

DS1921G: Устройства ТЕРМОХРОН iButton™

✳️ **Элин** Перевод выполнен НТЛ «Элин» (<http://www.elin.ru>), декабрь 2011

Краткое Описание

Прибор DS1921G Thermochron® iButton® является самодостаточной системой, которая после задания ей выбранных пользователем установочных значений измеряет температуру и записывает результаты в защищенную секцию встроенной энергонезависимой памяти данных. Запись производится с определяемой пользователем скоростью. Данные сохраняются как в виде значений температуры (при этом два последовательных результата хранятся в соседних ячейках памяти данных буфера последовательных отсчетов), так и в форме гистограммы или длительности нахождения температуры за установленными пределами. Прибор может сохранять до 2048 значений температуры, измеренной через равные интервалы от 1 минуты до 255 минут. Гистограмма температур отображает 63 столбца данных с разрешением 2,0°C. Каждый столбец эквивалентен 16-разрядному двоичному счетчику, показания которого увеличиваются, если измеренное значение температуры попадает в минидиапазон, с которым связан столбец. Если температура выходит за пределы, задаваемые пользователем (верхний и нижний), DS1921G регистрирует момент, когда это случилось, и сколько именно времени температура оставалась вне допустимого коридора, а также была ли она при этом выше или ниже заданных границ. Прибор может записать 24 таких случая, по 12 для каждого из порогов (верхнего и нижнего). Для этого используется специальный сегмент энергонезависимой памяти прибора, доступный пользователю, как и другие сегменты хранения зарегистрированных данных, только для чтения. Все три сегмента независимы, и никак не связаны друг с другом, а потому являются простым, дополняющим друг друга решением для хранения и восстановления информации об температуре объекта, где установлен DS1921G. Кроме того, прибор содержит четвертый независимый сегмент дополнительной памяти (512 байт), заполняемый пользователем, и конкретизирующий характеристики регистрируемого процесса, его особенности или особенности места установки прибора.

Данные передаются последовательно с помощью протокола 1-Wire®, который требует для своей реализации только одного вывода данных (DATA) и общего провода (RETURN). Каждый экземпляр DS1921G имеет собственный 64-разрядный регистрационный номер, который записан в ПЗУ лазером в процессе изготовления, что обеспечивает гарантированную идентификацию и позволяет осуществлять объективный контроль температуры.

Прочный корпус MicroCAN из нержавеющей стали, в котором размещена электронная схема DS1921G, обладает высокой стойкостью к воздействиям окружающей среды, таким, как загрязнение, влажность, удары. Этот компактный, монетообразный (дисковый) корпус легко фиксируется специальными зондами для считывания информации, что значительно облегчает работу оператора с прибором. Другие специальные

аксессуары для фиксации устройств в подобных корпусах позволяют легко закреплять прибор DS1921G на любой поверхности, включая контейнеры, чехлы, кюветы и т.д.

Уникальный регистрационный номер каждого изделия и несбрасываемый счетчик, увеличивающий свои показания при каждом новом запуске, помогают избежать путаницы между отдельными приборами DS1921G.

Применение

Регистрация температуры при обеспечении Холодовой Цепи, а также при контроле переработки и сохранности пищевых, фармацевтических и медицинских продуктов.

Индивидуальные Особенности

- Встроенный цифровой термометр для регистрации температуры с разрешением 0,5°C.
- Погрешность $\pm 1^\circ\text{C}$ в диапазоне от -30°C до $+70^\circ\text{C}$ (для определения погрешности см. раздел «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ»).
- Встроенные часы/календарь реального времени с погрешностью хода ± 2 минуты в месяц при эксплуатации в температурном диапазоне от 0°C до 45°C .
- Водонепроницаемость при условии размещения внутри приспособления iButton Capsule DS9107 (допустимое давление воды превышает 3 атм.)
- Автоматический запуск и измерение значения окружающей температуры с программируемым пользователем интервалом в диапазоне от 1 минуты до 255 минут.
- Возможность регистрации до 2048 последовательных отсчетов измеренных значений температуры в энергонезависимую память, доступную только для чтения.
- Запись долговременной температурной гистограммы с разрешением 2°C.
- Программируемые верхний и нижний температурные пороги.
- Фиксирование 24 моментов начала и продолжительности временных интервалов, нахождения контролируемой температуры за границами коридора, определяемого температурными порогами.
- 512 байт энергонезависимой памяти общего назначения для записи/чтения.
- Разделение памяти на 256 – битные страницы для пакетирования данных.
- Для связи с внешними средствами поддержки имеет встроенный узел 1-Wire-интерфейса, реализующий сетевой протокол передачи данных, поддерживающий скорость обмена до 15,4 Кбит/с в стандартном режиме и до 125 Кбит/с в ускоренном режиме.
- Встроенный генератор циклического кода (CRC) для избежания ошибок при чтении данных.
- 256-разрядная блокнотная (промежуточная) память, обеспечивающая правильность передачи данных.

Общие Особенности Устройств iButton Маркировка

- Обеспечивает моментальную идентификацию и передачу информации при кратковременном прикосновении к корпусу прибора.
- Уникальный, фабрично подготовленный лазером 64-разрядный регистрационный идентификационный номер (8 разрядов кода семейства + 48 разрядов серийного номера + 8 разрядов контрольной суммы), позволяющий безошибочно идентифицировать прибор.
- Встроенный сетевой контроллер 1-Wire-магистрали обеспечивает совместимость с другими продуктами, оснащенными 1-Wire-интерфейсом, поэтому множество подобных приборов могут работать на одной 1-Wire-магистрали.
- Встроенная базовая полупроводниковая схема хранит получаемую от встроенного термометра устройства информацию в сжатом виде
- Данные с прибора могут быть получены (считаны) благодаря кратковременному прикосновению внешнего зонда к обеим плоскостям его корпуса.
- Монетообразный корпус прибора самоцентрируется в специализированных приемных зондах.
- Долговечный корпус прибора выдерживает воздействие большинства агрессивных сред и имеет на своей поверхности выгравированный индивидуальный регистрационный номер прибора.
- Приборы легко закрепляются посредством самоклеющихся площадок, защелкивания за фланец корпуса или кольцевого зажима.
- Встроенная схема детектора напряжения четко фиксирует прикосновения приёмного зонда устройства-считывателя.
- Как и большинство устройств iButton DS1921G сертифицирован, как прибор, отвечающий пятой редакции нормативного Документа UL#913 (от 24.02.1997) для встроенной безопасной электроаппаратуры. Он аттестован для использования в соответствии с требованиями Класса 1, Раздела 1, Групп А, В, С, D этого Документа.

Обозначение прибора	Температурный диапазон	Тип корпуса
DS1921G-F5#	от -40°C до +85°C	F5, iButton
DS1921G-F5N#	от -40°C до +85°C	F5, iButton

- Означает, что прибор изготовлен по бессвинцовой RoHS-технологии в соответствии с Директивой Евросоюза 2002/95/EC от 07.06.2002 г. "Ограничение на опасные вещества" (RoHS-Restriction of Hazardous Substances)

Для версии прибора DS1921G-F5N# доступен сертификат соответствия NIST. Подробнее см. Application Note 4629: iButton® Data-Logger Calibration and NIST Certificate FAQs (Часто задаваемые вопросы о калибровке и NIST-сертификации логгеров iButton).

Примеры Аксессуаров

Обозначение	Аксессуар
DS9096P	Самоклеющаяся площадка
DS9101	Многоцелевой зажим
DS9490B	Адаптер USB – 1-Wire
DS9093RA	Фиксирующее кольцо-держатель
DS9093A	Защелкивающийся кольцевой замок для фиксации iButton на плоской поверхности
DS9092	Приемный iButton-зонд

Цоколевка выводов корпуса прибора приведена в конце этого документа

Внимание! Thermochron, iButton и 1-Wire являются зарегистрированными марками изготовителя Maxim Integrated Products, Inc.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

Напряжение на выводе DATA относительно вывода GND от -0,5В до +6,0В
 Ток через вывод DATA 20мА
 Рабочий температурный диапазон от -40°C до +85°C*
 Допустимая температура хранения от -40°C до +85°C*

Внимание!!! Эксплуатация при более жестких условиях может привести к повреждению приборов. Указаны предельные величины, поэтому эксплуатация прибора при таких условиях или при других, превышающих указанные в данной спецификации, не подразумевается. Длительное воздействие предельных условий также может повредить прибор.

*Хранение при температурах больше +50°C значительно сокращает срок службы элемента питания.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

(при напряжении питания резистора подтяжки шины DATA $V_{PUP} = 2,8В...5,25В$ и температуре $T_A = -40°C...+85°C$).

Параметр	Обозначение	Условия	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы
Общие параметры вывода DATA						
Сопrotивление резистора «подтяжки» шины DATA 1-Wire-магистрали	R_{PUP}	(Замечания 1, 2)			2,2	КОм
Входная емкость	C_{IO}	(Замечания 3, 4)		100	800	пФ
Входной ток	I_L	Вывод DATA «подтянут» к V_{PUP} (Замечание 5)			10	мкА
Порог переключения из высокого в низкий уровень (Замечания 4, 6, 7, 8)	V_{TL}	$V_{PUP} > 4,5 В$	1,14		2,70	В
			0,71		2,70	
Входное напряжение низкого уровня	V_{IL}	(Замечания 1, 6, 9)			0,30	В

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (продолжение)

(при напряжении питания резистора подтяжки шины DATA $V_{PUP} = 2,8V...5,25V$ и температуре $T_A = -40^{\circ}C...+85^{\circ}C$).

Параметр	Обозначение	Условия	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы
Порог переключения из низкого в высокий уровень (Замечания 4, 6, 7, 10)	V_{TH}	$V_{PUP} > 4,5 V$	1,00		2,70	В
			0,66		2,70	
Выходное напряжение низкого уровня	V_{OL}	Ток нагрузки 4 мА (Замечание 6, 11)			0,4	В
Время восстановления (Замечания 1, 4)	t_{REC}	Стандартный режим, $R_{PUP} = 2,2 КОм$	5			мкс
		Ускоренный режим, $R_{PUP} = 2,2 КОм$	2			
		Ускоренный режим, непосредственно перед импульсом сброса, $R_{PUP} = 2,2 КОм$	5			
Длительность временного слота (Замечания 1, 12)	t_{SLOT}	Стандартный режим	65			мкс
		Ускоренный режим	8			
Вывод DATA, цикл импульсов сброса и обнаружения присутствия устройства на 1-Wire-магистрالي						
Длительность низкого уровня импульса сброса (Замечания 1, 12)	t_{RSTL}	Стандартный режим, $V_{PUP} > 4,5 V$	480		640	мкс
		Стандартный режим	540		640	
		Ускоренный режим, $V_{PUP} > 4,5 V$	48		80	
		Ускоренный режим	58		80	
Импульс присутствия, длительность высокого уровня (Замечание 12)	t_{PDH}	Стандартный режим	15		60	мкс
		Ускоренный режим	1,1		6	
Импульс присутствия, длительность низкого уровня (Замечание 12)	t_{PDL}	Стандартный режим	60		270	мкс
		Ускоренный режим, $V_{PUP} > 4,5 V$	7,5		24	
		Ускоренный режим	7,5		32	
Время обнаружения присутствия устройства (Замечания 1, 4)	t_{MSP}	Стандартный режим	60		75	мкс
		Ускоренный режим	6		8,6	
Вывод DATA, цикл записи на 1-Wire-магистрالي						
Длительность низкого уровня импульса при записи «0» (Замечания 1, 12, 13)	t_{WOL}	Стандартный режим	60		120	мкс
		Ускоренный режим, $V_{PUP} > 4,5 V$	6		15	
		Ускоренный режим	8,5		15	
Длительность низкого уровня импульса при записи логической 1 (Замечания 1, 13)	t_{W1L}	Стандартный режим	5		15	мкс
		Ускоренный режим	1		2	
Вывод DATA, цикл чтения на 1-Wire-магистрالي						
Длительность низкого уровня импульса чтения (Замечания 1, 14)	t_{RL}	Стандартный режим	5		15 - δ	мкс
		Ускоренный режим	1		2 - δ	
Время распознавания сигналов логических «0» и «1» ведущим устройством в цикле чтения (Замечания 1, 14)	t_{MSR}	Стандартный режим	$t_{RL} + \delta$		15	мкс
		Ускоренный режим	$t_{RL} + \delta$		2	
Часы реального времени						
Изменение частоты	ΔF	От $-5^{\circ}C$ до $+46^{\circ}C$	-600		+60	ppm
Преобразователь температуры						
Диапазон температур преобразователя	T_{TC}		-40		+85	$^{\circ}C$
Время преобразования	t_{CONV}		19		90	мс
Время реакции на изменение температуры	t_{RESP}	(Замечание 15)		130		с
Погрешность преобразования (Замечания 16, 17)	$\Delta \vartheta$	При температуре от $-40^{\circ}C$ до $-30^{\circ}C$	-1,3		+1,3	$^{\circ}C$
		При температуре от $-30^{\circ}C$ до $+70^{\circ}C$	-1,0		+1,0	
		При температуре от $+70^{\circ}C$ до $+85^{\circ}C$	-1,3		+1,3	
Количество преобразований	N_{CONV}	(Замечания 4, 18)	См. графики погрешности			-

Замечания:

- 1) Системные рекомендации. Т.е. требование к мастеру 1-Wire-магистрالي, обслуживающему прибор.
- 2) Максимальное допустимое значение резистора подтяжки зависит от числа ведомых приборов в 1-Wire-системе и желаемого времени восстановления 1-Wire-магистрالي. Указанное здесь значение применимо для систем с одним ведомым устройством и с минимальным временем восстановления. Для значительно нагруженных 1-Wire-сетей может потребоваться активная подтяжка, такая же, как реализованная в микросхеме-драйвере DS2480B.
- 3) Емкость между выводами DATA и GND прибора может быть равной 800 пФ, когда питание подается первый раз. Если для подтяжки шины данных 1-Wire-магистрالي используется резистор 2,2 КОм, то паразитная емкость не будет мешать передаче данных через 2,5 мкс после подачи питания.
- 4) Приведенные значения получены с помощью процедур моделирования и не проверялись непосредственно на самой продукции.

- 5) Вход подключен к «земле» (выводу GND (шина RETURN)).
- 6) Все уровни напряжений относительно «земли» (вывода GND).
- 7) V_{TL} и V_{TH} являются функцией напряжения внутреннего источника питания, которое является функцией V_{PUP} и времени восстановления однопроводной шины. Максимальные указанные значения V_{TH} и V_{TL} соответствуют максимальному значению V_{PUP} (5,25 В). В любом случае, $V_{TL} < V_{TH} < V_{PUP}$.
- 8) Напряжение, ниже уровня которого сигнал воспринимается как логический «0» в течение падающего фронта на шине DATA.
- 9) Напряжение на шине DATA должно быть меньше или равно V_{ILMAX} всякий раз, когда ведущий подтягивает шину к низкому уровню.
- 10) Напряжение, выше уровня которого сигнал воспринимается как логическая «1» в течение нарастающего фронта на шине DATA.
- 11) Вольтамперная характеристика линейна до тех пор, пока напряжение меньше 1 В.
- 12) Выделенные величины отличаются от значений, опубликованных в стандартах iButton. Для сравнения смотрите *Сравнительную Таблицу*.
- 13) Величина ϵ на Рис. 15 – время, требуемое механизму «подтяжки» для «подтягивания» шины DATA от уровня V_{IL} до уровня V_{TH} . Таким образом, фактическая максимальная длительность удержания мастером низкого уровня на шине данных составляет $t_{WILMAX} + t_F - \epsilon$ и $t_{WOLMAX} + t_F - \epsilon$, соответственно.
- 14) Величина δ на Рис. 15 – время, требуемое механизму «подтяжки» для «подтягивания» шины DATA от уровня V_{IL} до уровня, воспринимаемого ведущим, как высокий. Максимальное время, за которое мастер должен подтянуть шину данных к низкому уровню, составляет $t_{RLMAX} + t_F$.
- 15) Эта величина была получена из опыта, проведенного исследовательским центром *Cemagref* в *Antony, France* в июле 2000г. <http://www.cemagref.fr/English/index.htm> Test Report № E42.
- 16) Итоговая погрешность равна $\Delta\theta + 0,25^\circ\text{C}$ за счет того, что разрешение прибора составляет $0,5^\circ\text{C}$ (погрешность квантования).
- 17) **ВНИМАНИЕ:** Этот регистратор не может быть рекомендован в качестве единственного или основного (эталонного) при решении задач контроля или отслеживания температуры и (или) влажности в продуктах и изделиях, которые могут непосредственно повлиять на здоровье и безопасность людей, растений, животных, или других живых организмов, как то: еда, напитки, лекарства, медицинские препараты, кровь и ее продукты, донорские органы, воспламеняющиеся и горючие вещества и т.п. Пользователь должен предусмотреть применение других основных и (или) дублирующих методов контроля продуктов и изделий и определить методики обращения с ними, не влияющие на их качество и обеспечивающие их совместимость с регистратором. Данные мониторинга температуры и (или) влажности, полученные при помощи этого регистратора, рекомендуется использовать только в качестве источника дополнительной или дублирующей информации. В ходе изготовления все регистраторы проходят 100%-ный контроль и калибровку, что гарантирует их соответствие заявленным характеристикам, включая погрешность измерения температуры. Пользователь непосредственно несет ответственность за использование этого регистратора по назначению, правильность его хранения и калибровки». Как и в случае с любым устройством, включающим в себя измерительный сенсор, пользователь должен периодически проверять погрешность измерения температуры регистратора, чтобы удостовериться в его правильной работе.

ВНИМАНИЕ! *Трактовка Замечания 17 от НТЛ "ЭлИн":*

1. Поскольку это замечание относится к пункту, связанному с точностью измерений, выполняемых регистратором, оно регламентирует необходимость и обязанность периодической поверки и подтверждения его метрологических характеристик. С другой стороны в этих же описаниях в разделе «Применение» указывается прямое назначение обсуждаемых регистраторов, которые позиционируются, как средство для мониторинга температуры продуктов и медикаментов.
 2. Неверная методика применения регистраторов может привести к неверным результатам и выводам о зафиксированных ими значениях температуры и, следовательно, о качестве контролируемого продукта. Производители регистратора не несут ответственности за правильность избранной пользователем методики их применения.
 3. Осуществление только температурного контроля продукта не может являться гарантией его безопасности.
- 18) Общее число измерений, которое может произвести прибор со встроенным источником питания, зависит от его рабочей температуры и температуры хранения. Когда прибор не используется, следует выключить часы реального времени и хранить приборы при температуре, не выше $+25^\circ\text{C}$. При этих условиях прибор сохранит работоспособность в течение минимум 10 лет.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

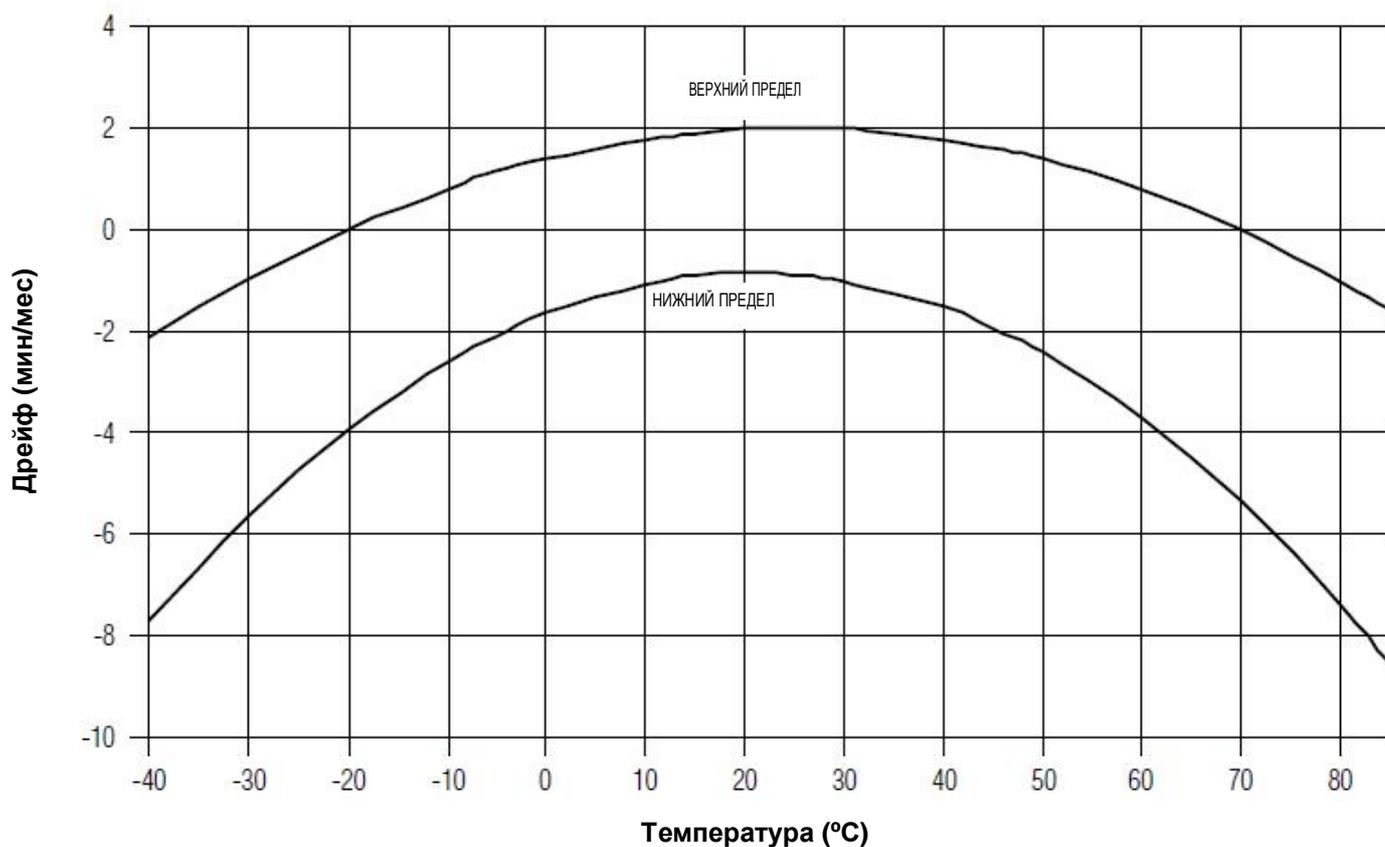
Параметр	Стандартные значения				Значения для DS1921G			
	Стандартный режим		Ускоренный режим		Стандартный режим		Ускоренный режим	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
t_{SLOT} (включая t_{REC})	61 мкс	(не определено)	7 мкс	(не определено)	65 мкс ¹⁾	(не определено)	8 мкс ¹⁾	(не определено)
t_{RSTL}	480 мкс	(не определено)	48 мкс	80 мкс	540 мкс	640 мкс	58 мкс	80 мкс
t_{PDH}	15 мкс	60 мкс	2 мкс	6 мкс	15 мкс	60 мкс	1,1 мкс	6 мкс
t_{PDL}	60 мкс	240 мкс	8 мкс	24 мкс	60 мкс	270 мкс	7,5 мкс	32 мкс
t_{WOL}	60 мкс	120 мкс	6 мкс	16 мкс	60 мкс	120 мкс	8,5 мкс	15 мкс

¹⁾ Интервал времени восстановления между временными слотами преднамеренно изменен на более продолжительный. Значения, выделенные жирным шрифтом, отличаются от значений, опубликованных в стандартах iButton.

