DS1925L

Температурный регистратор iButton большой ёмкости с 122 кБ памяти данных

Перевод выполнен НТЛ ЭлИн (http://elin.ru), май 2021

Краткое Описание

Прибор DS1925 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. Прибор может хранить в памяти 125440 8-разрядных значений температуры или 62720 16-разрядных значений температуры, измеренной с интервалом от 5 минут до 273 часов. В дополнение к этому в DS1925 имеется 512 байт дополнительной памяти (SRAM) для хранения характеристик регистрируемого процесса, его особенностей или особенностей места установки прибора. Пользователь может точно установить момент начала регистрации данных. Регистрация может начаться сразу после задания всех значений установочных параметров, или через определяемую пользователем временную задержку, или по достижении температурой порогового значения. Доступ к памяти и функциям управления прибором может быть защищен паролем. DS1925 использует для связи с устройствами поддержки протокол 1-Wire, который требует лишь одной шины данных (DATA) и возвратного провода (RETURN (GND)). Каждый DS1925 имеет уникальный, фабрично подготовленный лазером 64-разрядный регистрационный идентификационный номер, позволяющий безошибочно идентифицировать прибор. Прочный корпус F5 can, в котором размещена электронная схема DS1925, обладает высокой стойкостью к воздействиям окружающей среды, таким, как загрязнение, влажность, удары. Этот компактный, монетообразный корпус легко фиксируется специальными зондами для считывания информации, что значительно облегчает эксплуатацию приборов. Другие специальные аксессуары для фиксации устройств в подобных корпусах позволяют легко закреплять прибор DS1925 на любой поверхности, включая контейнеры, чехлы, кюветы и т.д.

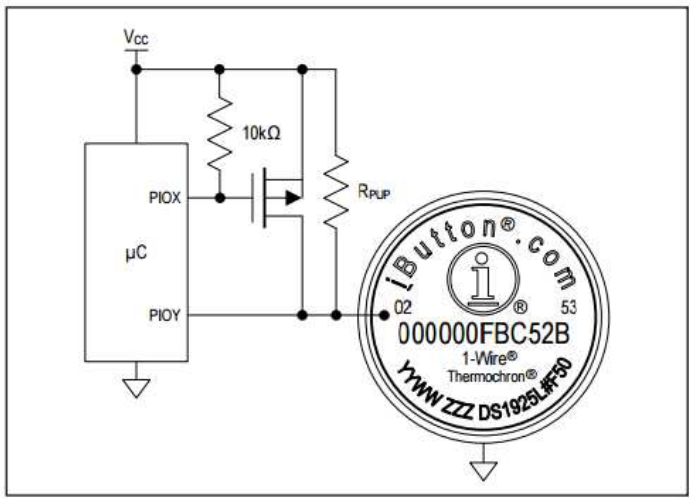
Применение

Регистратор температуры при обеспечении “холодовой” цепи для контроля безопасности продовольствия, биотехнологий, фармацевтических и медицинских продуктов.

Преимущества и особенности

- Обеспечивает высококачественную оценку температурных воздействий на конечный продукт
  - Точность измерения температуры не хуже ±0,5°C, сохранение до 125440 значений с временной меткой
  - Гибкие возможности для мониторинга и регистрации температуры с короткими интервалами в течение длительного времени
  - Уникальный, фабрично подготовленный лазером 64-разрядный регистрационный идентификационный номер, позволяющий безошибочно идентифицировать прибор.
- Гибко настраиваемые опции для регистрации данных и безопасности
  - Программируемый интервал между измерениями от 5 минут до 273 часов
  - Программируемый старт регистрации после истечения временной задержки или при достижении температурой порогового значения
  - Двухуровневая защита паролем всей памяти и регистров конфигурации
  - Измерение и считывание данных об уровне заряда внутренней батареи питания и считывание параметров сессии (Output-Logged Data) при разряде батареи
- Прочная конструкция и эффективность при эксплуатации
  - Долговечный корпус из нержавеющей стали выдерживает воздействие агрессивных сред
  - Рабочий диапазон температур от -40°C до +85°C
  - Для связи с внешними средствами поддержки имеет встроенный узел однопроводного интерфейса 1-Wire

Типичная схема подключения



Сведения о маркировке прибора приведены в конце этого документа

Примеры Аксессуаров

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

Обозначение	Аксессуар
DS9093RA	Фиксирующее кольцо-держатель
DS9093A	Защелкивающийся кольцевой замок для фиксации iButton на плоской поверхности
DS9092	Приёмный iButton-зонд
DS1402D-DR8+	Приёмник Blue Dot

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

Напряжение на выводе DATA относительно вывода GND..... от -0,3 В до +6,0 В

Ток через вывод DATA.....20 мА

Рабочий температурный диапазон.....от -40°С до +85°С

Допустимая температура полупроводникового кристалла.....+150°С

Допустимая температура хранения.....от -40°С до +85°С*

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

Внимание!!! Эксплуатация DS1925 при более жёстких условиях может привести к повреждению приборов. Указаны предельные величины, поэтому эксплуатация приборов при таких условиях или при других, превышающих указанные в данной спецификации, не подразумевается. Длительное воздействие предельных условий также может повредить прибор.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

(при напряжении питания резистора подтяжки V_{PUP} = +3,0 В…+5,25 В)

Параметр	Обозначение	Условия	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы
Рабочая температура	T_A	(Замечание 1)	-40		+85	°С
Общие параметры вывода DATA						
Сопротивление резистора «подтяжки» шины DATA 1-Wire-магистрали	R_{PUP}	(Замечания 2, 3)			2200	Ом
Входная емкость	C_{IO}	(Замечание 4)		120		пФ
Входной ток	I_L	Вывод DATA «подтянут» к V_{PUP}		6	60	мкА
Порог переключения из высокого в низкий уровень	V_{TL}	(Замечания 5, 6)		0,5× V_{PUP}		В
Входное напряжение низкого уровня	V_{IL}	(Замечания 2, 7)			0,4	В
Порог переключения из низкого в высокий уровень	V_{TH}	(Замечания 5, 8)		0,75× V_{PUP}		В
Гистерезис переключения	V_{HY}	(Замечание 9)		0,2× V_{PUP}		В
Выходное напряжение низкого уровня	V_{OL}	Ток нагрузки 4 мА (Замечание 10)			0,4	В
Время восстановления (Замечание 2)	t_{REC}	Стандартный режим, RPUP = 2,2 кОм	5			мкс
		Ускоренный режим, RPUP = 2,2 кОм	2			
		Ускоренный режим, непосредственно перед импульсом сброса, RPUP = 2,2 кОм	5			
Время удержания нарастающего фронта	t_{REH}	(Замечание 11)		0,1		мкс
Длительность временного слота (Замечание 2)	t_{SLOT}	Стандартный режим	65			мкс
		Ускоренный режим	8			
Вывод DATA, цикл импульсов сброса и обнаружения присутствия устройства на 1-Wire-магистрали						
Длительность низкого уровня импульса сброса (Замечание 2)	t_{RSTL}	Стандартный режим, V_{PUP}	480		640	мкс
		Ускоренный режим	48		80	
Время обнаружения присутствия устройства (Замечание 2)	t_{MSP}	Стандартный режим	65		75	мкс
		Ускоренный режим	8		10	

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (*продолжение*)

(при напряжении питания резистора подтяжки V_{PUP} = +3,0 В…+5,25 В)

Параметр	Обозначение	Условия	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы
Вывод DATA, цикл записи на 1-Wire-магистрали						
Длительность низкого уровня импульса при записи 0 (Замечание 2)	t_{W0L}	Стандартный режим	60		120	мкс
		Ускоренный режим	6		16	
Длительность низкого уровня импульса при записи 1 (Замечания 2, 12)	t_{W1L}	Стандартный режим	5		15-ε	мкс
		Ускоренный режим	0,25		2-ε	
Вывод DATA, цикл чтения на 1-Wire-магистрали						
Длительность низкого уровня импульса чтения (Замечания 2, 13)	t_{RL}	Стандартный режим	5		15 - δ	мкс
		Ускоренный режим	0,25		2 - δ	
Время распознавания сигналов 0 и 1 ведущим устройством в цикле чтения (Замечания 2, 13)	t_{MSR}	Стандартный режим	t_{RL} + δ		15	мкс
		Ускоренный режим	t_{RL} + δ		2	
Часы реального времени						
Погрешность	t_{ACC}	+25°C		1		мин/мес
Изменение частоты	Δ_F	От -40°C до +85°C	-300		+60	ppm
Преобразователь температуры						
Время преобразования	t_{CONV}			10		мс
Время реакции на изменение температуры	τ_{RESP}	Корпус iButton (Замечание 14)		130		с
Погрешность преобразования	$\Delta\vartheta$	(Замечание 15)	-0,5		+0,5	°C
Задержки команд и ток						
Стандартная задержка	t_{STD}				5	мс
Длинная стандартная задержка	t_{LSTD}				15	мс
Команда «Внешнее Питание» (далее КВП) Очистка Памяти (лога)	t_{CML}				1500	мс
Задержка запуска ЧРВ из «состояния очищенной памяти»	t_{SRTC}	(Замечание 16)			2000	мс
Ток потребления при КВП	I_{XPCA}			5		мА

Замечания:

1) 100% приборов проверяются при температуре +85°C (и/или температуре +85°C). Рабочий температурный диапазон и соответствующий диапазон напряжения питания гарантированы дизайном и характеристиками.

2) Системные рекомендации. Т.е. требование к мастеру 1-Wire-магистрали, обслуживающему прибор.

3) Максимальное допустимое значение резистора подтяжки зависит от числа ведомых приборов в 1-Wire-системе и желаемого времени восстановления 1-Wire-магистрали. 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.

4) Указанное типичное значение соответствует паразитной ёмкости между выводами DATA и GND при первом подключении к $V_{PUP.}$ После того, как паразитная ёмкость зарядится, она не будет мешать нормальной передаче данных.

5) V_{TH} и V_{TL} являются функцией напряжения внутреннего источника питания.

6) Напряжение, ниже уровня которого сигнал воспринимается как логический «0» в течение падающего фронта на шине DATA.

7) Напряжение на шине DATA должно быть меньше или равно V_{ILMAX} всякий раз, когда ведущий подтягивает шину к низкому уровню.

8) Напряжение, выше уровня которого сигнал воспринимается как логическая «1» в течение нарастающего фронта на шине DATA.

9) После достижения порога переключения V_{TH} при нарастающем фронте, для детектирования логического «0» напряжение на шине DATA должно снизиться на величину V_{HY}.

10) Вольтамперная характеристика линейна до тех пор, пока напряжение меньше 1 В.

11) После достижения порога переключения V_{TH} падающий фронт может быть детектирован не ранее, чем через интервал времени t_{REH}.

12) Величина ε на Рис. 13 – время, требуемое механизму «подтяжки» для «подтягивания» шины DATA от уровня V_{IL} до уровня V_{TH}.

13) Величина δ на Рис. 13 – время, требуемое механизму «подтяжки» для «подтягивания» шины DATA от уровня V_{IL} до уровня, воспринимаемого ведущим, как высокий.

14) Эта величина была получена из опыта, проведенного исследовательским центром *Cemagref* в *Antony, France* в июле 2000г. *(Cemagref Test Report No. E42)*.

15) Внимание: Все регистраторы, изготовленные компанией Maxim Integrated, проходят 100%-ный контроль и калибровку при изготовлении, что гарантирует их соответствие заявленным характеристикам, включая погрешность измерения температуры. Однако пользователь непосредственно несет ответственность за использование этого прибора 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 логгером температуры, чтобы удостовериться в его правильной работе. Более того, как и со всеми приборами такого типа, при установке на объекте и при воздействии жёстких внешних условий или других экстремальных условий может существовать очень малая, но ненулевая вероятность отказа прибора. В применениях, когда отказ логгера может привести к критической ситуации, пользователь должен предусмотреть применение других основных и (или) дублирующих методов контроля качества и соответствия продуктов и изделий, и определить методики обращения с ними для дальнейшего снижения рисков

ВНИМАНИЕ! Здесь представлена трактовка Замечания 15 исполненная специалистами НТЛ "ЭлИн"

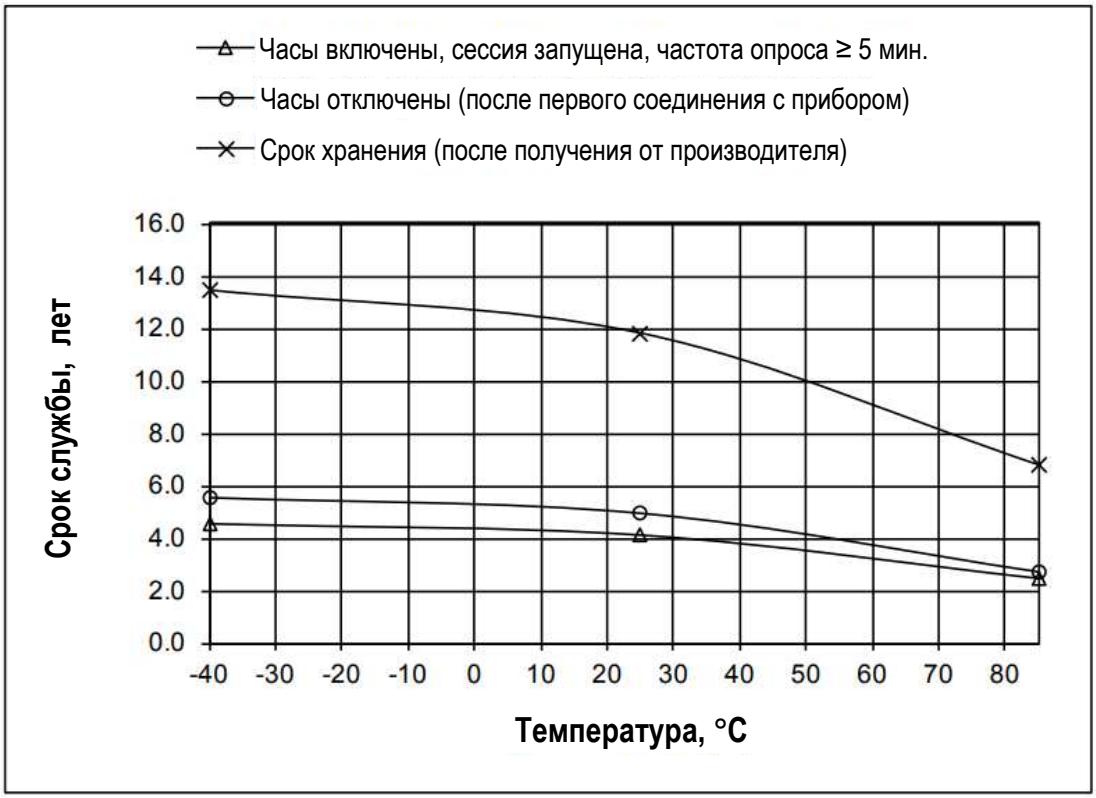
1. *Поскольку это замечание относится к пункту, связанному с точностью измерений, выполняемых регистратором, оно регламентирует необходимость и обязанность периодической поверки и подтверждения его метрологических характеристик. С другой стороны в этих же описаниях в разделе «Применение» указывается 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.*

16) Предполагается, что любое устройство DS1925, находящееся в неизвестном состоянии, требует дополнительной задержки t_{SRTC}, как если бы оно находилось в «состоянии очищенной памяти». Невыполнение этого требования может привести к сбросу устройства по питанию или отказу батареи, установке флага тревоги BOR и отключению функций устройства.

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

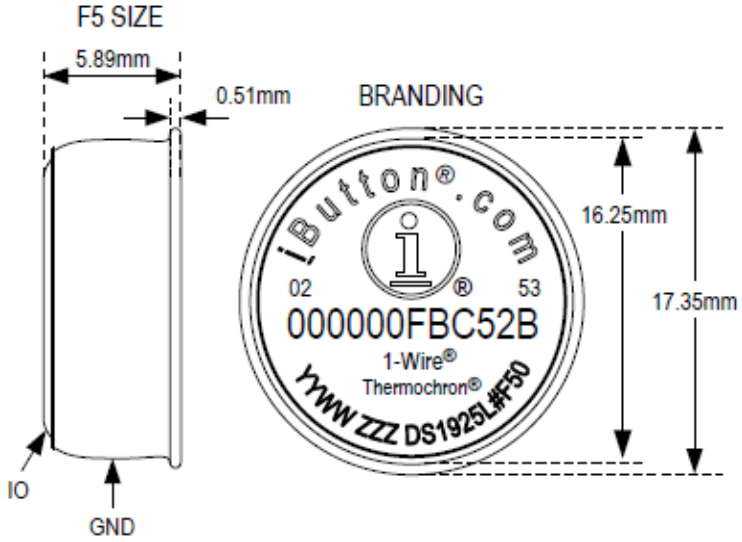
Габаритные размеры	см. рисунок корпуса в конце этого документа
Вес	Около 3,3 граммов

Типичный Срок Службы Прибора*



* При условии, что прибор не подключён к линии 1-Wire. Типичный срок службы при подключении к шине в неактивном состоянии (высокий уровень на линии данных) составляет полгода.

Конструкция И Габаритные Размеры Корпуса



Описание выводов

Вывод	Назначение
IO	Вход/выход
GND	«Земля»

Подробное описание

DS1925 является идеальным прибором для продолжительного мониторинга температуры любых объектов, рядом с которыми он помещен или непосредственно на которых он прикреплён. Например, он может быть с успехом использован при контроле скоропортящихся и свежих пищевых продуктов, контейнеров с термочувствительными фармацевтическими препаратами или химикалиями, а также в рефрижераторах и холодильниках. Заметим, что начальный уровень герметичности приборов DS1925 соответствует 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 DS1925 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*). Программное обеспечение для обмена данными через 1-Wire-интерфейс доступно для свободной загрузки на веб-сайте iButton (www.maximintegrated.com/1-wiredrivers). Это программное обеспечение также включает драйвера для COM-порта и USB-порта компьютера, а также средства доступа к ячейкам памяти для хранения служебной информации, связанной с процессом или объектом мониторинга.

Архитектура

Функциональная схема на Рис. 1 показывает связь между основными узлами управления и секциями памяти приборов DS1925.

Прибор имеет пять главных областей данных:

1) 64-разрядное идентификационное ПЗУ, прошитое лазером,
2) 256-битную «блокнотную» память,
3) 512-байтное статическое служебное ОЗУ (дополнительная память),
4) Две 256-битных страницы регистров (управления, хранения времени, счетчиков, статуса и паролей),
5) 122 килобайта буфера последовательных температурных отсчетов для хранения накопленных результатов.

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. Обе страницы регистров защищены от записи, пока прибор программируется на следующий цикл измерений. Регистры паролей (один регистр пароля чтения и один регистр пароля чтения/записи) доступны только для записи.

