

Основные особенности

- Напряжение питания
5,0 В (5306HT015C);
3,3 В...5,0 В (5306HT015B);
- Точность измерения температуры:
в диапазоне от -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$ не более $2,0^{\circ}\text{C}$;
в диапазоне от -60°C до $+125^{\circ}\text{C}$ не более $3,0^{\circ}\text{C}$;
- 1-Wire интерфейс;
- Режим низкого энергопотребления (режим «Shutdown»);
- Ток потребления в активном режиме:
5306HT015B – 1,2 мА;
5306HT015C – 2,5 мА;
- Ток потребления в режиме «Shutdown»:
5306HT015B – 0,15 мА;
5306HT015C – 0,3 мА;
- Время преобразования 750 мс;
- 64-х разрядный адрес;
- Температурный диапазон:
группа А: от -60°C до $+125^{\circ}\text{C}$;
группа Б: от -45°C до $+85^{\circ}\text{C}$;
группа В: от -25°C до $+85^{\circ}\text{C}$;
- Стойкость к СВВФ (включая факторы космического пространства).

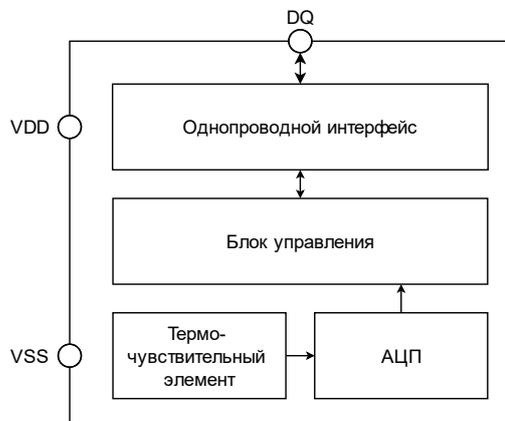


Рисунок 1. Структурная схема

Общее описание

Интегральный температурный датчик 5306HT015B/C предназначен для преобразования значения температуры в цифровой код. Взаимодействие управляющего микроконтроллера с микросхемой осуществляется по однопроводному (1-Wire) интерфейсу.

Каждая микросхема имеет уникальный 64-х разрядный адрес, что обеспечивает возможность применения нескольких микросхем на одной линии.

В микросхеме реализован режим работы с низким энергопотреблением (режим «Shutdown»), который включается автоматически, если преобразование температуры не запущено и отсутствует обращение к микросхеме.

Микросхемы 5306HT015B и 5306HT015C – функциональный аналог DS18B20 (ф. Maxim Integrated).



Рисунок 2. Внешний вид микросхемы 5306HT015B/C

ГГ – год выпуска
НН – неделя выпуска
Х – маркировка в зависимости от типа микросхемы

Микросхемы 5306HT015B/C выполнены в 6-ти выводном металлокерамическом корпусе 5221.6-1.

Электрические параметры микросхемы

Таблица 1. Электрические характеристики (температурный диапазон от -60°C до $+125^{\circ}\text{C}$)

Параметр, единица измерения	Норма параметра		
	не менее	типичное	не более
Точность измерения температуры, $^{\circ}\text{C}$	$-2,0^{(1)}$ $-3,0$	$\pm 1,5$	$+2,0^{(1)}$ $+3,0$
Время преобразования, мс	750		
Ток потребления в режиме преобразования, мА			
5306HT015B		1,2	5,0
5306HT015C		2,5	5,0
Ток потребления в режиме «Shutdown», мА			
5306HT015B		0,15	2,0
5306HT015C		0,3	2,0
Напряжение высокого уровня цифровых сигналов (DQ), В			
5306HT015B (при $V_{DD} = 3,3 \text{ В} \dots 5,0 \text{ В}$, $I_{load} = 1,0 \text{ мА}$)	$V_{DD}-0,5$	V_{DD}	
5306HT015C (при $V_{DD} = 5,0 \text{ В}$, $I_{load} = 1,0 \text{ мА}$)	$V_{DD}-0,5$	V_{DD}	
Напряжение низкого уровня цифровых сигналов (DQ), В			
5306HT015B (при $V_{DD} = 3,3 \text{ В} \dots 5,0 \text{ В}$, $I_{load} = 1,0 \text{ мА}$)		0	0,5
5306HT015C (при $V_{DD} = 5,0 \text{ В}$, $I_{load} = 1,0 \text{ мА}$)		0	0,5
Примечание:			
1) Норма на параметр в температурном диапазоне от -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$			