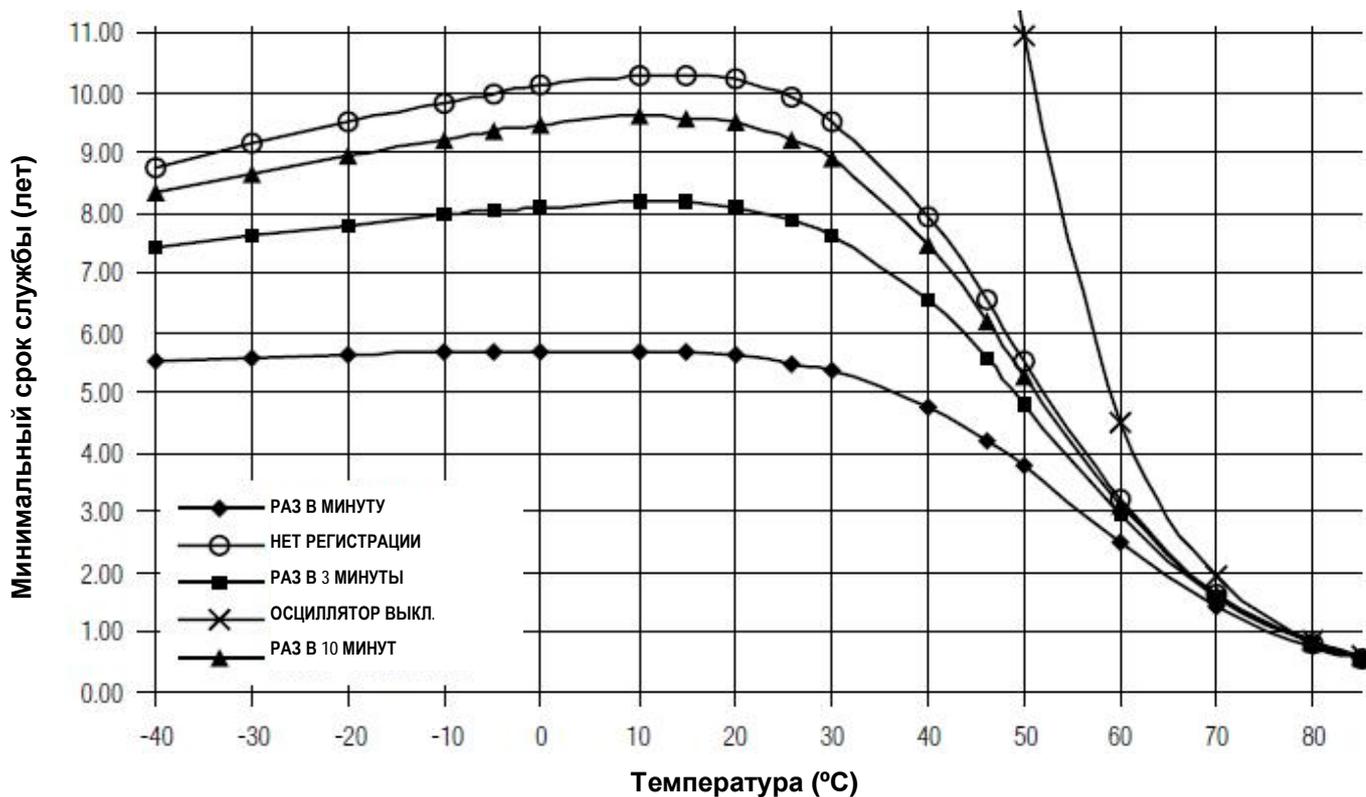
ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Габаритные размеры	см. рисунок корпуса в конце этого документа
Вес	Около 3,3 грамм
Класс безопасности	В соответствии с пятой редакцией нормативного Документа UL#913 (от 24.02.1997) для встроенной безопасной аппаратуры. Приборы аттестованы для использования согласно требованиям Класса 1, Раздела 1, Групп А, В, С, D этого Документа

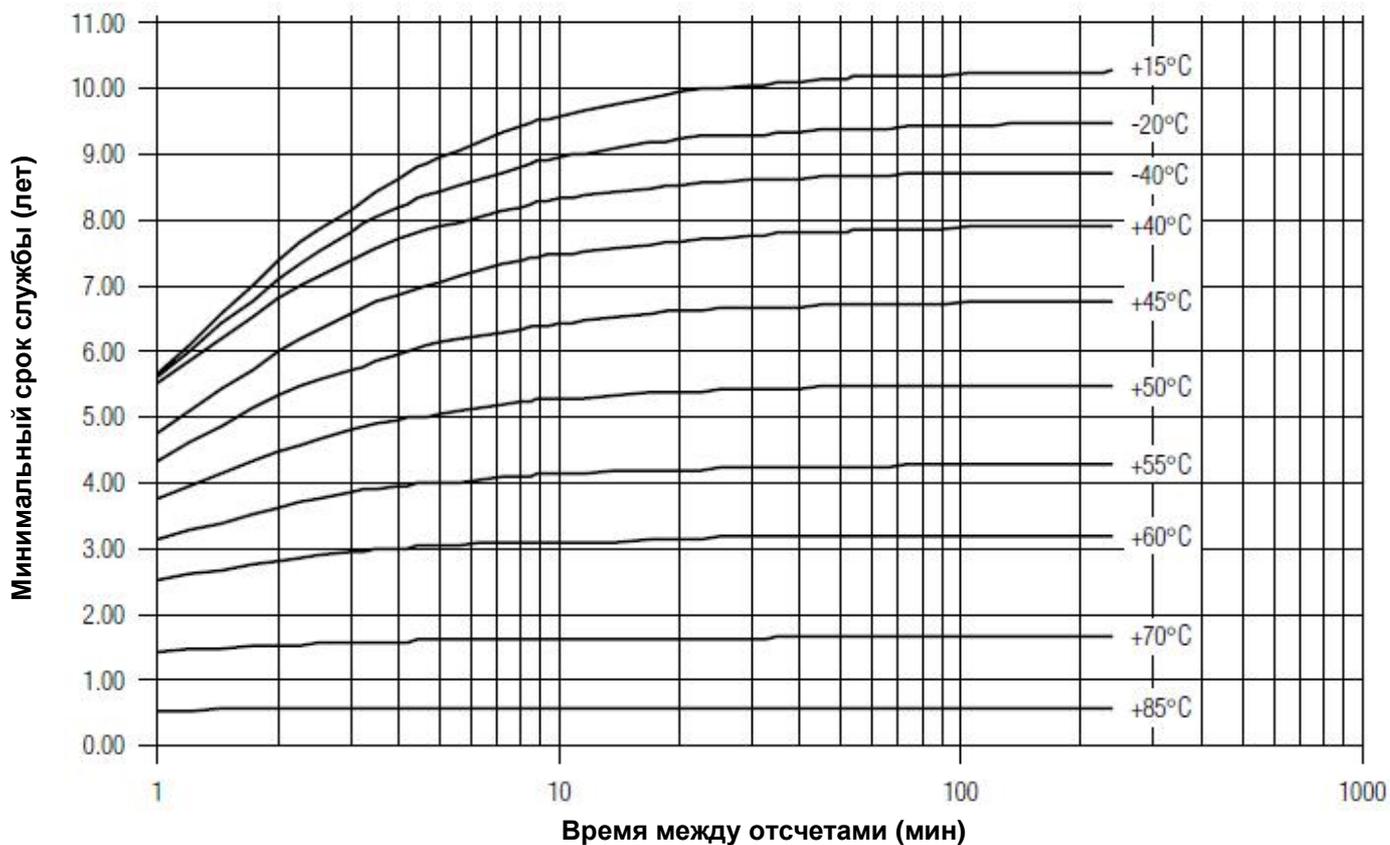
Погрешность Хода Часов Реального Времени



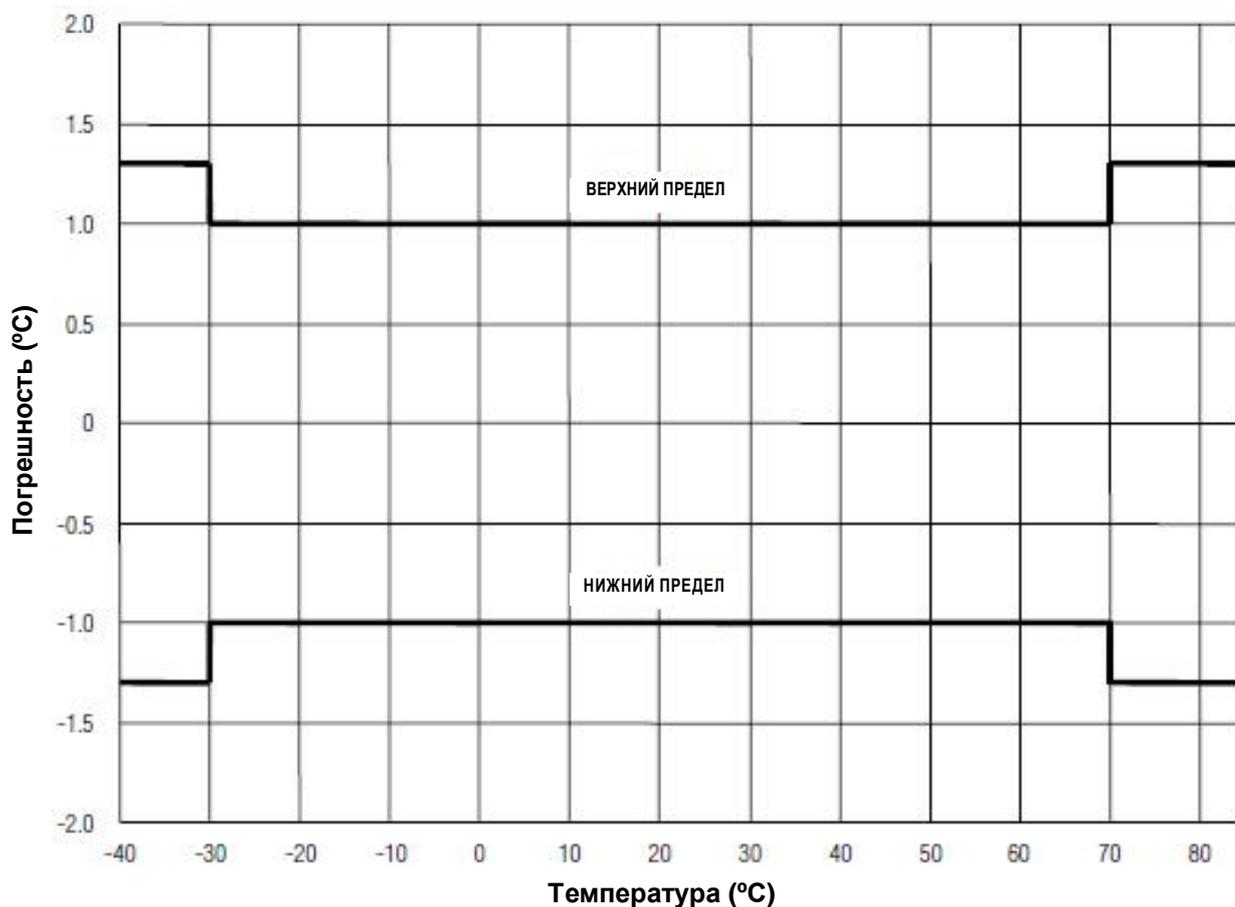
Минимальный Срок Службы Прибора В Зависимости От Температуры При Различной Частоте Регистрации



Минимальный Срок Службы Прибора В Зависимости От Частоты Регистрации При Различной Температуре



ПРЕДЕЛЫ ПОГРЕШНОСТИ



Подробное Описание

DS1921G является идеальным прибором для мониторинга температуры любых объектов, рядом с которыми он помещен или непосредственно на которых он прикреплен. Например, для контроля скоропортящихся и свежих пищевых продуктов, контейнеров с термочувствительными фармацевтическими препаратами или химикалиями. В энергонезависимой памяти прибора, доступной для чтения и записи может храниться информация о транспортировке продукта, дата его производства и другие важные данные, записанные как в явном, так и в зашифрованном виде. Заметим, что начальный уровень герметичности прибора эквивалентен степени IP56. С течением времени и из-за условий применения герметичность может ухудшиться, поэтому для применений, связанных с длительными экспозициями регистратора в жидкостях, спреях и т. п., рекомендуется размещать Термохрон в специальной капсуле для приборов iButton – DS9107. Приспособление DS9107 представляет собой водонепроницаемый чехол, обеспечивающий степень защиты IP68 (см. Application Note 4126: *Understanding the IP (Ingress Protection) Ratings of iButton Data Loggers and Capsules - Понимание значений степени защиты IP для iButton-даталоггеров и iButton-капсулы*).

Архитектура

Функциональная схема на Рис.1 показывает связь

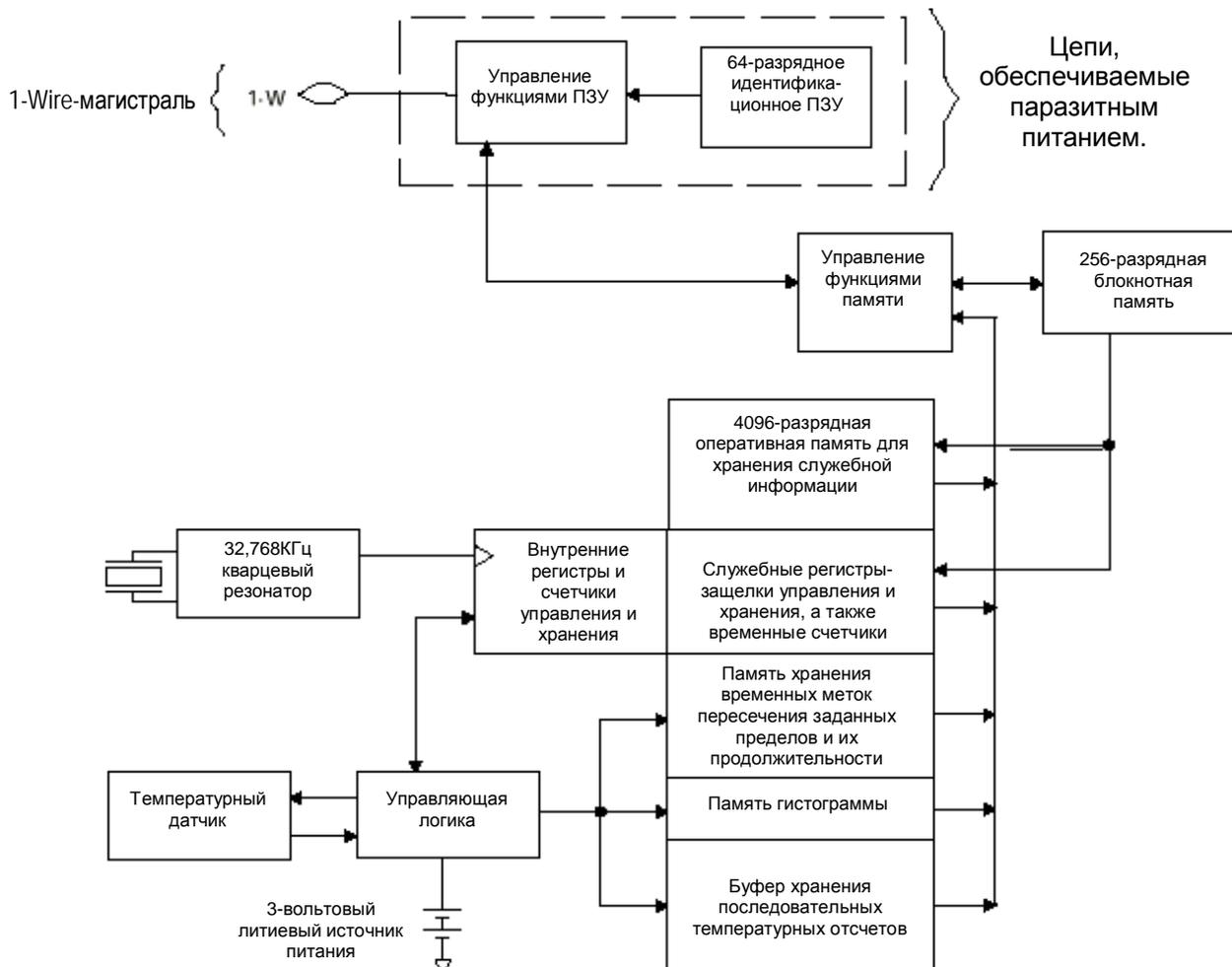
между основными узлами управления и секциями памяти прибора DS1921G.

Прибор имеет семь главных областей данных:

- 1) 64-разрядное идентификационное ПЗУ, прошитое лазером,
- 2) 256-битную блокнотную память,
- 3) 4096-битное статическое служебное ОЗУ (дополнительная память),
- 4) 256-битное пространство регистров (управления, хранения времени и счетчиков),
- 5) 96 байт памяти для фиксации событий нарушения установленных пределов и продолжительности нахождения температуры вне этих пределов,
- 6) 126 байт данных для построения гистограммы,
- 7) 2048 байт для хранения результатов измерения в виде таблицы, или буфер последовательных температурных отсчетов,

За исключением идентификационного ПЗУ и блокнотной памяти все другие области расположены в едином линейном адресном пространстве. Вся память, служащая для хранения результатов, регистры счетчиков и некоторые другие регистры доступны только для чтения. Регистры управления и хранения времени защищены от записи, пока прибор программируется на следующий цикл измерений.

Рис. 1. Функциональная схема устройства DS1921G



Иерархическая структура 1-Wire-протокола информационного обмена прибора показана на Рис. 2. Сначала ведущий 1-Wire-магистрали должен адресовать устройство, сгенерировав одну из семи команд, связанных с идентификационным ПЗУ устройства: 1) Чтение ПЗУ, 2) Совпадение ПЗУ, 3) Поиск ПЗУ, 4) Условный Поиск ПЗУ, 5) Пропуск ПЗУ, 6) Ускоренный Пропуск ПЗУ, 7) Ускоренное Совпадение ПЗУ. После выполнения команд Ускоренный Пропуск ПЗУ или Ускоренное совпадение ПЗУ при стандартной скорости обмена, прибор перейдет в ускоренный режим, где обмен происходит с более высокой скоростью. Протокол, требуемый для команд, связанных с функцией ПЗУ, изображен на Рис. 13. После успешного выполнения любой команды, связанной с функциями ПЗУ становятся доступными функции памяти, и ведущий 1-Wire-магистрали может выполнить любую из семи доступных команд функции памяти. Протокол для этих команд изображен на Рис. 10. **Чтение и запись всех данных производится, начиная с младшего значащего бита.**

Паразитное Питание

На Рис. 1 пунктиром выделены узлы в устройстве, питающиеся от паразитного питания. Эти узлы подпитываются от шины данных, когда она находится в высоком состоянии (логическая 1). Шина данных обеспечивает достаточное питание так долго, как этого требуют временные и энергетические параметры схемы.

Встроенная схема паразитного питания от шины DATA 1-Wire-магистрали обеспечивает два основных

преимущества прибора:

- 1) благодаря этому уменьшается общий расход литиевой батареи,
- 2) если литиевая батарея по какой-либо причине не исправна, все еще можно прочитать ПЗУ идентификационного номера прибора.