Иерархическая структура 1-Wire-протокола информационного обмена прибора показана на Рис. 2. Сначала ведущий 1-Wire-магистрали должен адресовать устройство, сгенерировав одну из восьми стандартных 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, 8) Возобновление. 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. 12. После успешного выполнения любой команды функций ПЗУ становятся доступными команды функции памяти и управления, и ведущий 1-Wire-магистрали может выполнить любую из восьми доступных команд. Протокол для этих команд изображен на Рис. 9. **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 1-Wire-магистрали, когда она находится в высоком состоянии (логическая «1»). Шина данных обеспечивает достаточное питание так долго, как этого требуют временные и энергетические параметры схемы.

Преимущество паразитного питания состоит в том, что если литиевая батарея по какой-либо причине не исправна, всё еще можно прочитать ПЗУ идентификационного номера прибора.

Остальные узлы DS1925 питаются исключительно от встроенной в прибор батареи.

64-битное Прошитое Лазером ПЗУ Идентификационного Номера

Каждый DS1925 имеет уникальный фабрично подготовленный лазером 64-разрядный регистрационный идентификационный номер. Первые 8 бит – это групповой кода семейства (41h), 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 X8 + X5 +X4 +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 разряды сдвигового регистра возвращаются в состояние «0».

«Состояние очищенной памяти»

DS1925 находится в «состоянии очищенной памяти», если это новый прибор, или если была выполнена Команда «Внешнее Питание» (далее КВП) Очистка Памяти. В этом состоянии некоторые команды, которые включают часы реального времени, занимают дополнительное время, когда они вызываются в первый раз. Эта дополнительная задержка (t_{SRTC}) может возникать в следующих командах: КВП Копирование Блокнотной Памяти [99h], КВП Запуск Сессии [DDh], КВП Принудительное Преобразование [4Bh] и КВП Чтение Напряжения Батареи [33h]. Это однократная задержка при выходе из «состояния очищенной памяти».

Примечание: Предполагается, что любое устройство DS1925, находящееся в неизвестном состоянии, требует дополнительной задержки tSRTC, как если бы оно находилось в «состоянии очищенной памяти». Невыполнение этого требования может привести к сбросу устройства по питанию или отказу батареи, установке флага тревоги BOR и отключению функций устройства.

Рис. 1. Функциональная Схема Устройства DS1925

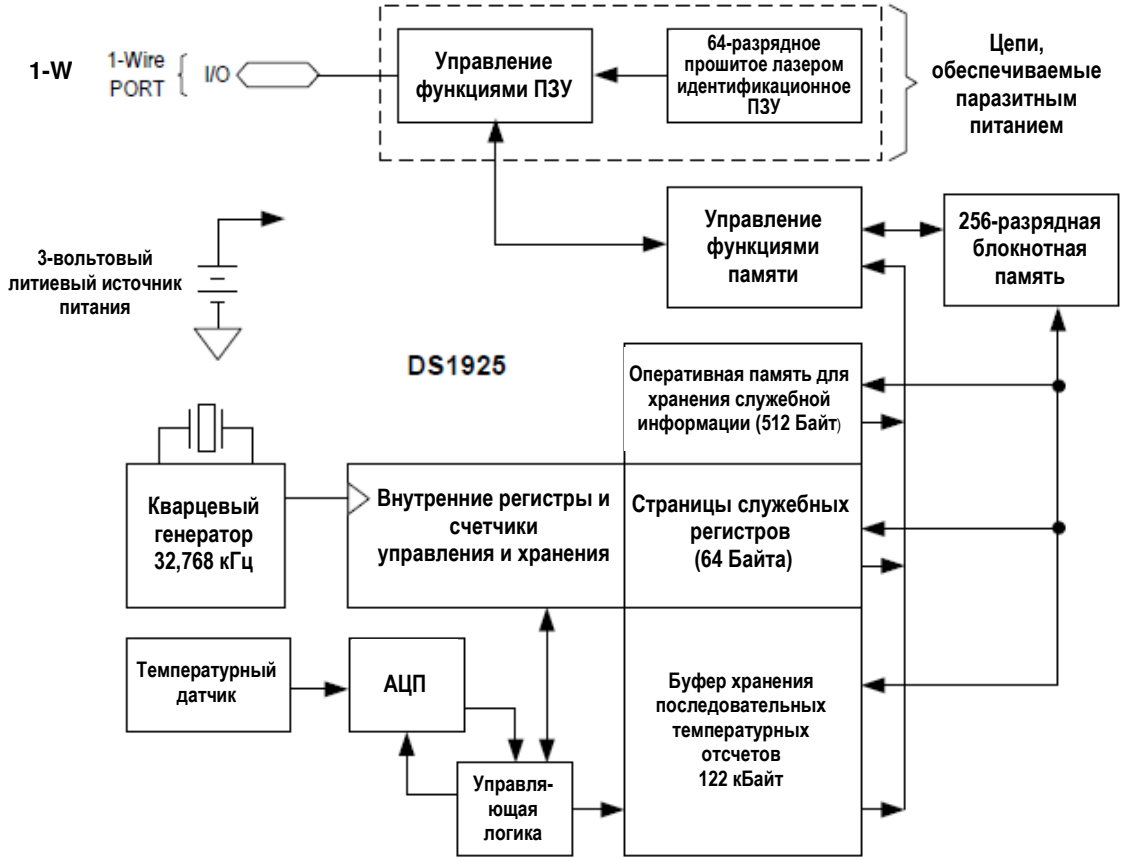


Рис. 2. Структура Протокола Обмена Устройств DS1925

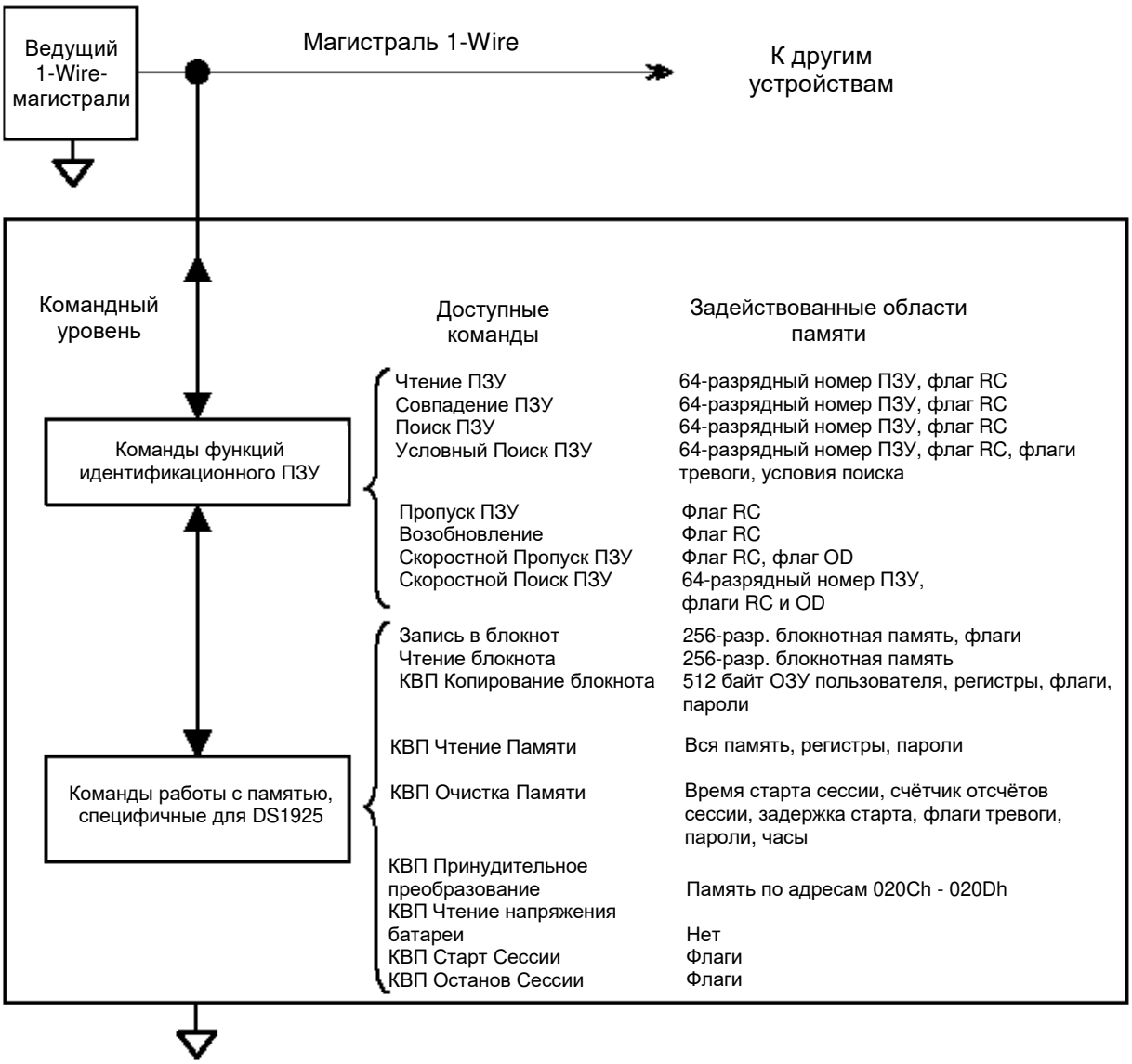


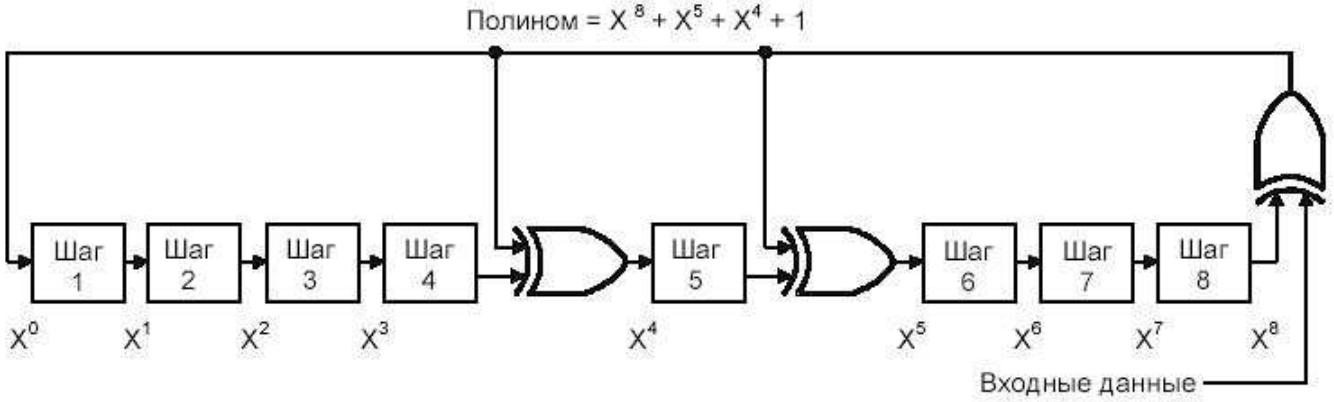
Рис. 3. Структура Идентификационного ПЗУ

Старший адрес номера — *Младший адрес номера*

Байт контрольной суммы	48-разрядный серийный номер	8 разрядов кода семейства (53H)

Старший разряд *Младший разряд* *Старший раздяд* *Младший разряд* *Старший разряд* *Младший разряд*

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



Память

Карта памяти приборов DS1925 показана на Рис. 5. 512-байтное служебное ОЗУ (дополнительная пользовательская память) занимает страницы с 0-й по 15-ю. Регистры установки и управления расположены на страницах 16 и 17, называемых страницами регистров 1 и 2 соответственно (детали см. на Рис. 6). 3920 страниц памяти, начиная со страницы 122 (адрес 1000h), представляют собой буфер последовательных отсчётов. Страницы памяти с 18 по 127 зарезервированы для будущих расширений. Блокнотная память представляет собой дополнительную страницу, используемую как промежуточный буфер при записи данных в память ОЗУ или в страницу регистров. Данные в память могут быть записаны в любое время. Способы защиты содержимого памяти описаны в разделе «*Безопасность И Пароли*». Режим доступа к служебным регистрам зависит от их функционального назначения и от того, запрограммирован ли прибор DS1925 на новую сессию. Детали смотрите на Рис. 6. Буфер последовательных температурных отсчетов доступен только для чтения. Запись в эту область памяти осуществляется исключительно самим прибором. Подробнее см. раздел «*Адресные Регистры И Статус Передачи*».

Некоторые команды выдают повторяющийся результирующий байт, как описано в Таблице 1.

Таблица 1. Повторяющиеся байты в командах

Повторяющийся байт	Описание
FFh	Операция не завершена
AAh	(или 55h) Операция прошла успешно
22h	Невозможно завершить операцию, так как сессия запущена
44h	Ошибка записи памяти: возможно производится запись в память, которую необходимо очистить
77h	Неправильный параметр в операции
33h	Неправильная последовательность авторизации: обычно свидетельствует о неверных TA1/TA2/ES во время операции копирования
11h	Неверный пароль
00h	Невозможно завершить операцию, необходимо выполнить Команду «Внешнее Питание» (далее КВП) Очистка Памяти

Рис. 5. Карта Памяти DS1925

	Промежуточная «блокнотная» память (32 байта)	
Адреса		
0000h÷001Fh	**Пользовательская память (R/W)**	Страница 0
0020h÷01FFh	**Пользовательская память (R/W)**	Страницы 1÷15
0200h÷021Fh	**32-байтовая страница служебных регистров 1**	Страница 16
0220h÷023Fh	**32-байтовая страница служебных регистров 2**	Страница 17
0240h÷025Fh	Зарезервировано для дальнейших расширений	Страница 18
0260h÷027Fh	**32-байтовая страница регистров резервной копии сессии 1 (R)**	Страница 19
0280h÷029Fh	**32-байтовая страница регистров резервной копии сессии 2 (R)**	Страница 20
02A0h÷0FFFh	Зарезервировано для дальнейших расширений	Страницы 21÷127
1000h÷1F9FFh	**Буфер последовательных температурных отсчетов (R)**	Страницы 128÷4047

Типы режимов доступа к ресурсам прибора извне:

R/W *– доступны для чтения и записи,*
R *– доступны только для чтения.*

Рис.6 Карта Страниц Служебных Регистров DS1925

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0	Функция	Тип* доступа
0200h	Младший байт секунд								Регистры часов реального времени	R/W; R
0201h	. . .									
0202h	. . .									
0203h	Старший байт секунд									
0204h	Не используется								Нет	R; R
0205h	Не используется								Нет	R; R
0206h	Младший байт								Частота регистрации	R/W; R
0207h	0	0	Старший байт							
0208h	Нижний температурный порог								Температурные пороги	R/W; R
0209h	Верхний температурный порог									
020Ah	Зарезервировано								Нет	R; R
020Bh	Зарезервировано								Нет	R; R
020Ch	Младший байт			0	0	0	0	0	Результат температурного преобразования	R; R
020Dh	Старший байт									
020Eh	Не имеет функции								Нет	R; R
020Fh	Не имеет функции								Нет	R; R
0210h	0	0	0	0	0	0	ETHA	ETLA	Регистр управления сигналами тревог	R/W; R
0211h	1	1	1	1	1	1	0	0	Не используется	R/W; R
0212h	0	0	0	0	0	0	EHSS	EOSC	Регистр управления часами	R/W; R
0213h	1	1	SUTA	1	(X)	TLFS	0	ETL	Регистр управления сессией	R/W; R
0214h	BOR	1	1	1	0	0	THF	TLF	Регистр сигналов тревоги	R; R
0215h	1	1	0	WFTA	MEMCLR	0	MIP	0	Регистр статуса	R; R
0216h	Младший байт								Задержка начала регистрации измерений	R/W; R
0217h	Средний байт									
0218h	Старший байт									
0219h	Младший байт секунд								Время начала отработки сессии	R; R
021Ah	. . .									
021Bh	. . .									
021Ch	Старший байт секунд									
021Dh	Основной байт версии								Нет	R; R
021Eh	Дополнительный байт версии								Нет	R; R
021Fh	(не имеет функции; читается как 00h)								Нет	R; R
0220h	Младший байт								Счетчик отсчетов текущей сессии	R; R
0221h	Средний байт									
0222h	Старший байт									
0223h	Младший байт								Счетчик всех отсчетов, выполненных прибором	R; R
0224h	Средний байт									
0225h	Старший байт									
0226h	Конфигурационный код								Конфигурация	R; R
0227h	EPW								Регистр управления паролем	R/W; R
0228h	Первый байт								Пароль доступа для чтения	W; -
…	…									
022Fh	Восьмой байт									
0230h	Первый байт								Пароль полного доступа	W; -
…	…									
0237h	Восьмой байт									
0238h	(не имеют функции, все байты читаются как 00h)								Не используется	R; R
…										
023Fh										

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

Подробное Описание Регистров

Часы И Календарь

Часы реального времени и календаря представляют собой счётчик секунд, доступ к которому осуществляется посредством чтения/записи соответствующих байтов в Странице Регистров (Рис. 6, адреса с 0200h по 0203h). С целью получения корректных данных следует считывать информацию из всех регистров Часов Реального Времени (далее везде ЧРВ) последовательно, начиная с адреса 0200h. Числовое представление регистров ЧРВ в формате секунд. Это число секунд с 1 января 1970 12:00 дня. Смотрите карту регистров в Таблице 2.

Период Измерений (Частота Регистрации)

Содержимое Регистра Периода Измерений (адреса 0206h и 0207h) определяет интервал времени между соседними температурными преобразованиями в течение сессии. Период измерений кодируется как беззнаковое 14-разрядное двоичное число с максимальным значением 16383. Если разряд EHSS равен «1», это время указывается в секундах, а если EHSS равен «0», то в минутах. Рекомендуемое минимальное значение периода измерений – 5 минут. Установка значения данного параметра меньше, чем 3 минуты (180 секунд при EHSS = 1 или 3 минуты при EHSS = 0) приведёт к ошибке при исполнении команды КВП Запуск Сессии с повторяющимся кодом ошибки 77h (Неправильный параметр). Разряд EHSS расположен в Регистре Управления Часами (адрес 0212h), важно, чтобы пользователь правильно установил его при установке периода измерений. В течение сессии эти регистры доступны только для чтения. Разряды, обозначенные, как 0, всегда читаются, как логические «0», и их нельзя установить в «1».

Таблица 2. Регистры Узла Часов Реального Времени

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0200h	Младший байт секунд							
0201h	…							
0202h	…							
0203h	Старший байт секунд							

Таблица 3. Регистр Периода Измерений

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0206h	Младший байт							
0207h	0	0	Старший байт					

Температурные Преобразования

Диапазон измеряемых температур для прибора DS1925 – от -40°C до +85°C. Температурные значения представляются 8- или 16-разрядными беззнаковыми двоичными числами, при этом разрешение составляет 0,5°C в 8-разрядном режиме и 0,0625°C в 16-разрядном режиме.

В 8-разрядном режиме результат измерения полностью содержится в старшем байте (TRH) Регистра Результата Последнего Температурного Преобразования (020Dh), а содержимое младшего байта (TRL, 020Ch) этого регистра не определено. В 16-разрядном режиме старшие 8 бит результата содержатся в TRH, а три младших бита находятся в разрядах 5÷7 байта TRL, при этом разряды 0÷4 всегда содержат «0». Значения температуры, лежащие вне измерительного диапазона прибора, будут преобразованы в 00h или 0000h для слишком низкой температуры и, как FFh или FFE0h для слишком высокой температуры. Смотрите битовую карту в Таблице 4.