Таблица 1а. Электрические параметры микросхем, изменяющиеся в течение наработки до отказа

Параметр, единица измерения	Норма параметра		
	не менее	типичное	не более
Точность измерения температуры, $^{\circ}\text{C}$			5,0

Таблица 1б. Значения температурного дрейфа в зависимости от температуры эксплуатации

Температура эксплуатации, $^{\circ}\text{C}$	$\Delta T_{\text{ошиб}}$, $^{\circ}\text{C}/\text{ч}$
5	$1,2 \times 10^{-6}$
15	$2,7 \times 10^{-6}$
25	$5,6 \times 10^{-6}$
40	$1,6 \times 10^{-5}$
50	$3,0 \times 10^{-5}$
60	$5,3 \times 10^{-5}$
70	$9,5 \times 10^{-5}$
85	$2,0 \times 10^{-4}$
100	$4,2 \times 10^{-4}$
125	$1,2 \times 10^{-3}$
Примечание:	
При температуре эксплуатации меньше 0°C отклонение параметра «Точность измерения температуры» незначительно.	

Электростатическая защита

Микросхема имеет встроенную защиту от электростатического разряда до 2000 В по модели человеческого тела. Требуется мер предосторожности.

Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации

Таблица 2. Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации

Параметр, единица измерения	Предельно-допустимый режим		Предельный режим	
	не менее	не более	не менее	не более
Выходной ток (DQ), мА	–	1,0	–	–
Температура эксплуатации, °C				
группа А	–60	+125	–60	+150
группа Б	–45	+85	–60	+150
группа В	–25	+85	–60	+150
5306HT015B				
Напряжение питания (VDD), В	3,15	5,5	–0,3	5,6
Входное напряжение высокого уровня цифровых сигналов (DQ), В	VDD–0,7 ⁽¹⁾	VDD+0,3 ⁽²⁾	–0,5	VDD+0,5 ⁽³⁾
Входное напряжение низкого уровня цифровых сигналов (DQ), В	–0,3	0,5	–0,5	VDD+0,5 ⁽³⁾
5306HT015C				
Напряжение питания (VDD), В	4,5	5,5	–0,3	5,6
Входное напряжение высокого уровня цифровых сигналов (DQ), В	VDD–0,7 ⁽⁴⁾	VDD+0,3 ⁽⁵⁾	–0,5	VDD+0,5 ⁽⁶⁾
Входное напряжение низкого уровня цифровых сигналов (DQ), В	–0,3	0,5	–0,5	VDD+0,5 ⁽⁶⁾
Примечание:				
1) Не менее 2,8 В;				
2) Не более 5,5 В;				
3) Не более 5,6 В;				
4) Не менее 4,3 В				
5) Не более 5,5 В				
6) Не более 5,6 В				

Конфигурация и функциональное описание выводов

Таблица 3. Функциональное описание выводов микросхем 5306HT015B/5306HT015C

№ вывода	Тип вывода	Наименование вывода	Назначение вывода
1, 3	–	Tech1	Технологический вывод (не подключать, оставить в обрыве)
2	DI/DO	DQ	Информационный вход/выход
4	–	Tech2	Технологический вывод (подключить к VSS)
5	PWR	VSS	Общий вывод
6	PWR	VDD	Вывод напряжения питания

Примечание:
 DI – цифровой вход;
 DO – цифровой выход;
 PWR – вывод напряжения питания.

