04h	15,000	-5,000	1	802h...803h
05h	15,125	-4,875	1	802h...803h
06h	15,250	-4,750	1	802h...803h
07h	15,375	-4,625	1	802h...803h
08h	15,500	-4,500	2	804h...805h
F7h	45,375	25,375	61	87Ah...87Bh
F8h	45,500	25,500	62	87Ch...87Dh
F9h	45,625	25,625	62	87Ch...87Dh
FAh	45,750	25,750	62	87Ch...87Dh
FBh	45,875	25,875	62	87Ch...87Dh
FCh	46,000	26,000	63	87Eh...87Fh
FDh	46,125	26,125	63	87Eh...87Fh
FEh	46,250	26,250	63	87Eh...87Fh
FFh	46,375	26,375	63	87Eh...87Fh

Так как каждый столбик гистограммы является двухбайтным, он может инкрементироваться до 65535 раз. Дополнительные измерения после достижения столбиком максимального значения не учитываются; счетчик столбика будет оставаться в состоянии максимального значения. При самом быстром темпе отсчетов (один отсчет в минуту) 2-байтного столбика хватит на 45 дней, даже если все отсчеты температуры попадают в один и тот же столбик.

ЗАПИСЬ СОСТОЯНИЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ТРЕВОГИ

Для некоторых приложений может оказаться необходимым записывать не только периодические отсчеты температуры и гистограмму, но и точные моменты времени, когда температура достигала границ определенного диапазона, и как долго температура находилась вне этого диапазона.

DS1921H/Z имеет возможность записи длительностей таких промежутков. Необходимый диапазон задается с помощью регистров порогов тревоги, которые расположены по адресам 20Bh и 20Ch в странице регистров. Они позволяют установить верхний и нижний температурные пороги. См. раздел *Преобразование температуры* для уточнения формата записи температуры в эти регистры. Все время, пока температура находится внутри заданного диапазона (т.е. выше, чем нижний порог и ниже чем верхний), DS1921H/Z не ведет запись температурной тревоги. Если температура во время серии достигает или выходит за пределы любого из установленных порогов, DS1921H/Z генерирует тревогу и устанавливает или флаг превышения температуры (THF), или флаг понижения температуры (TLF) в регистре состояния (адрес 214h). Таким образом, если условия поиска (адрес 20Eh) настроены соответствующим образом, с помощью функции поиска по условию (см. раздел *Команды функций ПЗУ*) мастер может быстро идентифицировать устройство в состоянии температурной тревоги. Кроме того, устройство генерирует временную метку для того момента, когда началась температурная тревога, и начинает запись длительности температурной тревоги.

Временные метки и длительности промежутков времени, когда температура находилась вне заданного диапазона, сохраняются в диапазоне адресов 0220h...027Fh, как показано на рис. 8. Объем памяти позволяет записать 24 отдельных события и длительности тревоги (12 длительностей превышения температуры и 12 длительностей понижения). Дата и время каждого из этих периодов может быть определена с помощью временной метки серии и интервала времени между отсчетами температуры.

Рис. 8. КАРТА ПАМЯТИ ВРЕМЕННЫХ МЕТОК И ДЛИТЕЛЬНОСТЕЙ ТРЕВОГИ

Адрес	Описание	Событие тревоги
0220h	Младший байт счетчика выборки серии	Тревога понижения температуры 1
0221h	Средний байт счетчика выборки серии	
0222h	Старший байт счетчика выборки серии	
0223h	Счетчик длительности тревоги	
0224h...0227h	Временная метка и длительность тревоги	Тревога понижения температуры 2
0228h...024Fh	Временные метки и длительности тревоги	Тревога понижения температуры 3...12
0250h	Младший байт счетчика выборки серии	Тревога превышения температуры 1
0251h	Средний байт счетчика выборки серии	
0252h	Старший байт счетчика выборки серии	
0253h	Счетчик длительности тревоги	
0254h...0257h	Временная метка и длительность тревоги	Тревога превышения температуры 2
0258h...027Fh	Временные метки и длительности тревоги	Тревога превышения температуры 3...12

Временная метка тревоги представляет собой копию счетчика выборки серии, сделанную в тот момент, когда случилась тревога. Младший байт сохраняется по меньшему адресу. Адрес, расположенный после временной метки, представляет собой 1-байтный счетчик длительности, который хранит число отсчетов температуры, когда она находилась за пределами установленных порогов. Если этот счетчик достигает своего предельного значения после 255 последовательных отсчетов температуры, а температура все еще не вернулась в установленный диапазон, устройство записывает новую метку времени по следующим адресам и начинает запись длительности в новом

счетчике. Если температура возвращается к нормальному значению до переполнения счетчика, этот счетчик никогда больше не будет инкрементирован. Если температура вновь выйдет за пределы установленных порогов, будет записана другая временная метка и при каждом отсчете температуры, лежащей вне заданного диапазона, будет инкрементироваться соответствующий счетчик. Этот алгоритм выполняется как для верхнего, так и для нижнего температурных порогов.

СЕРИЯ

Типичной задачей DS1921H/Z является запись значений температуры для критичного к температуре объекта. Чтобы устройство могло выполнять эту функцию, его вначале нужно сконфигурировать. Эта процедура называется настройкой серии.

Прежде всего, требуется, чтобы часы реального времени DS1921H/Z были установлены в соответствие с текущим временем и датой. Образцовым временем может служить Гринвичское (GMT) или любое другое время, согласно стандарту, выбранному для приложения. Работа часов должна быть разрешена ($\overline{EOSC} = 0$). Настройка будильника является необязательной. Память, предназначенная для сохранения временных меток и длительностей тревоги, гистограммы температур, также как и временная метка серии, счетчик выборок серии, задержка начала серии и период выборок, должны быть очищены с помощью команды очистки памяти. Для того чтобы серия была разрешена, флаг \overline{EM} должен быть сброшен в 0. Эти основные установки должны быть сделаны независимо от типа объекта наблюдения и длительности серии.

Затем должны быть определены верхний и нижний температурные пороги для задания диапазона допустимых температур. Как преобразовать значение температуры в двоичный код, предназначенный для записи в регистры порогов, описано в разделе *Преобразование температуры*.

Состояние разрядов условия поиска в регистре управления никак не влияет на серию. Если к 1-проводной (1-Wire) сети подключено несколько устройств, установка условий поиска позволит пользоваться командой поиска по условию для выявления устройств, в которых произошли определенные события, такие как срабатывание будильника или температурная тревога. Подробное описание процедуры условного поиска приведено в разделе *Команды функций ПЗУ*, который приведен ниже, и в описании регистра управления.

Значение разряда RO (разрешение перекрытия) и периода выборок зависит от длительности серии и требований к наблюдению. Если важна наиболее свежая история изменения температуры, то перекрытие должно быть разрешено ($RO = 1$). В противном случае необходимо оценить длительность серии в минутах и разделить ее значение на 2048 для вычисления значения периода выборок (количество минут между преобразованиями температуры). Если, например, длительность серии составляет примерно 10 дней (= 14400 минут), то объем памяти показаний (2048 байт) будет достаточен для сохранения нового значения каждые 7 минут. Если объем памяти показаний DS1921H/Z недостаточен для сохранения всех необходимых отсчетов температуры, можно использовать несколько устройств и установить значения задержки начала серии такими, чтобы второе устройство начинало запись, когда память первого устройства заполнится, и т.д. Разряд RO в этом случае должен быть сброшен в 0 для запрещения перекрытия, иначе сохраненная последовательность значений температуры будет перезаписана.

После того, как будет установлено значение разряда RO и записана задержка начала серии, должен быть записан регистр периода выборок. Период выборок может принимать любое значение от 1 до 255, представленное как беззнаковое 8-разрядное двоичное число. Как только значение периода выборок будет записано, DS1921H/Z скопирует текущее время и дату в регистр временной метки серии, установит разряд MIP и очистит флаг MEMCLR. После того, как истечет то количество минут, которое определено задержкой начала серии, устройство выполнит первое преобразование температуры в серии. При этом будут инкрементированы счетчик выборок серии и счетчик выборок устройства. Все последующие измерения температуры будут происходить в те моменты, когда начинается новая минута, а их частота будет определяться значением периода

выборок. Память DS1921H/Z можно считывать в любое время, например, чтобы проконтролировать процесс выполнения серии.

После запуска серии можно целиком считать страницу регистров, начиная с регистров температурной тревоги и заканчивая счетчиком выборки устройства, сохранив затем ее содержимое в закодированном виде как файл данных в 4096-битном ОЗУ устройства. Память общего назначения работает независимо от памяти, используемой для записи результатов во время серии. Однако нельзя производить запись в некоторые регистры, так как при этом серия будет остановлена.

АДРЕСНЫЕ РЕГИСТРЫ И СОСТОЯНИЕ ПЕРЕСЫЛКИ

Поскольку данные передаются последовательно, DS1921H/Z использует три адресных регистра, называемых TA1, TA2 и E/S (рис. 9). Регистры TA1 и TA2 загружаются адресом назначения, который указывает, куда должны быть записаны или откуда считаны данные. Регистр E/S является счетчиком байт и регистром состояния пересылки. Он доступен только для чтения и используется для проверки целостности данных при выполнении команд записи. Пять младших разрядов регистра E/S содержат адрес последнего байта, записанного в блокнот. Этот адрес называется конечным смещением. Разряд 5 регистра E/S, называемый флагом PF, или флагом неполного байта (partial byte flag), устанавливается в 1, если количество бит данных, переданных мастером, не кратно восьми. Разряд 6 всегда имеет нулевое значение. Заметьте, что пять младших разрядов адреса назначения также определяют начальный адрес в блокноте, где осуществляется промежуточное хранение данных. Этот адрес называется смещением байта. Если адрес назначения для команды записи равен, например, 13Ch, то поступающие данные будут сохраняться в блокноте, начиная со смещения байта 1Ch, и блокнот заполнится после приема всего 4-х байт, что даст конечное смещение 1Fh. Для получения максимальной скорости и эффективности, адрес назначения для записи должен указывать на начало новой страницы (т.е. смещение байта должно быть равно 0). При этом можно использовать все 32 байта блокнота, что также даст конечное смещение 1Fh. Тем не менее, возможна запись одного или нескольких смежных байт в любом месте страницы. Конечное смещение вместе с флагом неполного байта позволяют мастеру осуществлять проверку целостности данных после команды записи. Старший разряд регистра E/S называется флагом AA, или флагом принятия авторизации (authorization accepted flag). Он указывает на то, что данные, сохраненные в блокноте, уже были скопированы в память по адресу назначения. Запись данных в блокнот очищает этот флаг.

Рис. 9. АДРЕСНЫЕ РЕГИСТРЫ

	Номер бита	7	6	5	4	3	2	1	0
Адрес назначения (TA1)		T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	T0
Адрес назначения (TA2)		T15	T14	T13	T12	T11	T10	T9	T8
Конечный адрес со статусом данных (E/S) (только для чтения)		AA	0	PF	E4	E3	E2	E1	E0

ЗАПИСЬ С ПРОВЕРКОЙ

Для промежуточного хранения данных, записываемых в DS1921H/Z, используется блокнот. Вначале мастер посылает команду записи блокнота и задает желаемый адрес назначения, за которым следуют данные, предназначенные для записи в блокнот. На следующем шаге мастер

выдает команду чтения блокнота для проверки правильности данных. Как преамбулу к данным блокнота, DS1921H/Z повторяет адрес назначения TA1 и TA2, а также передает содержимое регистра E/S. Если флаг PF установлен, значит, данные были переданы в блокнот с ошибками. В этом случае мастер может не продолжать чтения; он может начать новую попытку записи данных в блокнот. Подобным образом установка флага AA говорит о том, что устройством не была распознана команда записи. Если все прошло успешно, то оба флага очищены, а конечное смещение указывает на адрес последнего байта, записанного в блокнот. В этом случае мастер может продолжить чтение и проверить каждый байт данных. После проверки данных мастер может выдать команду копирования блокнота. За кодом этой команды должно следовать точное содержимое регистров TA1, TA2 и E/S, которое мастер прочитал при проверке блокнота. Как только DS1921H/Z правильно принимает эти байты, происходит копирование данных в нужную область памяти, начиная с адреса назначения.