64-битное Прошитое Лазером ПЗУ Идентификационного Номера

Прибор имеет уникальный фабрично подготовленный лазером 64-разрядный регистрационный идентификационный номер. Первые 8 бит – это групповой код семейства (21h), следующие 48 бит – уникальный серийный номер, и последние 8 бит – это код контрольной суммы CRC первых 56 бит (см. Рис. 3). CRC-код вырабатывается с помощью полиномиального генератора, состоящего из сдвигового регистра и логических схем XOR (исключающее ИЛИ), как показано на Рис. 4. Полином имеет вид $X^8 + X^5 + X^4 + 1$. Дополнительная информация о CRC-коде содержится в документе «Application Note 27» и в книге «Book of DS19XX iButton Standards».

Разряды сдвигового регистра при инициализации устанавливаются в «0». Затем, начиная с младшего значащего бита, в регистр поразрядно вводится код семейства. После введения восьмого бита кода семейства, вводится серийный номер. Если введен серийный номер, сдвиговый регистр содержит значение CRC. После операции сдвига восьми бит CRC, все биты сдвигового регистра возвращаются в состояние «0».

Рис. 2. Структура Протокола Обмена Устройства DS1921G

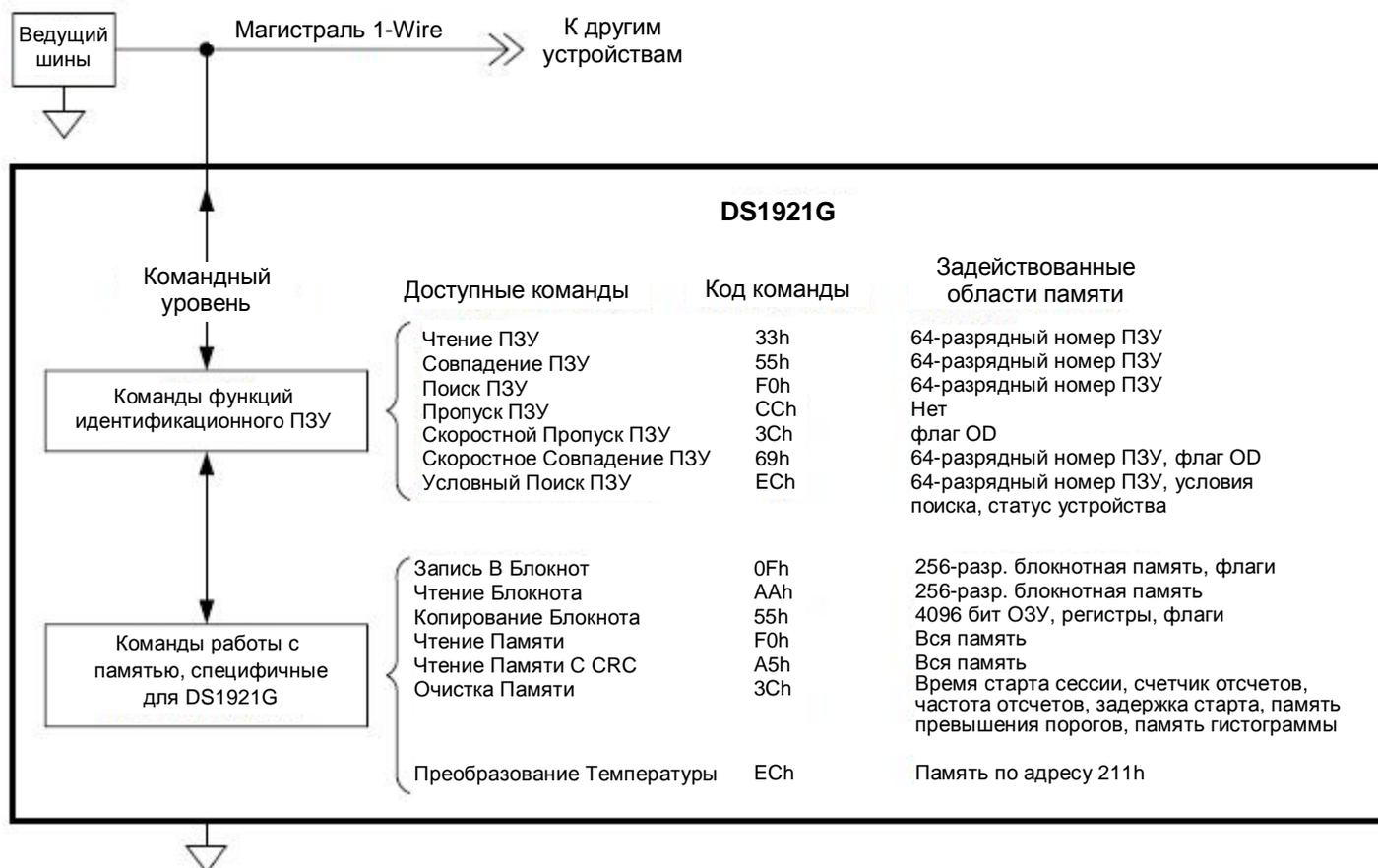
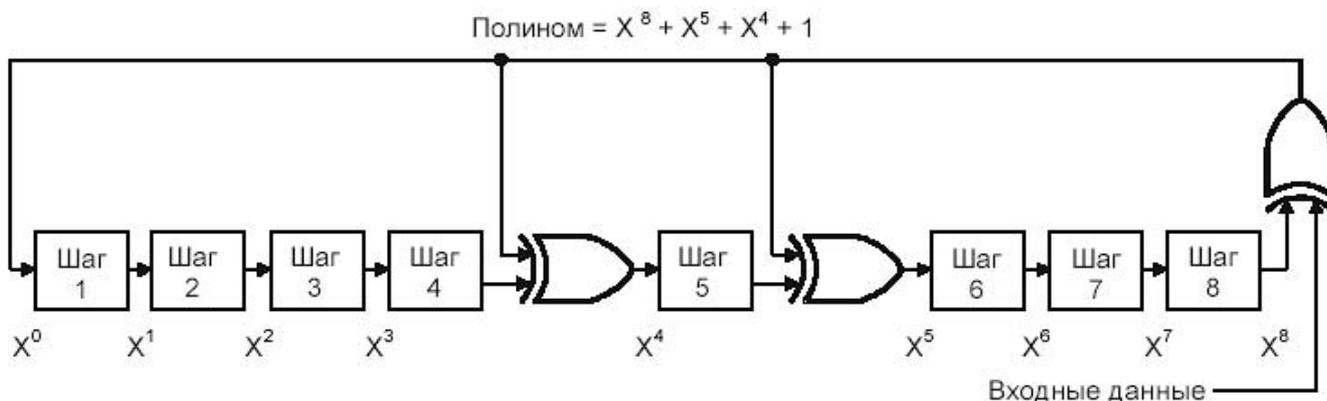


Рис. 3. Структура Идентификационного ПЗУ

<i>Старший адрес номера</i>		<i>Младший адрес номера</i>	
Байт контрольной суммы		48-разрядный серийный номер	
<i>Старший разряд</i>	<i>Младший разряд</i>	<i>Старший разряд</i>	<i>Младший разряд</i>
		<i>Младший разряд</i>	<i>Старший разряд</i>
		<i>Младший разряд</i>	

Рис. 4. Алгоритм Работы CRC-генератора 1-Wire



Память

Карта памяти прибора DS1921G показана на Рис. 5. 4096-битное служебное ОЗУ (дополнительная пользовательская память) занимает страницы с 0-й по 15-ю. Регистры управления, хранения времени и счетчиков заполняют страницу 16 (структуру Страницы служебных регистров см. на Рис. 6). Страницы 17÷19 используются для хранения информации о нарушении контролируемой температурой заданных пользователем порогов. Данные гистограммы температур находятся на страницах 64÷67. Страницы

128÷191 представляют собой буфер последовательных отсчетов. Страницы памяти с 20 по 63, с 68 по 127, и с 192 по 255 зарезервированы для будущих расширений приборов семейства ТЕРМОХРОН. Блокнотная память представляет собой дополнительную страницу, используемую как промежуточный буфер при записи данных в память ОЗУ или в страницу регистров. Страницы с номерами 17 и выше доступны только для чтения. Они записываются или стираются исключительно внутренней управляющей логикой устройства DS1921G.

Рис. 5. Карта Памяти DS1921G

Промежуточная блокнотная память (32 байта).		
Адреса		
0000h÷01FFh	Пользовательская память.	Страницы 0÷15
0200h÷021Fh	32-байтовая страница служебных регистров.	Страница 16
0220h÷027Fh	Память для хранения временных меток моментов выходов за пороги и продолжительности этих выходов	Страницы 17÷19
0280h÷07FFh	Зарезервировано для дальнейших расширений.	Страницы 20÷63
0800h÷087Fh	Память гистограммы.	Страница 64÷67
0880h÷0FFFh	Зарезервировано для дальнейших расширений.	Страницы 68÷127
1000h÷17FFh	Буфер последовательных температурных отсчетов (64 страницы).	Страница 128÷191
1800h÷1FFFh	Зарезервировано для дальнейших расширений.	Страницы 192÷255

Подробное Описание Регистров

Хранение Времени

Доступ к информации о состоянии регистров и счетчиков встроенного узла «часов/будильника» реального времени и календаря осуществляется посредством чтения/записи соответствующих байтов в Странице Регистров (Рис. 6, адреса с 0200h по 0206h). Заметим, что некоторые разряды имеют значение «0» по умолчанию. Эти разряды всегда будут читаться как «0», не зависимо от того, что в них записывалось. Содержимое регистров времени, календаря и будильника представлено в BCD-формате (т.е. в двоично-десятичном коде).

Часы И Календарь

Часы реального времени в DS1921G могут отсчитывать время в двух режимах: в 12-ти и 24-х часовом. За выбор режима отвечает разряд 6 в Регистре Часов (адрес 0202h). Когда он установлен в «1», то выбран 12-часовой режим. В этом режиме разряд 5 отвечает за переключение флага «до/после полудня» (AM/PM),

причем логическая «1» в этом разряде соответствует значению флага «после полудня». В 24-часовом режиме разряд 5 – второй разряд в двоичном коде десятков часов (равен «1» для часов с 20-го по 23-й).

Для определения дня недели DS1921G содержит счетчик с диапазоном от 1 до 7. Соответствие показаний счетчика конкретному дню недели зависит от выбранного стандарта представления дней недели. Обычно значение «1» соответствует воскресенью (американский стандарт) или понедельнику (европейский стандарт).

Логика календаря разработана так, что автоматически учитывает високосные года. Для каждого года, номер которого кратен 4, прибор будет добавлять 29 февраля. Этот механизм действует корректно до 2100 года, не включая его.

DS1921G решает проблему 2000 года. Разряд 7 (CENT) Регистра Месяцев, расположенный по адресу 0205h является флагом века. Когда Регистр Года меняет содержимое с 99 на 00, включается флаг века. Рекомендуется при установке часов записать в бит века «1», если это происходит между 2000 и 2099 годами.

Рис.6 Карта Страниц Службных Регистров DS1921G

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0	Функция	Тип доступа*
0200h	0	Десятки секунд			Единицы секунд				Регистры часов реального времени	R/W; R/W**
0201h	0	Десятки минут			Единицы минут					
0202h	0	12/24- часовая система	Второй десяток часов AM/PM	Десяток часов	Единицы часов					
0203h	0	0	0	0	0	День недели				
0204h	0	0	Десятки числа даты		Единицы даты (числа)					
0205h	CENT Признак века	0	0	Десяток месяца	Единицы месяца					
0206h	Десятки лет				Единицы лет				Регистры будильника часов реального времени	R/W; R/W**
0207h	MS	Десятки секунд уставки			Единицы секунд уставки					
0208h	MM	Десятки минут уставки			Единицы минут уставки					
0209h	MH	12/24- часовая система	Второй десяток часов AM/PM	Первый десяток часов уставки	Единицы часов уставки					
020Ah	MD	0	0	0	0	День недели уставки				
020Bh	Нижний температурный порог.								Температурные пороги	R/W; R/W**
020Ch	Верхний температурный порог.									
020Dh	Количество минут между температурными преобразованиями								Частота регистрации	R/W; R**
020Eh	EOSC	EMCLR	0	EM	RO	TLR	THS	TAS	Управления	R/W; R/W**
020Fh	Не имеет функции, читается как 00h								Не используется	R; R**
0210h	Не имеет функции, читается как 00h								Не используется	R; R**
0211h	Значение температуры (принудительное преобразование)								Результат температурного преобразования	R; R**
0212h	Младший байт								Задержка начала измерений.	R/W; R/W**
0213h	Старший байт									
0214h	T \overline{C} B	MEMCLR	MIP	SIP	0	TLF	THF	TAF	Статусный регистр	R/W; R/W
0215h	Минуты								Время начала отработки сессии	R; R
0216h	Часы									
0217h	Дата									
0218h	Месяц									
0219h	Год									
021Ah	Младший байт								Счетчик отсчетов текущей сессии	R; R
021Bh	Средний байт									
021Ch	Старший байт									
021Dh	Младший байт								Счетчик общего числа отсчетов	R; R
021Eh	Средний байт									
021Fh	Старший байт									

*Замечание: Первый элемент в колонке «Тип доступа» действителен во время между отработками сессий, второй элемент действителен во время отработки текущей сессии.

**Замечание: Во время отработки текущей сессии, содержимое регистров, размещенных по этим адресам, может быть прочитано извне. Однако, первая же попытка записи по этим адресам приведет к принудительному окончанию текущей сессии, при этом запись будет произведена только в регистры, доступные для записи.

Регистры Узла Часов Реального Времени

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0200h	0	Десятки секунд			Единицы секунд			
0201h	0	Десятки минут			Единицы минут			
0202h	0	12/24- ричная система	Второй десяток часов AM/PM	Десяток часов	Единицы часов			
0203h	0	0	0	0	0	День недели		
0204h	0	0	Десятки даты (числа)		Единицы даты (числа)			
0205h	CENT Признак века	0	0	Десяток месяца	Единицы месяца			
0206h	Десятки лет				Единицы лет			
0207h	MS	Десятки секунд уставки			Единицы секунд уставки			
0208h	MM	Десятки минут уставки			Единицы минут уставки			
0209h	MH	12/24- ричная система	Второй десяток часов уставки A/P	Десяток часов уставки	Единицы часов уставки			
020Ah	MD	0	0	0	0	Дни недели уставки		

Разряды Маски, Управляющие Срабатыванием «Будильника»

Разряды маски регистра будильника (7-ые разряды адресов с 0207h по 020Ah)				Функции
MS	MM	MH	MD	
1	1	1	1	Срабатывание раз в секунду.
0	1	1	1	Срабатывание при совпадении секунд (раз в минуту).
0	0	1	1	Срабатывание при совпадении минут и секунд (раз в час).
0	0	0	1	Срабатывание при совпадении часов, минут и секунд (раз в сутки).
0	0	0	0	Срабатывание при совпадении дней, часов, минут и секунд (раз в неделю).

Функция «Будильника»

Часы реального времени DS1921G также имеют функцию «будильника». Регистры «будильника» расположены по адресам 0207h÷020Ah. Старший разряд каждого регистра – разряд маски. Если все маскированные разряды равны «0», будильник включается один раз в неделю, когда значения в регистрах хранения времени (адреса 0200h÷0203h)

совпадут со значениями, сохраненными в регистрах «будильника». Любое срабатывание «будильника» установит флаг TAF в Регистре Статуса (адрес 0214h). Мастер 1-Wire-магистрали может задать Условия Поиска в Регистре Управления (адрес 020Eh) для идентификации приборов, в которых сработал «будильник», используя функцию Условный Поиск (см. *Команды Функций ПЗУ* в Главах 4-5 книги «*iButton and MicroLAN Standards*»).

Температурные Преобразования

формуле:

$$\vartheta (^{\circ}\text{C}) = (T [7\dots 0] / 2) - 40,0$$

Встроенный в прибор датчик температуры может точно измерять ее величину с разрешением 0,5°C. Значение температуры представляется беззнаковым двоичным числом размером один байт, которое переводится в теоретический диапазон 128°C. Однако этот диапазон ограничен значениями 00000000 (00h) и 11111010 (FAh).

Эта формула верна как для преобразования значений температуры, хранимых в памяти последовательных температурных отсчетов, так и для значений, полученных из Регистра Результата Принудительного Температурного Преобразования (адрес 0211h).

Если результат преобразования температуры лежит вне этого ограничения, то запишется значение 00h (как слишком малое) или FAh (как слишком большое). Так как такие результаты аккумулируются в столбцах гистограммы 0 и 62 (см раздел «Буфер Последовательных Температурных Отсчетов и Гистограмма»), данные в этих столбцах имеют неограниченное значение. Поэтому указанный температурный диапазон DS1921G рассматривается, начиная с кода 04h и заканчивая кодом F7h, что соответствует столбцам гистограммы с 1-го по 61-й.

Чтобы задать значения температурных порогов, следует пользоваться формулой:

$$T [7\dots 0] = 2 \times \vartheta (^{\circ}\text{C}) + 80,0$$

Например, подставив в формулу температуру 23°C, получим число 126, которое и записывается двоичным кодом 0111 1110 в Регистр Порога (адреса 020Bh и 020Ch, соответственно).

Если перевести это двоичное число в десятичное, можно вычислить значение температуры по следующей

Регистр Температурного Преобразования

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0211h	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	T0

Регистры Температурных Порогов

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
020Bh	Нижний температурный порог.							
020Ch	Верхний температурный порог.							

Период Измерений (Частота Регистрации)

Содержимое Регистра Периода Измерений (адрес 020Dh) определяет интервал времени в минутах между соседними температурными преобразованиями в течение сессии. Эта величина может принимать любые целые значения от 1 до 255 и кодируется как беззнаковое 8-разрядное двоичное число. Если память

была очищена (разряд MEMCLR в Регистре Статуса равен «1») и сессия возможна (разряд EM в Регистре Статуса равен «0»), то запись ненулевого значения в Регистр Периода Измерений запустит сессию. Полное описание правильной последовательности действий для запуска сессии см. в разделе «Задание Параметров Работы Прибора» и в примерах.

Регистр Уставки Периода Измерений

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
020Dh	Количество минут между отдельными температурными отсчетами							

Формат Регистра Управления

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
020Eh	$\overline{\text{EOSC}}$	EMCLR	0	$\overline{\text{EM}}$	R0	TLS	THS	TAS

Регистр Управления

Параметры режима регистрации DS1921G устанавливаются путем записи соответствующих данных в специальные регистры. В Регистре Управления (адрес 020Eh) задаются некоторые функции, управляемые значением одного разряда. Этот регистр доступен как для чтения, так и для записи. Если прибор запрограммирован на отработку очередной сессии, любая запись в Регистр Управления **повлечет за собой остановку ее отработки** и изменит содержимое регистра.

Функциональные назначения отдельных разрядов Регистр Управления объясняются ниже. Разряд 5 не имеет никакой функции, и всегда читается как логический «0» и в него не может быть записана «1».

Разряд 7. Включение/выключение тактового генератора (EOSC). Разряд управляет состоянием генератора узла часов реального времени. Когда он устанавливается в «0», генератор начинает работать. Когда он становится равен «1», генератор останавливается, и прибор переходит в малопотребляющий режим хранения данных. **Для нормальной работы прибора следует установить этот разряд в «0».** Часы должны быть запущены хотя бы на 1 секунду раньше старта сессии.

Разряд 6. Разрешение очистки памяти (EMCLR). Для реализации процедуры очистки памяти нужно установить значение этого разряда в «1», это вызовет исполнение соответствующей команды устройством управления прибором. Области памяти, где хранятся временные метки, гистограмма, буфер последовательных температурных отсчетов, данные о начале работы, количестве измерений, величине начальной задержки и периоде измерений **будут очищены только в том случае, если при следующем доступе к прибору будет дана команда Очистка Памяти.** Как только начнется исполнение следующей команды, этот разряд автоматически переключится в «0».

Разряд 4. Запуск возможен (EM). Значением этого разряда определяется, начнет ли DS1921G работу сразу, как только будет задано значение периода отсчетов (частоты проса). Для разрешения работы прибора нужно установить этот разряд в «0».

Разряд 3. Управление режимом кольцевого буфера (RO). От состояния этого разряда зависит, будет ли память перезаписываться с поступлением новых данных или процесс записи остановится после заполнения памяти в течение сессии. Установка значения этого разряда в «1» включает режим кольцевого буфера (rollover), и прибор по «кольцу» переписывает данные при заполнении буфера последовательных температурных отсчетов.

Если этот разряд установлен в «0», прибор прекращает процедуру записи в сегмент памяти буфера последовательных температурных отсчетов после его полного заполнения, при этом сессия не будет остановлена. Прибор продолжит измерение температуры и обновление данных гистограммы и выходов за пороги.

Разряд 2. Условный поиск по нижнему порогу (TLS). Если значение этого разряда равно «1», прибор будет реагировать на команду Условного Поиска при равенстве или при понижении контролируемой температуры ниже нижнего установленного порога в течение всего цикла работы (адрес 020Bh).

Разряд 1. Условный поиск по верхнему порогу (THS). Если значение этого разряда равно «1», прибор будет реагировать на команду Условного Поиска при равенстве или превышении контролируемой температурой верхнего установленного порога в течение всего цикла работы (адрес 020Ch).

Разряд 0. Условный поиск по «будильнику» (TAS). Если значение этого разряда равно «1», прибор будет реагировать на команду Условного Поиска при срабатывании «будильника» в течение всего цикла своей работы. Так как «будильник» нельзя отключить, флаг TAF обычно установлен в «1» в течение работы. Поэтому в большинстве случаев желательно принудительно установить разряд TAS в «0».