Эквивалентные схемы

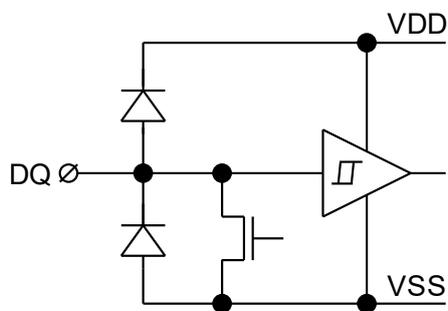


Рисунок 3. Цифровой вход/выход DQ

Типовые характеристики

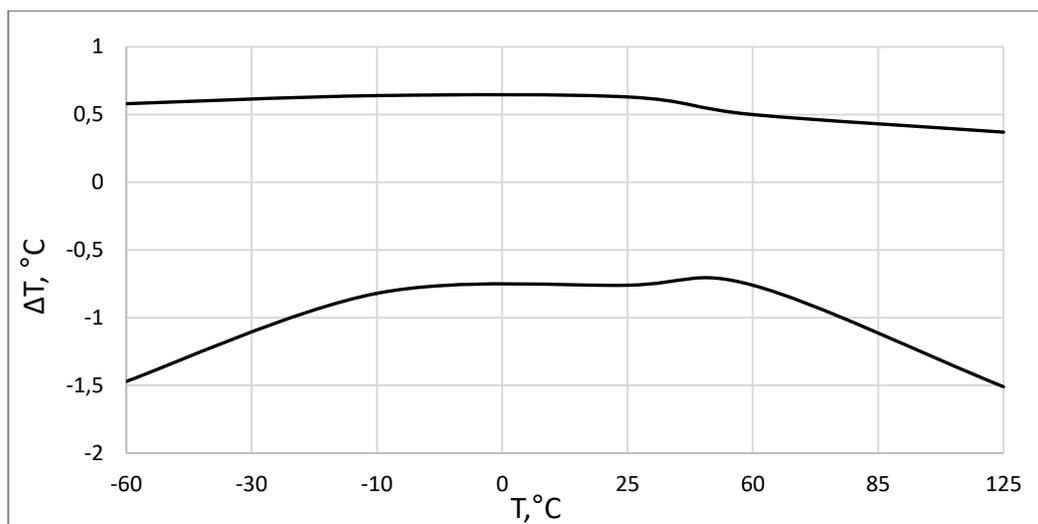


Рисунок 4. График статистического распределения погрешности измерения температуры

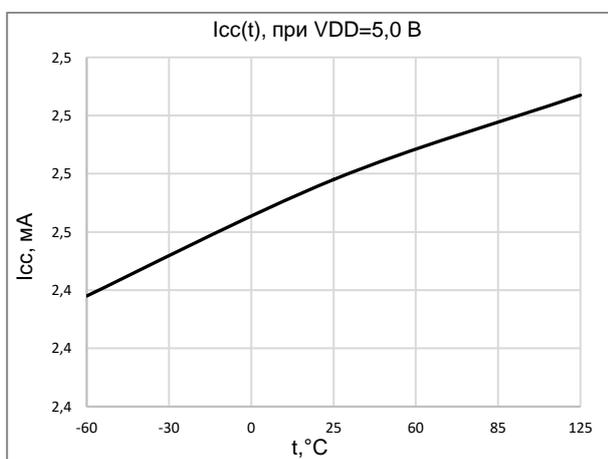


Рисунок 5. Зависимость тока потребления от температуры в активном режиме при напряжении питания 5,0 В

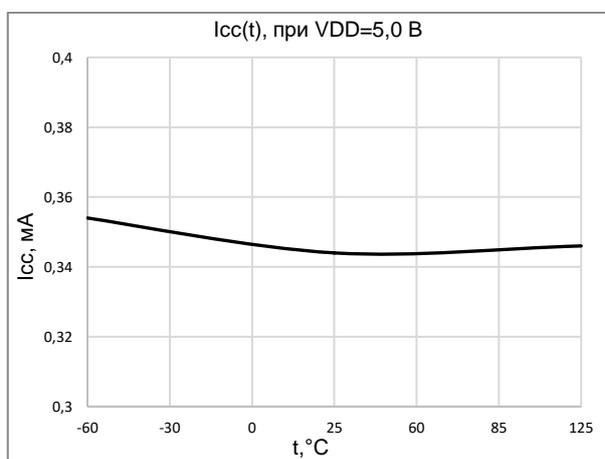


Рисунок 6. Зависимость тока потребления от температуры в режиме ожидания при напряжении питания 5,0 В