КОМАНДЫ ФУНКЦИЙ ПАМЯТИ

Блок-схема функций памяти (рис. 10) описывает протоколы, необходимые для доступа к памяти и регистрам специальных функций DS1921H/Z. Пример использования этих и других функций при настройке DS1921H/Z для проведения серии измерений можно найти в конце этого документа перед разделом *Электрические характеристики*. Обмен между мастером и DS1921H/Z может происходить как на обычной скорости (по умолчанию, OD = 0), так и в ускоренном режиме на повышенной скорости (OD = 1). Если DS1921H/Z специально не перевести в ускоренный режим, обмен будет происходить на обычной скорости.

Команда записи блокнота [0Fh]

После выдачи команды записи блокнота мастер должен сначала передать 2-байтный адрес назначения, а затем данные, предназначенные для записи в блокнот. Данные записываются в блокнот, начиная со смещения байта (T4:T0). В тот момент, когда мастер закончит запись данных, конечное смещение (E4:E0) будет равно смещению байта. Принимаются только полные байты данных. Если последний байт данных является неполным, он игнорируется и устанавливается флаг неполного байта (PF).

При выполнении команды записи блокнота внутренний генератор CRC (см. рис. 15) вычисляет CRC всего потока данных, начиная с кода команды и заканчивая последним байтом данных, переданных мастером. CRC генерируется с использованием полинома CRC16. Вначале генератор CRC очищается, затем в сдвиговый регистр по одному биту вводится код команды записи блокнота (0Fh), адрес назначения (TA1 и TA2), который был передан мастером, и все байты данных. Мастер может завершить выполнение команды записи блокнота в любой момент времени. Однако если конечное смещение равно 1111b, мастер может выдать 16 интервалов чтения и принять значение CRC, вычисленное DS1921H/Z.

Диапазон адресов 200h...213h страницы регистров во время серии защищен от записи. Для уточнения типа доступа к индивидуальным регистрам между сериями и во время серии, см. рис. 6.

Команда чтения блокнота [AAh]

Эта команда используется для проверки данных, записанных в блокнот, и адреса назначения. После выдачи кода команды мастер приступает к чтению. Два первых байта представляют собой адрес назначения. Следующий байт представляет собой конечное смещение/статус данных (E/S). За ним следуют данные, содержащиеся в блокноте, начиная со смещения байта (T4:T0), как показано на рис. 9. Независимо от конечного смещения, мастер может считать блокнот до конца, после чего он примет значение CRC16, вычисленное для кода команды, адреса назначения TA1 и TA2, байта E/S и данных блокнота, начиная с адреса назначения. Если мастер продолжит чтение после получения CRC, то будет считывать только единицы, вплоть до выдачи импульса сброса.

Рис. 10-1. БЛОК-СХЕМА ФУНКЦИЙ ПАМЯТИ

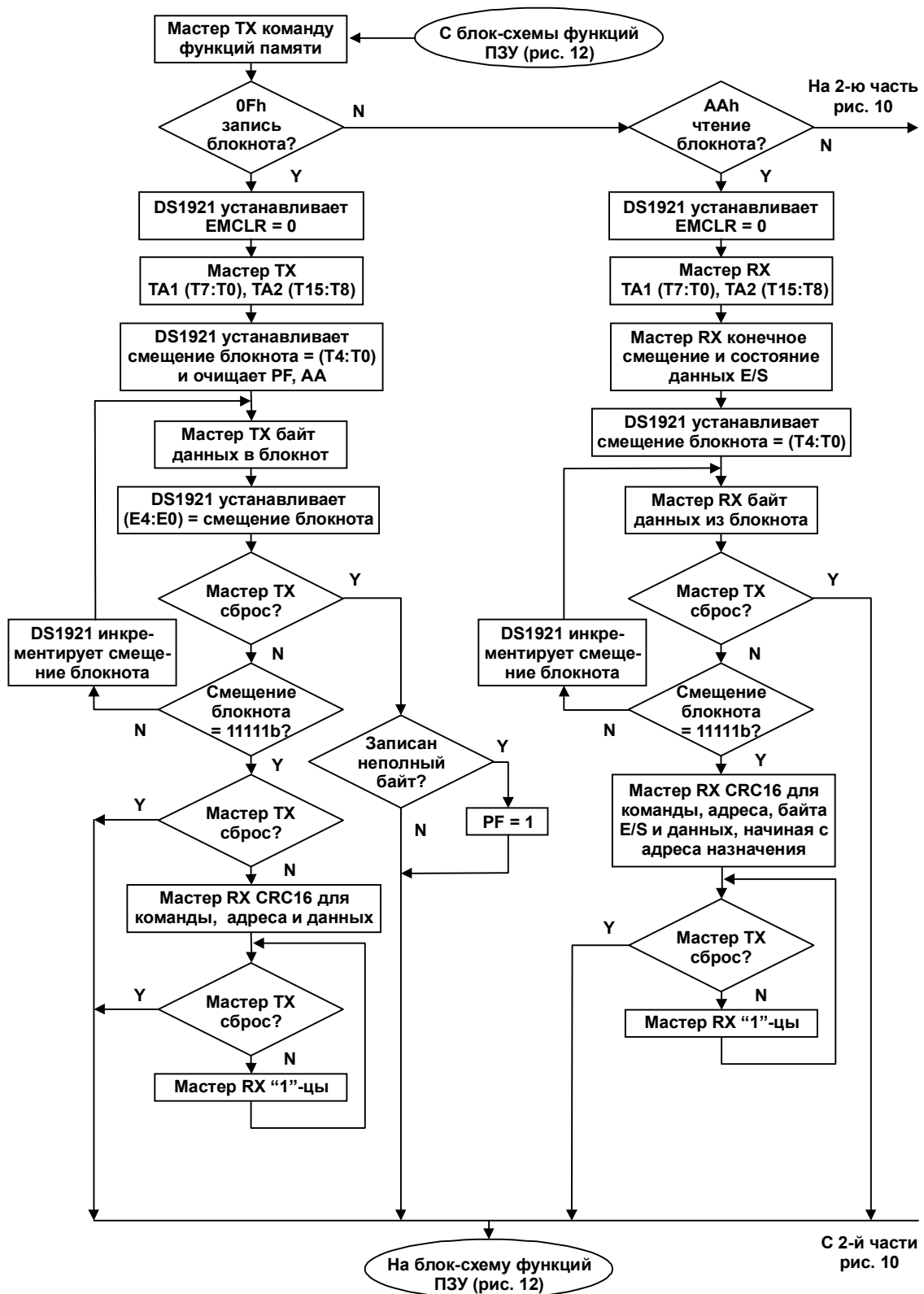


Рис. 10-2. БЛОК-СХЕМА ФУНКЦИЙ ПАМЯТИ (продолжение)

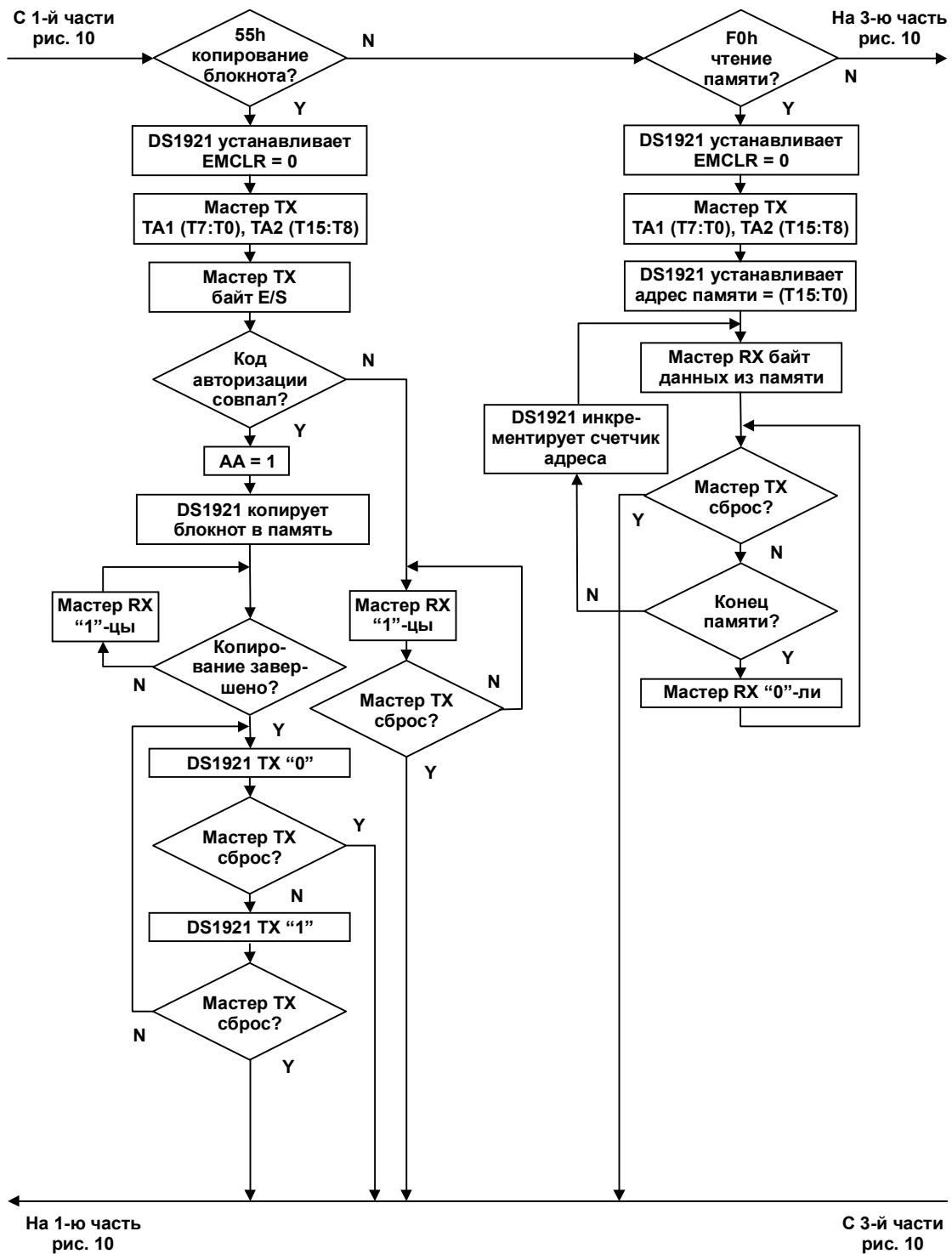


Рис. 10-3. БЛОК-СХЕМА ФУНКЦИЙ ПАМЯТИ (продолжение)