Задержка Начала Регистрации Измерений (Отложенный Старт)

Содержимое этого регистра (счетчика) определяет, сколько минут прибор будет находиться в состоянии ожидания перед началом процесса регистрации данных. Значение задержки начала регистрации в минутах сохраняется как беззнаковое 16-разрядное двоичное число по адресам 0212h-0213h. *Максимальное время задержки – 65535 мин. (то есть 45 дней, 12 часов и 15 минут).*

Для обычной сессии, которая начинается сразу после программирования установочных параметров, задержка регистрации измерений устанавливается равной нулю. Если необходимо осуществлять долговременный мониторинг, и объема памяти прибора недостаточно для сохранения всех данных, то можно использовать несколько DS1921G. При этом на втором приборе следует выставить задержку запуска сессии таким образом, чтобы он начал измерять температуру в тот момент, когда закончится рабочий цикл первого прибора (полностью заполнится его буфер последовательных температурных отсчетов) и т. д. по цепочке. Разряд RO (Регистр Управления, адрес 020Eh) во всех таких приборах нужно установить в состояние логического «0» во избежание перезаписи данных. См. раздел «*Старт Сессии И Регистрация Данных*» и Рис. 11.

Формат Регистра Статуса

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0214h	TCB	MCLRE	MIP	SIP	0	TLF	THF	TAF

Регистр Статуса

Регистр Статуса содержит информацию о параметрах статуса прибора и флагах тревог. Каждый из параметров определяется содержимым одного разряда этого регистра. Он расположен по адресу 0214h. Запись в этот регистр не является необходимым для окончания сессии.

Функциональные назначения отдельных разрядов объясняются ниже. Разряды MIP, TLF, THF и TAF принудительно могут быть установлены только в состоянии логического «0». Все другие разряды предназначены только для чтения. Разряд 3 не имеет никакой функции, и всегда при чтении возвращает значение логического «0». Никакое логическое значение не может быть принудительно записано в этот разряд.

Разряд 7. Узел преобразования температуры занят (TCB). Если этот разряд содержит «0», значит DS1921G находится в процессе выполнения температурного преобразования, совершаемого автоматически (в течение работы прибора в режиме автоматической регистрации) или принудительной командой (если прибор закончил работу в режиме автоматической регистрации, но была задана команда единичного преобразования). Разряд TCB устанавливается в «0» перед запуском преобразования и возвращается в «1» сразу после того, как результат зафиксируется в Регистре результатов температурного преобразования (адрес 0211h).

Разряд 6. Флаг очистки памяти (MEMCLR). Если этот разряд содержит «1», значит все страницы памяти с 17-ой и выше, а также данные о начале работы, о количестве измерений, о начальной задержке и о периоде измерений очищены (имеют нулевые значения) командой Очистка Памяти. Разряд переключится в «0», как только произойдет запуск прибора на новую сессию, благодаря записи ненулевого значения в Регистр периода измерений (частоты регистрации) при условии, что разряд EM, также равен «0». **Память следует очистить, чтобы корректно осуществить запуск прибора на обработку новой сессии.**

Разряд 5. Флаг выполнения сессии (MIP). Если этот разряд содержит «1», значит DS1921G был запущен на обработку сессии и рабочий цикл все еще продолжается (не закончен). Прибор начинает работу, если разряд EM Регистра Управления (адрес 020Eh) содержит «0» и в Регистр Периода Измерений (или иначе Регистр Частоты Опроса (адрес 020Dh)) записано ненулевое значение. Бит MIP переключится из «1» в «0», когда

рабочий цикл завершится. Это произойдет с первой попыткой записи (команда Копирование Блокнотной Памяти) в любой регистр из диапазона адресного пространства 200h÷213h. Первый цикл записи только остановит работу прибора, но не изменит никакие данные в нем. Другой путь остановки работы прибора – прямая запись в Регистр Статуса и установка разряда MIP в «0». Последняя процедура сразу переключит значение разряда. Разряд MIP не может быть установлен в «1» записью в Регистр Статуса.

Разряд 4. Измерение температуры (SIP). Если этот разряд содержит «1», значит DS1921G находится в режиме автоматической регистрации температуры (т.е. в состоянии отработки сессии). Выборка производится в момент переключения показаний секунд с 59 в 00. Значение разряда переключается из «0» в «1» приблизительно за 250 мс до начала температурного преобразования, позволяя схеме «пробудиться». Преобразование включает в себя фазу «пробуждения», длящуюся максимум 875 мс. В течение этого времени страницы памяти с 17-ой и выше доступны для чтения, но могут содержать ошибочные данные.

Разряд 2. Флаг выхода за нижний порог (TLF). Если этот разряд установлен в «1», в течение работы прибора величина температуры опускалась до или ниже значения нижнего предела, заданного в Регистре Нижнего Порога. Флаг сбрасывается в любое время записью в этот разряд логического «0». Этот флаг должен быть сброшен перед началом новой сессии.

Разряд 1. Флаг выхода за верхний порог (THF). Если этот разряд установлен в «1», в течение работы прибора величина температуры достигала или превышала значение верхнего предела, сохраненное в Регистре Верхнего Порога. Флаг сбрасывается в любое время записью в этот разряд логического «0». Этот флаг должен быть сброшен перед началом новой сессии.

Разряд 0. Флаг срабатывания «будильника» (TAF). Если этот разряд читается как «1», значит, сработал «будильник» (см. раздел «Хранение Времени»). Флаг сбрасывается записью в этот разряд логического «0». Поскольку работа «будильника» не может быть запрещена, во время отработки сессии этот флаг обычно находится в состоянии «1». Этот флаг должен быть сброшен перед началом новой сессии.

Формат Регистра Начала Обработки Сессии

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0215h	0	Десятки минут			Единицы минут			
0216h	0	12/24- часовая система	Второй десяток часов AM/PM	Десяток часов	Единицы часов			
0217h	0	0	Десятки даты		Единицы дней (числа)			
0218h	0	0	0	Десяток месяца	Единицы месяцев			
0219h	Десятки лет				Единицы лет			

Формат Регистра Счетчика Отсчетов Текущей Сессии

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
021Ah	Младший байт							
021Bh	Средний байт							
021Ch	Старший байт							

Формат Счетчика Всех Отсчетов

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
021Dh	Младший байт							
021Eh	Средний байт							
021Fh	Старший байт							

Начало Обработки Сессии

В Регистре Начала Обработки Сессии содержатся время и дата первого температурного преобразования сессии. Последующие температурные преобразования будут осуществляться с частотой, определяемой значением, содержащимся в регистре Частота Опроса. Температурные преобразования производятся в момент переключения (смены) минут.

Счетчик Отсчетов Текущей Сессии

Счетчик отсчетов текущей сессии указывает, сколько температурных преобразований (измерений) имели место в течение текущей сессии (если разряд MIP = 1) или в течение последней сессии (если разряд MIP = 0). Содержимое представляется 24-разрядным целым числом без знака. Содержимое этого счетчика может быть сброшено благодаря обработке команды Очистка Памяти.

Счетчик Всех Отсчетов

Содержимое счетчика всех отсчетов, выполненных прибором, показывает, сколько температурных отсчетов (измерений) имело место, с момента его активации (начальной разблокировки). Содержимое представляется 24-разрядным целым числом без знака. Максимальное значение, которое может быть считано

из этого регистра – 16777215. Оно является априори выше любого реально возможного срока службы (продолжительности жизни, определяемой емкостью встроенного литиевого элемента) DS1921G. Содержимое этого счетчика никогда не может быть сброшено с помощью программного обслуживания устройства.

Буфер последовательных температурных отсчетов и гистограмма

Запрограммированный и запущенный для сбора информации ТЕРМОХРОН записывает результаты измерений одновременно байт за байтом, как в память буфера последовательных температурных отсчетов, так и в память, хранящую данные для гистограммы. В буфере последовательных температурных отсчетов может содержаться до 2048 значений температуры, полученных через равные промежутки времени. Первое измеренное значение температуры после запуска сохраняется по адресу 1000h, второе – по адресу 1001h и т.д. Используя данные: о времени старта (начале процесса (рабочего цикла) измерений), об интервале между измерениями, содержимое Счетчика Отсчетов Текущей Сессии и сведения о включении режима «rollover» (кольцевого буфера), всегда можно получить достоверную информацию о времени и дате каждого конкретного измерения, сохраненного в буфере последовательных отсчетов.

Рис. 7. Карманы Памяти Гистограммы (Соотношение «Столбца» Гистограммы И Температурного Диапазона Определяющего Каждый Из Поддиапазонов Гистограммы)

Код температурного преобразования	Температурный эквивалент диапазона, связанный с карманом гистограммы	Номер кармана гистограммы	Место кармана гистограммы в адресном пространстве прибора
00h	-40,0°C и ниже	0	с 0800h до 0801h
01h	-39,5°C	0	с 0800h до 0801h
02h	-39,0°C	0	с 0800h до 0801h
03h	-38,5°C	0	с 0800h до 0801h
04h	-38,0°C	1	с 0802h до 0803h
05h	-37,5°C	1	с 0802h до 0803h
06h	-37,0°C	1	с 0802h до 0803h
07h	-36,5°C	1	с 0802h до 0803h
08h	-36,0°C	2	с 0804h до 0805h
...
F3h	+81,5°C	60	с 0878h до 0879h
F4h	+82,0°C	61	с 087Ah до 087Bh
F5h	+82,5°C	61	с 087Ah до 087Bh
F6h	+83,0°C	61	с 087Ah до 087Bh
F7h	+83,5°C	61	с 087Ah до 087Bh
F8h	+84,0°C	62	с 087Ch до 087Dh
F9h	+84,5°C	62	с 087Ch до 087Dh
FAh	+85,0°C и выше	62	с 087Ch до 087Dh

После заполнения буфера последовательных температурных отсчетов (2048 измерений) DS1921G имеет два возможных варианта продолжения обработки рабочего алгоритма. С отключенным режимом кольцевого буфера (rollover) (разряд RO=0) прибор заполнит память первыми 2048 отсчетами. Последующие отсчеты не будут сохраняться в буфере последовательных температурных отсчетов, но данные гистограммы и данные о выходах за температурные пороги продолжают обновляться. При включенном режиме кольцевого буфера (разряд RO = 1) 2049-е значение будет перезаписано по адресу 1000h и так далее по кольцу. В этом случае прибор будет хранить сведения о 2048 последних измерениях.

При построении гистограммы DS1921G использует 63 «столбца» («кармана»), данные о них содержатся в памяти прибора, начиная с адреса 0800h. Каждому столбцу соответствует 16-битный сбрасывающийся при переполнении двоичный счетчик, увеличивающий свои показания на «1» при каждом попадании измеренного значения в связанный с ним температурный диапазон. Данные каждого «столбца» (2 байта) хранятся по соседним адресам, и младший байт имеет меньший адрес. Так «столбец» 0 занимает адреса 0800h÷0801h, «столбец» 1 – адреса 0802h÷0803h, и т. д., заканчивая «столбцом» 62 (087Ch÷087Dh), подробнее это показано на Рис. 7. Номер кармана, значение в котором должно быть увеличено после очередного температурного преобразования, выполненного прибором, определяется с учетом ограничений кода, подробно описанных в разделе «Преобразование Температуры». Т.е. иначе номер

«столбца», в который необходимо внести изменения после очередного температурного преобразования, определяется шестью старшими битами (отбрасыванием двух младших значащих бит) кода температурного значения. Так карман с номером 0 соответствует температурам от -40,0°C и выше до -38,5°C, карман с номером 1 – температурам от -38,0°C до -36,5°C и т.д. Карман с номером 62 ассоциируется с температурами +84,0°C и выше. Значения, не попадающие в этот диапазон температур, будут регистрироваться, как коды 00h или FAh.

Так как каждый «столбец» занимает 2 байта, то «высота» «столбца» может иметь значения от 0 до 65535 (в двоичном коде). Если же количество температурных отсчетов, попадающих в диапазон одного «столбца» превысит 65535, «высота столбца» по-прежнему будет равна максимальному значению. Например, при условии, что период измерений равен 1 минуте, и все измеренные значения попадают в диапазон одного и того же «столбца», его «высота» достигнет максимума через 45 дней.

Память Температурных Порогов

При некоторых применениях важно не только периодически считывать температуру, но и регистрировать, **когда и на какое время** она выходила за допустимые границы. DS1921G способен выполнять и такую функцию. Границы температурного диапазона, выход за пределы которых должен контролироваться прибором, определяется значениями, хранимыми в Регистрах Температурных Порогов (адреса 020Bh и 020Ch). Эти значения задают верхний и нижний пороги (пределы) для контролируемой температуры (см. раздел «Преобразование Температуры» для формата данных, в котором записываются эти значения).

Рис 8. Таблица Моментов Начала И Продолжительности Нарушения Установленных Температурных Порогов

АДРЕС	ОПИСАНИЕ	ВЫХОД ЗА ПОРОГ
0220h	Счетчик Отсчетов (младший байт)	Выход за нижний порог №1
0221h	Счетчик Отсчетов (средний байт)	
0222h	Счетчик Отсчетов (старший байт)	
0223h	Продолжительность выхода за порог (в отсчетах)	
0224h , 0227h	Временная метка и продолжительность выхода	Выход за нижний порог №2
0228h , 024Fh	Временные метки и продолжительности выходов	Выходы за нижний порог №3+№12
0250h	Счетчик Отсчетов (младший байт)	Выход за верхний порог №1
0251h	Счетчик Отсчетов (средний байт)	
0252h	Счетчик Отсчетов (старший байт)	
0253h	Продолжительность выхода за порог (в отсчетах)	
0254h , 0257h	Временная метка и продолжительность выхода	Выход за верхний порог №2
0258h , 027Fh	Временные метки и продолжительности выходов	Выходы за верхний порог №3+№12

Если измеренное значение температуры достигнет или превысит значение верхнего или нижнего порога, DS1921G регистрирует этот факт и установит флаги THF или TLF соответственно в Регистре Статуса (адрес 0214h). Благодаря этому мастер 1-Wire-магистрали, обслуживающий ТЕРМОХРОН, может быстро идентифицировать такие приборы, если заданы соответствующие параметры поиска (см. описание команды «Условный Поиск ПЗУ»). Дополнительно прибор фиксирует момент времени, когда произошел каждый факт нарушения и отсчитывает продолжительность любого из подобных «выходов» за установленные границы.

Временные метки и продолжительности «выходов» за нижний порог сохраняются по адресам 0220h÷024Fh (48 байт), а временные метки и продолжительности «выходов» за верхний порог по адресам 0250h÷027Fh (48 байт) (см. Рис. 8). Это позволяет записать информацию о 24-х фактах «выхода» за пределы (по 12 для каждого из двух порогов). Дата и время «выхода» за каждый предел определяются прибором благодаря использованию содержимого Регистров Начала Сессии и времени между соседними измерениями (частота регистрации).

Устройства DS1921G, которые при отработке сессии зафиксировали нарушение температурных порогов, идентифицируются мастером 1-Wire-магистрали, при использовании функции Условного Поиска (см. ниже «Команды функций ПЗУ»), при условии, что выбраны соответствующие Условия Поиска (адрес 020Eh).

Прибор сохраняет временную метку выхода за один из установленных порогов, копируя в этот момент содержимое Счетчика Отсчетов Текущего Цикла (3 байта), причем младший байт имеет меньший адрес. По следующему адресу прибор записывает количество измерений, произведенных им, пока температура оставалась за этим порогом (продолжительность выхода). Если продолжительность выхода превысит 255 измерений, а температура по-прежнему будет лежать вне диапазона, заданного одним из порогов, то DS1921G запишет следующую временную метку и начнет считать продолжительность уже следующего выхода за этот же порог. Таким образом, любой долговременный выход за один из установленных пределов прибор разбивает на несколько выходов, каждый длительностью в 255 измерений. Если температура вернулась в диапазон раньше времени

255-го измерения, значение продолжительности последнего выхода больше не увеличивается в процессе измерений. Когда контролируемая температура снова выйдет за этот же порог, будет зарегистрирована еще одна следующая временная метка, и по следующему адресу будет записана продолжительность этого выхода. Данный алгоритм выполняется идентично для каждого из порогов.

Задание Параметров Работы Прибора

Основной задачей устройства ТЕРМОХРОН является запись температуры (мониторинг состояния) термочувствительного объекта, при его перемещении или транспортировке с одного места в другое. Обычно ограниченность пространства и соображения экономии не позволяют осуществлять мониторинг таких объектов с помощью датчиков, непосредственно связанных с компьютером. Так как DS1921G имеет достаточно малые габариты, то его можно прикрепить к большинству объектов, поэтому, перемещаясь вместе с ними, он будет регистрировать их температуру. Для выполнения этой задачи прибор прежде нужно запрограммировать.

Для записи прибором объективной информации о «температурной истории» объекта, сначала необходимо установить его часы/календарь на правильное время и дату. Время может быть установлено по Гринвичу или по любому временному стандарту, который используют отправитель и получатель груза. Для этого генератор узла часов реального времени должен быть запущен (EOSC = 0) хотя бы на одну секунду. Установка «будильника» при этом необязательна. Сегменты памяти, предназначенные для хранения временных меток, продолжительности событий выхода за установленные пределы, гистограммы, буфер последовательных температурных отсчетов, а также регистры времени старта, счетчика отсчетов, задержки старта и периода измерений, должны быть предварительно очищены командой Очистка Памяти. В случае, если имели место выходы температуры за пороги в предыдущей сессии, нужно также сбросить флаги THF и TLF. Чтобы прибор мог осуществлять работу, нужно выставить флаг EM в «0». Это главные установки, которые следует выполнить обязательно, не зависимо от типа объекта, а также особенностей и параметров производимых температурных измерений.

Следующими должны быть записаны значения верхнего и нижнего порогов (пределов), определяющих допустимый температурный диапазон регистрируемых значений температуры. Способ получения температурных значений, которые сохраняются в регистрах порогов в двоичном коде, подробно описан выше в разделе «*Температурные Преобразования*».

Состояние разрядов поиска в Регистре Управления (разряды с 0 по 2), не влияет на работу прибора. Если несколько подобных приборов подключены к одной 1-Wire-магистральной, установка условий поиска позволит каждому из них реагировать на команду Условный Поиск при срабатывании «будильника» или при выходе контролируемой температуры за заданные значения порогов (см. раздел «*Команды Функций ПЗУ*»).

Установка режима кольцевого буфера (разряд RO) и периода (интервала) измерений (частоты регистрации) зависит от конкретных требований мониторинга. Если пользователю нужны только последние данные об объекте, следует включить режим кольцевого буфера (разряд RO = 1). В противном случае для определения периода измерений нужно разделить требуемую продолжительность общего цикла мониторинга в минутах на 2048. Например, если мониторинг нужно осуществлять в течение 10 дней (это составляет 14400 минут), то период измерений следует установить равным 7 минут (при этом объема буфера последовательных температурных отсчетов хватит как раз на 10 дней). Так как громоздкие объекты не изменяют свою температуру быстро при смене окружающей температуры, то даже с периодом измерений в 10 минут не стоит опасаться потери значимой информации. Если необходимо осуществлять долговременный мониторинг, и объема памяти прибора недостаточно для сохранения всех данных, то можно использовать несколько приборов DS1921G. При этом на втором приборе следует выставить задержку таким образом, чтобы он начал измерять температуру в тот момент, когда закончится рабочий цикл первого прибора (полностью заполнится его буфер последовательных температурных отсчетов) и т. д. по цепочке. Разряд RO во всех таких приборах нужно установить в «0» во избежание перезаписи данных. Значение задержки старта в минутах сохраняется при этом как беззнаковое 16-разрядное двоичное число в ячейках с адресами 0212h-0213h. Максимальное время задержки –65535 минут (то есть 45 дней, 12 часов и 15 минут). Задержка старта определяет время между началом сессии и первым измерением рабочего цикла. После установки разряда RO и значения задержки старта задается последний необходимый параметр - период измерений (частота регистрации) в Регистре Периода Измерений. Период измерений может принимать значения от 1 до 255 минут, кодируемое как беззнаковое двоичное 8-разрядное число. Как только в Регистр Периода Измерений произведена запись, DS1921G устанавливает флаг MIP (работа продолжается), сбрасывая при этом флаг MEMCLR (память очищена). По истечении времени, определяемого в Регистре Задержки Начала Сессии, прибор будет ждать окончания следующей минуты, после чего проснется, скопирует данные о текущем времени и дате в Регистры Начала Запуска и выполнит первое температурное преобразование в сессии. При этом увеличатся на «1» показания Счетчика Отсчетов Текущей Сессии и Счетчика Всех Отсчетов. Все последующие измерения будут производиться в момент переключения значения минут в часах через

одинаковый промежуток времени, заданный в Регистре Периода Измерений. Для оперативного контроля работы устройства ТЕРМОХРОН значения, содержащиеся в его памяти можно читать в любое время извне в ходе отработки режима оперативной регистрации. Во избежание конфликтов доступа к памяти следует соблюдать осторожность при реализации этой процедуры (см. раздел «*Конфликты Доступа К Памяти*»).

После начала работы прибор сохраняет содержимое Страницы Регистров начиная с Регистров Порогов до Счетчика Общего Числа Событий в символьной форме в энергонезависимом ОЗУ. Эта область памяти функционирует независимо от памяти, используемой для записи результатов измерения. Однако не следует пытаться в ходе цикла регистрации записать какую-либо информацию самостоятельно в область Страницы Регистров, так как это приведет к остановке рабочего цикла прибора.