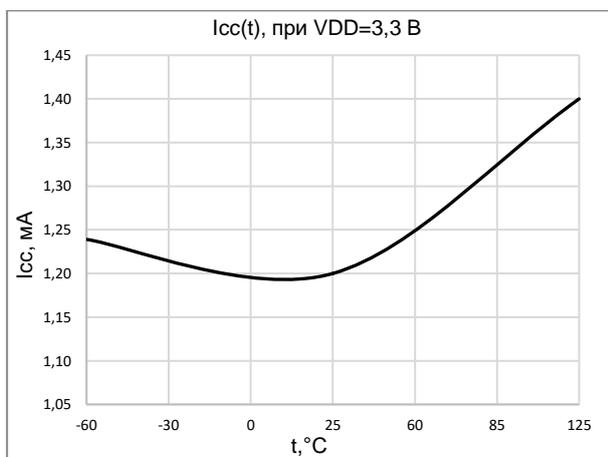


Рисунок 7. Зависимость тока потребления от температуры в активном режиме при напряжении питания 3,3 В

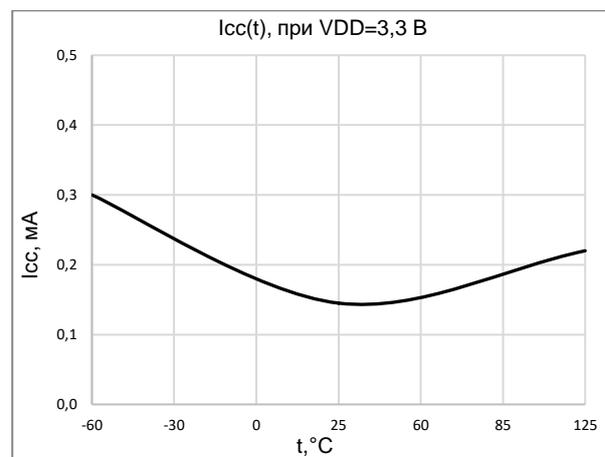


Рисунок 8. Зависимость тока потребления от температуры в режиме ожидания при напряжении питания 3,3 В

Рекомендуемая схема применения

Компонент	Номинал
R1	4,7 кОм

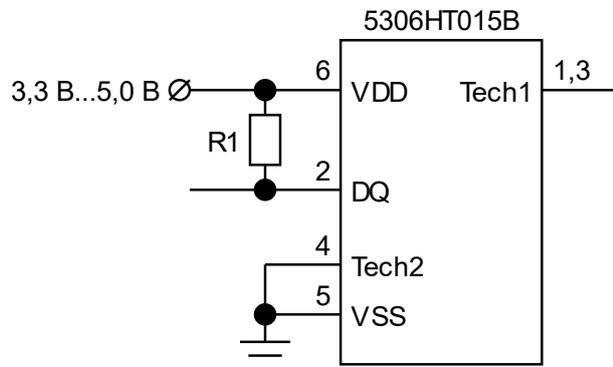


Рисунок 9. Рекомендуемая схема применения для микросхемы 5306HT015B

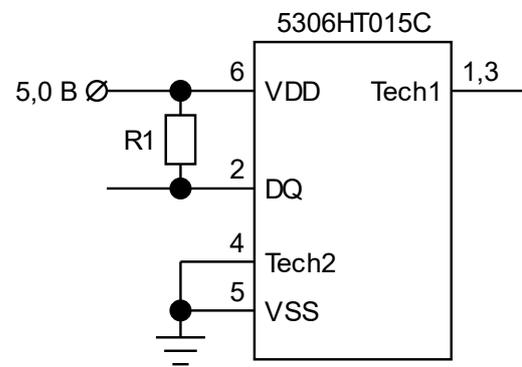


Рисунок 10. Рекомендуемая схема применения для микросхемы 5306HT015C

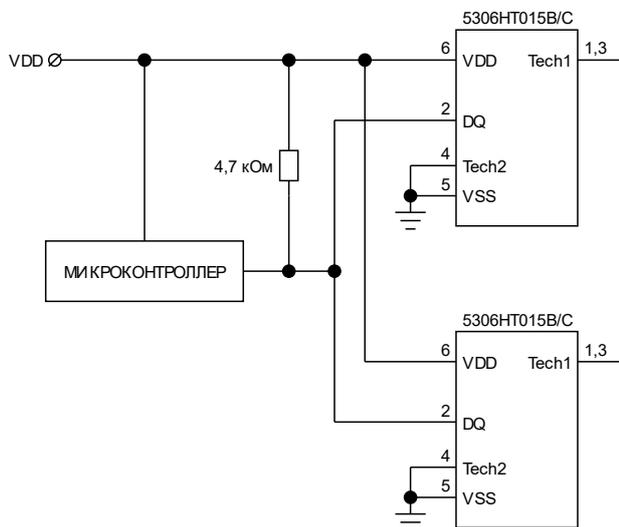


Рисунок 11. Рекомендуемая схема применения при использовании двух микросхем на линии

Описание функционирования микросхемы

Взаимодействие управляющего микроконтроллера с микросхемами 5306HT015B и 5306HT015C осуществляется через однопроводной (1-Wire) интерфейс. Это низкоскоростной двунаправленный последовательный протокол обмена данными, использующий всего один сигнальный провод – DQ. Благодаря адресации имеется возможность объединять на одной шине несколько независимо работающих датчиков.