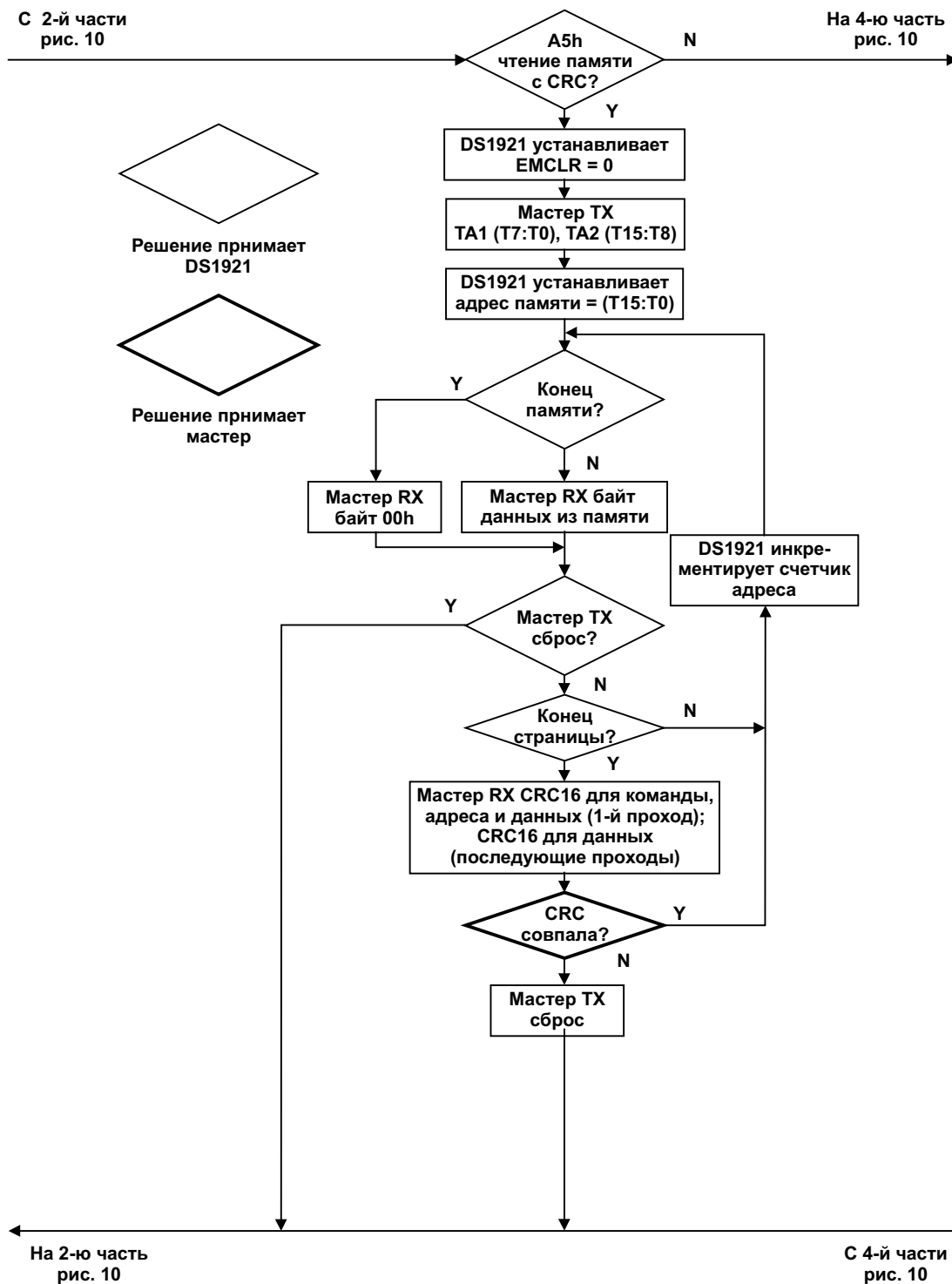
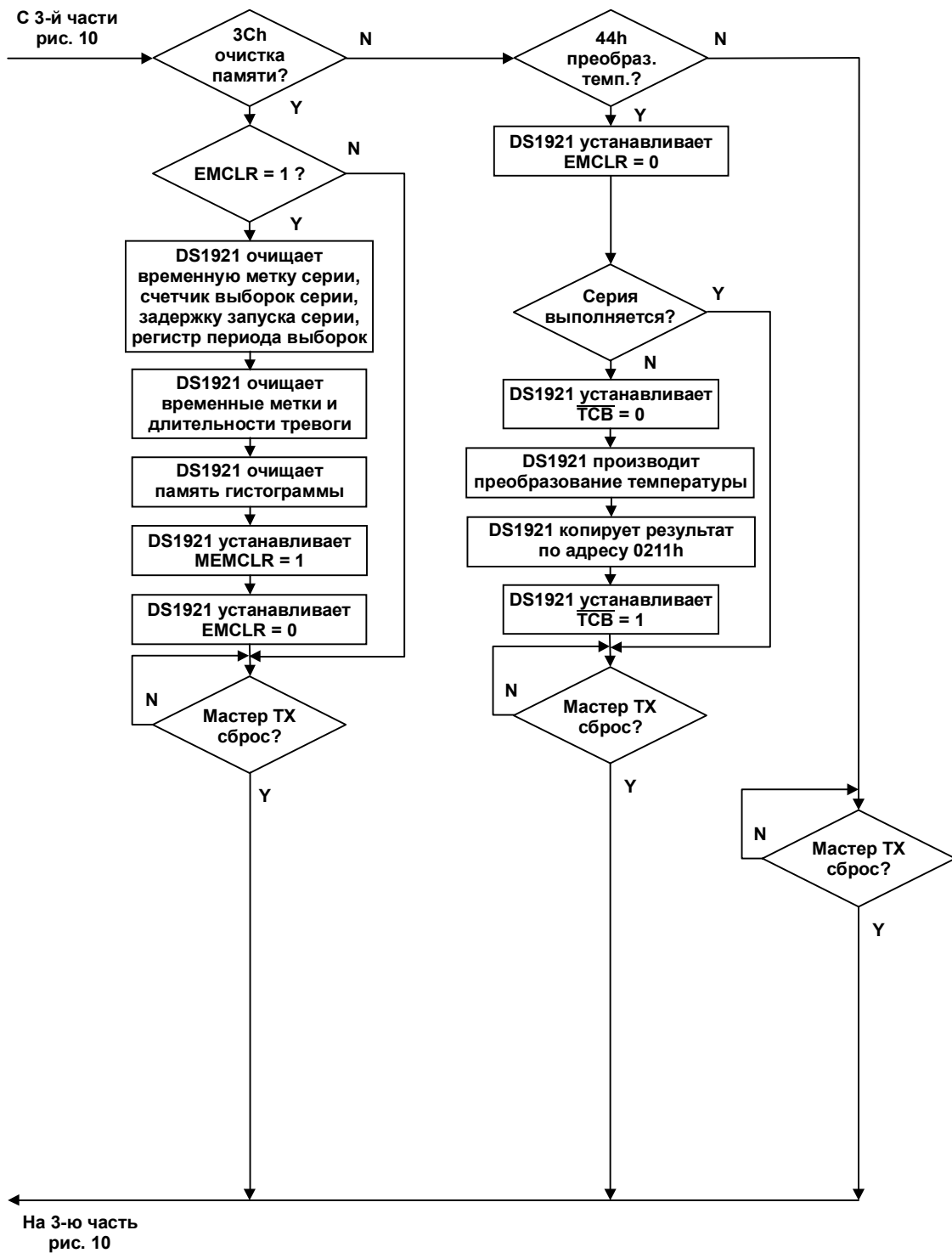


Рис. 10-4. БЛОК-СХЕМА ФУНКЦИЙ ПАМЯТИ (продолжение)



Команда копирования блокнота [55h]

Эта команда используется для копирования данных блокнота в память. После выдачи кода команды мастер должен передать 3-байтную последовательность авторизации, которая может быть получена с помощью команды чтения блокнота для его проверки. Эта последовательность должна точно совпадать с данными, которые содержатся в трех адресных регистрах (TA1, TA2, E/S, в этом порядке). Если последовательность авторизации совпадает, устанавливается флаг AA (флаг принятия авторизации) и начинается копирование. После завершения процесса копирования мастеру будет передаваться последовательность чередующихся нулей и единиц, вплоть до выдачи мастером импульса сброса. Любая попытка сбросить устройство в процессе копирования данных будет игнорирована. Процесс копирования обычно требует 2 мкс на каждый байт.

Данные, которые должны быть скопированы, определяются тремя адресными регистрами. Содержимое блокнота, начиная со смещения байта и заканчивая конечным смещением, будет скопировано в память, начиная с адреса назначения. В любом случае, этой командой может быть скопировано в память от 1 до 32 байт. Флаг AA будет оставаться в состоянии 1 до его очистки следующей командой записи блокнота.

Команда чтения памяти [F0h]

Команда чтения памяти может использоваться для чтения всего объема памяти. После выдачи кода команды мастер должен передать 2-байтный адрес назначения. После этих двух байт мастер считывает данные, начиная с адреса назначения, и может продолжать чтение до конца памяти. Если мастер продолжит чтение дальше, то получит одни логические единицы. Важно представлять, что регистры адреса назначения будут указывать на последний считанный байт. Байт конечного смещения/состояния данных не изменяется.

DS1921H/Z имеет аппаратные средства для осуществления безошибочной записи в память. Для безопасного чтения данных и одновременного повышения скорости обмена в 1-проводных системах рекомендуется организовывать данные в пакеты размером в одну страницу памяти. Такой пакет обычно содержит вычисленную мастером 16-битную CRC, которая обеспечивает быстрый и безошибочный обмен данными, исключая необходимость многократного чтения страницы для определения того, являются ли принятые данные правильными (см. «*Book of DS19xx iButton Standards*», главу 7, где приведена рекомендуемая файловая структура).

Команда чтения памяти с CRC [A5h]

Команда чтения памяти с CRC используется для чтения из памяти данных, которые не могут быть организованы в виде пакетов. Такими данными может являться копия страницы регистров и результаты измерений, записанные устройством во время серии. Эта команда работает по существу так же, как и простое чтение памяти, за исключением того, что DS1921H/Z генерирует и передает вслед за последним байтом данных страницы памяти 16-разрядную CRC.

После передачи кода команды чтения памяти с CRC мастер передает два байта адреса назначения (TA1 = T7:T0, TA2 = T15:T8), который определяет положение первого байта для чтения. Выдавая последующие интервалы чтения, мастер принимает данные из DS1921H/Z, с начального адреса и до конца 32-байтной страницы. После этого мастер может выдать 16 интервалов чтения и принять значение 16-разрядной CRC. Если мастер продолжит чтение, то он будет получать данные следующей страницы, за которыми снова будет следовать CRC для этой страницы. Данная последовательность будет продолжаться до тех пор, пока мастер не сбросит устройство.

При первом проходе по блок-схеме команды 16-разрядная CRC будет являться результатом сдвига в очищенный генератор CRC байта команды, 2-х байт адреса и содержимого памяти данных. При последующих проходах будет генерироваться 16-разрядная CRC, полученная только для содержимого памяти данных. После приема 16-разрядной CRC для последней страницы, мастер шины будет принимать от DS1921H/Z логические нули, а на границах страниц – CRC16, и так

будет продолжаться до выдачи импульса сброса. Выполнение команды чтения памяти с CRC может быть закончено в любой момент выдачей импульса сброса.

Команда стирания памяти [3Ch]

Команда стирания памяти используется для очистки значений периода выборок, задержки запуска серии, временной метки начала серии и счетчика выборок серии в странице регистров, а также памяти температурной тревоги и памяти гистограммы. Память должна быть очищена при настройке устройства для выполнения очередной серии. Для того чтобы команда очистки памяти выполнялась, разряд EMCLR регистра управления должен быть установлен в 1. Команда очистки памяти должна выдаваться сразу после установки этого разряда. Выполнение любой другой команды функций памяти сбросит разряд EMCLR. Команда очистки памяти выполняется примерно 500 мкс и не может быть прервана. Однако во время выполнения этой команды возможна выдача импульса сброса, выполнение команды функций ПЗУ, доступ к 4096 битам ОЗУ пользователя, чтение часов реального времени или регистра состояния. Когда выполнение команды очистки памяти завершается, бит MEMCLR устанавливается в 1, а бит EMCLR сбрасывается в 0.