Используя десятичный эквивалент содержимого байтов TRL и TRH, можно вычислить значение температуры по формулам:

ϑ (°C) = TRH/2 – 41 + TRL/512 (16-разрядный режим, TLFS = 1, см. адрес 0213h)

ϑ (°C) = TRH/2 – 41 (8-разрядный режим, TLFS = 0, см. адрес 0213h)

Эти формулы верны как для определения температуры, считываемой из Регистра Результата Последнего Температурного Преобразования, так и для значений, сохраняемых в буфере последовательных температурных отсчетов.

Значения температурных порогов определяются по формуле:

TALM = 2×ϑ (°C) + 82

Так как для задания температурного порога отведен лишь 1 байт, то разрешающая способность при задании порогов составляет 256, а чувствительность или по-другому минимальная градация температуры составляет 0,5°C. Полученное значение TALM, предварительно сконвертированное в 16-ричный формат записывается в один из регистров температурных порогов (нижний порог – адрес 0208h, верхний порог – адрес 0209h). Независимо от выбранного режима преобразования (8-разрядный или 16-разрядный) для определения факта выхода температуры за пороги используется лишь старший байт результата температурного преобразования.

Таблица 4. Регистр Результата Последнего Температурного Преобразования

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0	Байт
020Ch	T2	T1	T0	0	0	0	0	0	**TRL**
020Dh	T10	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	**TRH**

Таблица 5. Примеры Результатов Преобразования Температуры

Режим	TRH		TRL		ϑ (°C) DS1925
	16-ричный формат	Десятичный формат	16-ричный формат	Десятичный формат	
8-разрядный	54h	**84**	-	**-**	1,0
8-разрядный	17h	**23**	-	**-**	-29,5
16-разрядный	54h	**84**	00h	**0**	1,000
16-разрядный	17h	**23**	60h	**96**	-29,3125

Таблица 6. Примеры Значений Температурных Порогов

ϑ (°C)	TALM (DS1925)	
	16-ричный формат	Десятичный формат
+25,5	**85h**	133
-10,0	**3Eh**	62

Таблица 7. Регистр Управления Сигналами Тревог

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0210h	0	0	0	0	0	0	ETHA	ETLA

Таблица 8. Описание разрядов Регистра Управления Сигналами Тревог

Разряд	Обозна-чение	Функция
b1	ETHA	Разрешение аварийного сигнала тревоги при достижении верхнего порога (ETHA). Если этот разряд установлен в «1», то при достижении в течение сессии температурой значения, равного или большего значения, хранимого в Регистре Верхнего Температурного Порога, будет выставлен флаг THF. Если этот разряд установлен в «0», то флаг THF не выставляется ни при каких условиях.
b0	ETLA	Разрешение аварийного сигнала тревоги при достижении нижнего порога (ETLA). Если этот разряд установлен в «1», то при достижении в течение сессии температурой значения, равного или меньшего значения, хранимого в Регистре Нижнего Температурного Порога, будет выставлен флаг TLF. Если этот разряд установлен в «0», то флаг TLF не выставляется ни при каких условиях.

Управление Часами

Когда прибор DS1925 временно выведен из эксплуатации, то для уменьшения потребления энергии в нём предусмотрена возможность отключения тактового генератора узла часов реального времени. Разряд, отвечающий за включение/выключение генератора, находится в Регистре Управления Часами (адрес 0212h). Включение генератора, когда прибор находится в состоянии очищенной памяти, происходит с задержкой, равной t_{SRTC}. В этом же регистре находится разряд, определяющий единицы, в которых задаётся Период Измерений (минуты или секунды). Формат регистра показан в Таблице 9, описания разрядов приведены в Таблице 10. В течение сессии этот регистр доступен только для чтения. Разряды b7 – b2 не имеют функции, всегда читаются, как «0», и не могут быть установлены в состояние «1».

Таблица 9. Регистр Управления Часами

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0212h	0	0	0	0	0	0	EHSS	EOSC

Таблица 10. Описание разрядов Регистра Управления Часами

Разряд	Обозна-чение	Функция
b1	EHSS	Выбор дискретности периода измерений (EHSS). Если этот разряд установлен в «0», то Период Измерений определяется в минутах. Если этот разряд установлен в «1», то Период Измерений определяется в секундах.
b0	EOSC	Включение/выключение тактового генератора (EOSC). Установка этого разряда в «1» включает тактовый генератор. Установка этого разряда в «0» выключает тактовый генератор и переводит прибор в режим наименьшего потребления. Для нормальной работы прибора этот разряд должен быть установлен в «1». Команда КВП Старт Сессии автоматически запускает Часы Реального Времени переключением разряда EOSC в «1».

Управление Рабочей Сессией

Запуск DS1925 на отработку сессии осуществляется путем записи соответствующих данных в специальные функциональные регистры, расположенные в двух страницах регистров. Установка (запись) разрядов Регистра Управления Сессией определяет формат температурного преобразования (8-разрядный или 16-разрядный), а также возможность перезаписи буфера последовательных температурных отсчётов новыми данными после его заполнения. Дополнительный управляющий разряд позволяет начать регистрацию данных с момента выхода температуры за один из заданных порогов. См. карту регистра в Таблице 11. Во время исполнения рабочей сессии этот регистр доступен только для чтения. Разряды 6 и 7 не имеют функции, всегда установлены в «1», и в них нельзя записать «0». Разряды 1 и 3 управляют функциями, не доступными в приборах DS1925. Разряд 1 должен быть всегда установлен в «0», при этом условии состояние разряда 3 не имеет значения.

Таблица 11. Регистр Управления Сессией

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0213h	1	1	SUTA	1	(X)	TLFS	0	ETL

Таблица 12. Описание разрядов Регистра Управления Сессией

Разряд	Обозна-чение	Функция
b5	SUTA	Старт регистрации при достижении порога. Если этот разряд установлен в «0», то регистрация начнется сразу после запуска сессии (или по истечении времени задержки старта, если она была установлена). Если этот разряд установлен в «1», то прибор осуществляет температурные преобразования в 8-разрядном формате с выбранной частотой и начнет регистрировать данные лишь после достижения температурой одного из порогов, установленных в соответствующих регистрах. Первое значение температуры зарегистрируется в момент достижения порога. Однако показания Счётчика Отсчётов Текущей Сессии не изменятся. Эта особенность гарантирована исполнением прибора (т.е. теоретически) и на практике не проверялась.
b2	TLFS	Выбор формата преобразования температуры. Разряд определяет формат, в котором данные будут сохраняться в памяти. Если этот разряд установлен в «0», данные будут сохраняться в 8-разрядном формате. Если этот разряд установлен в «1», данные будут сохраняться в 16-разрядном формате (наибольшее возможное разрешение). В этом режиме старший байт сохраняется в ячейке с меньшим адресом.
b0	ETL	Разрешение регистрации данных. Для запуска сессии этот разряд нужно установить в «1». Регистрируемые данные будут записываться в ячейки памяти, начиная с адреса 1000h.
b0	TLF	Флаг выхода за нижний порог. Если этот разряд установлен в «1», по крайней мере, одно температурное значение, полученное в течение сессии или в результате принудительного температурного преобразования, было равно или меньше значения, записанного в Регистр Нижнего Температурного Порога. Содержимое разряда может измениться также непосредственно в момент начала сессии (если флаг SUTA установлен в «1»).

Сигналы Тревоги

Под сигналом тревоги в данном случае понимается сигнал, возникающий в результате перехода температуры через один из заданных порогов в течение сессии, а также сигнал критического сбоя в питании устройства. Простейший способ обнаружения сигнала тревоги – чтение Регистра Сигналов Тревоги. Кроме того, если несколько DS1925 подключены к сети 1-Wire-сети, приборы, в которых зарегистрирован сигнал тревоги, могут быть быстро обнаружены ведущим при помощи команды Условный Поиск (см. раздел *«Команды Функций ПЗУ»*). Регистрация перехода температуры через верхний или нижний порог возможна только при установленных разрядах ETLA и ETHA соответственно. Сигнал критического сбоя питания (BOR) не может быть замаскирован, и регистрируется безусловно. Формат регистра приведён в Таблице 13, а описание его разрядов – Таблице 14.

Таблица 13. Регистр Сигналов Тревоги

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0214h	BOR	1	1	1	0	0	THF	TLF

Таблица 14. Описание разрядов Регистра Сигналов Тревоги

Разряд	Обозна-чение	Функция
b7	BOR	Флаг критического сбоя питания. Факт установки этого разряда в «1» означает, что прибор DS1925 выполнил процедуру сброса по включению питания вследствие критического сбоя в питании управляющей схемы от внутреннего источника. Если содержимое регистра Основного байта версии равно 01h, а содержимое регистра Дополнительного байта версии равно 16h (см. Таблицу 19), то разряд BOR (мл. разряд регистра с адресом 0214h), - не функционирует. Если содержимое регистра Основного байта версии равно 01h, а содержимое регистра Дополнительного байта версии равно 17h или больше (см. Таблицу 19), то разряд BOR (младший разряд регистра с адресом 0214h), - функционирует. Этот флаг сбрасывается командой КВП Очистка Памяти.
b1	THF	Флаг выхода за верхний порог. Если этот разряд установлен в «1», по крайней мере, одно температурное значение, полученное в течение сессии или в результате принудительного температурного преобразования, было равно или больше значения, записанного в Регистр Верхнего Температурного Порога. Содержимое разряда может измениться также непосредственно в момент начала сессии (если флаг SUTA установлен в «1»).
b0	TLF	Флаг выхода за нижний порог. Если этот разряд установлен в «1», по крайней мере, одно температурное значение, полученное в течение сессии или в результате принудительного температурного преобразования, было равно или меньше значения, записанного в Регистр Нижнего Температурного Порога. Содержимое разряда может измениться также непосредственно в момент начала сессии (если флаг SUTA установлен в «1»).

Статус Прибора

Регистр Статуса содержит информацию о результате выполнения команд, управляющих рабочей сессией, и параметрах статуса прибора. Отдельные разряды этого регистра отображают состояние, в котором находится DS1925 после выполнения одной из этих команд. К этим состояниям относятся следующие: исполнение рабочей сессии, ожидание выхода температуры за порог для начала сессии и состояние ожидания следующей сессии с полностью очищенной памятью. Формат регистра показан в Таблице 15. Этот регистр доступен только для чтения. Разряды 6, 7 функции не имеют. Разряды 0, 2, 5 при обычном использовании установлены в «0», но если в они переключаются в состояние «1», это говорит о том, что страницы регистров содержат резервную копию, представляющую собой последнее состояние, зафиксированное при запуске сессии.

Таблица 15. Регистр Статуса

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0215h	1	1	0	WFTA	MEMCLR	0	MIP	0

Таблица 16. Описание разрядов Регистра Статуса

Разряд	Обозна-чение	Функция
b4	WFTA	Ожидание выхода за порог. Если этот разряд установлен в «1», значит команда КВП Запуск Сессии была успешно выполнена, выбран вариант начала регистрации при достижении порога, и прибор находится в ожидании этого события. Разряд будет автоматически сброшен в «0» в момент достижения порога, но Команда КВП Очистка Памяти не влияет на его состояние. Кроме того, будучи однажды установленным, разряд не будет сброшен и в случае подачи команды Остановка Сессии во время ожидания превышения порога. Для того, чтобы очистить этот разряд перед новой сессией, необходимо установить значение верхнего температурного порога (по адресу 0209h) равным -40°C и произвести принудительное температурное преобразование.

b3	MEMCLR	Флаг очистки памяти. Если этот разряд содержит «1», то данные о начале работы, Счётчик Отсчётов Сессии, а также все флаги сигналов тревог были очищены (сброшены) для подготовки прибора к запуску новой сессии. Запуск команды КВП Очистка Памяти с параметрическим байтом «01h» очистит эти области памяти. Разряд MEMCLR установится в «0» в момент запуска новой сессии командой КВП Запуск Сессии. Для корректного запуска новой сессии память прибора следует очистить.
b1	MIP	Флаг выполнения сессии. Если этот разряд содержит «1», DS1925 был запущен на отработку сессии и рабочий цикл всё ещё продолжается. Разряд MIP переключится из «1» в «0», когда рабочий цикл завершится. См. описание команд КВП Запуск Сессии и КВП Остановка Сессии.

Задержка Начала Регистрации Измерений

Содержимое Счётчика Задержки Начала Регистрации Измерений определяет количество минут, которое пройдет от момента старта сессии до момента первого температурного преобразования (SUTA = 0), или до момента, когда прибор начнёт отслеживать факт достижения температурой одного из порогов (SUTA = 1). Значение задержки начала регистрации хранится в виде беззнакового 24-разрядного целого числа. Если задержка имеет ненулевое значение и разряд SUTA установлен в «1», прибор начнет отслеживать факт достижения температурой одного из порогов после истечения времени задержки. Во время сессии данный регистр доступен только для чтения.

Для обычной сессии, которая начинается сразу после программирования установочных параметров, задержка регистрации измерений устанавливается равной нулю. Если необходимо осуществлять долговременный мониторинг, а объёма памяти прибора недостаточно для сохранения всех данных, то можно использовать несколько приборов DS1925. При этом на втором приборе следует выставить задержку начала регистрации таким образом, чтобы он начал измерять температуру в тот момент, когда закончится рабочий цикл первого прибора (полностью заполнится его буфер последовательных температурных отсчётов) и т. д. по цепочке.

Начало Отработки Сессии

В Регистре Начала Отработки Сессии содержатся время и дата старта сессии. Время первого температурного преобразования в сессии можно вычислить, прибавив к времени в Регистре Начала Отработки Сессии содержимое Счётчика Задержки Начала Регистрации Измерений. Этот регистр доступен только для чтения. Формат регистра изображён в Таблице 18.

Таблица 17. Формат Счётчика Задержки Регистрации Измерений

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0216h	Младший байт значения задержки							
0217h	Средний байт значения задержки							
0218h	Старший байт значения задержки							

Таблица 18. Формат Регистра Начала Отработки Сессии

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0219h	Младший байт секунд							
021Ah	. . .							
021Bh	. . .							
021Ch	Старший байт секунд							

Таблица 19. Версия прибора

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
021Dh	Основной байт версии							
021Eh	Дополнительный байт версии							

Индикатор Выполнения Сессии (Счётчик Отсчётов Текущей Сессии)

В зависимости от установок в Регистре Управления Рабочей Сессией (адрес 0213h) прибор DS1925 сохраняет в буфере последовательных отсчётов результаты преобразования температуры в 8-разрядном или 16-разрядном формате. Счётчик Отсчётов Текущей Сессии вместе с начальным адресом и форматом температурных преобразований определяет корректные блоки данных, зарегистрированных во время текущей (MIP = 1) или последней выполненной (MIP = 0) сессии. См. раздел «*Использование Буфера Последовательных Температурных Отсчётов*». Данный регистр доступен только для чтения.

Содержимое счётчика представляет собой беззнаковое целое 24-разрядное число, которое показывает, сколько раз в течение сессии DS1925 «пробуждался» для измерения температуры. Содержимое счётчика сбрасывается командой КВП Очистка Памяти.

Дополнительные Индикаторы

Счётчик Всех Отсчётов подобен Счётчику Отсчётов Текущей Сессии. В течение сессии этот счётчик инкрементируется всякий раз, когда прибор осуществляет температурное преобразование и регистрирует результат, а также, когда прибор проверяет факт достижения температурой пороговых значений (в случае, если SUTA = 1). В промежутках между сессиями этот счётчик инкрементируется при выполнении команды Принудительное Преобразование. Таким образом, показания этого счётчика могут быть использованы для ориентировочного определения остаточной ёмкости батареи. Данный регистр доступен только для чтения.

Этот счётчик обнуляется при изготовлении прибора, но инкрементируется несколько раз при проведении финального теста. Содержимое счётчика представляет собой беззнаковое целое 24-разрядное число, таким образом, его максимальные показания – 16777215.

Регистр Конфигурации Прибора позволяет ведущему отличать различные версии логгеров iButton друг от друга. Коды, соответствующие каждому из этих приборов, показаны в Таблице 22.

Таблица 20. Формат Счётчика Отсчётов Текущей Сессии

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0220h	Младший байт							
0221h	Средний байт							
0222h	Старший байт							

Примечание: *Счётчик Отсчётов Текущей Сессии доступен только для чтения.*

Таблица 21. Формат Счётчика Всех Отсчётов

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0223h	Младший байт							
0224h	Средний байт							
0225h	Старший байт							

Таблица 22. Регистр Конфигурации Прибора

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0	Тип прибора
0226h	0	0	0	0	0	0	0	0	**DS2422**
	0	0	1	0	0	0	0	0	**DS1923**
	0	1	0	0	0	0	0	0	**DS1922L**
	0	1	1	0	0	0	0	0	**DS1922T**
	1	0	0	0	0	0	0	0	**DS1922E**
	1	0	1	0	0	0	0	0	**DS1925**

Безопасность и Пароли

В приборах DS1925 используются два пароля, контролирующие доступ для чтения и полный доступ. Процедуры чтения и записи блокнотной памяти и исполнение команды КВП Принудительное Преобразование не требуют пароля. Пароль должен передаваться сразу за кодом команд памяти или функций управления. Если включена функция проверки пароля, то переданный код пароля сравнивается с кодом, хранящимся в приборе. Включение этой функции определяется данными в Регистре Управления Паролем. Формат регистра показан в Таблице 23. В течение сессии он доступен только для чтения.

Для включения функции проверки пароля код EPW должен иметь вид 10101010 (AAh). По умолчанию код EPW отличается от этого значения. Любой код, отличный от AAh, даёт возможность установить оба 64-разрядных пароля. После включения функции проверки пароля для изменения паролей или отключения их проверки потребуется текущий пароль полного доступа.

Перед включением функции проверки пароля необходимо записать в соответствующие регистры пароли доступа для чтения и полного доступа (чтение/запись/управление). Установка паролей и включение/отключение проверки осуществляется таким же образом, как и запись в обычную память, только по другому адресу. Так как оба пароля находятся на одной странице памяти, их можно записать одновременно (за один цикл записи).

Разряды Пароля Доступа Для Чтения необходимо передавать строго в следующем порядке: RP0, RP1, …, RP62, RP63. Этот пароль применяется только при использовании функции КВП Чтение Памяти. Приборы DS1925 будут передавать запрашиваемые данные, только если ведущим введен правильный пароль, или, если отключена функция проверки пароля. Формат Пароля Доступа Для Чтения приведён в Таблице 24. Этот регистр доступен только для записи. При попытке чтения с регистра будут все разряды будут прочитаны, как «0». Пароль не может быть изменён, пока продолжается сессия.

Разряды Пароля Полного Доступа необходимо передавать строго в следующем порядке: FP0, FP1, …, FP62, FP63. Этот пароль применяется при использовании функций КВП Чтение Памяти, КВП Копирование Блокнотной Памяти, КВП Очистка Памяти, КВП Запуск Сессии и КВП Остановка Сессии. Приборы DS1925 будут выполнять соответствующую команду, только если ведущим введен правильный пароль, или, если отключена функция проверки пароля.