Адресные Регистры И Статус Передачи

Для последовательной передачи данных DS1921G используют регистры: TA1, TA2 и E/S (см. Рис. 9). Регистры TA1 и TA2 должны содержать «начальный адрес» или «загрузочный адрес», куда данные будут записаны или откуда данные будут отправлены мастеру 1-Wire-магистральной командой Чтение. Регистр E/S действует при этом как байт счетчика и регистр статуса передачи. Он используется для подтверждения правильности данных при работе с командой Запись. Поэтому мастер 1-Wire-магистральной может только читать этот регистр. Младшие 5 разрядов в регистре E/S показывают адрес последнего байта, который был записан в блокнотную память. Этот адрес называется «конечное смещение». Разряд 5 регистра E/S называется PF (*partial byte flag*) или «флаг частичного байта». Он выставляется, если количество разрядов, посланных мастером, не кратно восьми. Содержимое разряда 6 всегда равно «0». Заметим, что младшие 5 разрядов «начального адреса» также определяют адрес внутри блокнотной памяти, начиная с которого будут храниться промежуточные данные. Этот адрес называется «смещение байта» (*byte offset*). Например, если «начальный адрес» для команды Запись 13Ch, блокнотная память будет сохранять приходящие данные, начиная со «смещения байта» 1Ch и заполнится после прихода 4-х байтов. Соответствующее «конечное смещение» в этом примере 1Fh. Для лучшей экономии скорости и эффективности «начальный адрес» для записи нужно установить на начало новой страницы, таким образом, «смещение байта» будет равно «0». Хотя программно доступен весь массив блокнотной памяти (объемом 32 байта), «конечное смещение» все равно будет равно 1Fh. Однако можно записать один или несколько смежных байтов где-нибудь внутри страницы. «Конечное смещение» вместе с флагом PF и флагом переполнения служат, главным образом, для проверки мастером правильности данных после команды Запись. Самый старший бит регистра E/S, называемый AA (*authorization accepted* – принятое разрешение), выступает как флаг, сигнализирующий о том, что данные, сохраненные в блокнотной памяти, уже скопированы в предназначенный для них сегмент памяти. Запись данных в блокнотную память сбрасывает этот флаг.

Рис. 9. Адресные Регистры

Разряд №	7	6	5	4	3	2	1	0
Начальный адрес (TA1)	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	T0
Начальный адрес (TA2)	T15	T14	T13	T12	T11	T10	T9	T8
Конечный адрес и данные статуса (E/S) (доступен только для чтения)	AA	0	PF	E4	E3	E2	E1	E0

Запись С Проверкой

При записи данных в DS1921G блокнотная память используется как промежуточная область хранения. Сначала ведущий выдает команду Запись В Блокнотную Память, для определения желаемого «начального адреса», начиная с которого данные будут записываться в блокнотную память. Следующий шаг – посылка ведущим 1-Wire-магистрالی команды Чтение Блокнотной Памяти для проверки данных. Как заголовок блокнотной памяти, DS1921G посылает требуемый «начальный адрес» (TA1 и TA2) и содержимое регистра E/S. Если выставлен флаг PF, значит данные, достигшие блокнотной памяти, неверны. Ведущему не нужно продолжать чтение, он может начинать новую попытку записи в блокнотную память. Точно также установленный флаг AA свидетельствует, что команда Запись не была опознана прибором. Если все прошло успешно, оба флага будут сброшены, и «конечное смещение» будет показывать адрес последнего бита, записанного в блокнотную память. Теперь ведущий 1-Wire-магистрالی может продолжить проверку каждого разряда информации. После окончания проверки ведущий выдает команду Копирование Блокнотной Памяти. Эта команда должна следовать сразу за данными трех адресных регистров TA1, TA2 и E/S, после того, как ведущий прочел их, проверяя содержимое блокнотной памяти. Как только DS1921G получит байты из блокнотной памяти, он скопирует данные в предназначенные для них сегменты внутреннего массива памяти, начиная с «начального адреса».

Команды Функций Памяти И Команды Управления

Алгоритм на Рис.10 описывает протоколы, необходимые для доступа к памяти и регистрам специального назначения DS1921G. Пример, как использовать эти и другие функции для установки DS1921G на выполнение сессии, приведен в разделе «Пример: Подготовка И Запуск Новой Сессии». Связь

между ведущим 1-Wire-магистрالی и устройством DS1921G производится со стандартной скоростью (по умолчанию, OD = 0) или в ускоренном режиме (OD = 1). Внутренний доступ к памяти в течение сессии имеет приоритет над внешним доступом через 1-Wire-интерфейс. Это может повлиять на команды чтения памяти, описанные ниже (см. раздел «Конфликты Доступа К Памяти»).

Запись В Блокнотную Память [0Fh]

После выбора этой команды ведущий должен выставить 2-хбайтовый начальный адрес, после чего следуют данные, которые должны быть записаны в блокнотную память. Данные будут записываться, начиная со смещения байта (T4:T0). Конечное смещение (E4:E0) будет смещением байта, при котором ведущий остановит запись данных. Принимаются только полные байты. Если последний байт данных передан не полностью, то его содержимое игнорируется и выставляется флаг частичного байта PF.

При выполнении этой команды встроенный CRC-генератор DS1921G (см. Рис. 16) вычисляет CRC-код (контрольную сумму) всего потока данных, начиная с кода команды и заканчивая последним байтом данных, посланных ведущим. Этот CRC-код генерируется при помощи полинома CRC16, сбрасывая CRC-генератор и сдвигая код команды Запись В Блокнотную Память (0Fh), начальные адреса TA1 и TA2 в том порядке, как они посылались ведущим, а также и все байты данных. Ведущий может прекратить выполнение команды в любое время. Однако если конечное смещение имеет вид 11111b, мастер может послать 16 временных слотов чтения и получить инвертированный CRC16, генерируемый DS1921G.

Замечание: Регистры с 200h по 213h в странице регистров защищены в течение сессии. См. Рис. 6 для определения типа доступа в течение сессии и между сессиями.

Чтение Блокнотной Памяти [AAh]

Эта команда используется для проверки данных в блокнотной памяти и начальных адресов. После выбора этой команды ведущий начинает чтение. Первые два байта будут начальным адресом. Следующий байт будет являться конечным смещением/байтом статуса данных (E/S), за ним следуют данные из блокнотной памяти, начиная со смещения байта (T4:T0), как показано на Рис. 9. Не зависимо от фактического конечного смещения ведущий может читать данные до конца блокнотной памяти, после чего он получит инвертированный CRC16 кода команды, начальных адресов TA1 и TA2, байта E/S и данных блокнотной памяти, расположенных по начальному адресу. После получения CRC ведущий 1-Wire-магистрали будет читать логические «1» от устройства DS1921G вплоть до поступления импульса сброса.

Копирование Блокнотной Памяти [55h]

Эта команда используется для копирования данных из блокнотной памяти в области памяти, доступные для записи. Применяя эту команду к Регистру Периода Измерений можно осуществить старт сессии при наличии нескольких предварительных условий. См. раздел «Запуск Сессии И Регистрация Данных» и блок-схему на Рис. 11. После выбора команды Копирование Блокнотной Памяти ведущий 1-Wire-магистрали должен обеспечить 3-байтовый код авторизации, который может быть получен путем чтения блокнотной памяти (для проверки). Этот код должен точно соответствовать данным, содержащимся в 3 адресных регистрах в следующем порядке: TA1, TA2 и E/S. Если код совпадает, установится флаг AA (авторизация принята), и начнется копирование. Последовательность чередующихся «0» и «1» будет передаваться после завершения копирования данных до тех пор, пока ведущий не выдаст импульс сброса. Во

время процесса копирования любая попытка сброса ведомого прибора будет проигнорирована. Копирование одного байта обычно занимает около 2 мкс.

Данные, подлежащие копированию, определяются тремя адресными регистрами. Данные блокнотной памяти будут копироваться от начального смещения до конечного смещения, начиная с начального адреса. С помощью этой команды можно скопировать в любую область памяти от 1 до 32 байт. Флаг AA будет оставаться выставленным (в состоянии «1»), пока не будет сброшен следующей командой Запись В Блокнотную Память. Необходимо заметить, что попытка использовать команду Копирование Блокнотной Памяти к адресам с 0200h по 0213h приведет к остановке сессии.

Чтение Памяти [F0h]

Эта команда может быть использована для чтения всех областей памяти. После выбора команды ведущий 1-Wire-магистрали посылает 2-байтовый начальный адрес. Затем ведущий читает данные, начиная с начального адреса, и может продолжать чтение до конца памяти, до тех пор, пока не будут читаться одни нули. Важно понимать, что регистры начального адреса будут содержать необходимый адрес. Бит E/S не используется этой командой.

Аппаратные средства DS1921G обеспечивают возможность безошибочной записи в память. Для защиты данных в среде 1-Wire при чтении и одновременном увеличении скорости передачи рекомендуется передавать данные пакетами размером с одну страницу памяти. Такой пакет обычно содержит 16-битный CRC-код страницы для обеспечения быстрой и безошибочной передачи данных, что сокращает время проверки, в том случае, если принимаемые данные корректны (см. «Application Note 114» для рекомендуемой структуры файла..

Рис. 10-1. Блок-Схема Функций Памяти/Управления

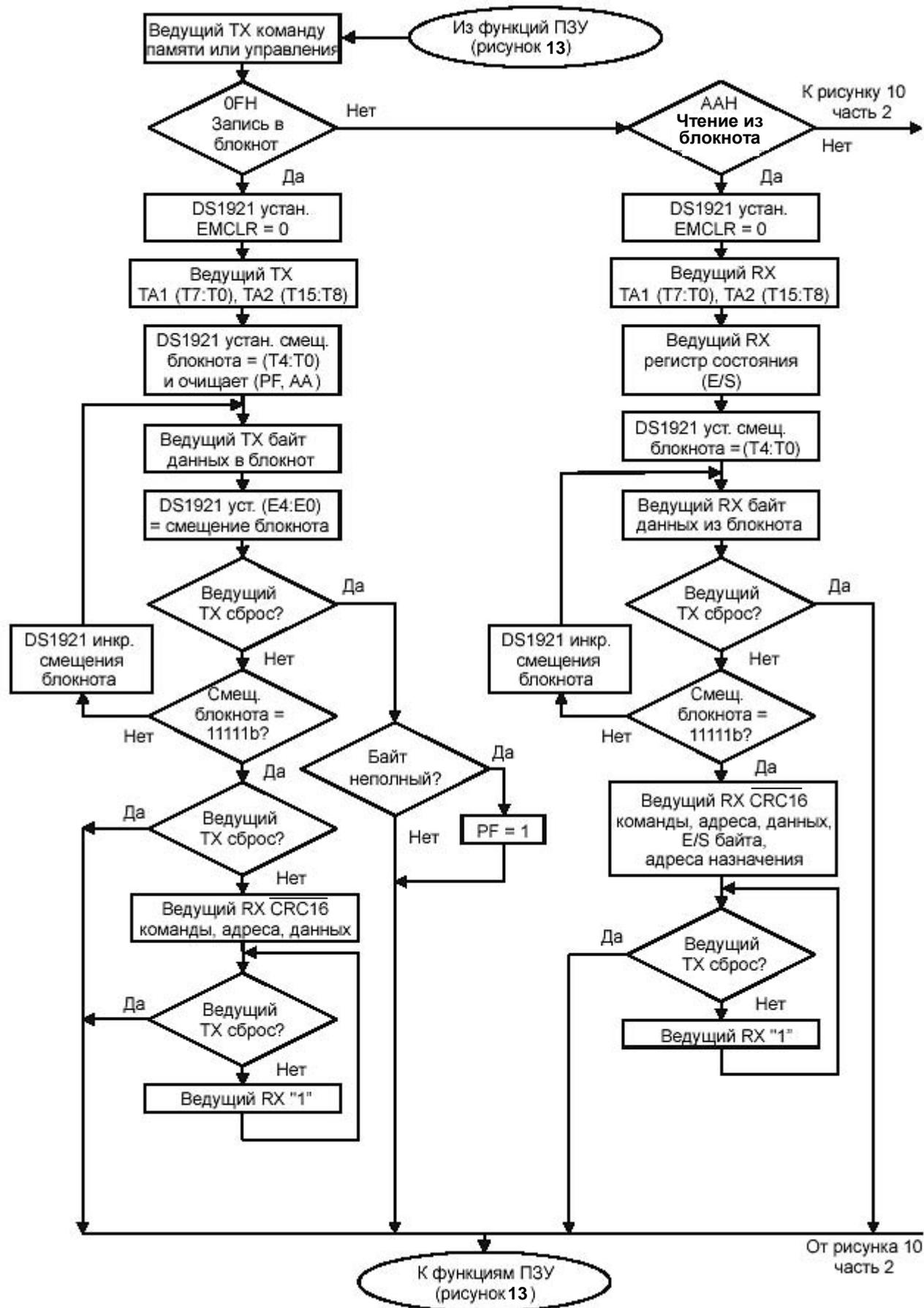


Рис. 10-2. Блок-Схема Функций Памяти/Управления

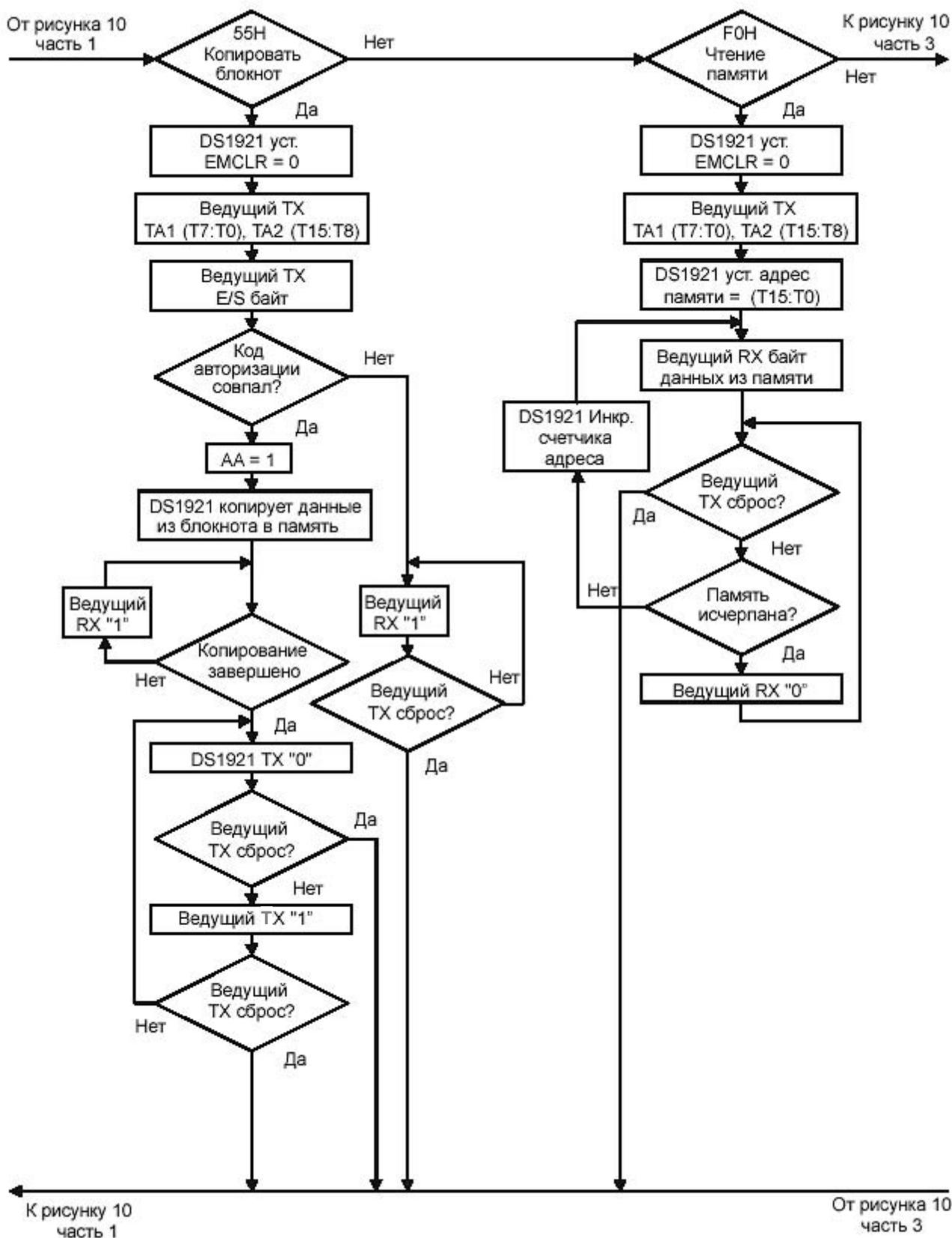


Рис. 10-3. Блок-Схема Функций Памяти/Управления

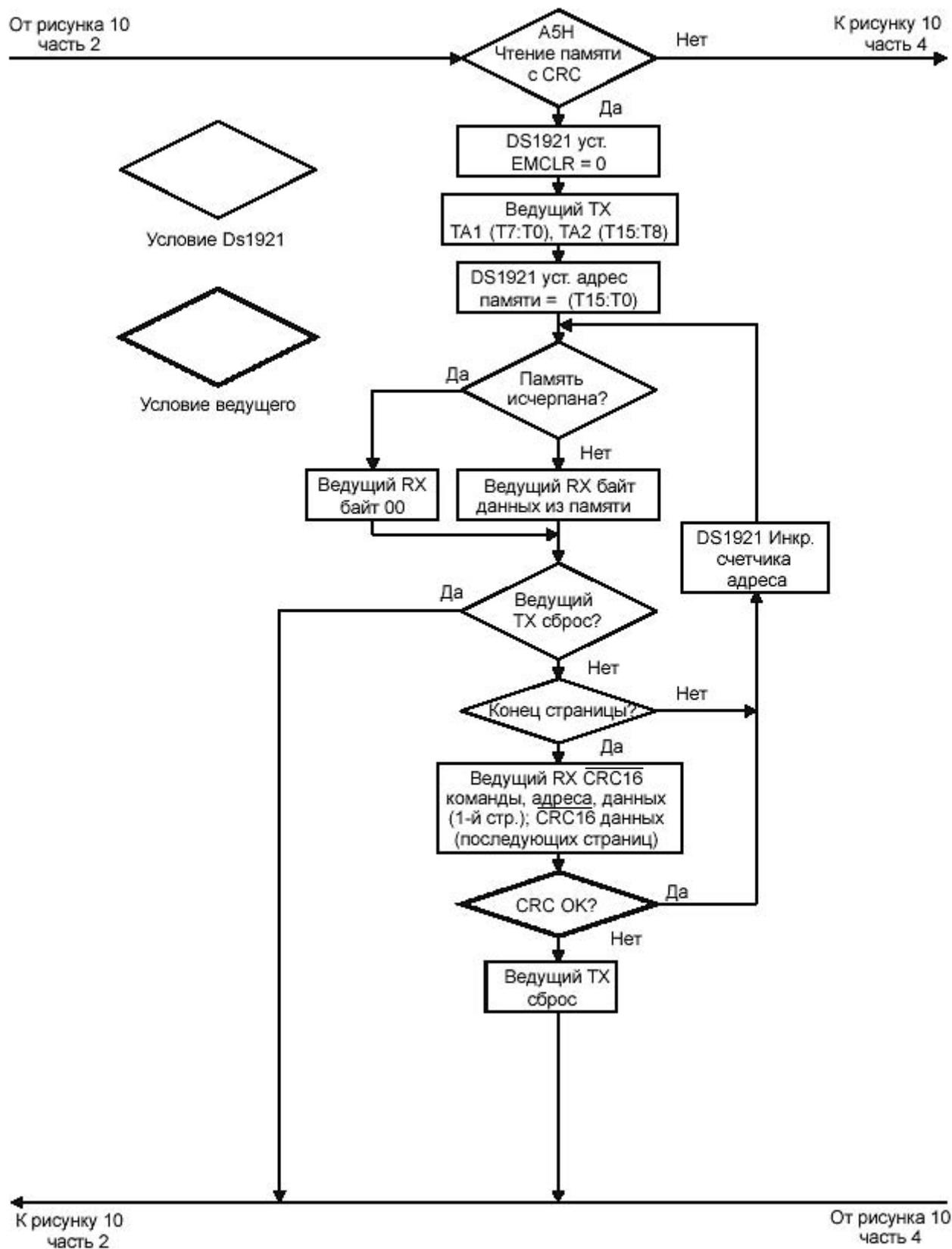
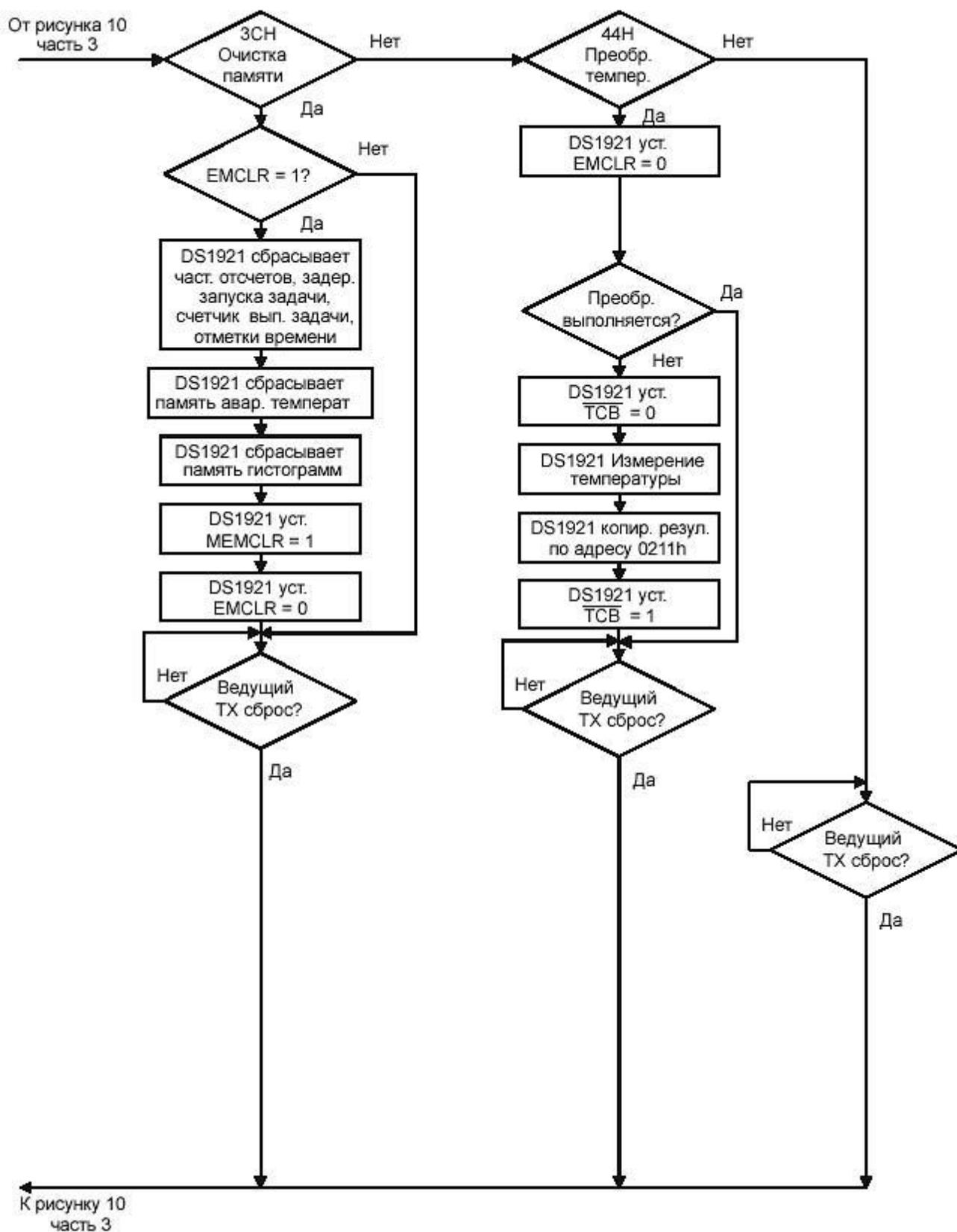


Рис. 10-4. Блок-Схема Функций Памяти/Управления



Чтение Памяти С CRC-кодом [A5h]

Эта команда используется для чтения данных памяти, которые не могут быть пакетированы, таких как Страница Регистров и данные, сохраненные прибором в течение сессии. Команда работает также, как команда Чтение Памяти, за исключением того, что за последним байтом страницы памяти следует 16-битный CRC-код, генерируемый и передаваемый DS1921G.