Команда преобразования температуры [44h]

Если серия не находится в стадии выполнения, может быть выполнена команда преобразования температуры для измерения текущей температуры устройства. Результат преобразования будет находиться по адресу 211h страницы регистров. Команда преобразования температуры выполняется примерно 300 мс и не может быть прервана. Во время преобразования возможен доступ к любому адресу устройства.

1-ПРОВОДНАЯ ШИНА

1-проводная шина представляет собой систему, в которой имеется один мастер шины и одно или несколько подчиненных устройств. Во всех случаях DS1921H/Z является подчиненным устройством. Мастером шины обычно является микроконтроллер или РС. Для небольших систем сигналы 1-проводного протокола могут генерироваться программно, используя один вывод порта. Для систем, содержащих большое число датчиков, рекомендуется использовать микросхему драйвера однопроводной линии DS2480B или адаптеры для последовательного порта, построенные на основе этой микросхемы (серия DS9097U). Это упрощает аппаратную часть и освобождает микропроцессор от необходимости реагирования на события в реальном времени.

Обсуждение 1-проводной шины можно разбить на три части: аппаратная конфигурация, последовательность пересылки и 1-проводные сигналы (типы сигналов и их временные параметры). Протокол 1-проводной шины определяет пересылки с помощью понятия состояний шины во время специальных временных интервалов, которые начинаются спадом импульса синхронизации, выдаваемого мастером. Более детальное описание протокола приведено в главе 4 книги «*Book of DS19xx iButton Standards*».

АППАРАТНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ

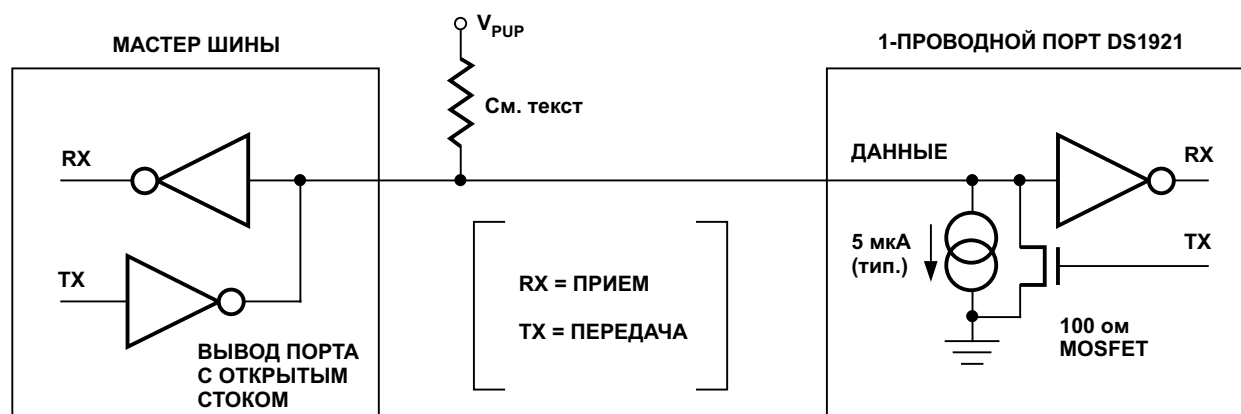
По определению 1-проводная (1-Wire) шина имеет только одну линию; поэтому важно обеспечить для каждого устройства, подключенного к шине, возможность в соответствующие моменты времени ею управлять. Для этого каждое устройство, подключенное к 1-проводной шине, должно иметь выход с открытым стоком или с тремя состояниями. DS1921H/Z имеет выход с открытым стоком, внутренняя эквивалентная схема показана на рис. 11.

Многоточечная шина представляет собой 1-проводную шину, к которой подключено несколько подчиненных устройств. В стандартном режиме передача данных по 1-проводной шине идет со скоростью максимум 16,3 Кбит в секунду. При включении ускоренного режима скорость может

быть увеличена до 142 Кбит в секунду. DS1921H/Z не гарантирует полной совместимости со стандартом iButton, так как для DS1921H/Z максимальная скорость обмена составляет 14,1 Кбит в секунду в стандартном режиме и 125 Кбит в секунду в ускоренном режиме. Значение номинала подтягивающего резистора зависит от протяженности сети и от величины нагрузки. Для большинства приложений подходит номинал около 2,2 Ком.

В состоянии покоя на линии 1-проводной шины присутствует высокий уровень. Если по каким-либо причинам пересылка должна быть приостановлена, линию **следует** оставить в состоянии покоя, чтобы впоследствии пересылка могла быть продолжена. Если этого не сделать и оставить линию в состоянии низкого уровня дольше, чем на 16 мкс при повышенной скорости, или 120 мкс при обычной скорости, одно или несколько устройств на шине могут быть сброшены. Для DS1921H/Z при повышенной скорости линия не должна находиться в состоянии низкого уровня дольше, чем 15,2 мкс, чтобы быть уверенным в том, что ни одно устройство не будет сброшено. Несмотря на такую неполную совместимость, DS1921H/Z корректно работает в паре с драйвером 1-проводной шины DS2480B и с адаптерами последовательного порта, построенными на основе этой микросхемы.

Рис. 11. АППАРАТНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕСЫЛКИ

Последовательность действий для доступа к DS1921H/Z через 1-проводный порт должна быть следующей:

- Инициализация
- Команда функций ПЗУ
- Команда функций памяти
- Передача данных

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ

Все пересылки по 1-проводной шине начинаются с последовательности инициализации. Последовательность инициализации содержит импульс сброса, выдаваемый мастером шины, за которым следует импульс (импульсы) присутствия, передаваемый подчиненным устройством (устройствами).

Импульс присутствия говорит мастеру шины о том, что подчиненное устройство представлено на шине и оно готово к работе. Более подробную информацию можно найти в разделе «Сигналы 1-проводной шины».

КОМАНДЫ ФУНКЦИЙ ПЗУ

Когда мастер шины обнаруживает импульс присутствия, он может подать одну из семи команд функций ПЗУ. Все команды функций ПЗУ имеют длину 8 разрядов. Список этих команд приведен ниже (см. блок-схему на рис. 12).

Чтение ПЗУ [33h]

Эта команда позволяет мастеру шины считать из DS1921H/Z 8-разрядный код семейства, код температурного диапазона, уникальный 36-разрядный серийный номер и 8-разрядную CRC. Команда может быть использована только в том случае, когда на шине присутствует всего одно подчиненное устройство. Если имеется несколько подчиненных устройств, то произойдет искажение данных, так как все они попытаются одновременно передать данные (открытые стоки реализуют функцию «монтажное И»). В результате принятый мастером код семейства, код температурного диапазона и 36-разрядный серийный номер будут неправильными и дадут неверную CRC.

Сравнение ПЗУ [55h]

Команда сравнения ПЗУ, за которой следует 64-разрядный регистрационный номер, позволяет мастеру шины адресовать отдельное устройство на многоточечной шине. Только тот экземпляр DS1921H/Z, содержащее ПЗУ которого полностью совпадет с переданным мастером 64-разрядным регистрационным номером, будет отвечать на последующие команды функций памяти. Все остальные подчиненные устройства будут ожидать импульса сброса. Эта команда может использоваться при наличии на шине как одного, так и нескольких устройств.

Пропуск ПЗУ [CCh]

Эта команда позволяет экономить время в случае наличия на шине всего одного устройства, позволяя мастеру шины обращаться к функциям памяти без привлечения 64-разрядного регистрационного номера. Если на шине присутствует более одного подчиненного устройства, а вслед за командой пропуска ПЗУ посылается, например, команда чтения, произойдет искажение данных, так как несколько подчиненных устройств попытаются передать данные одновременно (открытые стоки реализуют функцию «монтажное И»).

Поиск ПЗУ [F0h]

Когда система включается в первый раз, мастер шины может не знать количества присутствующих на шине устройств или их 64-разрядных регистрационных номеров. Команда поиска ПЗУ позволяет мастеру шины воспользоваться процессом идентификации 64-разрядных номеров методом исключения для всех подчиненных устройств, подключенных к шине. Процесс поиска ПЗУ представляет собой повторение простой процедуры, выполняемой в три приема: чтение бита, чтение инверсии бита, затем записи желаемого значения этого бита. Мастер шины выполняет эту процедуру для каждого бита регистрационного номера. После одного полного прохода мастер шины определяет 64-разрядный номер одного из устройств. Регистрационные номера остальных устройств можно определить с помощью дополнительных проходов. См. главу 5 книги «*Book of DS19xx iButton Standards*», где приведено исчерпывающее описание процесса поиска ПЗУ, включая конкретный пример.