Из-за специфики работы прибора в режиме записи Регистр Управления Паролем и оба регистра паролей должны записываться непосредственно один за другим. При установке новых паролей пользователю перед операцией копирования блокнотной памяти необходимо произвести проверку её содержимого (прочитать блокнотную память). После успешного копирования содержимого блокнотной памяти в соответствующие регистры паролей эту память следует очистить (перезаписать новыми данными), иначе копия пароля, сохранённая в ней, будет доступна для чтения.

Таблица 23. Регистр Управления Паролем

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0227h	EPW							

Таблица 24. Регистр Пароля Доступа Для Чтения

Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0228h	RP7	RP6	RP5	RP4	RP3	RP2	RP1	RP0
0229h	RP15	RP14	RP13	RP12	RP11	RP10	RP9	RP8
-	. . .							
022Eh	RP55	RP54	RP53	RP52	RP51	RP50	RP49	RP48
022Fh	RP63	RP62	RP61	RP60	RP59	RP58	RP57	RP56

Таблица 25. Регистр Пароля Полного Доступа

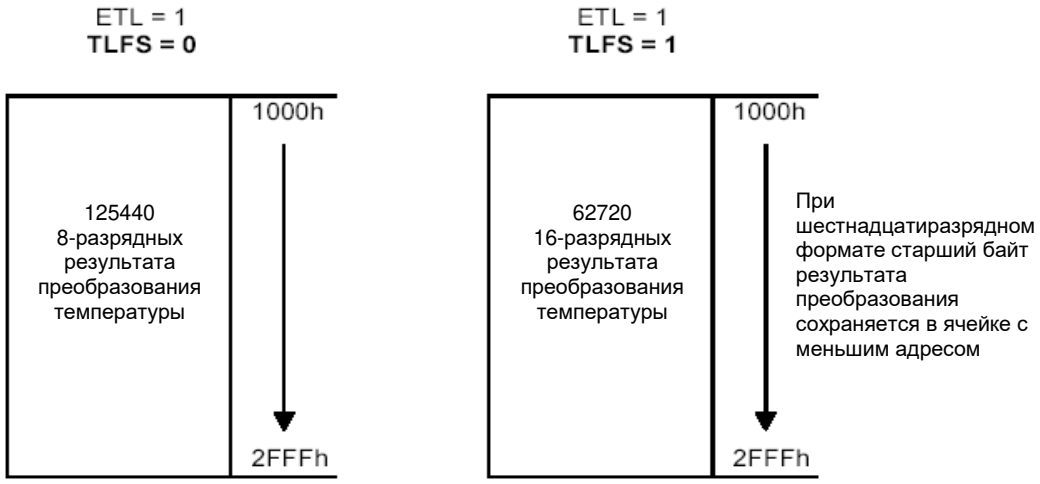
Адрес	Разряд 7	Разряд 6	Разряд 5	Разряд 4	Разряд 3	Разряд 2	Разряд 1	Разряд 0
0230h	FP7	FP6	FP5	FP4	FP3	FP2	FP1	FP0
0231h	FP15	FP14	FP13	FP12	FP11	FP10	FP9	FP8
-	. . .							
0236h	FP55	FP54	FP53	FP52	FP51	FP50	FP49	FP48
0237h	FP63	FP62	FP61	FP60	FP59	FP58	FP57	FP56

Использование Буфера Последовательных Температурных Отсчётов

После запуска рабочей сессии DS1925 регистрируют в буфере последовательных температурных отсчётов результаты температурных измерений, произведенных через равные промежутки времени. Ёмкость буфера последовательных отсчётов составляет 125440 отсчётов в 8-разрядном формате или 62720 отсчётов в 16-разрядном формате (см. Рис. 7). В последнем случае старший байт отсчёта сохраняется по младшему адресу. Зная время начала сессии и интервал между температурными измерениями, можно вычислить время и дату каждого отдельного измерения.

Содержимое Счётчика Отсчётов Текущей Сессии, а также значение интервала между измерениями и время запуска сессии позволяют реконструировать временные точки всех измерений, сохранённых в буфере.

Рис.7. Буфер Последовательных Температурных Отсчётов



Задание Параметров Работы Прибора

Основной задачей DS1925 является запись температуры (мониторинг состояния) термочувствительного объекта при его перемещении или транспортировке с одного места в другое. Для выполнения этих задач прибор нужно правильно запрограммировать.

Прежде всего, необходимо установить часы реального времени прибора в соответствии с текущими временем и датой, либо временем UTC/GMT, либо любым другим согласованным временным стандартом. При этом тактовый генератор узла часов реального времени должен быть запущен (флаг EOSC содержит «1»). Регистры Времени Начала Сессии, Счётчика Отсчётов Текущей Сессии и флаги сигналов тревоги должны быть сброшены командой Очистка Памяти. Флаг разрешения запуска сессии (ETL) должен быть установлен в «1». Все эти установки должны быть произведены перед запуском любой сессии, вне зависимости от объекта мониторинга и его продолжительности.

Если пользователю необходимо отслеживать выходы температуры за критические значения, следует определить значения нижнего и верхнего температурных порогов (см. раздел «*Температурные Преобразования*» для конвертации значений температуры в двоичный код, который следует записать в регистры порогов). Также необходимо разрешить выработку соответствующих сигналов тревоги. При этом становится возможным определение факта превышения порога с помощью команды Условный Поиск.

Значение частоты регистрации должно быть выбрано в соответствии с требуемой продолжительностью сессии и характеристиками объекта мониторинга. Для определения частоты регистрации (временного интервала между преобразованиями) следует требуемую продолжительность сессии (в минутах) разделить на 125440 (в 8-разрядном режиме) или 62720 (в 16-разрядном режиме). Например, если продолжительность сессии 300 дней (432000 минут), минимальный интервал регистрации составит 6,9 минут (413 секунд). Если объёма памяти одного устройства при выбранном интервале недостаточно для хранения всех отсчётов планируемой сессии, можно использовать несколько приборов DS1925. При этом задержка старта сессии второго прибора должна быть установлена так, чтобы он начал регистрацию после того, как заполнится память первого прибора, и так далее.

После записи требуемого значения в регистр Задержки Начала Регистрации Измерений необходимо также записать требуемое значение интервала в регистр Частоты Регистрации. Возможные значения интервала лежат в диапазоне от 1 до 16383 и кодируются 14-разрядным беззнаковым двоичным числом. Минимальный интервал времени между преобразованиями составляет 3 минуты (флаг EHSS в «1», значение интервала 0B4h), а максимальный – 273,05 часа (флаг EHSS в «0», значение интервала 3FFFh). Например, чтобы преобразования выполнялись каждые 6 минут, нужно установить значение интервала 6 (минут, EHSS = 0) или 360 (168h) (секунд, EHSS = 1).

Если существует вероятность несанкционированного доступа к накопленным регистратором данным, следует установить пароли доступа чтения и полного доступа. Для активизации паролей нужно включить соответствующую функцию (см. раздел *«Безопасность И Пароли»*).

Последним шагом для запуска сессии является подача команды КВП Старт Сессии. После получения данной команды DS1925 устанавливает флаг MIP и сбрасывает флаг MEMCLR. Если был выбран режим начала регистрации по истечении временной задержки (SUTA = 0), то после окончания интервала задержки устройство выйдет из ждущего режима, запишет текущие время и дату в регистр Начала Отработки Сессии, и зарегистрирует первое измерение в данной сессии. При этом инкрементируются Счётчик Отсчётов Текущей Сессии и Счётчик Всех Отсчётов. Все последующие измерения будут производиться с периодом, определяемым Регистром Периода Измерений и в соответствии со значением разряда EHSS.

Если был выбран режим начала регистрации после достижения температурой одного из порогов (SUTA = 1), и регистрация данных разрешена (ETL = 1), то DS1925 сначала будут ожидать истечения времени задержки регистрации. После этого устройство будет периодически выходить из ждущего режима (с интервалом времени, определённым в Регистре Периода Измерений) и измерять температуру. При этом инкрементируется только Счётчик Всех Отсчётов. Первый отсчёт данной сессии зарегистрируется в момент обнаружения перехода температурой одного из порогов. Однако Счётчик Отсчётов Текущей Сессии при этом не инкрементируется. С этого момента одновременно инкрементируются уже оба счётчика отсчётов. Все последующие измерения будут производиться с периодом, определяемым Регистром Периода Измерений и в соответствии со значением разряда EHSS.

Пользовательская память общего назначения функционирует независимо от других областей памяти и не защищена от записи в течение сессии. Вся память DS1925 доступна для чтения в любое время, например, для наблюдения за состоянием сессии. При попытке чтения паролей вместо содержимого соответствующих регистров будут выданы байты (FFh).

Доступ К Памяти

Адресные Регистры И Статус Передачи

Для последовательной передачи данных DS1925 используют регистры: TA1, TA2 и E/S (см. Рис. 8). Регистры TA1 и TA2 должны содержать так называемый начальный адрес или загрузочный адрес, куда данные будут записаны или откуда данные будут отправлены ведущему 1-Wire-магистрали командой Чтение. Регистр E/S действует при этом, как байт счётчика и регистр статуса передачи. Он используется для подтверждения правильности данных при работе с командами записи. Поэтому ведущий 1-Wire-магистрали 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 «конечным смещением». Разряд 5 регистра E/S называется PF (partial byte flag) или флагом частичного байта. Он выставляется, если количество разрядов, посланных ведущим, 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 смещением байта (*byte offset*). Например, если начальный адрес для команды Запись равен 13Ch, блокнотная память будет сохранять приходящие данные, начиная с байта со смещением 1Ch, и заполнится полностью после прихода 4-х байтов. Соответствующее конечное смещение в этом примере равно 1Fh. Для улучшения скорости и эффективности обмена 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. Конечное смещение вместе с флагом PF служат, главным образом, для проверки ведущим правильности данных после выполнения команды Запись. Самый старший разряд регистра E/S, называемый AA (*authorization accepted* – принятое разрешение), является флагом, сигнализирующим, что данные, сохранённые в блокнотной памяти, уже скопированы в предназначенный для них сегмент памяти. Команда Запись В Блокнотную Память сбрасывает этот флаг.

Рис. 8. 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 DS1925 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-магистрали команды Чтение Блокнотной Памяти для проверки данных. В качестве заголовка блокнотной памяти, DS1925 посылают требуемый начальный адрес (TA1 и TA2) и содержимое регистра E/S. Если выставлен флаг PF, значит данные, достигшие блокнотной памяти, неверны. При этом ведущему нет необходимости продолжать чтение, он может начинать новую попытку записи в блокнотную память. Точно так же, 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-магистрали может продолжить проверку каждого разряда информации. После окончания проверки ведущий выдает команду КВП Копирование Блокнотной Памяти. Эта команда должна следовать сразу за данными трех адресных регистров TA1, TA2 и E/S, после того, как ведущий прочёл их, проверяя содержимое блокнотной памяти. Как только прибор DS1925 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. 9 описывает протоколы, необходимые для доступа к памяти и регистрам специального назначения DS1925. Пример использования этих и других функций для подготовки DS1925 к выполнению сессии, приведен в разделе «*Пример: Подготовка И Запуск Новой Сессии*». Связь между ведущим 1-Wire-магистрали и прибором DS1925 производится со стандартной скоростью (по умолчанию, OD = 0) или в ускоренном режиме (OD = 1). Если ускоренный режим не был задан явно, DS1925 функционирует в стандартном режиме. Внутренний доступ к памяти в течение сессии имеет приоритет над внешним доступом через 1-Wire-интерфейс. Это может повлиять на некоторые команды, описанные ниже (подробнее см. раздел «*Конфликты Доступа К Памяти*»).

Запись В Блокнотную Память [0Fh]

После выбора этой команды ведущий должен выставить 2-байтовый начальный адрес, а за ним следуют данные, которые должны быть записаны в блокнотную память. Данные будут записываться, начиная со смещения байта T[4:0].

При выполнении этой команды встроенный CRC-генератор DS1925 (см. Рис. 15) 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 и все байты данных в том порядке, в каком они посылались ведущим. Если конечное смещение имеет вид 1111b, ведущий может послать 16 временных слотов чтения и получить инвертированный CRC16, генерируемый DS1925.

Нужно отметить, что обе страницы регистров защищены от записи в течение сессии. Несмотря на то, что команда Запись В Блокнотную Память выполняется корректно в любое время, последующая команда КВП Копирование Блокнотной Памяти не будет выполнена.

Чтение Блокнотной Памяти [AAh]

Эта команда используется для проверки данных в блокнотной памяти и начального адреса. После выбора этой команды ведущий начинает чтение. Первые два байта будут начальным адресом. Следующий байт будет являться конечным смещением и одновременно байтом статуса данных (E/S), за ним следуют данные из блокнотной памяти, начиная со смещения байта T[4:0], как показано на Рис. 8. Независимо 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 чтения CRC ведущий шины будет читать логические «1» от DS1925 вплоть до поступления импульса сброса.

Команда «Внешнее Питание» (КВП) [66h]

Команда «Внешнее питание» является командой-шлюзом, позволяющей подкомандам оперировать с использованием внешней сильной подтяжки к питанию.

После команды КВП следует байт длины, подкоманда и её параметрические байты. Затем ведущий 1-Wire-магистрали получает код CRC16, передаёт пустой байт FFh и включает механизм сильной подтяжки к питанию.

КВП Копирование Блокнотной Памяти [99h]

Эта команда является подкомандой КВП. Она используется для копирования данных из блокнотной памяти в области памяти, доступные для записи.

Для её исполнения ведущий 1-Wire-магистрали посылает код команды КВП [66h], байт длины [0Ch], код команды КВП Копирование Блокнотной Памяти [99h], байт адреса TA1, байт адреса TA2 и байт E/S. Последние 3 байта - это код авторизации, который может быть проверен путём чтения блокнотной памяти. Этот код должен точно совпадать с данными, содержащимися в 3 адресных регистрах в следующем порядке: TA1, TA2 и E/S. Затем ведущий должен передать 64-битный пароль полного доступа, после чего посылает 16 дополнительных слотов чтения и получает инвертированный 16-разрядный CRC-код. Если CRC-код правильный, ведущий посылает освобождающий байт [FFh], включает сильную подтяжку к питанию и ожидает в течение времени t_{LSTD} или t_{LSTD} + t_{SRTC}. Дополнительный интервал задержки t_{SRTC} требуется, если этой командой включаются ЧРВ и прибор находится в «состоянии очищенной памяти» или в неизвестном состоянии. Если функция проверки паролей включена и переданный пароль отличается от значения, сохраненного в соответствующем регистре, команда не будет выполнена. Если пароль верен или функция проверки паролей не включена, прибор будет проверять код авторизации. Если код совпадает, установится флаг AA (авторизация принята), и начнется копирование. После необходимой задержки при включении сильной подтяжки будет читаться незначащий байт FFh, а затем повторяющийся результирующий байт. Этот байт будет передаваться до тех пор, пока ведущий не сгенерирует импульс сброса для индикации успешности операции либо ошибки.

Данные, подлежащие копированию, определяются тремя адресными регистрами. Данные блокнотной памяти будут копироваться от начального смещения до конечного смещения, начиная с начального адреса. Флаг AA будет оставаться выставленным (в состоянии «1»), пока не будет сброшен следующей командой Запись в Блокнотную Память. При введении правильного пароля возможно копирование 16 страниц памяти данных. В течение сессии попытки записи данных в любые страницы регистров игнорируются, показателем чего будет являться сброшенный флаг AA («0»).

КВП Запуск Сессии [DDh]

Эта команда является подкомандой КВП. Она используется для запуска сессии (цикла регистрации температуры).

Для её исполнения ведущий 1-Wire-магистрали посылает код команды КВП [66h], байт длины [09h], код команды КВП Запуск Сессии [DDh] и 64-битный пароль полного доступа. После чего ведущий посылает 16 дополнительных слотов чтения и получает инвертированный 16-разрядный CRC-код. Если CRC-код правильный, ведущий посылает освобождающий байт [FFh], включает сильную подтяжку к питанию и ожидает в течение времени t_{LSTD} или t_{LSTD} + t_{SRTC}. Дополнительный интервал задержки t_{SRTC} требуется, если ЧРВ ещё не включены и прибор находится в «состоянии очищенной памяти» или в неизвестном состоянии.

Новая сессия может быть запущена только в том случае, если предыдущая сессия была завершена и память была очищена. После необходимой задержки включения сильной подтяжки будет читаться незначащий байт FFh, а затем повторяющийся результирующий байт. Результирующий байт 77h неправильный параметр) свидетельствует, что выбранное значение частоты измерений меньше трёх минут и не поддерживается. Если функция проверки паролей включена, и переданный пароль не совпадает с сохранённым паролем полного доступа, команда не будет выполнена, и станет передаваться повторяющийся результирующий байт 11h (неверный пароль). Если пароль верен или функция проверки паролей не включена, прибор запустит сессию. Если SUTA = 0, температурные преобразования и регистрация данных начнутся после истечения времени задержки. Если SUTA = 1, то первый результат измерения запишется в буфер отсчётов, когда прибор обнаружит, что температура достигла одного из порогов. В этот момент инкрементируется Счётчик Отсчётов Текущей Сессии, будет записана информация в Регистры Начала Сессии и начнётся стандартная регистрация отсчётов. Пока прибор ожидает факта достижения температурой порога, флаг WFTA в Регистре Статуса установлен в «1». В течение сессии Страница Регистров доступна только для чтения. При выполнении команды КВП Запуск Сессии [DDh] записываются Регистры Резервной Копии Сессии, см. Рисунок 15.

КВП Остановка Сессии [BBh]

Эта команда является подкомандой КВП. Она используется для остановки сессии.

Для её исполнения ведущий 1-Wire-магистрали посылает код команды КВП [66h], байт длины [09h], код команды КВП Остановка Сессии [BBh] и 64-битный пароль полного доступа. После чего ведущий посылает 16 дополнительных слотов чтения и получает инвертированный 16-разрядный CRC-код. Если CRC-код правильный, ведущий посылает освобождающий байт [FFh], включает сильную подтяжку к питанию и ожидает в течение времени t_{LSTD}.

Для остановки сессии DS1925 использует команду функции управления. Остановить можно только сессию, которая продолжается в настоящий момент. После включения сильной подтяжки будет читаться незначащий байт FFh, а затем повторяющийся результирующий байт. Если функция проверки паролей включена, и переданный пароль не совпадает с сохранённым паролем полного доступа, команда не будет выполнена. Если пароль верен или функция проверки паролей не включена, прибор сбросит флаг MIP в Регистре Статуса и восстановит доступ для записи в страницы регистров. При исполнении команды КВП Остановка Сессии происходит запись в Регистры Резервной Копии Сессии. Смотрите рис. 15.

КВП Чтение Памяти [44h]

Эта команда является подкомандой КВП. Она применяется ко всей пользовательской памяти и памяти

данных (буферу отсчётов). Команду можно использовать в любое время, не зависимо от состояния батареи питания.