После передачи кода команды Чтение Памяти С CRC-кодом ведущий 1-Wire-магистрالی посылает 2-байтовый адрес (TA1=T7:T0, TA=T15:T8), который указывает место расположения начального байта. При последующих временных слотах чтения данных ведущий получает данные от DS1921G, начиная с начального адреса и продолжая до конца 32-байтовой страницы. После этого ведущий, пошлав 16 дополнительных слотов чтения, получит инвертированный 16-битный CRC-код. С последующими временными слотами чтения ведущий будет получать данные, начиная с начала следующей страницы, за которыми снова будет следовать инвертированный CRC-код этой страницы. Эта последовательность действий продолжается до тех пор, пока ведущий не передаст импульс сброса.

При первом выполнении команды Чтение Памяти С CRC-кодом 16-битный CRC-код является результатом сдвига в очищенном CRC-генераторе байта команды, 2 байтов адреса и содержащихся в памяти данных. При последующих выполнениях этой команды CRC-код является результатом сдвига только данных. После прочтения CRC-кода последней страницы памяти ведущий 1-Wire-магистрالی будет получать логические «0» от DS1921G и инвертированные CRC-коды этих виртуальных страниц до подачи импульса сброса. Выполнение этой команды может быть прекращено в любое время выработкой импульса сброса.

Очистка Памяти [3Ch]

Эта команда используется для очистки данных о периоде измерений (частоте регистрации), о задержке старта, о начале рабочего цикла и содержимого счетчика измерений текущего цикла, расположенных на странице регистров, а так же памяти температурных пределов и памяти гистограммы. Эти области памяти должны быть очищены перед установкой прибора на следующую сессию. Команда Очистка Памяти не очищает буфер последовательных температурных отсчетов и не сбрасывает флаги выходов за пороги и флаг срабатывания «будильника» в Регистре Статуса. Часы реального времени должны быть включены не менее, чем за секунду перед выбором этой команды. Для функционирования данной команды разряд EMCLR в Регистре Управления нужно установить в «1». Команда Очистка Памяти подается во время

следующего доступа к функциям памяти прибора (временный доступ). Подача любой другой команды функций памяти сбросит разряд EMCLR. Выполнение этой команды занимает около 500 мкс и не может быть прервано. Однако, в течение этого времени ведущий может сгенерировать импульс сброса, любую команду для ПЗУ, начать обмен с областью дополнительной памяти или прочитать Регистр Статуса и данные из регистров узла часов реального времени. По завершении команды разряд MEMCLR в Регистре Статуса устанавливается в «1», а разряд EMCLR в «0».

Преобразование Температуры [44h]

Эта команда используется для измерения текущей температуры, если заданный прибору рабочий цикл автоматической регистрации закончился или остановлен (MIP = 0). Результат измерения при этом находится по адресу 0211h Страницы Регистров. Выполнение команды занимает 90 мс и не может быть прервано. В течение этого времени доступны Команды Функций ПЗУ и команды Памяти/Управления.

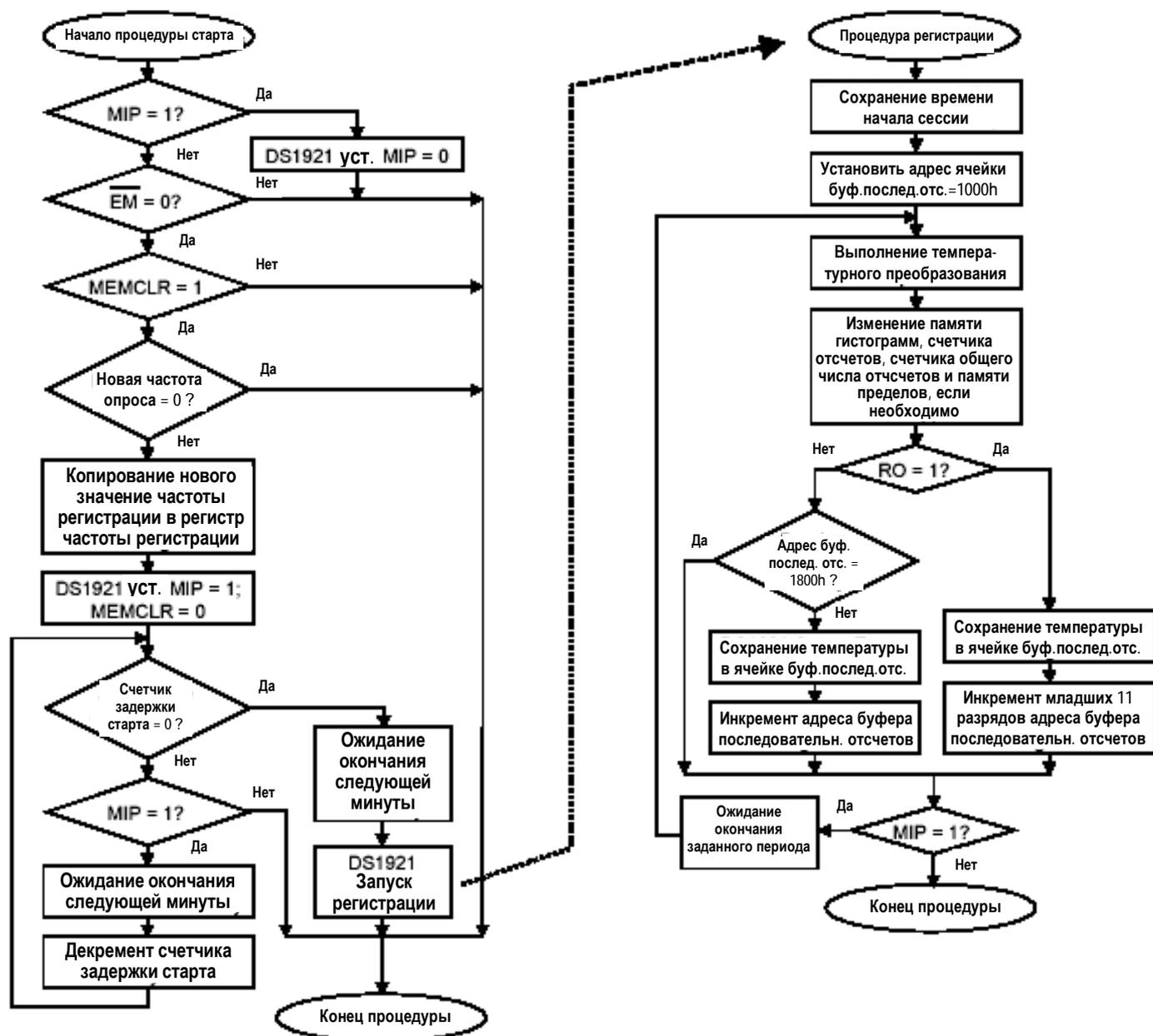
Старт Сессии И Регистрация Данных

Прибор DS1921G не имеет специальной команды для старта сессии. Вместо этого сессия стартует посредством записи ненулевого значения в Регистр Периода Измерений, используя команду Копирование Блокнотной Памяти. Как показано на Рис. 11, новая сессия может стартовать, только если предыдущая сессия завершилась (MIP = 0), память очищена (MEMCLR = 1) и запуск новой сессии разрешен (EM = 0). Если новое значение периода измерений отлично от «0», то оно будет скопировано из блокнотной памяти в Регистр Периода Измерений. В то же самое время бит MIP установится в «1», и разряд MEMCLR будет сброшен в «0», показывая, что прибор находится в состоянии отработки сессии. В последствии будет декрементироваться Счетчик Задержки Начала Сессии до достижения нулевого значения. После этого DS1921G будет находиться в состоянии ожидания еще одну минуту, а затем начнется процесс регистрации данных, при котором сначала копируется содержимое регистра Часов Реального Времени в Регистр Начала Сессии.

Остановка Сессии

DS1921G не имеет специальной команды для остановки сессии. Сессия может быть остановлена в любое время посредством записи по любому адресу в пределах от 0200h до 0213h или посредством записи в разряд MIP Регистра Статуса (адрес 0214h) значения «0». Оба этих подхода используют команду Копирование Блокнотной Памяти. Для остановки сессии необязательно, чтобы истекло время задержки сессии (см. Рис.11).

Рис. 11. Старт сессии и регистрация данных



Замечание: Старт Сессии вызывается, когда в Регистр Периода Измерений (адрес 020Dh) посредством команды Копирование Блокнотной Памяти записывается новое значение. Через минуту после обнуления Счетчика Задержки Начала Сессии завершается процедура старта сессии и начнется регистрация данных.

Конфликты Доступа К Памяти

Во время отработки сессии периодически выполняются температурные выборки и данные сохраняются в Памяти Последовательных Температурных Отсчетов, Памяти Гистограммы и Памяти Выходов За Пороги. Эта «внутренняя активность» имеет приоритет доступа к этим страницам над командами Чтение Памяти и Чтение Памяти С CRC-проверкой. Если происходит конфликт, могут быть считаны недостоверные данные, даже если CRC-значение совпадает. Для уверенности в правильности данных рекомендуется сначала считать разряд SIP Регистра Статуса. Если он установлен в «1», следует подождать с чтением Памяти Последовательных Температурных Отсчетов, Памяти

Гистограммы и Памяти Выходов За Пороги до установки этого бита в «0». Подобный конфликт наиболее вероятен при большой частоте выборок (1 раз в минуту). Так как все выборки производятся при переключении показаний секунд с 59 в 00, конфликты памяти можно избежать, предварительно читая показания секунд из узла Часов Реального Времени. Например, если пользователю требуется для чтения данных из памяти 2 секунды, то не следует начинать чтение при показаниях счетчика секунд 58, 59, 00. Альтернативный способ – читать область памяти дважды, и принимать данные только при совпадении результатов. В любом случае, при разработке программного обеспечения важно знать о возможности подобной ситуации и принимать меры для ее обхода.

Организация 1-Wire-Сетей

1-Wire-сеть является системой, которая содержит на магистрали обмена данными одного ведущего и одного или несколько ведомых. Во всех случаях DS1921G является ведомым прибором. Обычно ведущим 1-Wire-магистрали выступает микроконтроллер. Описание 1-Wire-магистрали разбито на три раздела: аппаратная конфигурация, последовательность действий и сигналы 1-Wire-магистрали (типы и временные параметры). Протокол определяет действия на 1-Wire-магистрали, как состояния шины данных в течение временных слотов, инициирующихся падающим фронтом синхроимпульсов, поступающих от ведущего. Более подробное описание протокола см. в Главе 4 документа «Books of iButton Standards».

Аппаратная Конфигурация

По определению 1-Wire-магистрали она содержит один провод для передачи данных и возвратный провод. При этом важно, что любым прибором на 1-Wire-магистрали можно управлять в определенное строго соответствующее время. Для реализации этого, каждый ведомый прибор, подключаемый к 1-Wire-магистрали, должен иметь вывод с открытым стоком или тремя состояниями. 1-Wire-порт устройства DS1921G является выводом с открытым стоком, внутренняя эквивалентная схема которого показана на Рис. 12.

Многоточечная 1-Wire-сеть состоит из 1-Wire-магистрали с множеством подключенных к ней ведомых приборов, оснащённых 1-Wire-интерфейсом. Стандартная скорость передачи данных по 1-Wire-магистрали составляет максимум 16,3 Кбит/с. Эта скорость может быть увеличена до 142 Кбит/с активизацией специального ускоренного режима обмена. Полное соответствие устройства DS1921G стандартам iButton не гарантируется производителем.

Максимальная скорость передачи данных этого прибора в стандартном режиме – 15,4 Кбит/с, а в ускоренном – 125 Кбит/с. Значение резистора подтяжки напрямую зависит от длины 1-Wire-магистрали и ее нагруженности. Минимальное значение резистора подтяжки при любой скорости обмена для прибора DS1921G – 2,2 кОм.

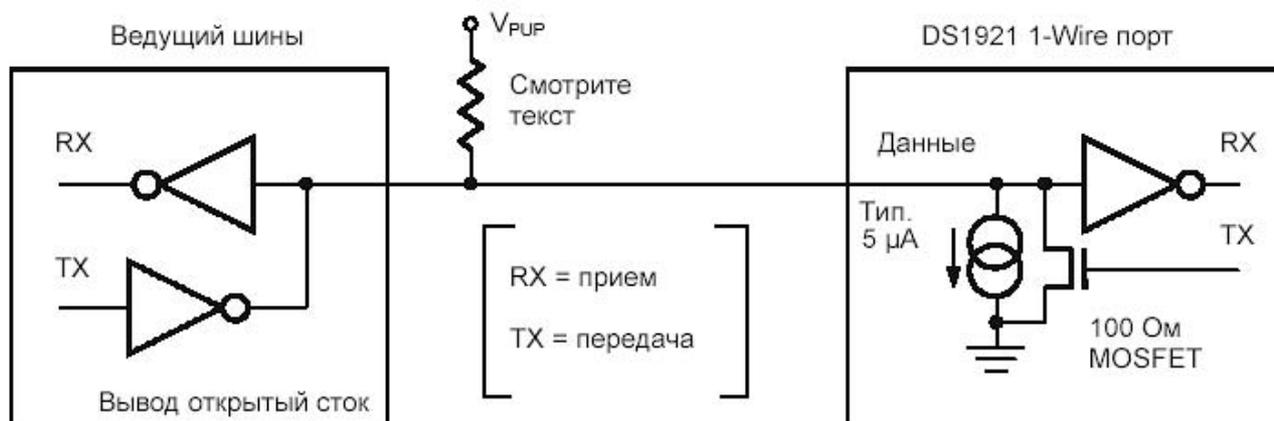
Исходным состоянием для 1-Wire-магистрали является высокий уровень. Когда по какой-либо причине обмен необходимо прекратить, 1-Wire-магистраль **должна быть** переведена в исходное состояние для возобновления информационного обмена. Если этого не произойдет, и шина данных останется в состоянии низкого уровня более чем на 16 мкс (в ускоренном режиме) или на 120 мкс (в стандартном режиме), то один или более ведомых приборов на 1-Wire-магистрали могут воспринять эту ситуацию как сброс. Заметим, что значение 16 мкс не вполне удовлетворяет работе прибора DS1921G. При использовании прибора DS1921G шина данных должна оставаться в состоянии низкого уровня не более, чем 15 мкс в ускоренном режиме, чтобы ведомым не был воспринят импульс сброса. Прибор DS1921G гарантированно будет осуществлять корректную связь с драйверами DS2480B и DS2490 и адаптерами, которые базируются на этих микросхемах.

Последовательность Действий

Протокол доступа к устройству DS1921G через 1-Wire-порт производится в следующем порядке:

- Инициализация
- Команда Функции ПЗУ
- Команда Функции Памяти/Управления
- Действие/Данные

Рис. 12. Аппаратная Конфигурация



Инициализация

Все циклы обмена на 1-Wire-магистрале начинаются с последовательности инициализации. Она состоит из импульса сброса, вырабатываемого ведущим и следующего за ним импульса присутствия, вырабатываемого ведомым. Импульс присутствия позволяет ведущему узнать, присутствует ли прибор DS1921G на 1-Wire-магистрале и готов ли он к работе. Более подробно см. раздел «*Сигналы 1-Wire-Магистрале*».

Команды Функций ПЗУ

После обнаружения ведущим импульса присутствия он может выработать одну из семи команд Функции ПЗУ. Все Команды Функций ПЗУ являются 8-битовыми. Список этих команд приведен на Рис.13.

Чтение ПЗУ [33h]

Эта команда позволяет ведущему 1-Wire-магистрале читать 8-битовый код семейства DS1921G, уникальный 48-разрядный регистрационный номер и 8-битовый CRC-код. Она может быть использована, только если на магистрале присутствует только один ведомый. Если на магистрале присутствуют несколько ведомых, то при использовании этой команды может произойти смешение данных. Тогда все ведомые будут пытаться передавать в одно и то же время (все открытые стоки образуют «проводное И»). Результатом явится несовпадение кода семейства и 48-разрядного номера с их контрольной суммой.

Совпадение ПЗУ [55h]

Эта команда, за которой следует 64-битная последовательность ПЗУ, которая позволяет ведущему адресовать отдельный прибор DS1921G на распределенной многоточечной 1-Wire-магистрале с несколькими ведомыми. На следующую команду функции памяти ответит только тот прибор, у которого в точности совпала 64-битная последовательность ПЗУ. Все другие ведомые будут ожидать импульс сброса. Эта команда может использоваться при наличии одного или нескольких ведомых приборов на 1-Wire-магистрале.

Поиск ПЗУ [F0h]

Когда система инициализируется первый раз, ведущий может не знать количество ведомых приборов, присутствующих на 1-Wire-магистрале и их регистрационные номера. Благодаря такому преимуществу 1-Wire-магистрале, как проводное «И», ведущий может использовать процедуру исключения для идентификации конкретных регистрационных номеров всех ведомых приборов сети. Для каждого бита регистрационного номера, начиная с младшего значащего бита, ведущий выдает три временных слота. В первом из них, каждый ведомый, участвующий в поиске, выдает истинное значение очередного бита своего регистрационного номера. Во втором слоте

каждый ведомый (т.е. присутствующий на магистрале) выдает дополнение этого бита (его инверсию). В третьем слоте ведущий передает выбранное им значение бита. Все ведомые, у которых соответствующий бит не совпал со значением, переданным ведущим, исключаются из дальнейшего поиска. Если оба результирующих (по проводному «И») бита в первом и втором слотах имеют значения «0», ведущий делает вывод, что существуют ведомые, у которых этот бит равен «0» и ведомые, у которых этот бит равен «1». Выбирая значение бита, ведущий сортирует приборы. По завершении одного такого прохода алгоритма сортировки ведомых, ведущий узнает полный регистрационный номер одного ведомого прибора-абонента 1-Wire-сети. Дополнительные проходы идентифицируют полные регистрационные номера оставшихся приборов. См. документ «*Application Note 187: 1-Wire Search Algorithm*».