Рис. 12-1. БЛОК-СХЕМА ФУНКЦИЙ ПЗУ

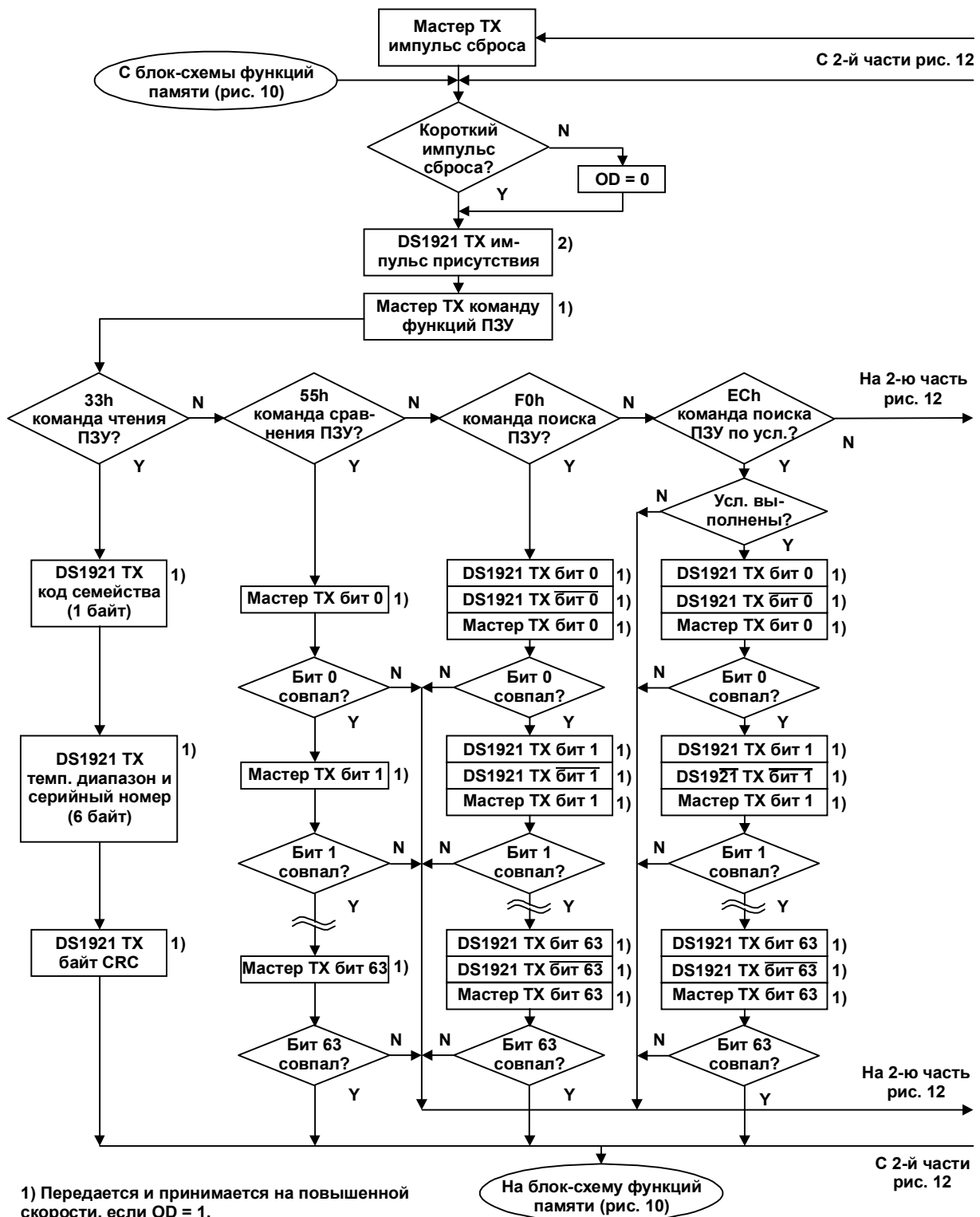
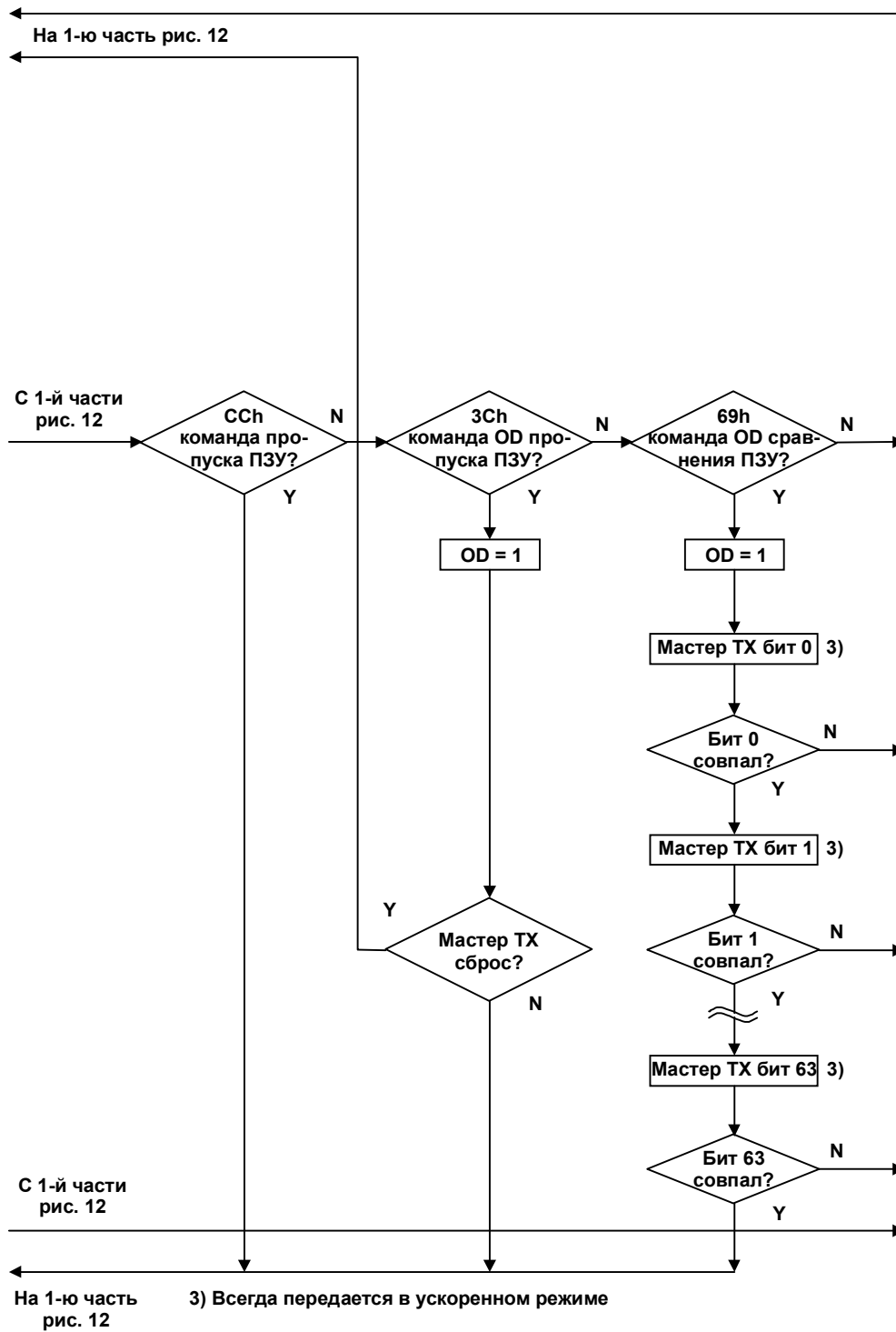


Рис. 12-2. БЛОК-СХЕМА ФУНКЦИЙ ПЗУ (продолжение)



Поиск по условию [ECh]

Команда поиска по условию работает подобно команде поиска ПЗУ, за исключением того, что в поиске будут участвовать только те устройства, для которых выполняются определенные условия. Условия определяются разрядами TAS, THS и TLS регистра управления (адрес 20Eh). Поиск по условию представляет для мастера эффективное средство для определения на многоточечной шине тех устройств, которые сигнализируют о важном событии, как, например, выход температуры из заданного диапазона. После каждого прохода поиска по условию, когда успешно определен 64-разрядный код ПЗУ одного из устройств на многоточечной шине, к этому устройству может быть осуществлен доступ, как и в случае команды сравнения ПЗУ, а все другие устройства, выпавшие во время поиска, будут ожидать импульс сброса.

Для поиска по условию можно выбрать любую комбинацию трех условий поиска с помощью установки соответствующих разрядов регистра управления в 1. Эти разряды напрямую соответствуют флагам регистра состояния устройства. Если флаг регистра состояния установлен в 1, и соответствующий разряд регистра управления тоже установлен, устройство будет отвечать на команду поиска по условию. Если выбрано несколько условий поиска, первое случившееся событие приведет к ответу устройства на команду поиска по условию.

Пропуск ПЗУ в ускоренном режиме [3Ch]

Эта команда позволяет экономить время в случае наличия на шине всего одного устройства, позволяя мастеру шины обращаться к функциям памяти без привлечения 64-битного регистрационного номера. В отличие от обычной команды пропуска ПЗУ, команда пропуска ПЗУ в ускоренном режиме переводит DS1921H/Z в ускоренный режим (overdrive mode, OD = 1). Любой обмен после этой команды должен производиться на повышенной скорости, пока импульс сброса длительностью минимум 480 мкс не сбросит все устройства на шине и не переведет их в режим обычной скорости (OD = 0).

На многоточечной шине эта команда переводит в ускоренный режим все устройства, которые этот режим поддерживают. Для последующей адресации отдельного устройства, поддерживающего ускоренный режим, должен быть выдан импульс сброса на повышенной скорости, за которым должна следовать команда сравнения ПЗУ или поиска ПЗУ. Это ускоряет процесс поиска. Если на шине присутствует несколько подчиненных устройств, поддерживающих ускоренный режим, а за командой пропуска ПЗУ в ускоренном режиме следует команда чтения, произойдет искажение данных, так как несколько подчиненных устройств попытаются передать данные одновременно (открытые стоки реализуют функцию «монтажное И»).

Сравнение ПЗУ в ускоренном режиме [69h]

Сравнение ПЗУ в ускоренном режиме, за которым следует 64-битный регистрационный номер, передаваемый на повышенной скорости, позволяет мастеру шины адресовать отдельное устройство на многоточечной шине. Только тот экземпляр DS1921H/Z, содержащее ПЗУ которого полностью совпадет с переданным мастером 64-битным регистрационным номером, будет отвечать на последующие команды функций памяти. Подчиненные устройства, которые уже находятся в ускоренном режиме после предыдущей команды пропуска ПЗУ в ускоренном режиме или после успешного выполнения команды сравнения ПЗУ в ускоренном режиме, остаются в этом режиме. Все подчиненные устройства, поддерживающие ускоренный режим, возвращаются в режим обычной скорости при следующем импульсе сброса длительностью минимум 480 мкс. Команда сравнения ПЗУ в ускоренном режиме может использоваться при наличии на шине как одного, так и нескольких устройств.

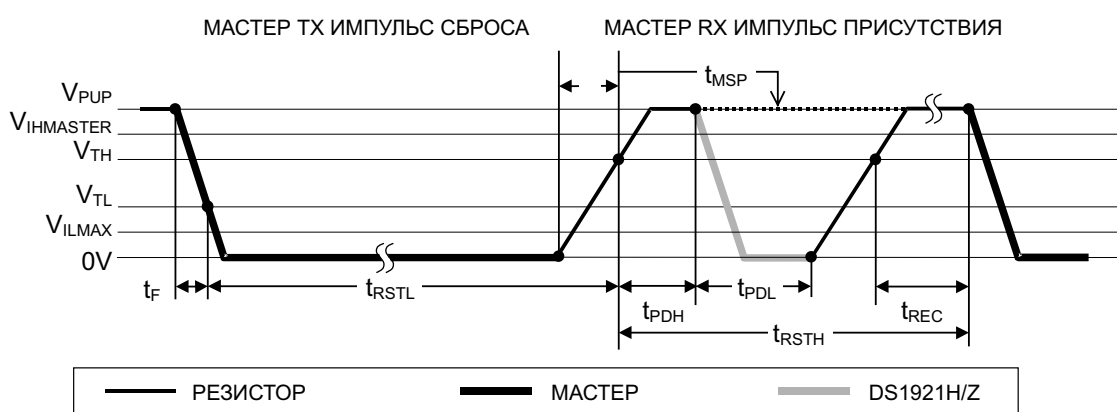
СИГНАЛЫ 1-ПРОВОДНОЙ ШИНЫ

Для гарантии целостности данных DS1921H/Z требует строгого соблюдения протокола обмена. Протокол содержит четыре типа сигналов: последовательность сброса с импульсом сброса и импульсом присутствия, запись нуля, запись единицы и чтение данных. Все эти сигналы, за исключением импульса присутствия, иницируются мастером шины. DS1921H/Z имеет возможность вести обмен на двух разных скоростях: стандартной скорости и повышенной скорости в ускоренном режиме. Если устройство специально не переведено в ускоренный режим, DS1921H/Z работает на стандартной скорости. В ускоренном режиме все сигналы имеют меньшую длительность.

Чтобы перейти из состояния покоя в активный режим, напряжение на линии 1-проводной шины должно упасть с V_{PUP} ниже порогового значения V_{TL} . Для перехода с активного режима в состояние покоя, напряжение должно подняться с V_{ILMAX} выше порога V_{TH} . Напряжение V_{ILMAX} используется для определения логического уровня, но с ним не связана инициация каких-либо действий.

Последовательность инициализации, которая требуется для начала любого обмена с DS1921H/Z, показана на рис. 13. За импульсом сброса следует импульс присутствия, который говорит о готовности DS1921H/Z принять данные, представляющие собой корректные команды функций ПЗУ или памяти. В сети, содержащей разнородные устройства, длительность низкого уровня импульса сброса t_{RSTL} должна быть достаточной для того, чтобы самое медленное устройство восприняло его как импульс сброса. Для DS1921H/Z эта длительность составляет 480 мкс на стандартной скорости и 62 мкс в ускоренном режиме. Если мастер шины использует управление скоростью нарастания на спаде импульсов, он должен удерживать низкий уровень на линии в течение времени $t_{RSTL} + t_F$ для компенсации времени спада. При длительности t_{RSTL} 480 мкс или более, устройство переходит из ускоренного режима в режим обычной скорости. Если DS1921H/Z находится в ускоренном режиме, и длительность t_{RSTL} не превышает 80 мкс, устройство остается в ускоренном режиме.

Рис. 13. ПРОЦЕДУРА ИНИЦИАЛИЗАЦИИ (ИМПУЛЬСЫ СБРОСА И ПРИСУТСТВИЯ).