Для её исполнения ведущий 1-Wire-магистрали посылает код команды КВП [66h], байт длины [0Bh], код команды КВП Чтение Памяти [44h], байты начального адреса TA1 и TA2. Затем ведущий должен передать один из двух 64-разрядных паролей, за ним освобождающий байт [FFh], включить сильную подтяжку к питанию и ожидать в течение времени t_{STD}. Если функция проверки паролей включена, и переданный пароль не совпадает ни с одним из двух паролей, команда не будет выполнена. Вместо данных прибор будет передавать повторяющийся байт ошибки «неверный пароль». Если пароль верен или функция проверки паролей не включена, при последующих временных слотах чтения данных ведущий получает данные от DS1925, начиная с начального адреса и далее, продолжая до конца блока. Размер блока определяется старшими разрядами байта TA2, как описано ниже. После этого ведущий посылает 16 дополнительных слотов чтения и получает инвертированный 16-разрядный CRC-код. Сразу же после получения CRC-кода мастер может послать ещё один освобождающий байт, включить сильную подтяжку к питанию и обеспечить задержку в течение времени t_{STD}, чтобы прочитать следующий блок данных. Эта последовательность действий продолжается до тех пор, пока ведущий не передаст импульс сброса. При попытке чтения паролей или зарезервированных областей памяти DS1925 будет передавать байты 00h или FFh. CRC-код в конце блока данных получается из данных, которые были переданы.

При первом выполнении команды КВП Чтение Памяти, 16-разрядный CRC-код является результатом сдвига в CRC-генераторе байта команды КВП, байта длины, байта команды КВП Чтение Памяти, байт начального адреса TA1 и TA2 и 8 байт пароля. При последующих выполнениях этой команды CRC-код будет являться результатом предварительного сброса CRC-генератора и сдвига данных памяти. После прочтения 16-разрядного CRC-кода последнего блока памяти ведущий будет получать логические «1» от DS1925 до подачи импульса сброса. Выполнение этой команды может быть прекращено в любое время выработкой импульса сброса, вне интервалов времени, зарезервированных для сильной подтяжки.

Чтобы получить доступ ко всему объёму памяти, два старших значащих разряда TA2 могут быть использованы для изменения кодировки адреса. Обратитесь к рис. 8, где приведена карта адресных регистров. Если разряд T15 = 0, адрес (T14 – T0) используется, как адрес начального байта, который ограничен величиной 215. Следующий режим используется, чтобы начинать чтение со страниц с более старшими адресами. Если разряд T15 = 1, адрес (T13 – T0) используется, как номер начальной страницы. Дополнительно, если пользователь читает буфер последовательных отсчётов, установка разряда T14 в «1» увеличивает размер блока до 64 байт или 2 страниц. Этот режим доступен только при чтении буфера последовательных отсчётов.

Резервные копии параметров сессии записываются в Регистры Резервной Копии в момент запуска последней сессии. При этом резервируются не все области памяти, а только следующие: Регистр Периода Измерений (0206h - 0207h), Регистры Температурных Порогов (0208h - 0208h), Регистр Управления Сигналами Тревог (0210h), Регистр Управления Часами (0210h), Регистр Управления Сессией (0213h), Счётчик Задержки Регистрации Измерений (0216h - 0218h), Регистр Начала Отработки Сессии (0219h – 021Ch), Счётчик Отсчётов Текущей Сессии (0220h – 0222h) и Счётчик Всех Отсчётов (0223h – 0225h). Для вычисления новых значений Счётчика Отсчётов Текущей Сессии и Счётчика Всех Отсчётов при разряде батареи питания, необходимо прочитать лог. Конец можно определить, когда считываются байты данных в виде кода 0FFh. См. рис. 15.

Под логом здесь и далее понимаются результаты, сохранённые в буфере последовательных отсчётов.

КВП Очистка Памяти [96h]

Эта команда используется для подготовки прибора к следующей рабочей сессии путём очистки лога сессии или для очистки пользовательской памяти. Очистка лога сессии производится, только если текущая сессия завершена. Эта команда является подкомандой КВП [66h]. Для её исполнения ведущий 1-Wire-магистрали посылает код команды КВП [66h], байт длины [0Ah], код команды КВП Очистка Памяти [96h], параметрический байт 00h (для очистки пользовательской памяти) либо 01h (для очистки лога сессии) и затем пароль. После чего прибор передаёт инвертированный 16-разрядный CRC-код предыдущих байт. Затем ведущий посылает освобождающий байт [FFh], включает сильную подтяжку к питанию и обеспечивает временную задержку (t_{LSTD} в случае пользовательской памяти или t_{CML} в случае лога сессии). Если функция проверки паролей включена, и переданный пароль не совпадает с паролем полного доступа или сессия ещё не завершена, команда не будет выполнена. Успешность/неуспешность выполнения команды определяется повторяющимся байтом, который ведущий читает после истечения времени задержки при включении сильной подтяжки. Если пароль верен или функция проверки паролей не включена и был передан параметрический байт 01h, прибор очищает лог сессии, регистры начала сессии, Счётчик Отсчётов Текущей Сессии и сбрасывает все флаги тревог в Регистре Сигналов Тревоги. После очистки этих ячеек памяти разряд MEMCLR в Регистре Статуса устанавливается в «1», подтверждая успешное выполнение команды КВП Очистка Памяти. Данная команда с параметрическим байтом 01h очищает Регистр ЧРВ (EOSC = 0). При этом записываются данные в Регистры Резервной Копии Сессии. См. рис. 15.

Под логом здесь и далее понимаются результаты, сохранённые в буфере последовательных отсчётов.

Если использовался параметрический байт 00h, будут очищены только 16 страниц пользовательской памяти. Для этой процедуры не требуется остановка ЧРВ, и данная область памяти может быть очищена в течение сессии.

КВП Принудительное Преобразование [4Bh]

Эта команда может использоваться для измерения температуры без запуска сессии. Длина команды составляет 1 байт, который и является кодом команды.

После кода команды ведущий 1-Wire-магистрали должен послать один байт FFh для запуска температурного преобразования. Результат преобразования в виде 16-разрядного двоичного числа будет располагаться в Регистре Результата Температурного Преобразования. Данная команда выполняется, только если в данный момент прибор не исполняет рабочую сессию (MIP = 0). Её выполнение занимает время t_{LSTD} или t_{LSTD} + t_{SRTC}, если прибор находится в «состоянии очищенной памяти» или в неизвестном состоянии. После истечения времени задержки, прибор передаст дополнительный байт FFh и затем результат температурного преобразования и 16-разрядный CRC-код. Для дополнительных измерений температуры ведущий может снова послать байт FFh для повторения последовательности действий. При выполнении данной команды Счётчик Всех Отсчётов не инкрементируется.

КВП Чтение Напряжения Батареи [33h]

Команда используется для измерения текущего напряжения батареи питания прибора. Длина команды составляет 1 байт, который и является кодом команды. После кода команды ведущий 1-Wire-магистрали должен послать один байт FFh для запуска преобразования напряжения. Данная команда выполняется, только если в данный момент прибор не исполняет рабочую сессию (MIP = 0). Она не может быть прервана и её выполнение занимает максимум t_{LSTD} или t_{LSTD} + t_{SRTC}, если прибор находится в «состоянии очищенной памяти» или в неизвестном состоянии. В течение этого временного интервала доступ к памяти прибора через 1-Wire-интерфейс блокирован. Устройство ведёт себя так же, как во время сессии, когда в момент осуществления температурного преобразования подаётся команда функции памяти/управления. После истечения времени задержки, прибор передаст дополнительный байт FFh и затем результат преобразования напряжения и 16-разрядный CRC-код. 16-разрядные результаты измерения в виде целых чисел могут быть сконвертированы в значения напряжения путём деления на 1024. Для дополнительных измерений напряжения ведущий может снова послать байт FFh для повторения последовательности действий. Данная функция недоступна, если устройство находится в начальном состоянии после получения от производителя, до тех пор, пока не будет выполнена команда КВП Очистка Памяти. При комнатной температуре напряжение батареи 2,5 В и ниже считается предельно минимальным.

Рис. 9а. Блок-схема Функций Памяти/Управления – блок-схема подкоманд КВП

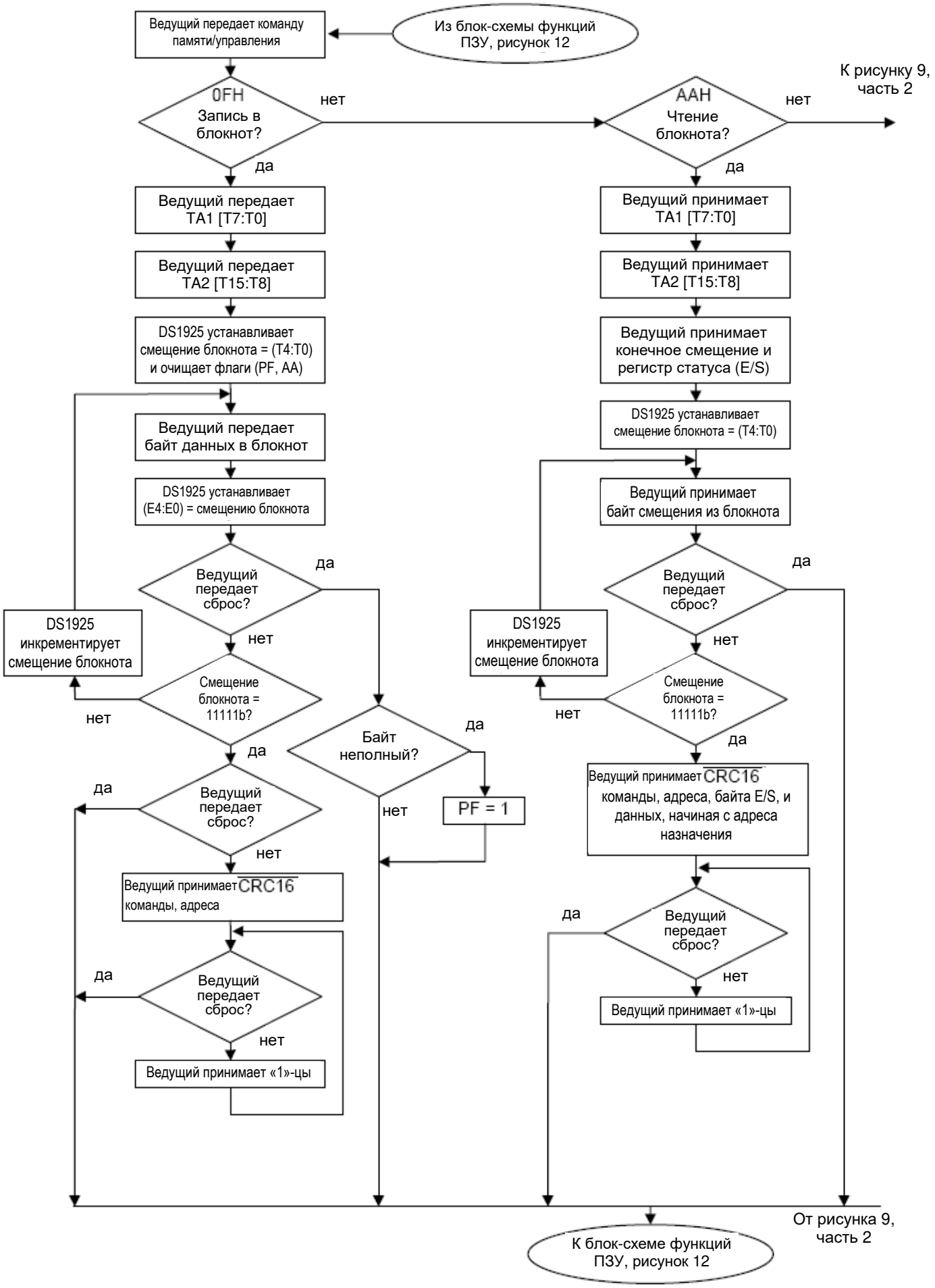
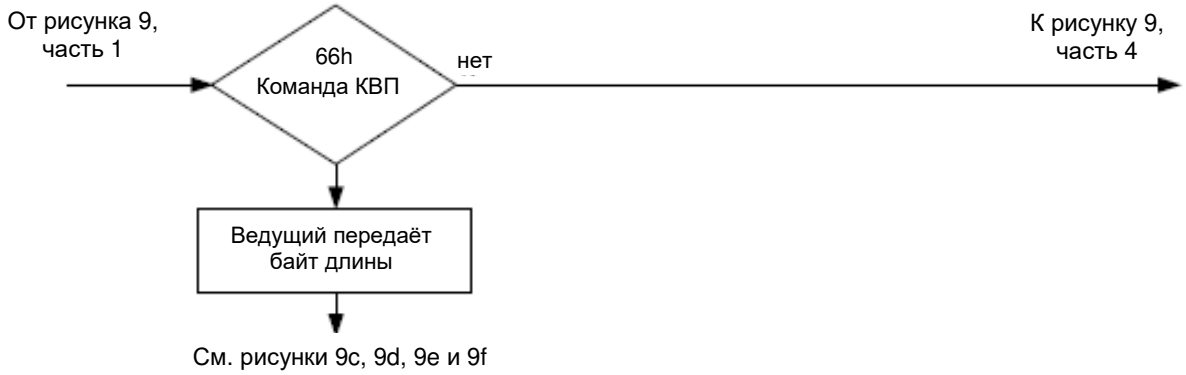


Рис.9b. Блок-схема Функций Памяти/Управления – блок-схема подкоманд КВП (продолжение)



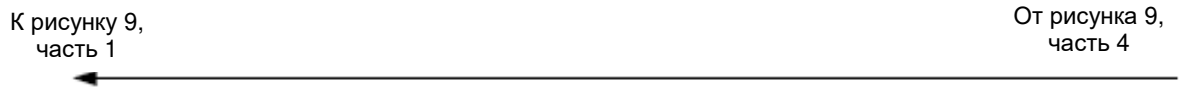
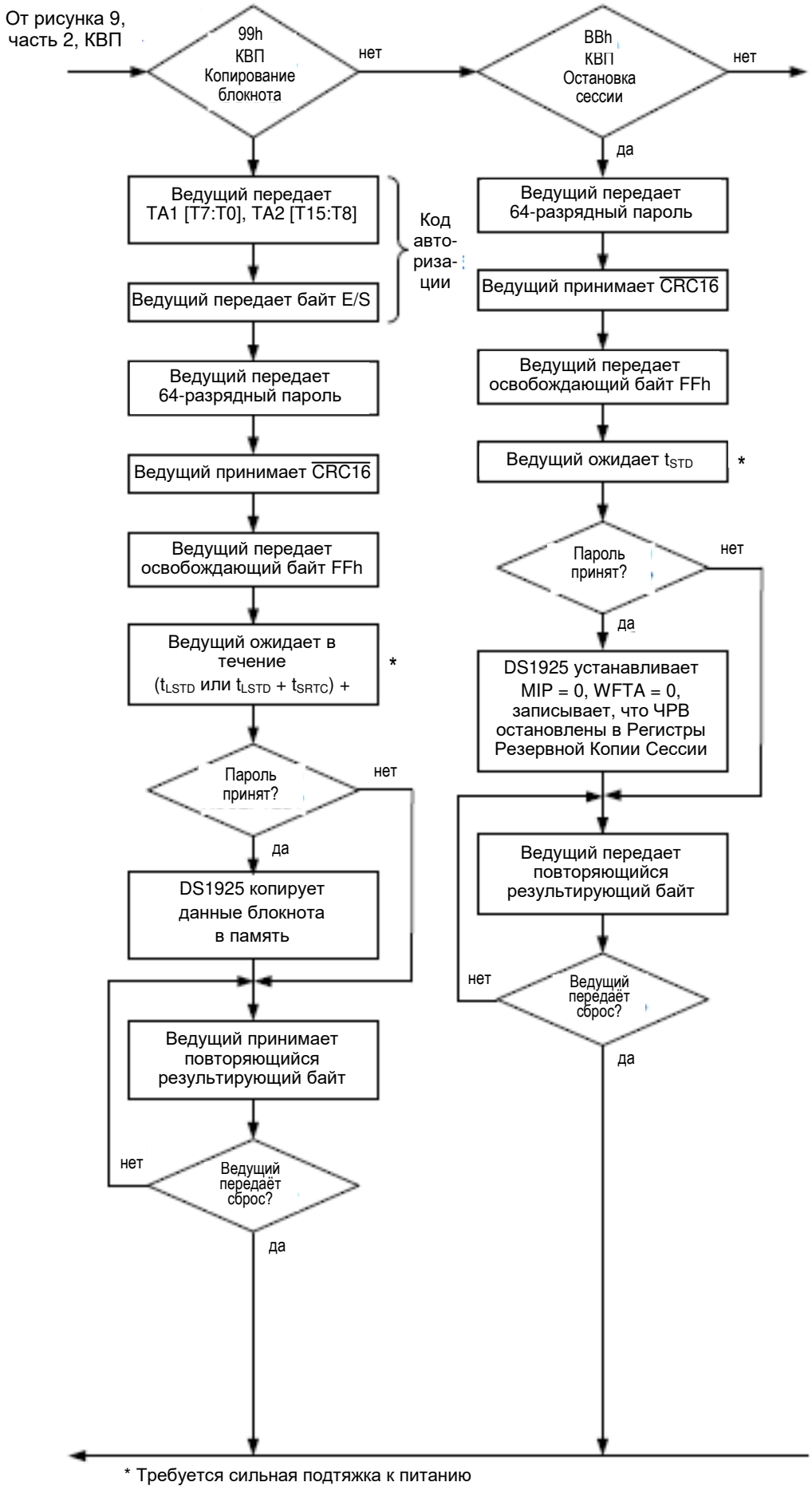


Рис.9c. Блок-схема Функций Памяти/Управления – блок-схема подкоманд КВП (продолжение)