Условный Поиск ПЗУ [ECh]

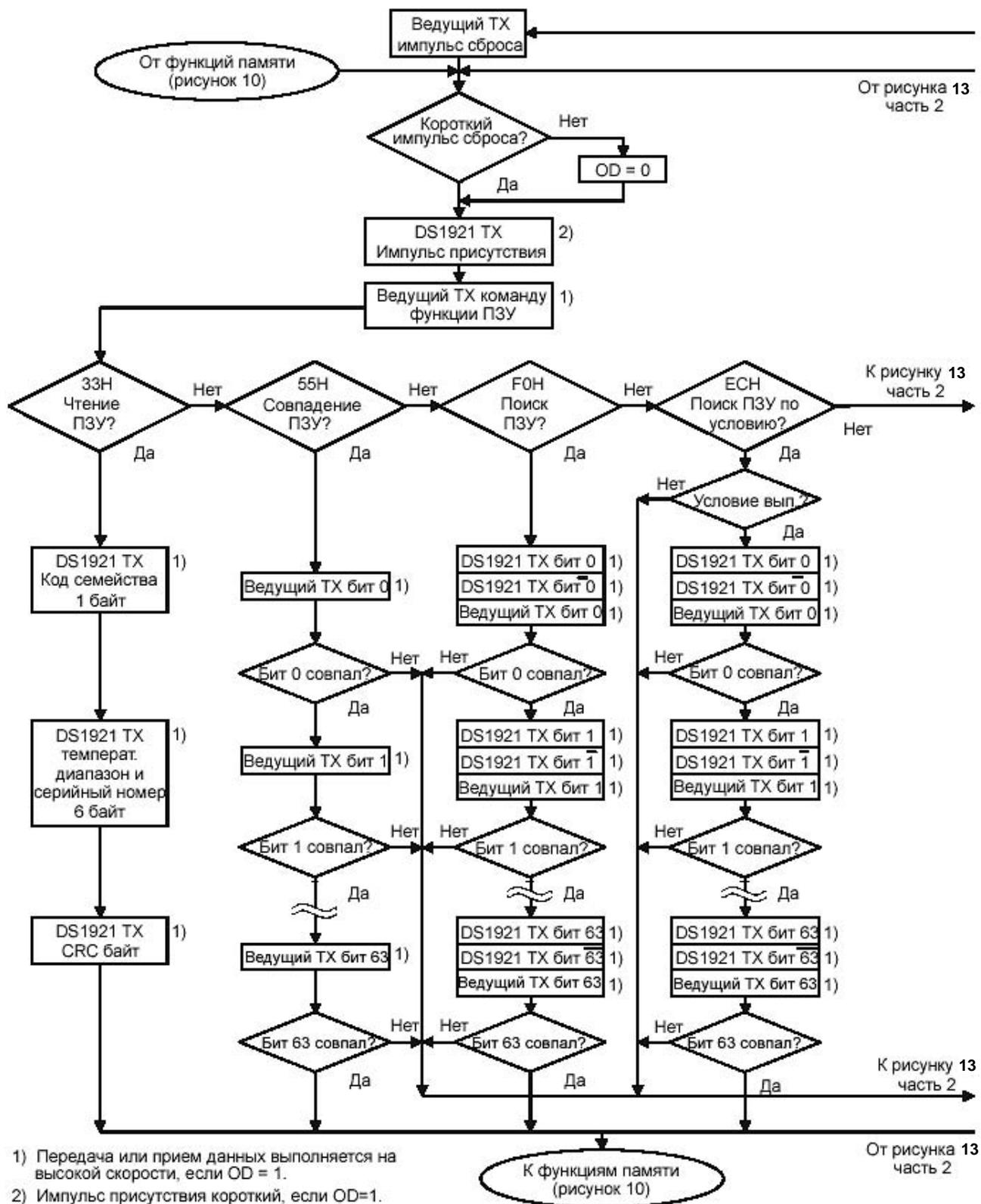
Эта команда действует подобно команде Поиск ПЗУ, за исключением того, что в поиске участвуют только те ведомые устройства, для которых выполняется определенное условие. Использование ведущим 1-Wire-магистрале команды Условного Поиска ПЗУ является эффективным способом обнаружить на обслуживаемой 1-Wire-магистрале устройства, которые сигнализируют о важном событии. После каждого случая генерации ведущим команды Условный Поиск и определения с её помощью 64-разрядного идентификационного номера прибора, отвечающего условию, индивидуальный доступ к нему осуществляется командой Совпадение ПЗУ. При этом остальные ведомые приборы, присутствующие на 1-Wire-магистрале, не будут участвовать в процессе поиска, а будут ожидать импульса сброса.

DS1921G будет отвечать на команду Условный Поиск только тогда, когда хотя бы один из трех флагов Регистра Сигналов Тревог (0214h) установлен в «1», при этом сигнал о превышении температурного порога будет выработан только, если он разрешен (см. раздел «*Регистр Управления*»). В случае, когда выбрано более одного условия, событие, случившееся первым, «заставит» ведомый прибор ответить на запрос ведущего при выполнении им процедуры условного поиска.

Пропуск ПЗУ [CCh]

Эта команда экономит время в системе с одним ведомым прибором на магистрале, позволяя ведущему осуществлять доступ к памяти без применения 64-битного кода ПЗУ. Если на магистрале присутствует более одного ведомого, и за выполненной командой Пропуск ПЗУ следует команда Чтение, то произойдет смешение данных, так как несколько приборов будут передавать данные одновременно (при этом открытые стоки выходных каскадов этих приборов, притягивающие шину данных 1-Wire-магистрале к уровню потенциала возвратного провода, действуют как монтажное «И»).

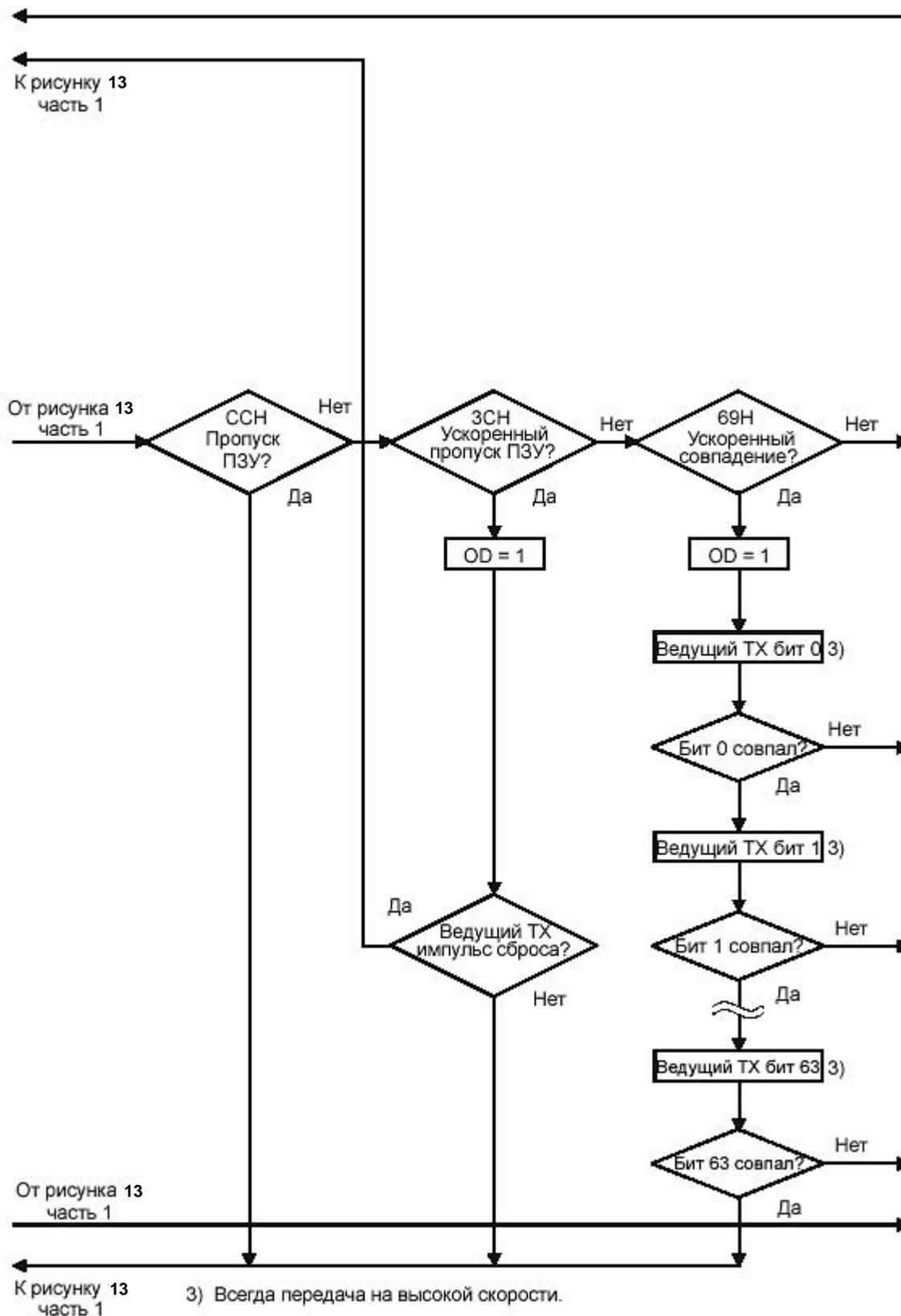
Рис. 13-1. Блок-Схема Функций ПЗУ



1) Передача или прием данных выполняется на высокой скорости, если OD = 1.

2) Импульс присутствия короткий, если OD=1.

Рис. 13-2. Блок-Схема Функций ПЗУ



Ускоренный Пропуск ПЗУ [3Ch]

На магистрали, к которой подключено только одно ведомое устройство, данная команда сокращает время обмена, позволяя ведущему 1-Wire-магистрали обращаться к функциям памяти/управления устройства без использования 64-разрядного кода ПЗУ. В отличие от Пропуска ПЗУ, команда переводит прибор DS1921G в ускоренный (Overdrive) режим обмена (разряд OD = 1). Все процедуры обмена, следующие за этой командой, осуществляются с повышенной скоростью до тех пор, пока импульс сброса длиной более 480 мкс не вернет все приборы на 1-Wire-магистрали в стандартный для 1-Wire-магистрали скоростной режим (разряд OD = 0).

Подача ведущим этой команды на магистрали с несколькими приборами, имеющими возможность работы в ускоренном режиме, переводит их в ускоренный режим. Для индивидуальной адресации таких приборов, следует после команд Совпадение ПЗУ или Поиск ПЗУ подать импульс сброса с длительностью, соответствующей ускоренному режиму. Это сократит процедуру поиска. Если на магистрали присутствуют несколько приборов с поддержкой ускоренного режима, и команда Ускоренный Пропуск ПЗУ следует сразу за командой Чтение, то произойдет смешение данных, так как одновременно будут передавать сразу несколько приборов (открытые стоки выходных каскадов этих приборов, притягивающие шину данных 1-Wire-магистрали к уровню потенциала возвратного провода, действуют, как монтажное «И»).

Ускоренное Совпадение ПЗУ [69h]

Эта команда, поданная после передачи 64-разрядного кода в ускоренном режиме, позволяет ведущему адресовать конкретный прибор DS1921G на 1-Wire-магистрали и немедленно перевести его в ускоренный режим. На последующие команды функций памяти/управления будет отвечать лишь прибор с точно совпадающим кодом ПЗУ. Приборы, переведенные в ускоренный режим предыдущими командами Ускоренный Пропуск или Ускоренное Совпадение, останутся в этом режиме. Все приборы с поддержкой этого режима при подаче импульса сброса длиной более 480 мкс перейдут в стандартный режим обмена. Данная команда может использоваться как с одним, так

и с несколькими приборами с 1-Wire-интерфейсом на одной 1-Wire-магистрали.

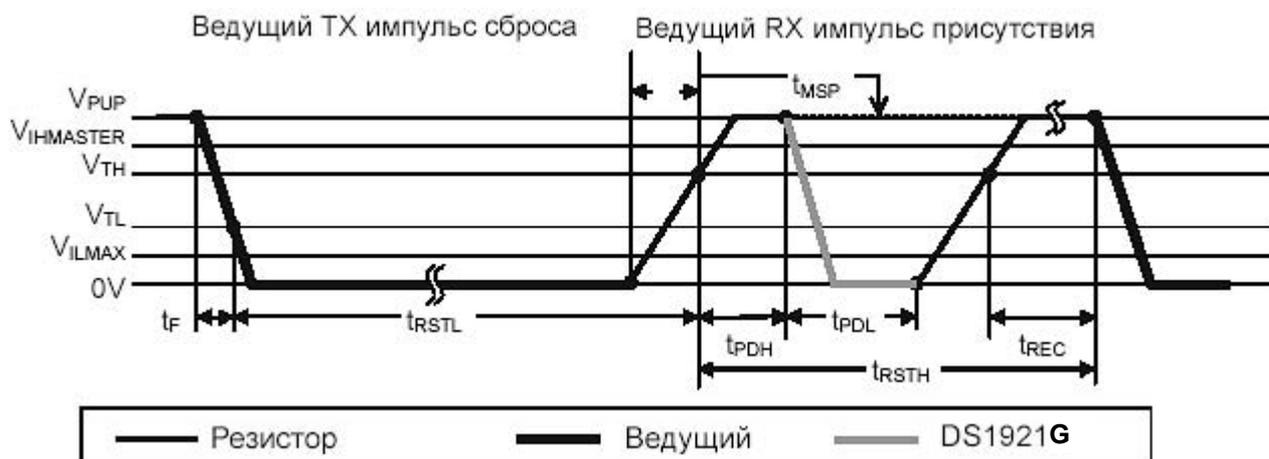
Сигналы 1-Wire-Магистрали

Для обеспечения целостности данных при обслуживании прибора DS1921G требуется строгое соблюдение протоколов. Протокол включает в себя четыре типа сигналов на 1-Wire-магистрали: последовательность сброса с импульсом сброса и импульсом присутствия, запись «0», запись «1» и чтение данных. За исключением импульса присутствия, все эти сигналы инициирует ведущий 1-Wire-магистрали. Прибор DS1921G может производить обмен в двух различных режимах - стандартном и ускоренном. Если не было принудительной установки в ускоренный режим, DS1921G будет осуществлять связь на стандартной скорости. При ускоренном режиме все временные параметры импульсов сокращаются.

Для перехода 1-Wire-магистрали из исходного состояния в активное, напряжение на ней должно упасть с уровня V_{PUP} до уровня V_{TL} . Для перехода из активного состояния в исходное, напряжение на шине данных должно нарасти с уровня V_{ILMAX} до уровня V_{TH} . Время такого нарастания напряжения обозначено символом «ε» на Рис. 14, и его длительность зависит от величины резистора подтяжки R_{PUP} и емкости 1-Wire-магистрали. Напряжение V_{ILMAX} является информацией для прибора о логическом уровне, но не о каких-либо событиях.

Последовательность инициализации, требуемая для начала любой связи с DS1921G показана на Рис. 14. Импульс сброса и следующий за ним импульс присутствия показывают, что DS1921G готов для приема данных после выдачи корректной Команды Функций ПЗУ или функции памяти. Если ведущий использует функцию управления длительностью падающего фронта, то он должен «притянуть» шину данных к низкому уровню на время $t_{RSTL} + t_F$ для компенсации переходного процесса. Если длительность t_{RSTL} превысит 480 мкс, то прибор выйдет из ускоренного режима и перейдет в стандартный. Если DS1921G находился в ускоренном режиме обмена и $t_{RSTL} \leq 80$ мкс, то прибор останется в этом режиме.

Рис.14. Процедура Инициализации (Импульсы Сброса И Присутствия)



После того, как ведущий освободит шину данных, он переходит в режим приема (RX). Теперь напряжение на шине данных подтягивается до уровня V_{PUP} через R_{PUP} или, в случае использования драйверов DS2480B или DS2490, с помощью схемы активной подтяжки. При пересечении напряжением уровня V_{TH} DS1921G находится в режиме ожидания в течение t_{PDH} и затем передает импульс присутствия, подтягивая шину данных к низкому уровню на время t_{PDL} . Для обнаружения импульса присутствия ведущий должен проверить состояние шины данных через время t_{MSP} .

Время t_{RSTH} должно быть не меньше суммы времен: t_{PDHMAX} , t_{PDLMAX} , t_{RECMIN} . Сразу по истечении времени t_{RSTH} DS1921G готов для обмена данными. При смешанном составе сети интервал t_{RSTH} должен быть увеличен до 480 мкс минимум при стандартной скорости обмена, и до 48 мкс при ускоренном режиме для адаптации других приборов на 1-Wire-магистрале.

Временные Слоты Чтения/Записи

Обмен данными с DS1921G происходит через временные слоты, в каждом из которых передается один бит информации. Временные слоты записи передают данные от ведущего к ведомому. Временные слоты чтения передают данные от ведомого к ведущему. Определения временных интервалов для слотов записи и чтения показаны на Рис. 15.

Любой цикл обмена начинается подтяжкой ведущим 1-Wire-магистрале данных к низкому уровню. Как только напряжение на шине данных падает ниже уровня V_{TL} , DS1921G запускает свой внутренний таймер, который определяет, когда следует читать шину данных в цикле записи, и как долго данные будут правильными в цикле чтения.

Передача От Ведущего К Ведомому

Для временного слота **Запись "1"** напряжение на шине данных должно, нарастая, пересечь уровень V_{TH} до

истечения t_{W1LMAX} - времени удержания сигнала записи «1» (состояние низкого уровня). Для временного слота **Запись "0"** напряжение на шине данных должно удерживаться ниже уровня V_{TH} не меньше времени t_{W0LMIN} удержания сигнала записи «0» (состояние низкого уровня). Напряжение на шине данных не должно превышать уровень V_{ILMAX} в течение всего интервала t_{W0L} или t_{W1L} . После достижения напряжением уровня V_{TH} прибор DS1921G требует времени восстановления t_{REC} , прежде чем он будет готов к обработке следующих временных слотов.

Передача От Ведомого К Ведущему

Временной слот **чтения данных** начинается также, как слот записи «1». Напряжение на шине данных должно оставаться ниже уровня V_{TL} не меньше времени t_{RL} удержания сигнала чтения (состояние низкого уровня). Если DS1921G передает для чтения сигнал «0», он должен в течение времени t_{RL} подтянуть шину данных к низкому уровню (т. е. продублировать такую подтяжку шины данных ведущим 1-Wire-магистрале). Внутренний таймер ведомого определяет время окончания этой подтяжки, после чего напряжение начнет снова расти. Если DS1921G передает для чтения сигнал «1», то он не дублирует подтяжку данных шины к низкому уровню, и напряжение начнет расти сразу по истечении времени t_{RL} .

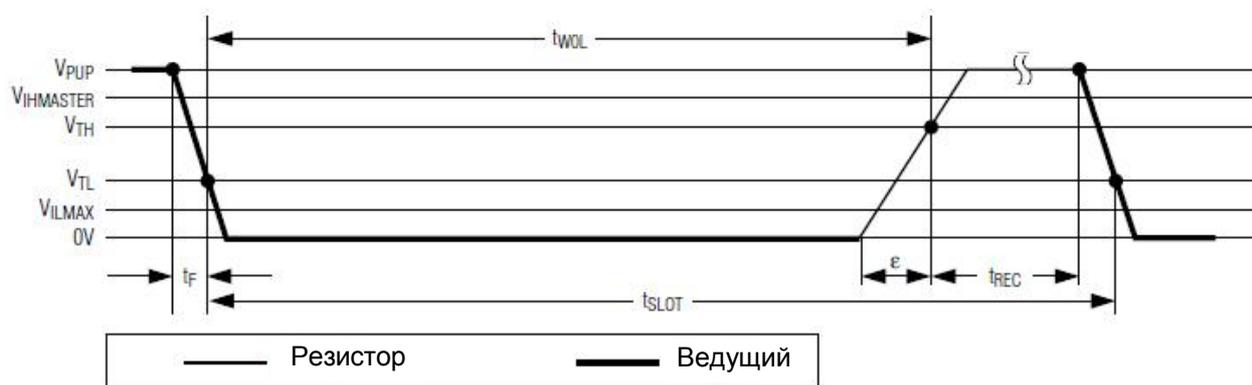
Сумма t_{RL} и δ (длительность фронта) с одной стороны и внутренний таймер DS1921G с другой определяют окно выборки (от t_{MSRMIN} до t_{MSRMAX}), в котором ведущий 1-Wire-магистрале должен читать шину данных. Для более надежной связи интервал t_{RL} должен быть как можно более коротким в пределах допустимого, и ведущий должен читать как можно быстрее, но не позднее времени t_{MSRMAX} . После чтения шины данных ведущий 1-Wire-магистрале должен ожидать, пока не истечет время t_{SLOT} . Это гарантирует достаточное время восстановления t_{REC} , для подготовки DS1921G к следующему временному слоту.