После того, как мастер освобождает линию, он переходит в режим приема (RX). Теперь 1-проводная шина находится в состоянии высокого уровня, что обеспечивается подтягивающим резистором или, в случае применения драйвера DS2480B, активной схемой. Когда достигается порог V_{TH} , DS1921H/Z формирует задержку t_{PDH} , а затем посылает импульс присутствия путем удержания линии в состоянии низкого уровня в течение времени t_{PDL} . Для обнаружения импульса присутствия мастер должен проверить состояние линии в момент t_{MSP} .

Промежуток t_{RSTH} должен быть как минимум равен сумме t_{PDHMAX} , t_{PDLMAX} и t_{RECMIN} . Сразу после окончания интервала t_{RSTH} может производиться обмен данными. В сети, содержащей разнородные устройства, длительность t_{RSTH} должна быть увеличена как минимум до 480 мкс на

стандартной скорости и до 48 мкс в ускоренном режиме для согласования с другими 1-проводными устройствами.

Временные интервалы записи и чтения

Обмен данными с DS1921H/Z происходит с помощью временных интервалов, каждый из которых служит для передачи одного бита. Временные интервалы записи предназначены для передачи данных от мастера к подчиненному устройству, а временные интервалы чтения – от подчиненного устройства к мастеру. Определение интервалов записи и чтения проиллюстрировано на рис. 14.

Любой интервал начинается с того, что мастер переводит линию в состояние низкого уровня. Как только напряжение на линии упадет ниже порога V_{TL} , DS1921H/Z начинает формирование внутреннего временного интервала. Разброс длительности этого интервала определяет окно опроса подчиненного устройства, которое длится от t_{SLSMIN} до t_{SLSMAX} . Напряжение на линии данных в момент опроса определяет, каким воспринимается этот временной интервал для DS1921H/Z: как 1 или как 0. Для обеспечения надежного обмена напряжение в течение всего окна опроса должно быть или ниже V_{ILMAX} , или выше максимального значения V_{TH} .

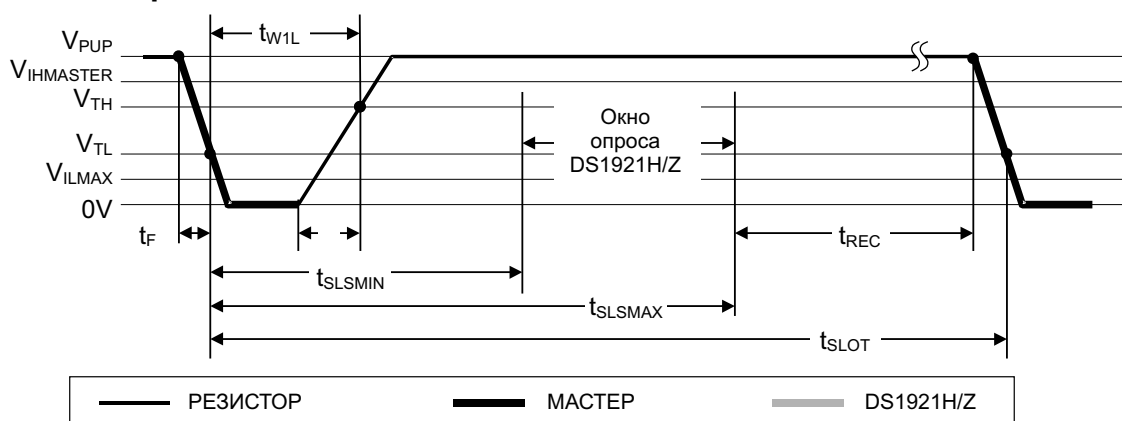
Передача данных от мастера к подчиненному устройству

Для временного интервала записи единицы время удержания мастером низкого уровня ($t_{MPD1} = t_{W1L} - \varepsilon + t_F$) должно быть достаточно малым, чтобы позволить напряжению на линии достичь значения V_{TH} к моменту t_{SLSMIN} , ближайшей точки опроса DS1921H/Z. После самой дальней точки опроса (t_{SLSMAX}) перед началом следующего временного интервала требуется время восстановления (t_{REC}).

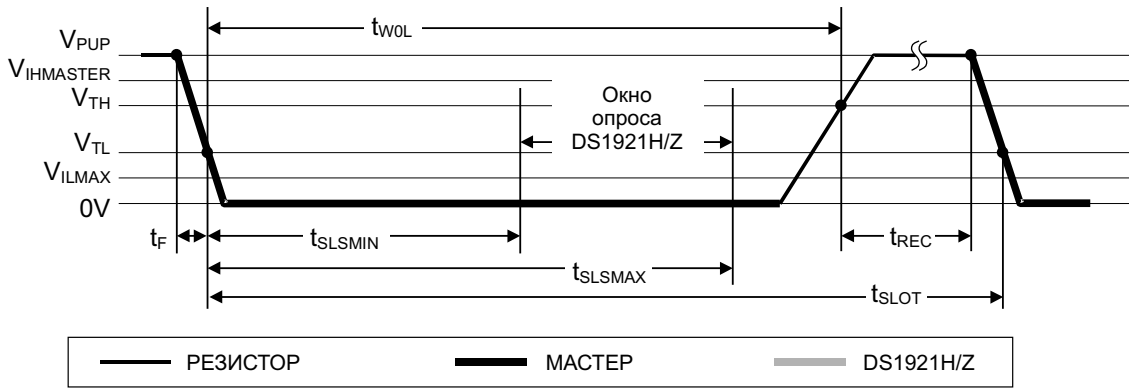
Для временного интервала записи нуля время удержания мастером низкого уровня ($t_{MPD0} = t_{W0L} + t_F$) должно быть достаточно большим, чтобы сохранить напряжение на линии ниже значения V_{ILMAX} до самой дальней точки опроса DS1921H/Z в момент t_{SLSMAX} . Перед началом следующего временного интервала напряжение на линии данных должно подняться выше V_{TH} и оставаться таким в течение времени восстановления t_{REC} .

Рис. 14. ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА ЗАПИСИ/ЧТЕНИЯ

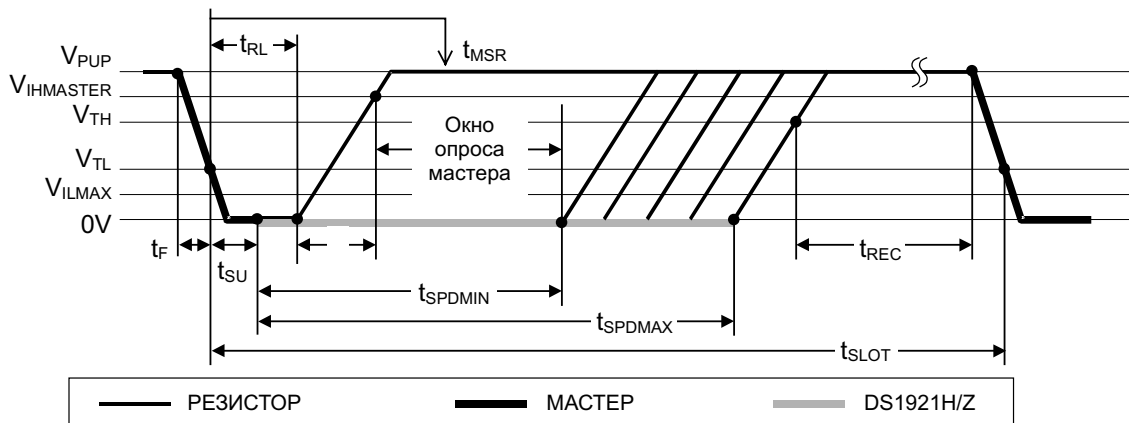
Временной интервал записи единицы



Временной интервал записи нуля



Временной интервал чтения данных



Передача данных от подчиненного устройства к мастеру

Временной интервал **чтения** очень похож на временной интервал записи единицы. Мастер начинает интервал чтения с того, что переводит линию в состояние низкого уровня. Как только напряжение на линии упадет ниже порога V_{TL} , DS1921H/Z начинает формирование внутреннего временного интервала. Время удержания мастером низкого уровня ($t_{MPDR} = t_{RL} + t_F$) должно быть достаточным, чтобы перекрыть время установления t_{SU} , после которого DS1921H/Z выдает бит данных на 1-проводный порт. Если передается 0, DS1921H/Z удерживает линию данных в состоянии низкого уровня в течение времени t_{SPD} . Если бит данных равен 1, DS1921H/Z вообще не переводит линию данных в состояние низкого уровня.

Мастер опрашивает линию данных в момент времени t_{MSUR} , который лежит внутри окна, ограниченного суммой времени t_{RL} и времени нарастания (δ) с одной стороны, и временем $t_{SU} + t_{SPDMIN}$ с другой. Оптимальное положение точки опроса в случае **чтения нуля** находится не позднее момента $t_{SU} + t_{SPDMIN}$. В случае **чтения единицы** напряжение на 1-проводной линии в момент t_{MSUR} должно успеть достигнуть значения $V_{IHMASTER}$. Это условие определяет максимальную длительность удержания мастером низкого уровня. Для обеспечения надежного обмена длительность удержания мастером низкого уровня должна быть как можно меньше, чтобы предоставить максимум времени для достижения линией значения V_{IHMIN} . Перед началом следующего временного интервала по истечению t_{SPDMAX} напряжение на линии данных должно подняться выше V_{TH} и оставаться таким в течение времени восстановления t_{REC} .

ВЫЧИСЛЕНИЕ CRC

DS1921H/Z использует два разных типа контрольной суммы (CRC). Первым типом является 8-разрядная CRC. Она вычисляется при изготовлении и записывается лазером в старший байт 64-битного ПЗУ. Эквивалентный полином для этой CRC имеет следующий вид: $X^8 + X^5 + X^4 + 1$.

Для проверки правильности считывания данных из ПЗУ, мастер шины может вычислить значение CRC для первых 56 бит 64-битного ПЗУ и сравнить его со значением, считанным из DS1921H/Z. Эта 8-разрядная CRC принимается при чтении ПЗУ в нормальном виде (без инверсии).

Вторым типом является 16-разрядная CRC, вычисляемая с помощью стандартизованного полинома $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$. Эта CRC используется для обнаружения ошибок при чтении памяти с CRC и для быстрой проверки правильности пересылки данных при записи или чтении блокнота. Этот же тип CRC используется в iButton с энергонезависимой памятью для обнаружения ошибок в рамках расширенной файловой структуры. В отличие от 8-разрядной CRC, 16-разрядная CRC всегда считывается и передается в инвертированном виде. Внутренний генератор CRC DS1921H/Z (рис. 15) вычисляет новое значение 16-разрядной CRC в соответствии с блок-схемой команд, показанной на рис. 10. Мастер шины может сравнить значение CRC, считанное из устройства, со значением, вычисленным им самим для тех же данных. На основании результата сравнения мастер может принять решение продолжить операцию или повторить чтение той части данных, для которой обнаружена ошибка CRC.