* Требуется сильная подтяжка к питанию

Рис.9d. Блок-Схема Функций Памяти/Управления

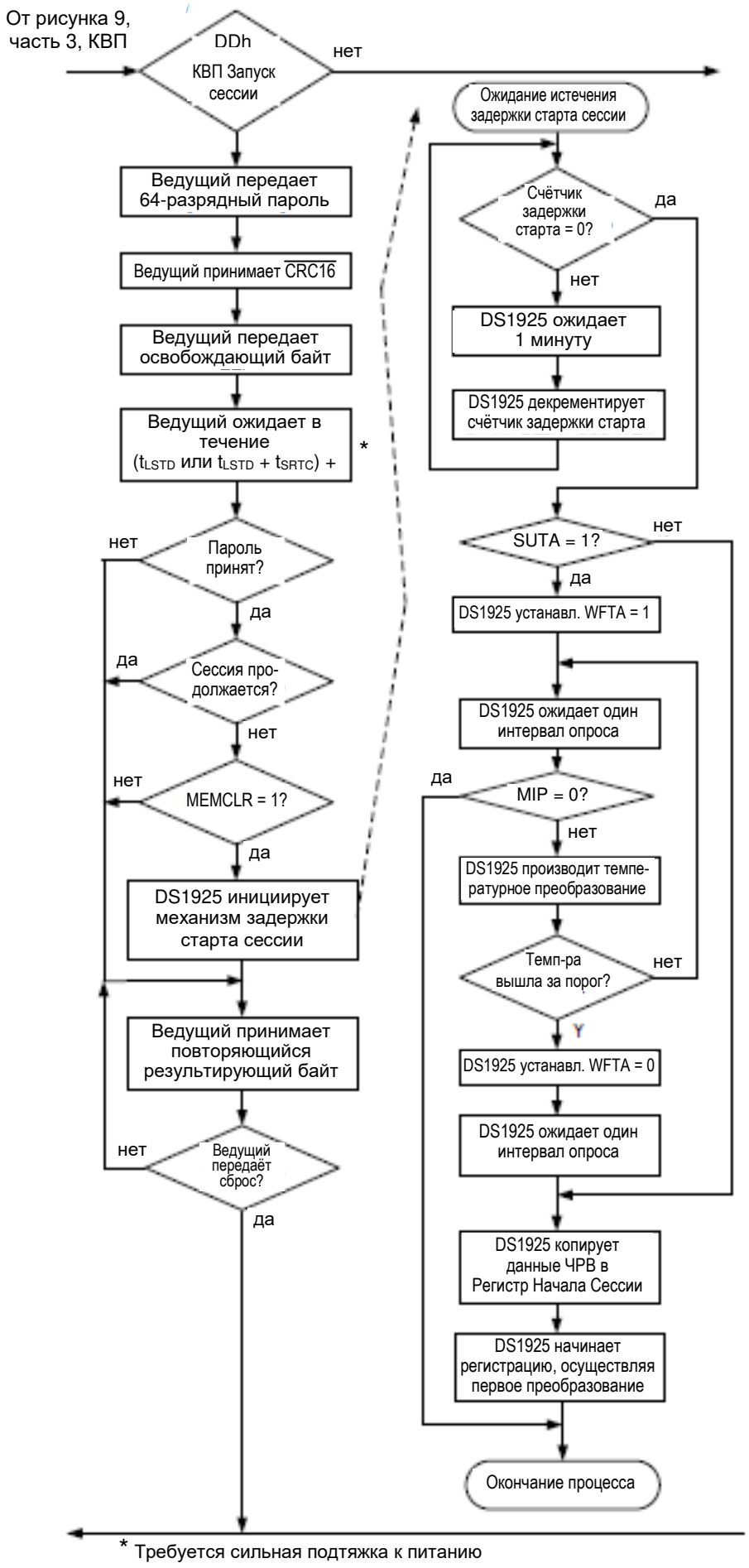


Рис.9е. Блок-схема Функций Памяти/Управления – блок-схема подкоманд КВП (продолжение)

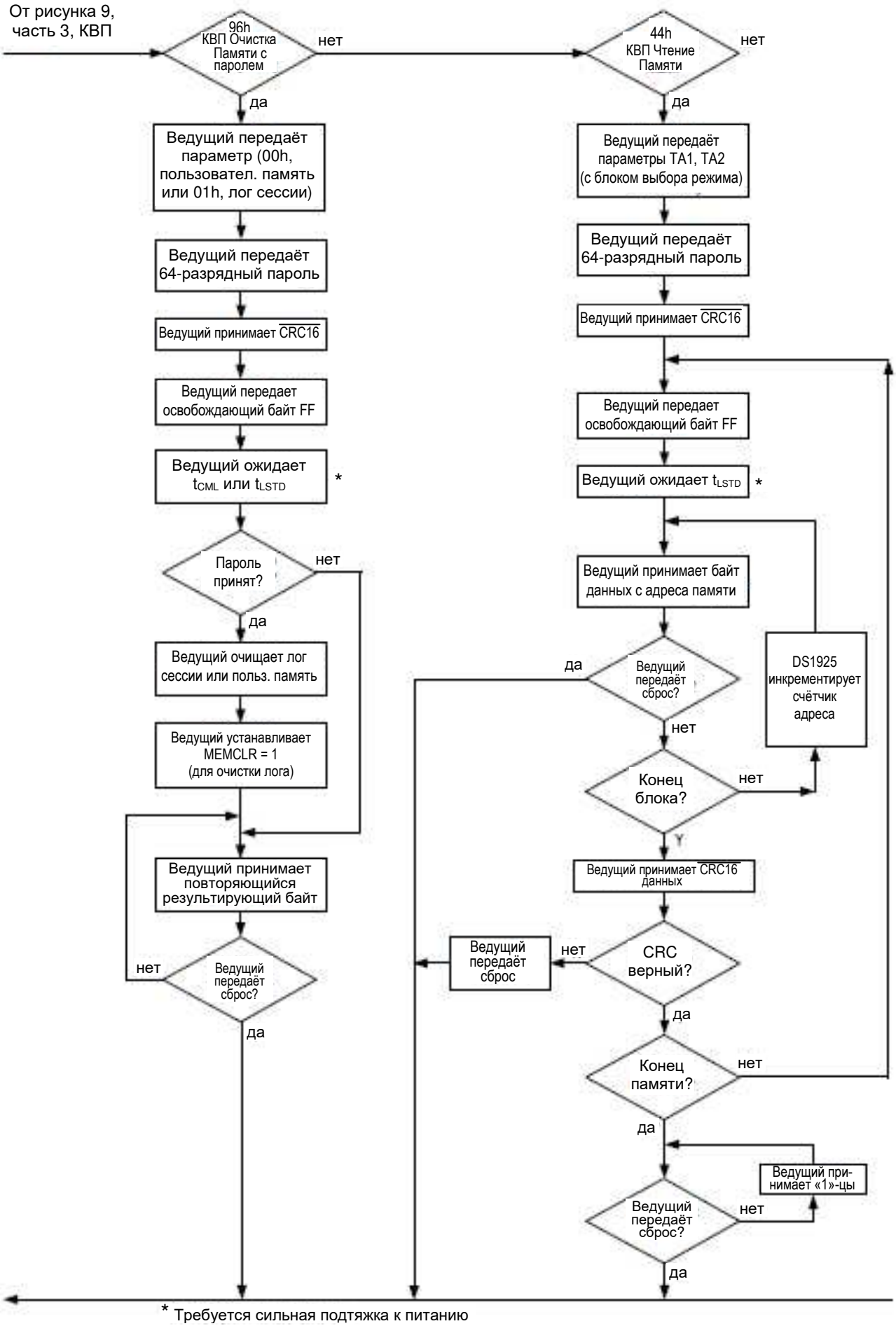
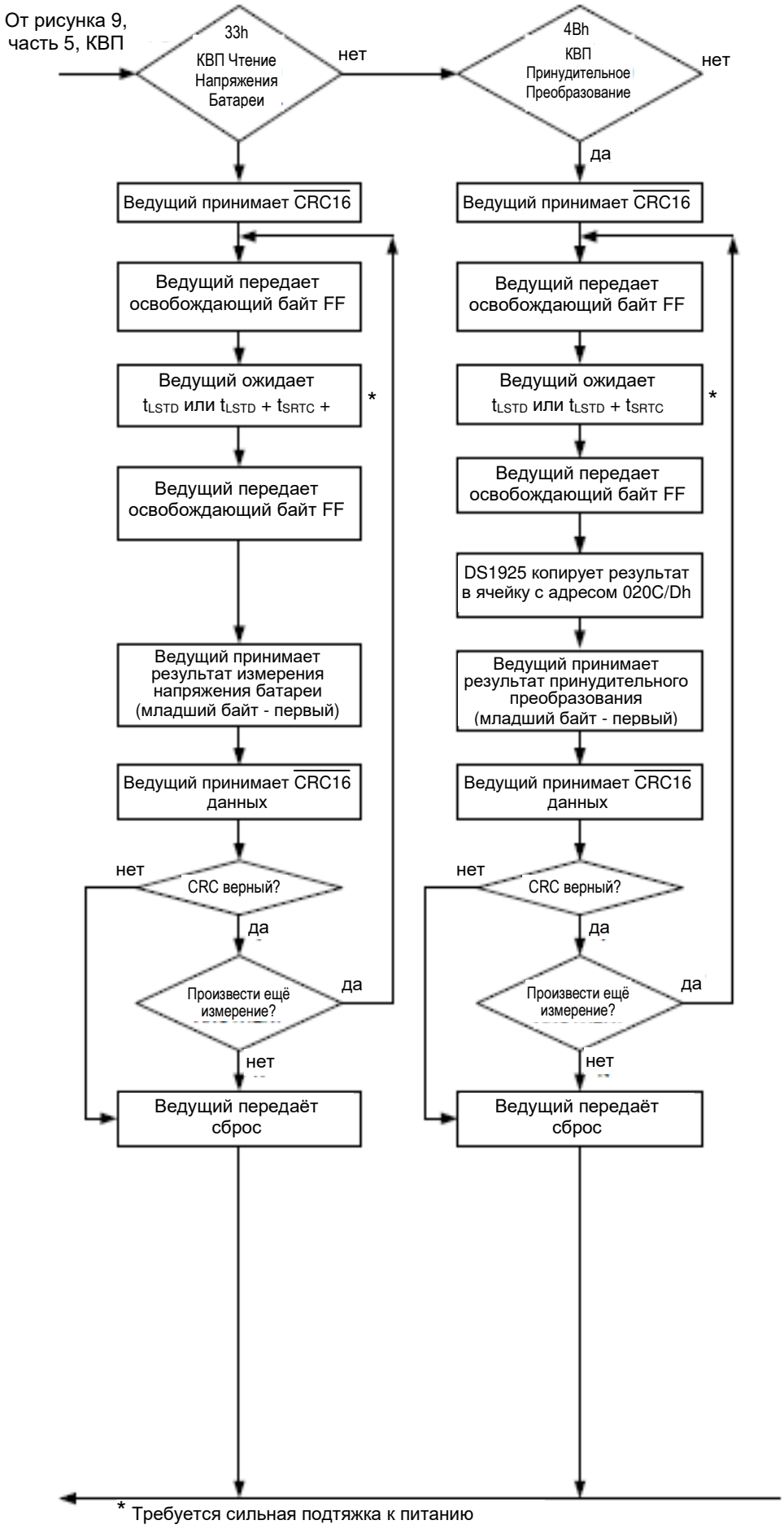


Рис.9f. Блок-схема Функций Памяти/Управления – блок-схема подкоманд КВП (продолжение)



Для рисунков 9c, 9d, 9f следует учитывать следующее: Предполагается, что любое устройство DS1925, находящееся в неизвестном состоянии, требует дополнительной задержки t_{SRTC}, для обеспечения правильной работы до тех пор, пока состояние устройства не будет установлено командой или запросом. Невыполнение этого требования может привести к сбросу устройства по питанию или отказу батареи, установке флага тревоги BOR и отключению функций устройства.

Конфликты Доступа К Памяти

Во время исполнения сессии или когда прибор ожидает достижения температурой назначенного порога, периодически выполняются температурные преобразования. Эта «внутренняя активность» имеет приоритет над обменом по 1-Wire-магистрали. Как следствие, некоторые команды (за исключением команд функций ПЗУ, команды Сброс по 1-Wire и Чтение/Запись Блокнотной Памяти для DS1925) не будут исполнены корректно, когда одновременно с ними происходит температурное преобразование. Это не влияет на исполнение команд Запуск Сессии, Принудительное Преобразование и КВП Очистка Памяти (лога), так как они неприменимы в течение сессии или во время ожидания прибором достижения температурой назначенного порога. В Таблице 26 объясняется, как «внутренняя активность» воздействует на выполнение оставшихся трёх команд, как обнаружить такую ситуацию и как корректно её разрешить.

При написании программного обеспечения необходимо знать о возможности таких ситуаций и применять соответствующие меры для выхода их них.

Регистры Резервной Копии Сессии

Регистры Резервной Копии Сессии используются, как механизм для восстановления параметров сессии, если она остановилась из-за разряда батареи. Команда КПВ Чтение Памяти функционирует и в случае разряженной батареи. Это условие детектируется, если в ячейках резервных копий ЧРВ и Начала Сессии все байты читаются, как FFh (This condition is detected if the backup RTC is all FFs, the backup Mission Time Stamp is all FFs,) разряд MIP не установлен, и Счётчик Отсчётов Текущей Сессии обнулён. Число отсчётов сессии можно восстановить, прочитав данные из буфера последовательных отсчётов и определив ячейку, после которой все байты станут читаться, как FFh. Время начала сессии можно определить из Регистров Резервной Копии Сессии. Данные из каких областей памяти записываются в эти регистры можно посмотреть на рис. 15.

Таблица 26. Конфликты Доступа К Памяти И Их Разрешение

Команда	Индикатор конфликта	Выход из конфликта
КВП команды	Данные при чтении меняются на FFh или все данные читаются как FFh, включая CRC-код в конце команды.	Подождать 20 мс, послать 1-Wire-команду Сброс. Затем еще раз адресовать прибор и повторить команду.

Сигналы 1-Wire-Магистрали

1-Wire-сеть является системой, которая содержит на 1-Wire-магистрали обмена данными одного ведущего и одного или несколько ведомых. Во всех случаях DS1925 являются ведомыми приборами. 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). 1-Wire-протокол определяет действия на 1-Wire-магистрали, как состояния шины данных в течение временных слотов, инициирующихся падающим фронтом синхроимпульсов, поступающих от ведущего.

Аппаратная Конфигурация

По определению 1-Wire-магистрали, она содержит один провод – шину данных. Важно, что любым прибором на 1-Wire-магистрали можно управлять в соответствующее время. Для реализации этого, каждый прибор, подключаемый к 1-Wire-магистрали, должен иметь вывод с открытым стоком или тремя состояниями. 1-Wire-порт DS1925 является выводом с открытым стоком, внутренняя эквивалентная схема которого показана на Рис. 10.

Многоточечная 1-Wire-сеть состоит из 1-Wire-магистрали с множеством подключённых к ней приборов. Стандартная скорость передачи данных на 1-Wire-магистрали составляет максимум 16,3 Кбит/с. Эта скорость может быть увеличена до 142 Кбит/с активизацией ускоренного режима. Полное соответствие DS1925 стандартам iButton не гарантируется. Максимальная скорость передачи данных этого прибора в стандартном режиме – 15,4 Кбит/с, а в ускоренном – 125 Кбит/с. Значение резистора подтяжки определяется исходя из длины сети и её нагруженности. Минимальное значение резистора подтяжки при любой скорости обмена для DS1925 составляет 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 обмена. Если этого не произойдёт, 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 несколько приборов на 1-Wire-магистрали могут воспринять эту ситуацию, как сброс. В случае с DS1925, 1-Wire-магистраль должна оставаться в состоянии низкого уровня не более, чем 12 мкс в ускоренном режиме, чтобы ни один из подключённых к ней приборов DS1925 не зафиксировал импульс сброса. DS1925 корректно работают на 1-Wire-магистрали с драйверами DS2480B и DS2490 и адаптерами, которые базируются на них. В течение указанных периодов DS2480 или DS2490 должны включать функцию «сильной подтяжки», чтобы обеспечить достаточную мощность.

Последовательность Действий

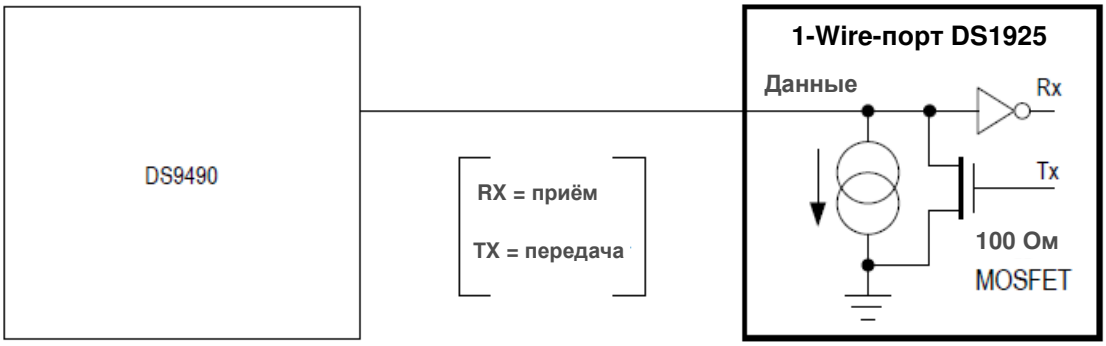
Протокол доступа к DS1925 через 1-Wire-порт производится в следующем порядке:

- Инициализация
- Команда функции ПЗУ
- Команда функции памяти/управления
- Транзакция/данные

Инициализация

Все циклы обмена на 1-Wire-магистрали начинаются с последовательности инициализации. Эта последовательность состоит из импульса сброса, вырабатываемого ведущим, и следующего(их) за ним импульса(ов) присутствия, вырабатываемого(ых) ведомым(и). Импульс присутствия позволяет ведущему узнать, что DS1925 присутствует на 1-Wire-магистрали и готов к работе. Более подробно см. раздел «Сигналы 1-Wire-Магистрали».

Рис. 10. Аппаратная Конфигурация



Команды Функций ПЗУ

После обнаружения ведущим импульса присутствия он может выработать одну из восьми команд функций ПЗУ. Все команды функций ПЗУ являются 8-битовыми. Список этих команд приведён на Рис. 11.

Чтение ПЗУ [33h]

Эта команда позволяет ведущему 1-Wire-магистрали читать 8-битовый код семейства DS1925, уникальный 48-битовый регистрационный номер и 8-битовый CRC-код. Она может быть использована, только если на 1-Wire-магистрали присутствует всего один ведомый. Если на 1-Wire-магистрали присутствуют несколько ведомых, то может произойти смешение данных, когда все ведомые пытаются передавать данные в одно и то же время (все открытые стоки образуют проводное «И»). Результатом явится несовпадение кода семейства и 48-битного номера с их контрольной суммой.

Совпадение ПЗУ [55h]

Эта команда, за которой следует 64-битная последовательность ПЗУ, позволяет ведущему адресовать отдельный прибор DS1925 на распределенной многоточечной 1-Wire-магистрали 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 приборов на 1-Wire-магистрали.

Поиск ПЗУ [F0h]

Когда система инициализируется первый раз, ведущий может не знать количество приборов, присутствующих на 1-Wire-магистрали и их регистрационные номера. Благодаря такому преимуществу 1-Wire-магистрали, как проводное «И», ведущий может использовать процедуру исключения для идентификации регистрационных номеров всех ведомых приборов. 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 1-Wire-магистрали) 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 (сортировки), ведущий узнает полный регистрационный номер одного прибора. Дополнительные проходы идентифицируют 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 устройства, для которых выполняется определённое условие. Использование ведущим 1-Wire-магистрали команды Условного Поиска ПЗУ является эффективным способом обнаружить на 1-Wire-сети 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 приборы, присутствующие на 1-Wire-магистрали, не будут участвовать в процессе поиска, а будут ожидать импульса сброса.