Типы сигналов, определенные однопроводным интерфейсом: импульс сброса, импульс присутствия, запись лог. «0», запись лог. «1», чтение лог. «0», чтение лог. «1».

Принцип формирования сигналов во всех случаях одинаковый. В начальном состоянии шина DQ с помощью резистора подтянута к VDD. Тип выхода – открытый сток. Микроконтроллер (ведущее устройство) устанавливает шину DQ в состояние лог. «0» на определенное время, затем «отпускает» ее и ждет ответ от микросхемы термодатчика (ведомое устройство).

Последовательность команд для взаимодействия с ИМС:

Инициализация → ROM-команда → Функциональная команда.

Инициализация

Взаимодействие микроконтроллера с термодатчиком начинается с инициализации. Последовательность инициализации состоит из импульса сброса и импульса присутствия. Микроконтроллер на время $t_1 \geq 480$ мкс устанавливает шину DQ в состояние лог. «0». Термодатчик принимает импульс сброса и через время $t_2 = 15 - 60$ мкс отвечает микроконтроллеру импульсом присутствия: устанавливает шину DQ в состояние лог. «0» на время $t_3 = 60 - 240$ мкс. Импульс присутствия позволяет ведущему устройству узнать, что ведомые устройства подключены к шине DQ и готовы к работе.

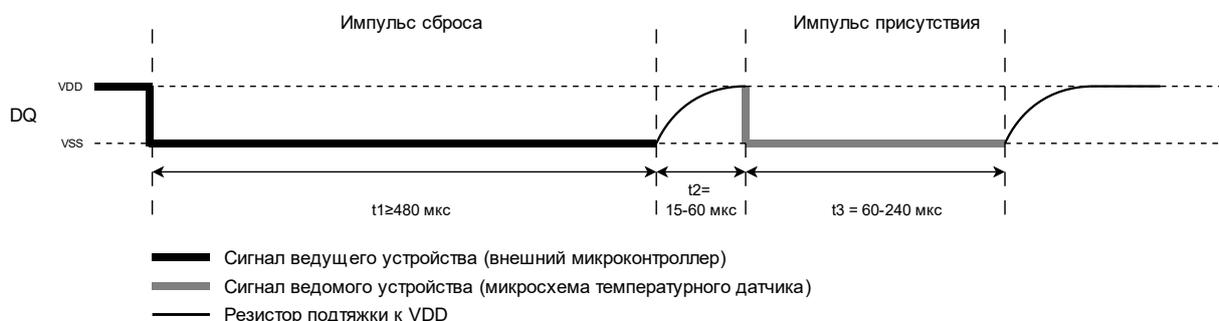


Рисунок 12. Временная диаграмма инициализации микросхемы

Таблица 4. Временные параметры инициализации микросхемы

Параметр, единица измерения	Норма параметра	
	не менее	не более
Время импульса сброса t_1 , мкс	480	–
Время паузы t_2 , мкс	15	60
Время импульса присутствия t_3 , мкс	60	240

Запись/чтение данных

После обнаружения импульса присутствия микроконтроллер может передать ROM-команду. Запись/чтение одного бита данных выполняется в течение фиксированного интервала времени (слот). Для записи лог. «0» микроконтроллер устанавливает шину DQ в состояние лог. «0» на время $t_4 = 60 - 120$ мкс. Запись следующего бита осуществляется через время $t_5 \geq 4$ мкс. Для записи лог. «1» микроконтроллер устанавливает шину DQ в состояние лог. «0» на время $t_6 = 4 - 12$ мкс. Запись следующего бита данных осуществляется через время $t_7 \geq 64$ мкс.