Рис.15. Временные Диаграммы Записи/Чтения

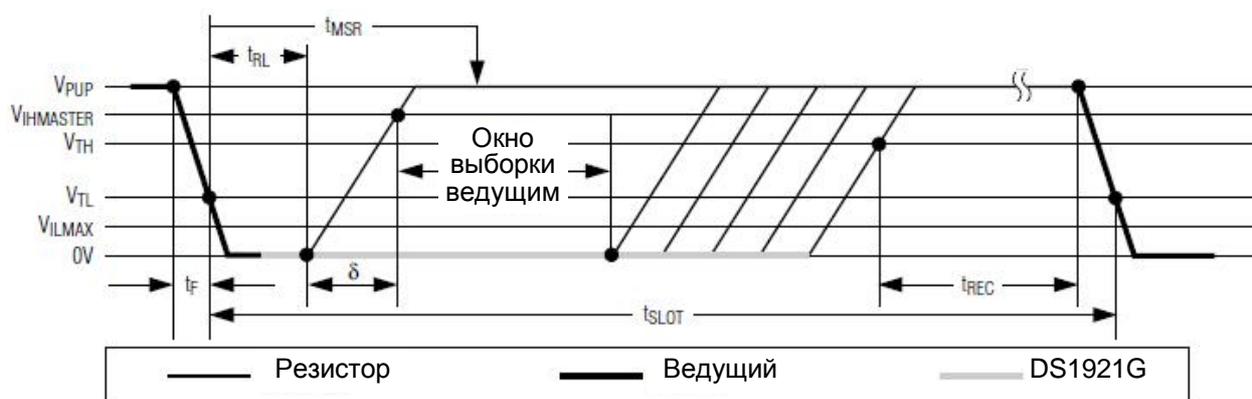
ВРЕМЕННОЙ СЛОТ ЗАПИСЬ «1»



ВРЕМЕННОЙ СЛОТ ЗАПИСЬ «0»



ВРЕМЕННОЙ СЛОТ ЧТЕНИЯ



Генерация CRC-Кода

Прибор DS1921G реализует два варианта алгоритма контроля с помощью избыточного циклического кода (CRC). Первый CRC является 8-битовым и хранится в старшем значащем байте 64-разрядного ПЗУ. Ведущий может вычислять значение этого CRC от первых 56 бит 64-разрядного ПЗУ и сравнивать это значение с хранимым внутри DS1921G для определения безошибочности приема данных ПЗУ. Эквивалентный полином этого CRC имеет вид: $X^8+X^5+X^4+1$. Этот 8-битовый CRC формируется в прямом (неинвертированном) коде. Он вычисляется и прожигается лазером при изготовлении каждого DS1921G.

Второй 16-битовый CRC генерируется в соответствии со стандартной полиномиальной функцией $X^{16}+X^{15}+X^2+1$. Этот CRC используется для обнаружения ошибок при чтении данных из памяти с помощью команды Чтение Памяти С CRC и для быстрой проверки передачи данных при записи/чтении в/из блокнотной памяти. В отличие от 8-битового CRC 16-битовый CRC всегда передается в инвертированном коде. CRC-генератор в DS1921G (Рис. 16) будет вычислять новое значение CRC как показано на блок-схеме Рис. 10. Ведущий 1-Wire-магистрالی сравнивает значение CRC, прочитанное от прибора, с вычисленным из данных и решает продолжать работу или прочитать данные заново в случае ошибки. При первом выполнении

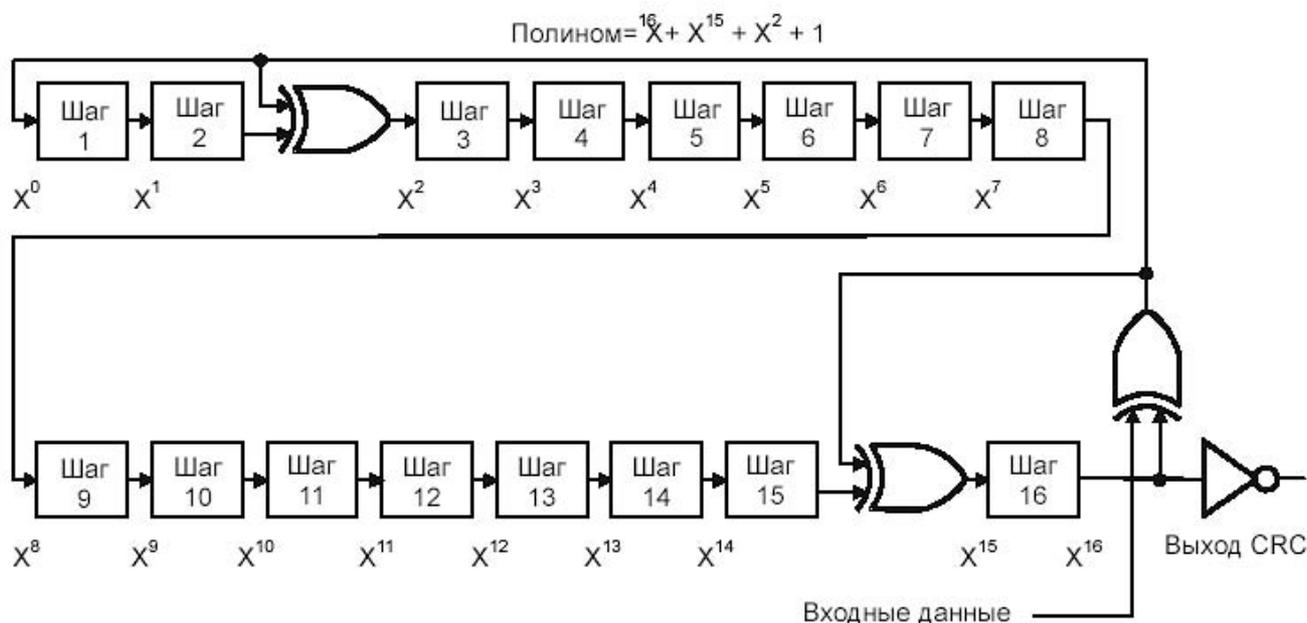
команды Чтение Памяти С CRC значение 16-битового CRC является результатом сдвига бита в предварительно сброшенном CRC-генераторе и следующих за ним двух байтов адреса и байтов данных. При последующих выполнениях этой команды значение 16-битового CRC будет являться результатом сдвига байтов данных в предварительно сброшенном CRC-генераторе.

При выполнении команды Запись В Блокнотную Память CRC генерируется с помощью предварительного сброса CRC-генератора и следующего за ним сдвига кода команды, начальных адресов TA1 и TA2 и всех байтов данных. DS1921G будет передавать этот CRC, только если байты данных, записанных в блокнотную память включают конечное смещение 11111b. Данные могут начинаться с любой ячейки внутри блокнотной памяти.

При выполнении команды Чтение Блокнотной Памяти CRC генерируется с помощью предварительного сброса CRC-генератора и следующего за ним сдвига кода команды, начальных адресов TA1 и TA2, бита E/S и данных блокнотной памяти, начиная с начального адреса. DS1921G будет передавать этот CRC, только если процедура чтения будет продолжаться до конца блокнотной памяти, не взирая на действительное значение конечного смещения.

Для получения подробной информации о генерации значений CRC см. документ «Application Note 27».

Рис.16. Описание Аппаратной Структуры И Полинома 16-разрядного CRC



Специфика Команд 1-Wire-Протокола – Условные Обозначения

Обозначение	Описание
RST	Импульс сброса, вырабатываемый ведущим
PD	Импульс присутствия, вырабатываемый ведомым
Select	Команда и данные для выполнения протокола функции ПЗУ
WS	Команда Запись В Блокнотную Память
RS	Команда Чтение Блокнотной Памяти
CPS	Команда Копирование Блокнотной Памяти
RM	Команда Чтение Памяти
RMC	Команда Чтение Памяти С CRC
CM	Команда Очистка Памяти
CT	Команда Преобразование Температуры
TA	Начальные адреса TA1, TA2
TA – E/S	Начальный адреса TA1, TA2 с байтом E/S
< данные в EOS >	Передача байтов данных, необходимых для достижения смещения блокнотной памяти 1Fh
< данные в EOP >	Передача байтов данных, необходимых для достижения конца страницы памяти
< данные в EOM >	Передача байтов данных, необходимых для достижения конца памяти последовательных температурных отсчетов
< 00 в EOP >	Передача нулевых байтов данных, необходимых для достижения границы страницы памяти
< 32 байта >	Передача 32 байтов
< данные >	Передача неопределенного объема данных
$\overline{\text{CRC16}}$	Передача инвертированного CRC16
FF цикл	Неопределенный цикл, в котором ведущий читает байты FFh
AA цикл	Неопределенный цикл, в котором ведущий читает байты AAh
00 цикл	Неопределенный цикл, в котором ведущий читает байты 00h

Специфика Команд 1-Wire-Протокола

От ведущего к ведомому	От ведомому к ведущему
------------------------	------------------------

Запись В Блокнотную Память (достигая конца блокнотной памяти)

RST	PD	Select	WS	TA	<данные в EOS>	CRC16	FF цикл
-----	----	--------	----	----	----------------	-------	---------

Запись В Блокнотную Память (не достигая конца блокнотной памяти)

RST	PD	Select	WS	TA	<данные>	RST	PD
-----	----	--------	----	----	----------	-----	----

Чтение Блокнотной Памяти

RST	PD	Select	RS	TA – E/S	<данные в EOS>	CRC16	FF цикл
-----	----	--------	----	----------	----------------	-------	---------

Копирование Блокнотной Памяти (успешное)

RST	PD	Select	CPS	TA – E/S	AA цикл
-----	----	--------	-----	----------	---------

Копирование Блокнотной Памяти (неверные TA – E/S)

RST	PD	Select	CPS	TA – E/S	FF цикл
-----	----	--------	-----	----------	---------

Чтение Памяти (успешное)

RST	PD	Select	RM	TA	<данные в EOM>	00 цикл
-----	----	--------	----	----	----------------	---------

Чтение Памяти (неправильный адрес)

RST	PD	Select	RM	TA	00 цикл
-----	----	--------	----	----	---------

Чтение резервных страниц с 20 по 63, или с 68 по 127, или со 192 и старше (лежащих вне памяти последовательных температурных отсчетов) приведет к чтению нулевых байтов 00h.

Чтение Памяти С CRC (успешное)

RST	PD	Select	RMC	TA	<данные в EOP>	CRC16	<32 байта>	CRC16
-----	----	--------	-----	----	----------------	-------	------------	-------

Цикл

32 байта – это либо данные правильно указанной страницы, либо нулевые байты, когда производится чтение резервных страниц с 20 по 63, или с 68 по 127, или со 192 и старше (лежащих вне памяти последовательных температурных отсчетов).

Чтение Памяти С CRC (неправильный адрес)

RST	PD	Select	RMC	TA	<00 в EOP>	CRC16	<32 байта>	CRC16
-----	----	--------	-----	----	------------	-------	------------	-------

Цикл

Все 32 байта нулевые.

Очистка Памяти

RST	PD	Select	CM	FF цикл
-----	----	--------	----	---------

Для проверки успешности очистки памяти необходимо прочитать Регистр Статуса по адресу 0214h. Если разряд MEMCLR содержит 1, то команда успешно выполнялась.

Преобразование Температуры

RST	PD	Select	CT	FF цикл
-----	----	--------	----	---------

Для чтения результата и проверки его правильности следует прочитать адреса 0211h (результат) и Счетчик Всех Отсчетов по адресам с 021Dh по 021Fh. Если счетчик инкрементировался, то команда выполнялась успешно.

Пример: Подготовка И Запуск Новой Сессии

Допущение: предыдущая сессия, обрабатываемая прибором, завершилась. Принудительно завершить ее можно, например, установкой разряда MIP Регистра Статуса в «0».

Для запуска новой сессии необходимо осуществить следующие шаги:

Шаг 1: Установить часы реального времени (если требуется коррекция их хода);

Шаг 2: Очистить параметры предыдущей сессии;

Шаг 3: Установить условия поиска и задержку старта;

Шаг 4: Установить пороги и записать период между измерениями температуры для запуска сессии.

Шаг 1: Установить Часы Реального Времени.

Пусть текущее время 15:30:00, понедельник, 1 апреля 2002 года. Эти данные записываются в регистры часов реального времени как:

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

Все действия подразумевают, что на 1-Wire-магистрале присутствует лишь один прибор DS1921G:

Режим мастера	Данные (начиная с младшего бита)	Комментарии
Передача	Сброс	Импульс сброса (480 ÷ 960 мкс)
Прием	Присутствие	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	0Fh	Команда Запись Блокнотной Памяти
Передача	00h	ТА1, начальное смещение = 00h
Передача	02h	ТА2, адрес = 0200h
Передача	<7 байт данных>	Запись 7 байт данных в блокнотную память
Передача	Сброс	Импульс сброса
Прием	Присутствие	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	AAh	Команда Чтение Блокнотной Памяти
Прием	00h	Чтение ТА1, начальное смещение = 00h
Прием	02h	Чтение ТА2, адрес = 0200h
Прием	06h	Чтение E/S, конечное смещение = 6h, флаги = 0h
Прием	<7 байт данных>	Чтение блокнотной памяти и проверка
Передача	Сброс	Импульс сброса
Прием	Присутствие	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	55h	Команда Копирование Блокнотной Памяти
Передача	00h	ТА1
Передача	02h	ТА2 (КОД АВТОРИЗАЦИИ)
Передача	06h	E/S
Передача	Сброс	Импульс сброса
Прием	Присутствие	Импульс присутствия

Шаг 2: Очистить Параметры Предыдущей Сессии.

Установите разряд EMCLR в «1», запустите часы и затем подайте команду Очистка Памяти. Генератор узла часов реального времени должен быть разблокирован, перед подачей команды Очистка Памяти. Необходимо выждать 500 мкс между командой Очистка Памяти и следующим 3 шагом алгоритма. В результате в Регистр Статуса будут записаны следующие данные:

Адрес	020Eh
Содержимое	40h

Все действия подразумевают, что на 1-Wire-магистрале присутствует лишь один прибор DS1921G:

Режим мастера	Данные (начиная с младшего бита)	Комментарии
Передача	Сброс	Импульс сброса (480 ÷ 960 мкс)
Прием	Присутствие	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	0Fh	Команда Запись Блокнотной Памяти
Передача	0Eh	ТА1, начальное смещение = 0Eh
Передача	02h	ТА2, адрес = 020Eh
Передача	40h	Запись байта статуса в блокнотную память
Передача	Сброс	Импульс сброса
Прием	Присутствие	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	AAh	Команда Чтение Блокнотной Памяти
Прием	0Eh	Чтение ТА1, начальное смещение = 0Eh
Прием	02h	Чтение ТА2, адрес = 020Eh
Прием	0Eh	Чтение E/S, конечное смещение = 0Eh, флаги = 0h
Прием	40h	Чтение блокнотной памяти и проверка
Передача	Сброс	Импульс сброса
Прием	Присутствие	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	55h	Команда Копирование Блокнотной Памяти
Передача	0Eh	ТА1
Передача	02h	ТА2
Передача	0Eh	E/S
Передача	Сброс	Импульс сброса
Прием	Присутствие	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	3Ch	Команда Очистить Память
Передача	Сброс	Импульс сброса
Прием	Присутствие	Импульс присутствия

Шаг 3: Установить Условия Поиска И Задержку Старта.

В этом примере режим кольцевого буфера (rollover) отключен, и условный поиск проводится только по признаку превышения значения верхнего температурного предела. Задержка старта равна 90 минутам (5Ah) и флаги TLF, THF и TAF сброшены. Это эквивалентно записи в специальные функциональные регистры следующих кодов:

Адрес	020Eh	020Fh	0210h	0211h	0212h	0213h	0214h
Содержимое	02h	00h*	00h*	00h*	5Ah	00h	00h

*Запись сразу во все регистры с адресами с 020Fh по 0211h выполняется быстрее, чем запись задержки отдельным циклом обмена. Попытка записи в регистры с адресами 020Fh ÷ 0211h не изменит их содержимого.

Все дальнейшие действия подразумевают, что на 1-Wire-магистрале присутствует лишь один прибор DS1921G:

Режим мастера	Данные (начиная с младшего бита)	Комментарии	
Передача	Сброс	Импульс сброса (480 ÷ 960 мкс)	
Прием	Присутствие	Импульс присутствия	
Передача	СCh	Команда Пропуск ПЗУ	
Передача	0Fh	Команда Запись Блокнотной Памяти	
Передача	0Bh	ТА1, начальное смещение = 0Bh	
Передача	02h	ТА2, адрес = 020Eh	
Передача	<7 байт данных>	Запись 7 байт данных в блокнотную память	
Передача	Сброс	Импульс сброса	
Прием	Присутствие	Импульс присутствия	
Передача	СCh	Команда Пропуск ПЗУ	
Передача	AAh	Команда Чтение Блокнотной Памяти	
Прием	0Eh	Чтение ТА1, начальное смещение = 0Eh	
Прием	02h	Чтение ТА2, адрес = 020Eh	
Прием	13h	Чтение E/S, конечное смещение = 13h, флаги = 0h	
Прием	<7 байт данных>	Чтение блокнотной памяти и проверка	
Передача	Сброс	Импульс сброса	
Прием	Присутствие	Импульс присутствия	
Передача	СCh	Команда Пропуск ПЗУ	
Передача	55h	Команда Копирование Блокнотной Памяти	
Передача	0Eh	ТА1	(КОД АВТОРИЗАЦИИ)
Передача	02h	ТА2	
Передача	13h	E/S	
Передача	Сброс	Импульс сброса	
Прием	Присутствие	Импульс присутствия	

Шаг 4: Установить Пороги И Записать Период Измерений Для Запуска Сессии.

В нашем примере значение нижнего температурного порога -5°C и верхнего 0°C. Период измерений равен 10 минутам, то есть общая продолжительность всего цикла измерений составляет около 14 дней. Это эквивалентно следующим операциям записи:

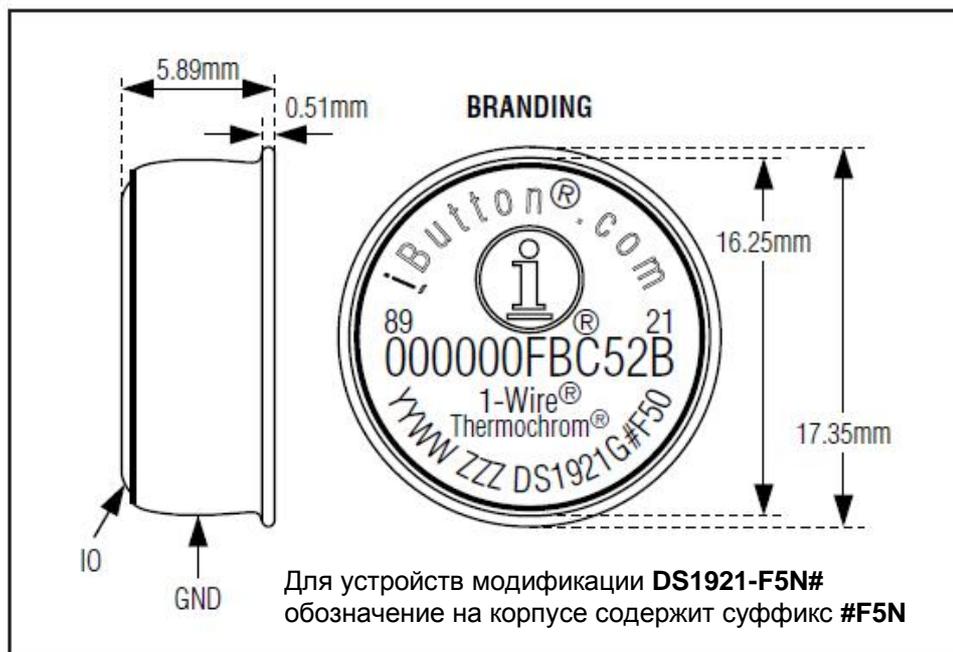
Адрес	020Bh	020Ch	020Dh
Содержимое	46h	50h	0Ah

Все дальнейшие действия подразумевают, что на 1-Wire-магистрале присутствует лишь один прибор DS1921G:

Режим мастера	Данные (начиная с младшего бита)	Комментарии
Передача	Сброс	Импульс сброса (480 ÷ 960 мкс)
Прием	Присутствие	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	0Fh	Команда Запись Блокнотной Памяти
Передача	0Bh	ТА1, начальное смещение = 0Bh
Передача	02h	ТА2, адрес = 020Eh
Передача	<3 байта данных>	Запись 3 байт данных в блокнотную память
Передача	Сброс	Импульс сброса
Прием	Присутствие	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	AAh	Команда Чтение Блокнотной Памяти
Прием	0Bh	Чтение ТА1, начальное смещение = 0Bh
Прием	02h	Чтение ТА2, адрес = 020Eh
Прием	0Dh	Чтение E/S, конечное смещение = 0Dh, флаги = 0h
Прием	<3 байта данных>	Чтение блокнотной памяти и проверка
Передача	Сброс	Импульс сброса
Прием	Присутствие	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	55h	Команда Копирование Блокнотной Памяти
Передача	0Bh	ТА1
Передача	02h	ТА2 КОД АВТОРИЗАЦИИ
Передача	0Dh	E/S
Передача	Сброс	Импульс сброса
Прием	Присутствие	Импульс присутствия

Если Шаг 4 завершился успешно, то разряд MIP Регистра Статуса будет равен «1», разряд MEMCLR равен «0» и начнет отсчитываться задержка старта.

Конструкция И Габаритные Размеры Корпуса



(все размеры даны в миллиметрах)

Thermochrom является зарегистрированной торговой маркой изготовителя Maxim Integrated Products, Inc.

Последнюю информацию о корпусе см. в Интернете на странице с адресом www.maxim-ic.com/packages. Следует отметить, что символы «+», «#» или «-» в маркировке на корпусе обозначают только RoHS-статус. Изображения на корпусе могут содержать различные символы суффикса, но рисунок соответствует корпусу вне зависимости от RoHS-статуса.

ТИП КОРПУСА	КОД	ДОКУМЕНТ №
F5 iButton	IB-5CP	21-0266 (http://pdfserv.maxim-ic.com/package_dwgs/21-0266.PDF)

Внимание! Данный документ учитывает все изменения и дополнения к описанию устройства DS1921G ТЕРМОХРОН iButton™, выполненные разработчиком до декабря 2011 года.