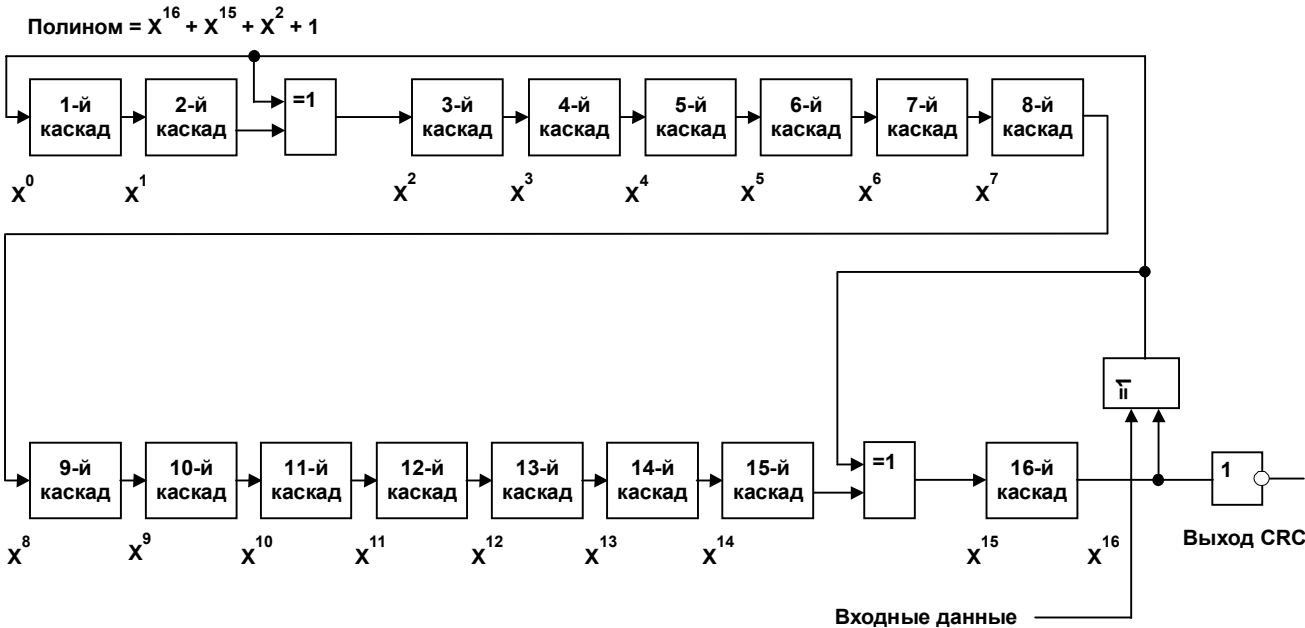
При первом проходе по блок-схеме команды чтения памяти с CRC 16-разрядная CRC является результатом сдвига в предварительно очищенный генератор CRC байта команды, за которым следуют два байта адреса и байты данных. При следующих проходах 16-разрядная CRC является результатом сдвига в предварительно очищенный генератор CRC только байтов данных.

При записи блокнота генерация CRC начинается очисткой сдвигового регистра генератора CRC. Затем по одному биту в сдвиговый регистр вводится код команды, адрес назначения TA1 и TA2, а также все байты данных. DS1921H/Z передает эту CRC только в том случае, если записанные в блокнот данные достигли конечного смещения, равного 11111b. Данные могут начинаться с любой позиции блокнота.

При чтении блокнота генерация CRC также начинается очисткой сдвигового регистра генератора CRC. Затем по одному биту в сдвиговый регистр вводится код команды, адрес назначения TA1 и TA2, байт E/S, а также данные блокнота, начиная со смещения блокнота. DS1921H/Z передает эту CRC только в том случае, если мастер прочитает блокнот до конца, независимо от значения конечного смещения.

Более подробное описание процесса вычисления CRC приведено в *Application Note 27* и книге «*Book of DS19xx iButton Standards*».

Рис. 15. АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ПОЛИНОМ ВЫЧИСЛЕНИЯ CRC-16



ПРИМЕР СЕРИИ: ПОДГОТОВКА И ЗАПУСК НОВОЙ СЕРИИ

Предположим, что предыдущая серия закончилась. Для остановки выполняющейся серии можно, например, выполнить такую же последовательность, как для шага 1, или сбросить разряд MIP в 0 записью регистра состояния.

Подготовка DS1921H/Z к выполнению новой серии и запуск серии требует выполнения до четырех шагов:

Шаг 1: установка часов реального времени (если они должны быть скорректированы)

Шаг 2: очистка данных предыдущей серии

Шаг 3: установка условий поиска и задержки начала серии

Шаг 4: установка порогов температурной тревоги и запись периода выборок для запуска серии

ШАГ 1

Пусть текущее время равно 15:30:00 часов, понедельник, 1-е апреля 2002 года. В результате в часы реального времени нужно записать следующие данные:

Адрес:	200h	201h	202h	203h	204h	205h	206h
Данные:	00h	30h	15h	01h	81h	04h	02h

Если к мастеру подключен только один экземпляр DS1921H/Z, на шаге 1 требуется произвести следующий обмен:

Режим мастера	Данные	Комментарии
TX	(Сброс)	Импульс сброса (480...960 мкс)
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	СCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	0Fh	Команда записи блокнота
TX	00h	ТА1, начальное смещение = 00h
TX	02h	ТА2, адрес = 0200h
TX	<7 байт данных>	Запись 7-ми байт данных в блокнот
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	СCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	AAh	Команда чтения блокнота
RX	00h	Чтение ТА1, начальное смещение = 00h
RX	02h	Чтение ТА2, адрес = 0200h
RX	06h	Чтение E/S, конечное смещение = 6h, флаги = 0h
RX	<7 байт данных>	Чтение и проверка данных блокнота
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	СCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	55h	Команда копирования блокнота
TX	00h	ТА1
TX	02h	ТА2 (КОД АВТОРИЗАЦИИ)
TX	06h	E/S
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия

ШАГ 2

Установить бит EMCLR в 1, разрешить работу часов реального времени, а затем выполнить команду очистки памяти. В результате в регистр состояния должны быть записаны следующие данные:

Адрес:	20Eh
Данные:	40h

Если к мастеру подключен только один экземпляр DS1921H/Z, на шаге 2 требуется произвести следующий обмен:

Режим мастера	Данные	Комментарии
TX	(Сброс)	Импульс сброса (480...960 мкс)
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	CCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	0Fh	Команда записи блокнота
TX	0Eh	TA1, начальное смещение = 0Eh
TX	02h	TA2, адрес = 020Eh
TX	40h	Запись байта состояния в блокнот
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	CCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	AAh	Команда чтения блокнота
RX	0Eh	Чтение TA1, начальное смещение = 0Eh
RX	02h	Чтение TA2, адрес = 020Eh
RX	0Eh	Чтение E/S, конечное смещение = 0Eh, флаги = 0h
RX	40h	Чтение и проверка данных блокнота
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	CCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	55h	Команда копирования блокнота
TX	0Eh	TA1
TX	02h	TA2 (КОД АВТОРИЗАЦИИ)
TX	0Eh	E/S
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	CCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	3Ch	Команда очистки памяти
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия

ШАГ 3

В данном примере перекрытие запрещено и в качестве условия поиска выбрано только превышение температуры. Задержка запуска серии установлена равной 90 (5Ah) минутам. В результате в регистры специальных функций нужно записать следующие данные:

Адрес:	20Eh	20Fh	210h	211h	212h	213h
Данные:	02h	00h*	00h*	00h*	5Ah	00h

- * Быстрее произвести запись по адресам 20Fh .. 211h, чем осуществлять доступ к регистру задержки запуска серии в отдельном цикле. Попытка записи не влияет на содержимое этих регистров.

Если к мастеру подключен только один экземпляр DS1921H/Z, на шаге 3 требуется произвести следующий обмен:

Режим мастера	Данные	Комментарии
TX	(Сброс)	Импульс сброса (480...960 мкс)
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	CCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	0Fh	Команда записи блокнота
TX	0Eh	ТА1, начальное смещение = 0Eh
TX	02h	ТА2, адрес = 020Eh
TX	<6 байт данных>	Запись 6-ти байт данных в блокнот
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	CCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	AAh	Команда чтения блокнота
RX	0Eh	Чтение ТА1, начальное смещение = 0Eh
RX	02h	Чтение ТА2, адрес = 020Eh
RX	13h	Чтение E/S, конечное смещение = 13h, флаги = 0h
RX	<6 байт данных>	Чтение и проверка данных блокнота
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	CCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	55h	Команда копирования блокнота
TX	0Eh	ТА1
TX	02h	ТА2 (КОД АВТОРИЗАЦИИ)
TX	13h	E/S
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия

ШАГ 4

В данном примере нижний порог температурной тревоги установлен равным 0°C, а верхний порог – равным 10°C, в предположении, что используется DS1921Z. Период выборок установлен равным 10 минутам, что обеспечивает длительность серии до 14 дней. В результате в регистры специальных функций нужно записать следующие данные:

Адрес:	20Bh	20Ch	20Dh
Данные:	2Ch	7Ch	0Ah

Если к мастеру подключен только один экземпляр DS1921H/Z, на шаге 4 требуется произвести следующий обмен:

Режим мастера	Данные	Комментарии
TX	(Сброс)	Импульс сброса (480...960 мкс)
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	CCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	0Fh	Команда записи блокнота
TX	0Bh	ТА1, начальное смещение = 0Bh
TX	02h	ТА2, адрес = 020Bh
TX	<3 байта данных>	Запись 3-х байт данных в блокнот
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	CCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	AAh	Команда чтения блокнота
RX	0Bh	Чтение ТА1, начальное смещение = 0Bh
RX	02h	Чтение ТА2, адрес = 020Bh
RX	0Dh	Чтение E/S, конечное смещение = 0Dh, флаги = 0h
RX	<3 байта данных>	Чтение и проверка данных блокнота
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия
TX	CCh	Команда пропуска ПЗУ
TX	55h	Команда копирования блокнота
TX	0Bh	ТА1
TX	02h	ТА2 (КОД АВТОРИЗАЦИИ)
TX	0Dh	E/S
TX	(Сброс)	Импульс сброса
RX	(Импульс присутствия)	Импульс присутствия

Если шаг 4 выполнен успешно, регистр временной метки серии будет содержать дату и время часов реального времени, бит MIP регистра состояния будет установлен в 1, а бит MEMCLR – сброшен в 0.

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Размер	см. чертеж корпуса
Вес	3,3 грамма
Допустимая относительная влажность	90% при +50°C
Допустимая высота над уровнем моря	3000 м
Условия безопасности	Соответствует UL#913 (4-я редакция); взрывобезопасное исполнение, утверждено для использования в классе I, раздел 1, группы A, B, C и D

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ УСЛОВИЯ*

Напряжение на входе/выходе относительно земли	-0,5 В...+6 В
Втекающий ток входа/выхода	20 мА
Рабочая температура DS1921H, DS1921Z	-40°C...+85°C
Температура перехода	+150°C
Температура хранения	-25°C...+50°C

* Функционирование устройства при этих или любых других условиях, выходящих за приведенные в спецификации рамки, не предполагается. Работа при максимально допустимых условиях в течение длительного периода времени может привести к снижению надежности. Устройство не должно подвергаться воздействию температур выше +70°C в течение длительного периода времени.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ(V_{PUP} = 2,8 В...5,25 В, T_A = -40°C...+85°C)

ПАРАМЕТР	СИМВ.	УСЛОВИЯ	МИН.	ТИП.	МАКС.	ЕД.	ПРИМ.
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВХОДА/ВЫХОДА							
Сопrotивление подтягивающего резистора	R _{PUP}				2,2	Ком	1, 2
Входная емкость	C _{IO}			100	800	Пф	3
Входной ток	I _L	При напр. на входе V _{PUP}	1		10	мкА	4
Пороговое напряжение при переходе из 1 в 0	V _{TL}	V _{PUP} > 4,5 В	1,14		2,70	В	5, 6, 7
			0,71		2,70		
Входное напряжение низкого уровня	V _{IL}				0,30	В	1, 5, 8
Пороговое напряжение при переходе из 0 в 1	V _{TH}	V _{PUP} > 4,5 В	1,00		2,70	В	5, 6, 9
			0,66		2,70		
Выходное напряжение низкого уровня при токе 4 мА	V _{OL}				0,4	В	5, 10
Время восстановления	t _{REC}	Стандартная скорость, R _{PUP} = 2,2 Ком	5			мкс	1
		Повышенная скорость, R _{PUP} = 2,2 Ком	2				
		Повышенная скорость, непосредственно перед импульсом сброса, R _{PUP} = 2,2 Ком	5				