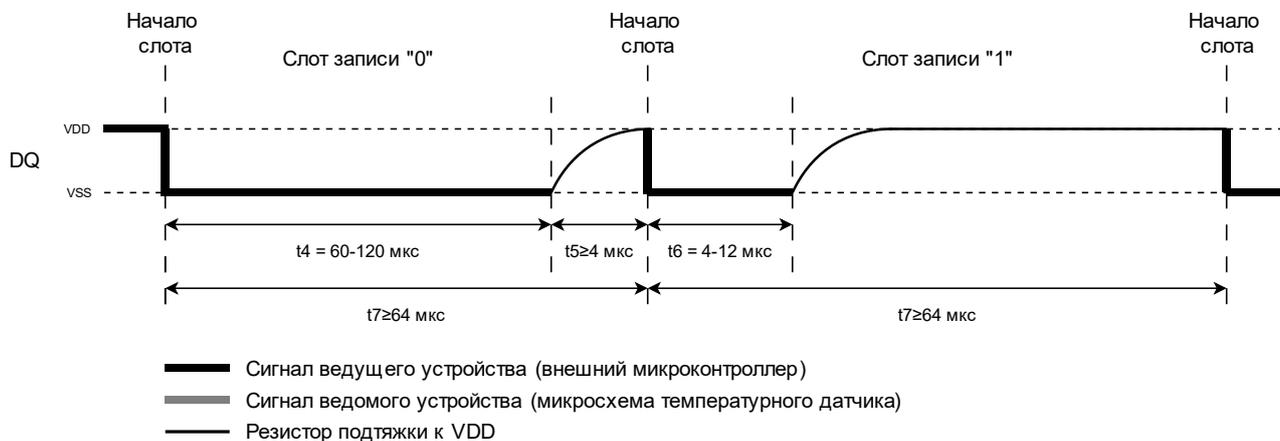


Рисунок 13. Временная диаграмма записи данных

Таблица 5. Временные параметры записи микросхемы

Параметр, единица измерения	Норма параметра	
	не менее	не более
Время записи лог. «0» t_4 , мкс	60	120
Время паузы после записи лог. «0» t_5 , мкс	4	—
Время записи лог. «1» t_6 , мкс	4	12
Время слота записи t_7 , мкс	64	—

Термодатчик является ведомым устройством и может передавать данные, только когда микроконтроллер формирует на шине DQ слоты чтения.

Для формирования слота чтения микроконтроллер устанавливает шину DQ в состояние лог. «0» на время $t_8 = 2 - 10$ мкс, а затем «отпускает» ее, передавая управление датчику. Если микросхема передает лог. «0», то шина DQ остается в состоянии лог. «0» на время $t_9 = 15 - 60$ мкс. Если микросхема передает лог. «1», то на шине DQ устанавливается состояние лог. «1».

Микроконтроллер может считывать данные датчика через $t_{10} = 15$ мкс после начала слота чтения.