Любой прибор DS1925 будет отвечать на команду Условный Поиск только тогда, когда хотя бы один из трёх флагов Регистра Сигналов Тревог (0214h) установлен в «1», при этом сигнал о превышении температурного порога будет выработан, только если он разрешён (см. раздел *«Управление Сигналами О Выходе Температуры Из Заданного Диапазона»*). Сигнал BOR всегда разрешён. В случае, когда выбрано более одного условия, событие, случившееся первым, «заставит» 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 1-Wire-магистрали, позволяя ведущему осуществлять доступ к памяти без применения 64-битного кода ПЗУ. Если на 1-Wire-магистрали 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-магистрали к уровню потенциала возвратного провода (GND), действуют как монтажное «И»).

Возобновление [A5h]

Перед запуском сессии необходимо осуществить доступ к прибору DS1925 несколько раз. В системе с несколькими ведомыми это означает, что для каждого сеанса доступа должен повторяться 64-битный код ПЗУ после команды Совпадение ПЗУ. Для увеличения производительности обмена на 1-Wire-магистрали в приборах DS1925 реализована команда Возобновление. Эта команда проверяет состояние разряда RC и, если он установлен, – позволяет ведущему осуществлять доступ к памяти и управлению без применения 64-битного кода ПЗУ, подобно команде Пропуск ПЗУ. Флаг RC устанавливается только при успешном выполнении команд Совпадение ПЗУ, Поиск ПЗУ и Ускоренное Совпадение ПЗУ. Как только этот флаг установлен, к прибору можно повторно получать доступ посредством команды Возобновление. Доступ к другому прибору на 1-Wire-магистрали сбрасывает флаг RC, предотвращая одновременный ответ двух или более приборов на эту команду.

Ускоренный Пропуск ПЗУ [3Ch]

На 1-Wire-магистрали, к которой подключено только одно 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 DS1925 в ускоренный (Overdrive) режим обмена (OD = 1). Все процедуры обмена, следующие за этой командой, осуществляются с повышенной скоростью до тех пор, пока импульс сброса длиной более 640 мкс не вернёт все приборы на 1-Wire-магистрали в стандартный для неё скоростной режим (OD = 0).

Подача ведущим этой команды на 1-Wire-магистрали с несколькими приборами, имеющими возможность работы в ускоренном режиме, переводит их все 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 1-Wire-магистрали присутствуют несколько приборов с поддержкой ускоренного режима, и команда Ускоренный Пропуск ПЗУ следует сразу за командой Чтение, то произойдёт 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 DS1925 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 640 мкс перейдут в стандартный режим обмена. Данная команда может использоваться как с одним ведомым, так и с несколькими ведомыми приборами на 1-Wire-магистрали.

Рис. 11-1. Блок-Схема Функций ПЗУ

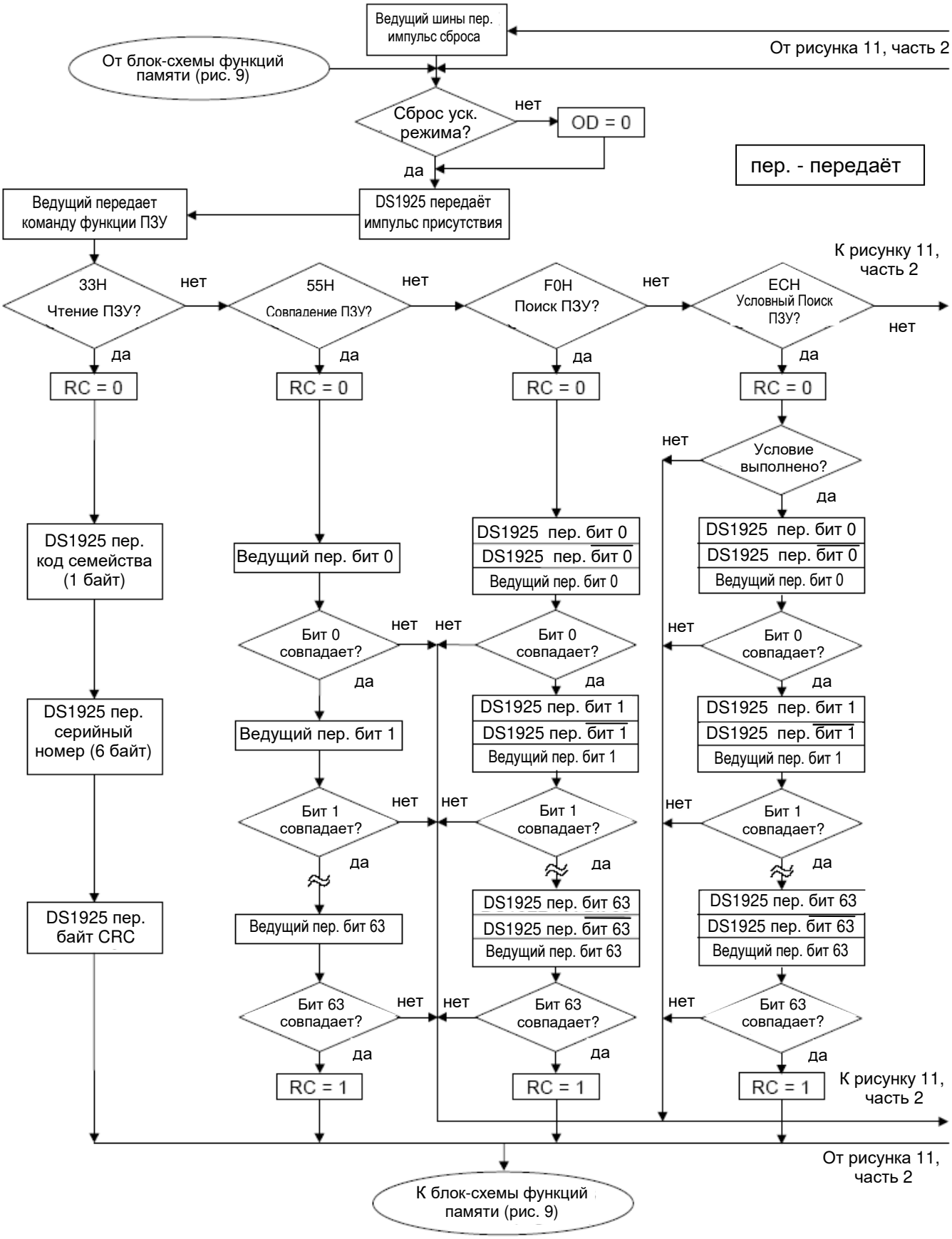
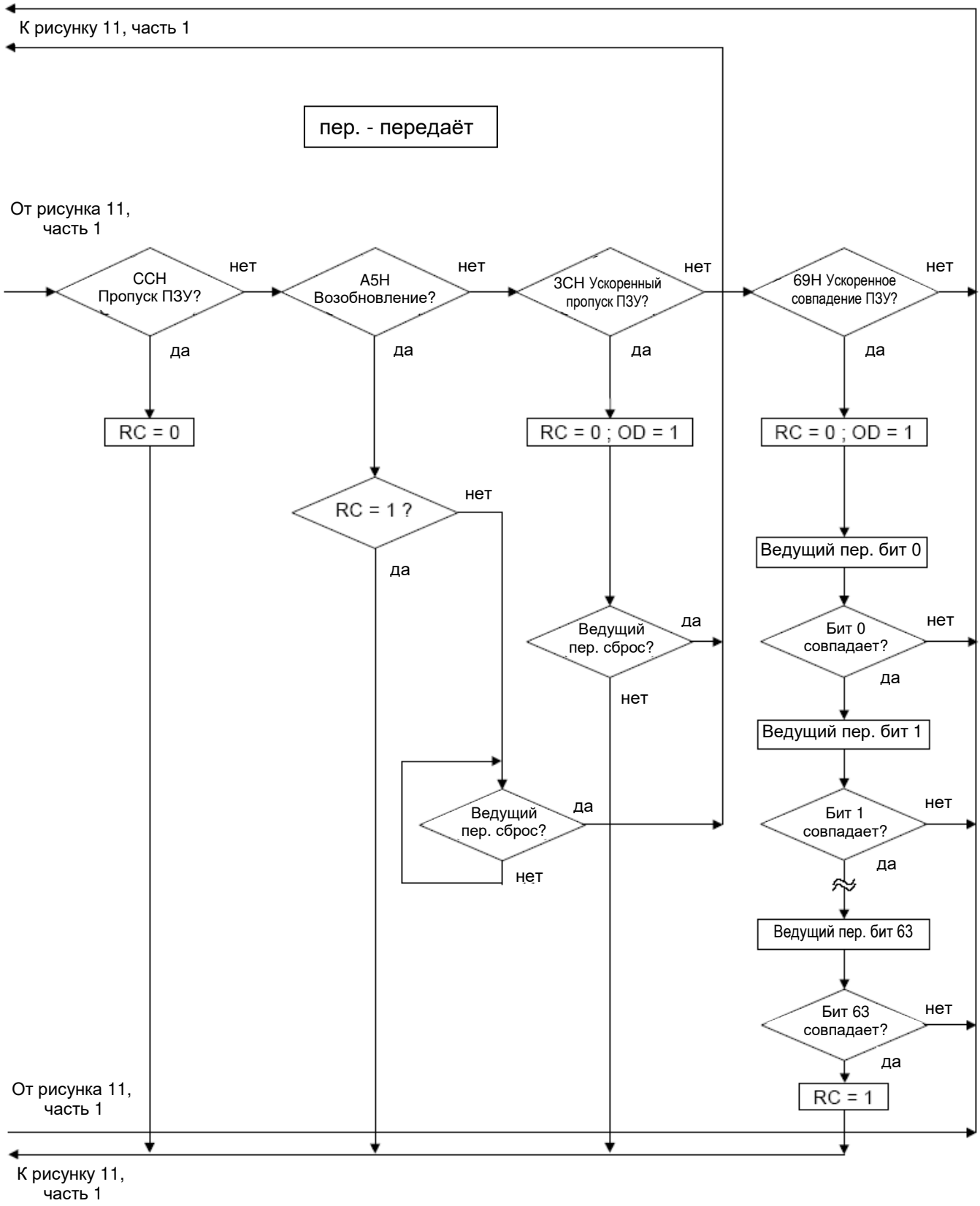


Рис. 11-2. Блок-Схема Функций ПЗУ



Сигналы 1-Wire-Магистрали

Для обеспечения целостности данных при обслуживании прибора DS1925 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 DS1925 может производить обмен в двух различных режимах - стандартном и ускоренном. Если не было принудительного перевода ведомого в ускоренный режим обмена, прибор DS1925 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. 12, а его длительность зависит от величины резистора подтяжки R_{PUP} и ёмкости 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 обмена с прибором DS1925 показана на Рис. 12. Импульс сброса и следующий за ним импульс присутствия показывают, что прибор DS1925 готов для приёма 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 640 мкс, то прибор выйдет из ускоренного режима и перейдёт в стандартный. Если прибор находился в ускоренном режиме обмена и $t_{RSTL} \leq 80$ мкс, то прибор останется в этом режиме.

После того, как ведущий освободит 1-Wire-магистраль, он переходит в режим приёма (RX). Теперь напряжение на шине данных подтягивается до уровня V_{PUP} через R_{PUP} или, в случае использования драйвера DS2490, с помощью схемы активной подтяжки. При пересечении напряжением уровня V_{TH} DS1925 находится в режиме ожидания в течение t_{PDH} и затем передаёт 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}.

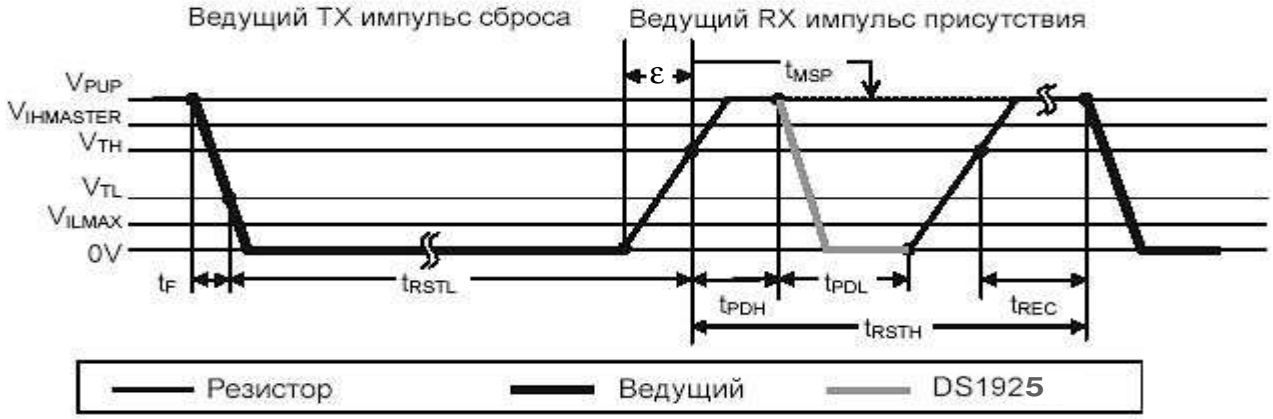
Время t_{RSTH} должно быть не меньше суммы времён: t_{PDHMAX}, t_{PDLMAX}, t_{RECMIN}. Сразу по истечении времени t_{RSTH} DS1925 готов для обмена данными. При смешанном составе приборов на 1-Wire-магистрали t_{RSTH} должно быть увеличено до 480 мкс минимум при стандартной скорости обмена, и до 48 мкс при ускоренном режиме для адаптации других приборов.

Временные Слоты Чтения/Записи

Обмен данными с прибором DS1925 происходит через временные слоты, в каждом из которых передается 1 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. 13.

Любой цикл обмена начинается подтяжкой ведущим шины данных к низкому уровню. Как только напряжение на шине данных падает ниже уровня V_{TL}, DS1925 запускает свой внутренний таймер, который определяет, когда следует читать шину данных в цикле записи, и как долго данные будут правильными в цикле чтения.

Рис.12. Процедура Инициализации (Импульсы Сброса И Присутствия)



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 DS1925 требует времени восстановления t_{REC}, прежде чем он будет готов к отработке следующих временных слотов.

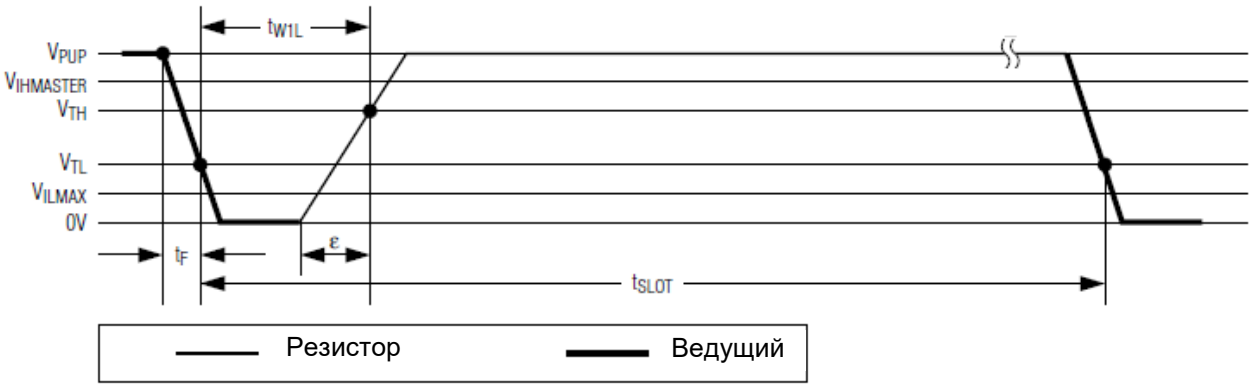
Передача От Ведомого К Ведущему

Временной слот **чтения данных** начинается так же, 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 DS1925 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-магистрали). Внутренний таймер ведомого определяет время окончания этой подтяжки, после чего напряжение начнёт снова расти. Если DS1925 передаёт для чтения сигнал «1», то он не дублирует подтяжку шины данных к низкому уровню, и напряжение начнет расти сразу по истечении времени t_{RL}.

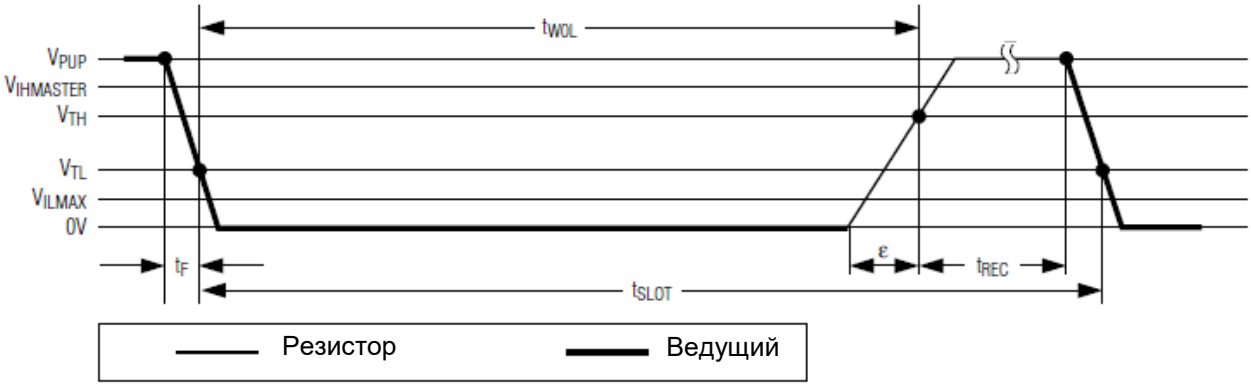
Сумма t_{RL} и δ (длительность фронта) с одной стороны и внутренний таймер с другой определяют окно выборки (от t_{MSRMIN} до t_{MSRMAX}), в котором ведущий 1-Wire-магистрали должен читать шину данных. Для более надёжной связи интервал t_{RL} должен быть как можно более коротким в пределах допустимого,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

Рис.13. Временные Диаграммы Записи/Чтения

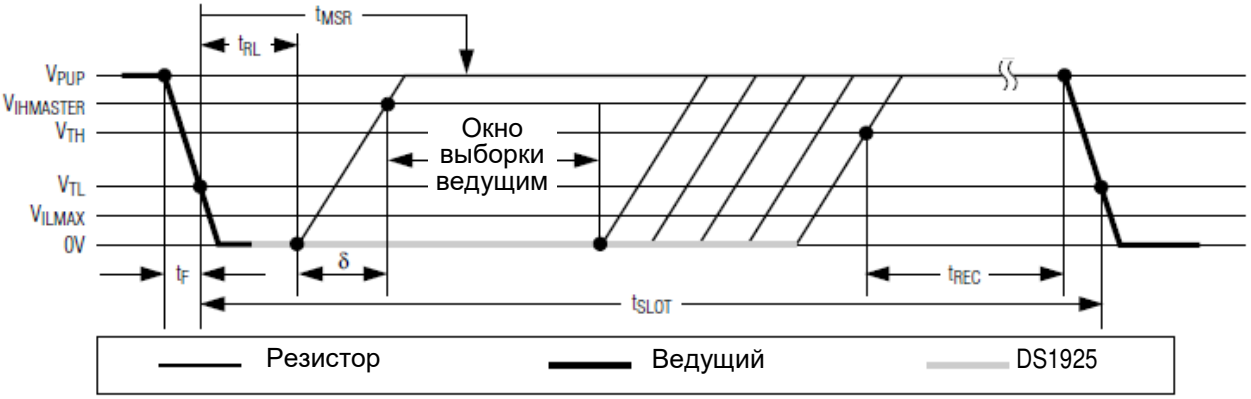
ВРЕМЕННОЙ СЛОТ ЗАПИСЬ «1»



ВРЕМЕННОЙ СЛОТ ЗАПИСЬ «0»



ВРЕМЕННОЙ СЛОТ ЧТЕНИЯ ДАННЫХ



Генерация CRC-Кода

В DS1925 реализовано два типа контроля с помощью циклического избыточного кода (CRC). Первый CRC является 8-битовым и хранится в старшем значащем байте 64-битового ПЗУ. Ведущий может вычислять значение этого CRC от первых 56 бит 64-битового ПЗУ и сравнивать это значение с хранимым внутри для определения безошибочности приёма 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 в ПЗУ лазером при изготовлении прибора.