ПАРАМЕТР	СИМВ.	УСЛОВИЯ	МИН.	ТИП.	МАКС.	ЕД.	ПРИМ.
Длительность временного интервала	t_{SLOT}	Стандартная скорость	76			мкс	1, 15
		Повышенная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	7				
		Повышенная скорость	10				
ВХОД/ВЫХОД, ЦИКЛ СБРОСА И ПОЛУЧЕНИЯ ИМПУЛЬСА ПРИСУТСТВИЯ							
Длительность низкого уровня сброса	t_{RSTL}	Стандартная скорость	480		640	мкс	1, 15
		Повышенная скорость	62		80		
Длительность высокого уровня импульса присутствия	t_{PDH}	Стандартная скорость	15		60	мкс	15
		Повышенная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	1,4		5		
		Повышенная скорость	1,4		7,4		
Длительность низкого уровня импульса присутствия	t_{PDL}	Стандартная скорость	60		240	мкс	15
		Повышенная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	7,5		18,7		
		Повышенная скорость	7,5		34		
Время опроса импульса присутствия	t_{MSP}	Стандартная скорость	60		75	мкс	1
		Повышенная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	5		8,9		
		Повышенная скорость	7,4		8,9		
ВХОД/ВЫХОД, ЦИКЛ ЗАПИСИ							
Длительность низкого уровня при записи 0	t_{W0L}	Стандартная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	53		120	мкс	1, 15
		Стандартная скорость	71		120		
		Повышенная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	5		15,2		
		Повышенная скорость	8		15,2		
Длительность низкого уровня при записи 1	t_{W1L}	Стандартная скорость	5		$15 - \varepsilon$	мкс	1, 11
		Повышенная скорость	1		$2 - \varepsilon$		
Окно опроса при записи (для подчиненного устройства)	t_{SLS}	Стандартная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	19		53	мкс	15
		Стандартная скорость	15		71		
		Повышенная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	2		5		
		Повышенная скорость	2		8		
ВХОД/ВЫХОД, ЦИКЛ ЧТЕНИЯ							
Время установления при чтении 0	t_{SU}	Стандартная скорость			5	мкс	
		Повышенная скорость			1		
Длительность низкого уровня при чтении	t_{RL}	Стандартная скорость	5		$15 - \delta$	мкс	1, 12
		Повышенная скорость	1		$2 - \delta$		
Длительность низкого уровня при чтении 0 (для подчиненного устройства)	t_{SPD}	Стандартная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	19		53	мкс	15
		Стандартная скорость	15		71		
		Повышенная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	2		5		
		Повышенная скорость	2		8		
Окно опроса при чтении	t_{MSR}	Стандартная скорость, $V_{\text{PUP}} > 4,5 \text{ В}$	$t_{\text{RL}} + \delta$		19	мкс	1, 12
		Стандартная скорость	$t_{\text{RL}} + \delta$		15		
		Повышенная скорость	$t_{\text{RL}} + \delta$		2		
ЧАСЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ							
Отклонение частоты	Δ_f	$-40^\circ\text{C} \dots +85^\circ\text{C}$	-48		+46	10^{-6}	

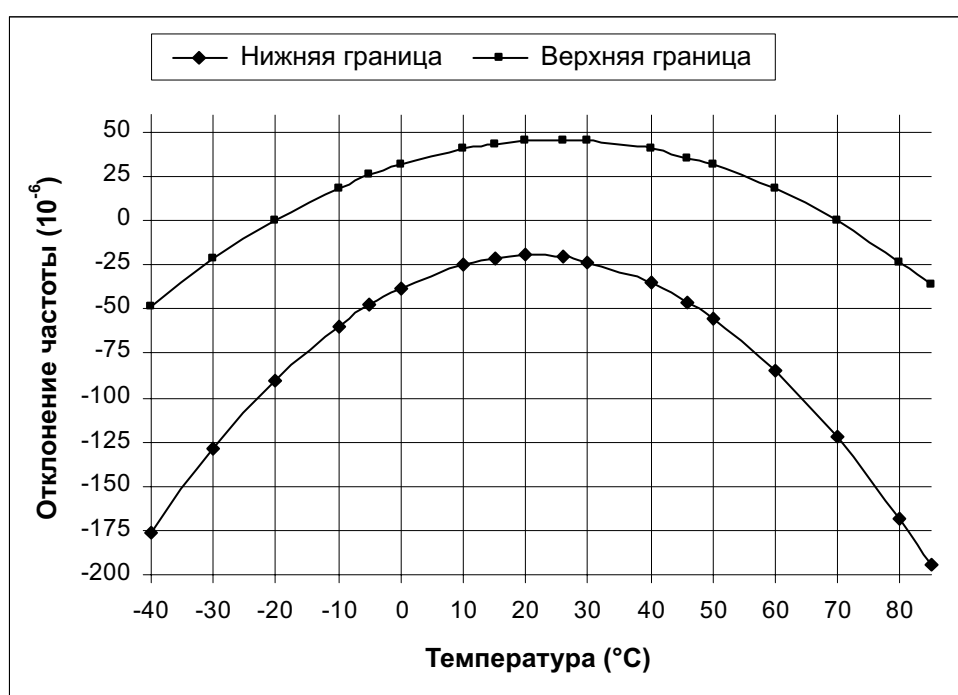
ПАРАМЕТР	СИМВ.	УСЛОВИЯ	МИН.	ТИП.	МАКС.	ЕД.	ПРИМ.
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ							
Температурный диапазон преобразователя	T_{TC}	DS1921H	+15		+46	°C	
		DS1921Z	-5		+26		
Время преобразования	t_{CONV}		75		360	мс	
Тепловая постоянная времени	τ_{RESP}			130		с	13
Ошибка преобразования	$\Delta\theta$		-1		+1	°C	
Количество преобразований	N_{CONV}		(см. графики)			—	14

ПРИМЕЧАНИЯ:

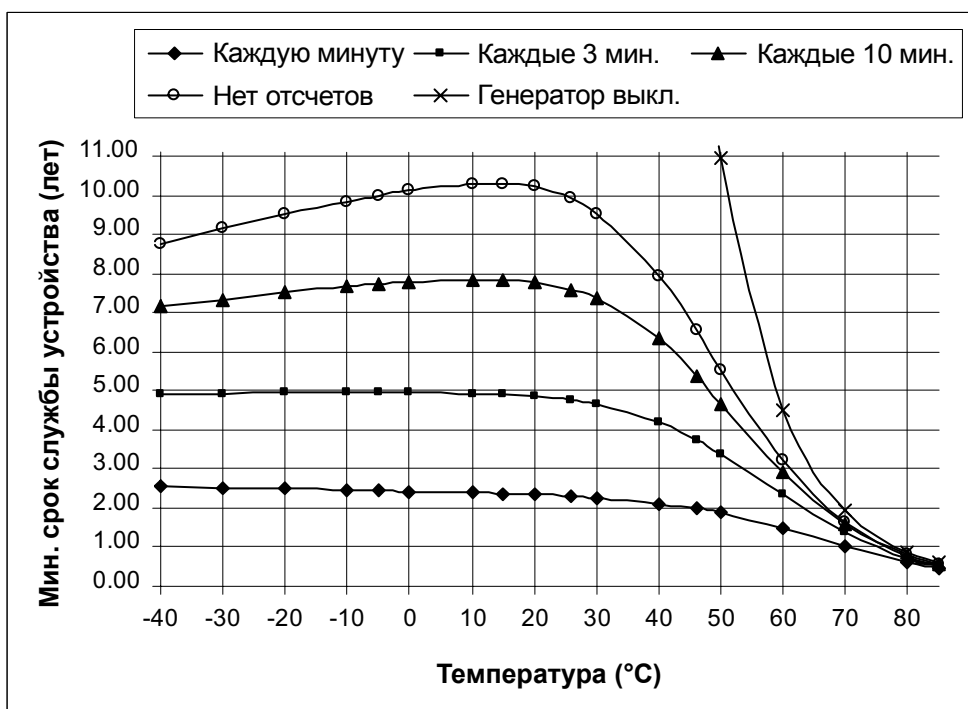
- 1) Системное требование.
- 2) Максимально допустимое сопротивление подтягивающего резистора является функцией количества 1-проводных устройств в системе и времени восстановления. Приведенное здесь значение дано для одного устройства и минимального времени восстановления. Для более сложных систем требуется активная подтяжка, обеспечиваемая, например, драйвером DS2408B.
- 3) При первом включении емкость вывода данных может достигать 800 пФ. Если используется подтягивающий резистор 5 Ком с линии данных на V_{PUP} , то достаточно времени 5 мс после включения питания, чтобы паразитная емкость перестала влиять на нормальный обмен.
- 4) Нагрузка на землю, представленная входом.
- 5) Все напряжения указаны относительно земли.
- 6) V_{TL} , V_{TH} являются функциями внутреннего напряжения питания.
- 7) Напряжение на выводе данных, ниже приведенного, при переходе из единицы в ноль воспринимается как логический 0.
- 8) Когда мастер удерживает линию в состоянии низкого логического уровня, напряжение на выводе данных должно быть меньше или равно V_{ILMAX} .
- 9) Напряжение на выводе данных, выше приведенного, при переходе из ноля в единицу воспринимается как логическая 1.
- 10) Вольт-амперная характеристика линейна для напряжений меньше 1В.
- 11) ϵ представляет собой время, требуемое схеме подтяжки для увеличения напряжения на линии с V_{IL} до V_{TH} .
- 12) δ представляет собой время, требуемое схеме подтяжки для увеличения напряжения на линии с V_{IL} до входного порога высокого логического уровня мастера.
- 13) Это значение получено в результате тестирования, с условиями которого можно ознакомиться по адресу: <http://www.cemagref.fr/English/index.htm> (Test Report No. E42).
- 14) Количество преобразований температуры (количество отсчетов), которое может быть проделано с внутренним источником питания, зависит от рабочей температуры и температуры хранения устройства. Когда устройство не используется для записи серии показаний, тактовый генератор часов реального времени должен быть выключен, а устройство должно храниться при температуре не выше +25°C. При этих условиях срок хранения составляет минимум 10 лет.
- 15) Выделенные цветом значения **не** соответствуют опубликованному стандарту на iButton. Смотрите сравнительную таблицу, которая приведена ниже.

Название параметра	Стандартные значения				Значения для DS1921H/Z			
	Стандартная скорость		Повышенная скорость		Стандартная скорость		Повышенная скорость	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
t_{SLOT} (включая t_{REC})	61 мкс	—	7 мкс	—	76 мкс	—	10 мкс	—
t_{RSTL}	480 мкс	—	48 мкс	80 мкс	480 мкс	640 мкс	62 мкс	80 мкс
t_{PDH}	15 мкс	60 мкс	2 мкс	6 мкс	15 мкс	60 мкс	1,4 мкс	7,4 мкс
t_{PDL}	60 мкс	240 мкс	8 мкс	24 мкс	60 мкс	240 мкс	7,5 мкс	34 мкс
t_{WOL}	60 мкс	120 мкс	6 мкс	16 мкс	71 мкс	120 мкс	8 мкс	15,2 мкс
$t_{\text{SLS}}, t_{\text{SPD}}$	15 мкс	60 мкс	2 мкс	6 мкс	15 мкс	71 мкс	2 мкс	8 мкс

Отклонение частоты генератора часов реального времени в зависимости от температуры



Минимальный срок службы устройства в зависимости от температуры



Минимальный срок службы устройства в зависимости от частоты измерения температуры