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 КВП Чтение Памяти и для быстрой проверки передачи данных при записи/чтении в/из блокнотную память. В отличии от 8-битового CRC 16-битовый CRC всегда передаётся в инвертированном коде. CRC-генератор в DS1925 (Рис.15) будет вычислять новое значение CRC, как показано на блок-схеме Рис. 9. Ведущий 1-Wire-магистрали 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 КВП Чтение Памяти значение 16-битового CRC является результатом сдвига байта в предварительно сброшенном CRC-генераторе и следующих за ним двух байтов адреса и байтов данных. Пароль не используется для вычисления CRC. 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. Прибор будет передавать этот CRC, только если байты данных, записанные 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, байта E/S и данных блокнотной памяти, начиная с начального адреса. Прибор будет передавать этот CRC, только если чтение 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.14. Описание Аппаратной Структуры И Полинома 16-битового CRC

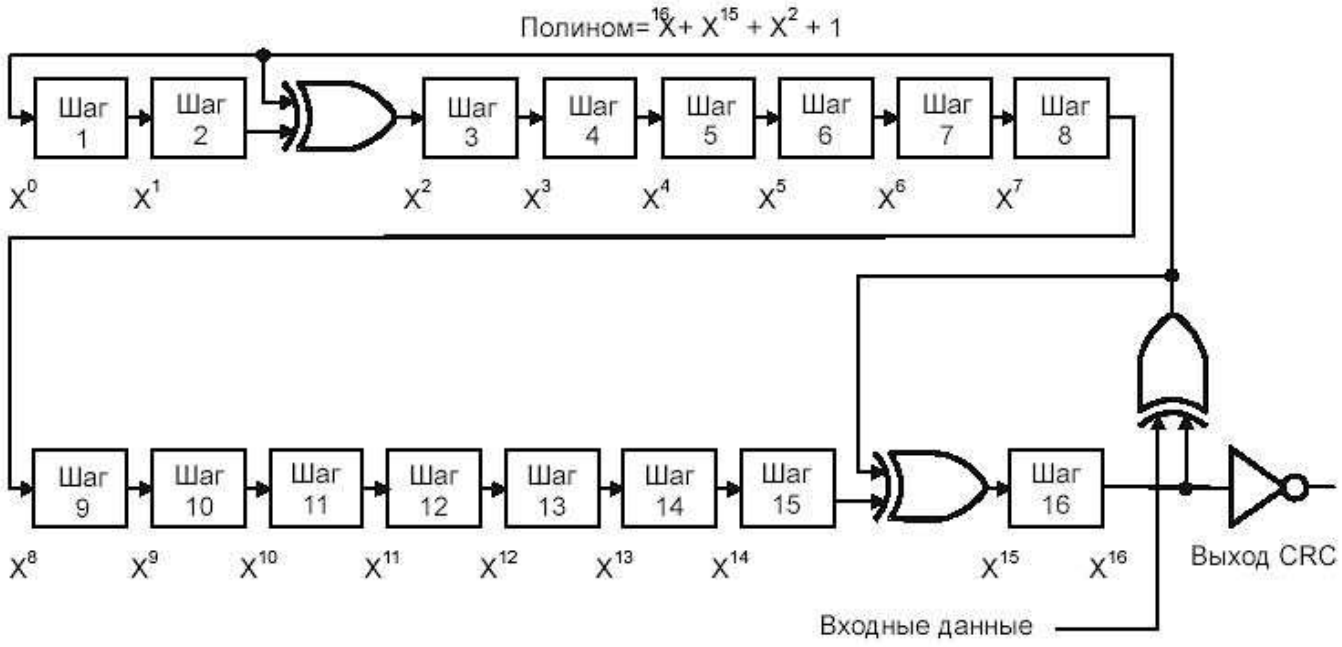


Рис.15. Регистры Резервной Копии Сессии – когда производятся записи

Адрес (смещение 0060h)	Функция	Запись во время команды «КВП Очистка Памяти (лога)»	Запись во время команды «КВП Запуск Сессии» или при достижении температурой порога (SUTA)	Запись во время команды «КВП Остановка Сессии»	Восстанавли-вается после «состояния очищенной памяти»
0200h	Регистры Часов Реального Времени (секунды)			Отмечает конец сессии	
0201h					
0202h					
0203h					
0204h					
0205h					
0206h	Частота Регистрации				
0207h					
0208h	Температурные пороги				
0209h					
020Ah					
020Bh					
020Ch	Последнее температурное преобразование				
020Dh					
020Eh					
020Fh					
0210h	Управление сигналами тревог				
0211h					
0212h	Управление часами				
0213h	Управление сессией				
0214h	Сигналы тревоги				
0215h	Регистр статуса	Только разряд MEMCLR	Только разряд MEMCLR		
0216h	Задержка начала регистрации				
0217h					
0218h					
0219h					
021Ah	Время начала отработки сессии				
021Bh					
021Ch					
021Dh	Версия				
021Eh					
021Fh	Флаг тестового режима (AA для TM)				
0220h	Счётчик Отсчётов Текущей Сессии				
0221h					
0222h					
0223h	Счётчик Всех Отсчётов				
0224h					
0225h					
0226h	Тип прибора				
0227h	Управление паролем				
0228h	Пароль доступа для чтения				
. . .					
022Fh					
230h	Пароль полного доступа				
. . .					
237h					
238h				Продолжительность сессии в секундах	
239h					
23Ah					
23Bh					
23Ch					
23Dh					
23Eh					
23Fh					

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 КВП Копирование Блокнотной Памяти
CM	Команда КВП Очистка Памяти
FC	Команда КВП Принудительное Преобразование
SM	Команда КВП Запуск Сессии
STP	Команда КВП Остановка Сессии
XPC	Команда Внешнее Питание
RR	Команда КВП Чтение Памяти
RB	Команда КВП Чтение Напряжения Батареи
TA	Начальные адреса TA1, TA2
TA – E/S	Начальные адреса TA1, TA2 с байтом E/S
< данные в EOS >	Передача количества байтов данных, необходимого для достижения смещения блокнотной памяти 1Fh
< данные в EOP >	Передача количества байтов данных, необходимых для достижения конца страницы памяти
< данные в EOM >	Передача количества байтов данных, необходимых для достижения конца буфера последовательных отсчётов
< PW/незначащий байт >	Передача 8 байтов данных, представляющих собой правильный пароль или незначащих данных
< 32 байта >	Передача 32 байтов
< данные >	Передача неопределенного объёма данных
FFh	Передача одного байта FFh
$\overline{\text{CRC-16}}$	Передача инвертированного CRC-кода
FF цикл	Неопределённый цикл, в котором ведущий читает байты FFh
AA цикл	Неопределённый цикл, в котором ведущий читает байты AAh
Занято	Интервал во время исполнения команды Копирование Блокнотной Памяти, когда DS1925 не отвечает. Любые биты, прочитанные в это время – логические «1».

Специфика Команд 1-Wire-Протокола – кодировка цветом

От ведущего к ведомому	От ведомого к ведущему

Примеры циклов обмена на 1-Wire-магистрали

Запись В Блокнотную Память, достигая конца блокнотной памяти (выполняется в любое время)

RST	PD	Select	WS	TA	<данные в EOS>	$\overline{\text{CRC16}}$	FF-цикл

Чтение Блокнотной Памяти (выполняется в любое время)

RST	PD	Select	RS	TA – E/S	<данные в EOS>	$\overline{\text{CRC16}}$	FF-цикл

КВП Копирование Блокнотной Памяти

RST	PD	Select	XPC	0Ch	CPS	TA–E/S	<PW/незнач. байт>	$\overline{\text{CRC16}}$	<освоб. байт>	(SPU)	FFh	Результи-рующий цикл

КВП Очистка Памяти (лога)

RST	PD	Select	XPC	0Ah	CM	01	PW	$\overline{\text{CRC16}}$	<освоб. байт>	(SPU)	FFh	Результирующий цикл

Для проверки успешности выполнения команды прочитать Регистр Статуса по адресу 0215h. Если в разряде MEMCLR стоит «1», команда успешно выполнена.

КВП Принудительное Преобразование

RST	PD	Select	XPC	01h	FC	$\overline{\text{CRC16}}$	<освоб. байт>	(SPU)	FFh	Результат температурного преобразования	$\overline{\text{CRC16}}$

Для чтения результата температурного преобразования и проверки успешности выполнения команды прочитать адреса 020Ch – 020Fh (результат) и Счётчик Всех Отсчётов по адресам 0223h – 0225h. Если счётчик инкрементировался, команда успешно выполнена.

КВП Чтение Напряжения Батареи

RST	PD	Select	XPC	01h	RB	$\overline{\text{CRC16}}$	<освоб. байт>	(SPU)	FFh	Результат преобразования напряжения	$\overline{\text{CRC16}}$

КВП Запуск Сессии

RST	PD	Select	XPC	09h	CM	<PW/незнач. байт>	$\overline{\text{CRC16}}$	<освоб. байт>	(SPU)	FFh	Результирующий цикл

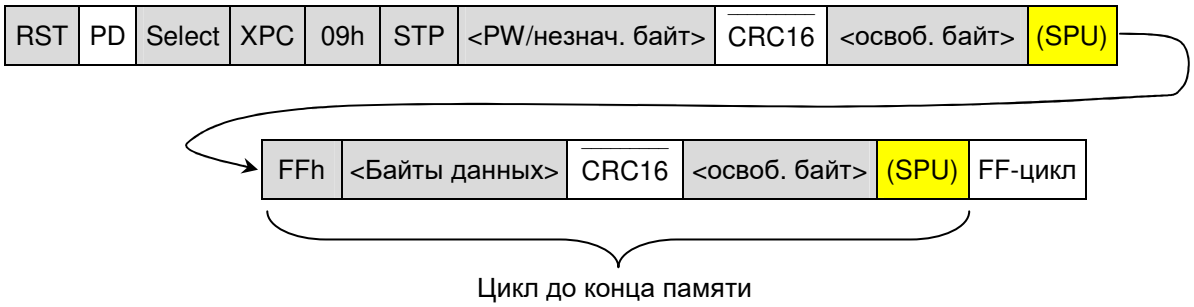
Для проверки успешности выполнения команды прочитать Регистр Статуса по адресу 0215h. Если в разряде MIP стоит «1» и в разряде MEMCLR стоит «0», команда успешно выполнена.

КВП Остановка Сессии

RST	PD	Select	XPC	09h	STP	<PW/незнач. байт>	$\overline{\text{CRC16}}$	<освоб. байт>	(SPU)	FFh	Результирующий цикл

Для проверки успешности выполнения команды прочитать Регистр Статуса по адресу 0215h. Если в разряде MIP стоит «0», команда успешно выполнена.

КВП Чтение Памяти (успешное)



Пример: Подготовка И Запуск Новой Сессии

Допущение: предыдущая сессия была остановлена командой КВП Остановка Сессии. Функция проверки паролей отключена. Рассматривается модификация DS1925.

Для запуска новой сессии необходимо осуществить следующие шаги:

Шаг 1: Очистить данные предыдущей сессии.

Шаг 2: Записать установочные параметры в страницу регистров 1.

Шаг 3: Запустить сессию.

Пример сессии. Шаг 1.

Очистите предыдущую сессию. При условии, что на 1-Wire-магистрали присутствует лишь один прибор, последовательность операций на шаге 1 выглядит, как в Таблице 27.

Пример сессии. Шаг 2.

Во время установки в прибор необходимо записать следующие параметры:

- Время и дату
- Период измерений
- Температурные пороги
- Флаги управления сигналами тревоги (для возможности Условного Поиска)
- Общие параметры сессии (такие, как формат данных, режим кольцевого буфера, режим запуска)
- Задержка начала регистрации

В Таблице 28 показаны установочные данные, которые надо записать в DS1925 для исполнения сессии с регистрацией температуры с 11-разрядным разрешением результатов измерения. Такая сессия может длиться до 435 дней до заполнения 122 кбайт буфера последовательных отсчётов. При условии, что на 1-Wire-магистрали присутствует лишь один прибор, последовательность операций на шаге 2 выглядит, как в Таблице 29.

Пример сессии. Шаг 3.

Запустите новую сессию. При условии, что на 1-Wire-магистрали присутствует лишь один прибор, последовательность операций на шаге 3 выглядит, как в Таблице 30. Если шаг 3 выполнен успешно, разряд MIP в Регистре Статуса будет содержать «1», разряд MEMCLR будет содержать «0» и счётчик задержки старта сессии начнёт отсчитывать вниз.

Таблица 27. Последовательность операций по очистке предыдущей сессии

Режим ведущего	Данные (младший байт - первый)	Комментарии
Передача	(Сброс)	Импульс сброса
Приём	(Присутствие)	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	66h	Команда КВП
Передача	0Ah	Байт длины
Передача	96h	Подкоманда КВП Очистка Памяти
Передача	01h	Параметр, показывающий выбор памяти «лога» сессии
Передача	<8 байт FF>	Посылка незначащего пароля
Приём	<2 байта CRC16>	Чтение CRC-кода предыдущих байт
Передача	FFh	Посылка освобождающего байта
		Включение сильной подтяжки и ожидание в течение времени t_{CML} для очистки памяти
Приём	<повторяющийся байт>	

Таблица 28. Установочные данные для сессии (11-разрядный формат результатов)

Адрес	Данные	Пример	Параметр
0200h	4Bh		
0201h	32h	23 апреля 2015 года, 13:59	Время/дата
0202h	39h		
0203h	55h		
0204h	00h	(Не имеет значения)	
0205h	00h		
0206h	0Ah	Каждые 10 минут (EHSS = 0)	Период измерений (частота регистрации)
0207h	00h		
0208h	52h	0°C – нижний	Температурные пороги
0209h	66h	10°C – верхний	
020Ah	00h		
020Bh	FFh	(Не имеет значения)	(Не имеют функций для DS1925)
020Ch	FFh		Регистры, доступные только для чтения
020Dh	FFh		
020Eh	FFh	(Не имеет значения)	
020Fh	FFh	(Не имеет значения)	
0210h	02h	Генерация сигнала тревоги при превышении верхнего порога	Управление сигналами тревог
0211h	FCh		(Не имеют функций для DS1925)
0212h	01h	Включить часы, EHSS = 0 (минуты)	Управление генератором часов, выбор единиц периода измерений
0213h	C5h	Регистрация по истечении времени задержки, 11-разрядное разрешение	Общие параметры сессии
0214h	FFh	(Не имеет значения)	Регистры, доступные только для чтения
0215h	FFh		
0216h	5Ah	90 минут	Задержка начала регистрации
0217h	00h		
0218h	00h		

Таблица 29. Последовательность операций при записи установочных данных в страницу регистров 1

Режим ведущего	Данные (младший байт - первый)	Комментарии
Передача	(Сброс)	Импульс сброса
Приём	(Присутствие)	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	0Fh	Команда Запись В Блокнотную Память
Передача	00h	TA1, начальное смещение = 00h
Передача	02h	TA2, адрес = 0200h
Передача	<25 байт данных>	Запись 25 байт данных в блокнотную память
Передача	<7 байт FFh>	Запись до конца блокнотной памяти
Приём	<2 байта CRC16>	Чтение CRC-кода предыдущих байт
Передача	(Сброс)	Импульс сброса
Приём	(Присутствие)	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	AAh	Команда Чтение Блокнотной Памяти
Приём	00h	TA1, начальное смещение = 00h
Приём	02h	TA2, адрес = 0200h
Приём	1Fh	Чтение E/S, конечное смещение = 1Fh, флаги сброшены
Приём	<32 байта данных>	Чтение Блокнотной Памяти и проверка
Передача	(Сброс)	Импульс сброса
Приём	(Присутствие)	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	66h	Команда КВП
Передача	0Ch	Байт длины
Передача	99h	Подкоманда КВП Копирование Блокнотной Памяти
Передача	00h	TA1
Передача	02h	TA2 (КОД АВТОРИЗАЦИИ)
Передача	1Fh	E/S
Передача	<8 байт FFh>	Посылка незначащего пароля
Приём	<2 байта CRC16>	Чтение CRC-кода предыдущих байт
Передача	FFh	Посылка освобождающего байта
-	-	Ожидание в течение (t_{LSTD} + t_{SRTC}) для выполнения команды КВП Копирование Блокнотной Памяти в «состоянии очищенной памяти»
Передача	FFh	Посылка незначащего байта
Приём	(Повторяющийся байт)	Чтение поторяющегося байта для подтверждения успешности

Таблица 30. Последовательность операций при запуске новой сессии

Режим ведущего	Данные (младший байт - первый)	Комментарии
Передача	(Сброс)	Импульс сброса
Приём	(Присутствие)	Импульс присутствия
Передача	CCh	Команда Пропуск ПЗУ
Передача	66h	Команда КВП
Передача	09h	Байт длины
Передача	DDh	Подкоманда КВП Запуск Сессии
Передача	<8 байт FF>	Посылка незначащего пароля
Приём	<2 байта CRC16>	Чтение CRC-кода предыдущих байт
Передача	FFh	Посылка незначащего байта
-	-	Ожидание в течение t_{LSTD} для запуска сессии
Передача	FFh	Посылка незначащего байта
Приём	(Повторяющийся байт)	Чтение поторяющегося байта для подтверждения успешности
Передача	(Сброс)	Импульс сброса
Приём	(Присутствие)	Импульс присутствия

Маркировка

Обозначение прибора	Температурный диапазон	Тип корпуса
DS1925L-F5#	от -40°C до +85°C	F5 can

 # - обозначает изготовленный в соответствии с директивой RoHS прибор, который может содержать свинец, используемый по технологии, освобождённой от требований директивы

Информация О Корпусе

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 КОРПУСА	ДОКУМЕНТ №	ШАБЛОН №
iButton F5 can	IB#6CB	**21-0266***	-

* - см. http://pdfserv.maxim-ic.com/package_dwgs/21-0266.PDF

Внимание! Данный документ учитывает все изменения и дополнения к описанию устройств DS1925 iButton™, выполненные разработчиком до июля 2020 года.

(909)694-95-87, (916)389-18-61, (985)043-82-51
ЭлИн *Научно-техническая Лаборатория "Электронные Инструменты"*
*(**НТЛ "ЭлИн"**), майь 2021 года*