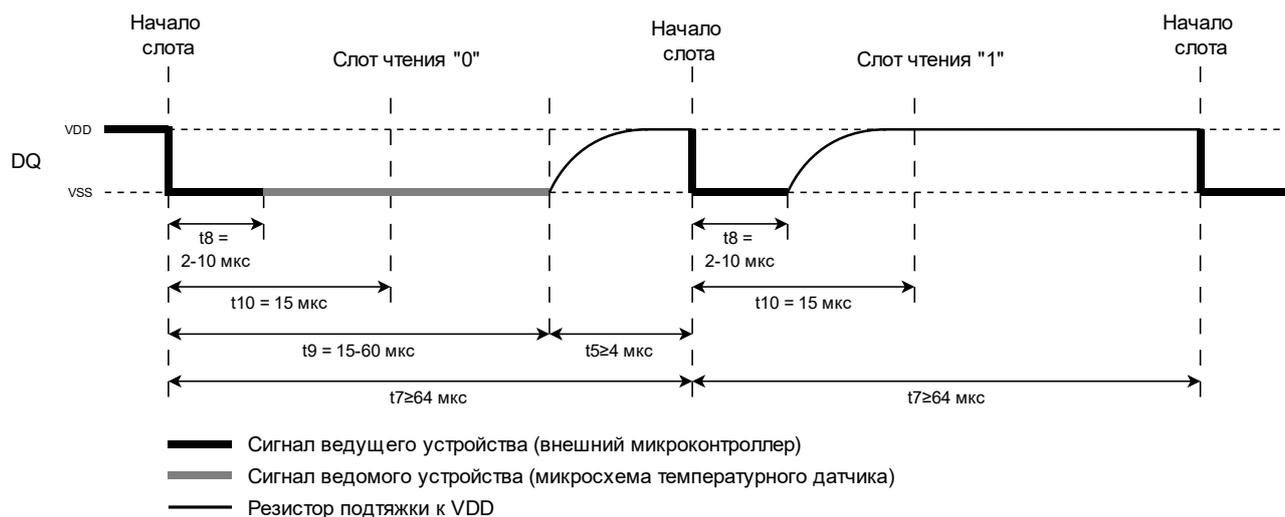


Рисунок 14. Временная диаграмма чтения данных

Таблица 6. Временные параметры чтения микросхемы

Параметр, единица измерения	Норма параметра		
	не менее	типовое	не более
Время паузы после записи лог. «0» t_5 , мкс	4		
Время длительности слота чтения t_7 , мкс	64	—	—
Время установки микроконтроллером шины DQ в состояние лог. «0» t_8 , мкс	2	—	10
Время при передаче микросхемой лог. «0» t_9 , мкс	15	—	60
Время считывания данных датчика микроконтроллером t_{10} , мкс	—	15	—

ROM-команды

Каждая ROM-команда имеет длину 8 бит. Обмен данными по шине DQ происходит последовательно, начиная с младшего бита. Блок-схема последовательности выполнения ROM-команд представлена ниже (Рисунок 16).

search_rom (код команды 0xF0) – Поиск ROM.

Команда используется для определения адресов всех микросхем, подключенных к одной шине DQ. Каждая микросхема содержит уникальный 64-разрядный адрес, который хранится в ПЗУ (ROM): младшие 56 бит – уникальный серийный номер устройства; старшие 8 бит – циклический код CRC, позволяющий контролировать правильность чтения данных из микросхемы. Адрес позволяет микроконтроллеру выделить конкретную микросхему на шине DQ.



Рисунок 15. 64-х разрядный адрес микросхемы (МБ – младший бит, СБ – старший бит).

Микроконтроллер формирует на шине DQ два слота чтения. В первый слот все устройства, подключенные к шине DQ, выдают первый бит своего 64-разрядного кода, во второй слот – инвертированное значение первого бита.

Если у всех устройств первый бит адреса «1», то микроконтроллер примет сначала «1», а затем «0». Если хотя бы у одного устройства первый бит адреса «0», то микроконтроллер в обоих случаях примет «0». Если активных устройств на шине нет, микроконтроллер в обоих случаях примет «1».

После чтения прямого и инверсного бита адреса микроконтроллер выставляет на шине DQ соответствующий бит выбора (слот записи) – ноль или единицу. Устройства, у которых переданный бит соответствует выставленному микроконтроллером, продолжают работу, остальные станут неактивными до следующего сигнала сброса.

Далее процедура повторяется еще 63 раза:

формирование первого тайм слота чтения → чтение состояние шины → формирование второго тайм слота чтения → чтение состояния шины → ответ подчиненным устройствам.

После завершения цикла чтения 64-разрядного кода, микроконтроллер будет знать адрес одного устройства. Для получения следующего адреса, нужно запустить процедуру инициализации и снова запустить цикл чтения. В случае неоднозначности (микроконтроллер принимает два «0»), выставить бит выбора отличный от предыдущего раза. Сколько устройств подключено к шине, столько раз и нужно провести описанную процедуру.

read_rom (код команды 0x33) – Чтение ROM.

Команда используется для определения адреса микросхемы при условии подключения только одной микросхемы.

Интерфейс передает адрес микросхемы из 64-разрядного регистра микроконтроллеру по шине DQ в течение 64 слотов чтения.

match_rom (код команды 0x55) – Выбор ROM.

Команда используется для обращения микроконтроллера к конкретной микросхеме, подключенной к шине DQ.

Микроконтроллер формирует и передает 64-разрядный код в виде слотов записи. Ведомое устройство, чей адрес совпал с 64-разрядным кодом после побитного сравнения, переходит в режим ожидания функциональной команды. Остальные устройства, подключенные к шине DQ, станут неактивными до следующего импульса сброса.

skip_rom (код команды 0xCC) – Пропуск ROM.

Команда используется для обращения ко всем микросхемам, подключенным к шине DQ.

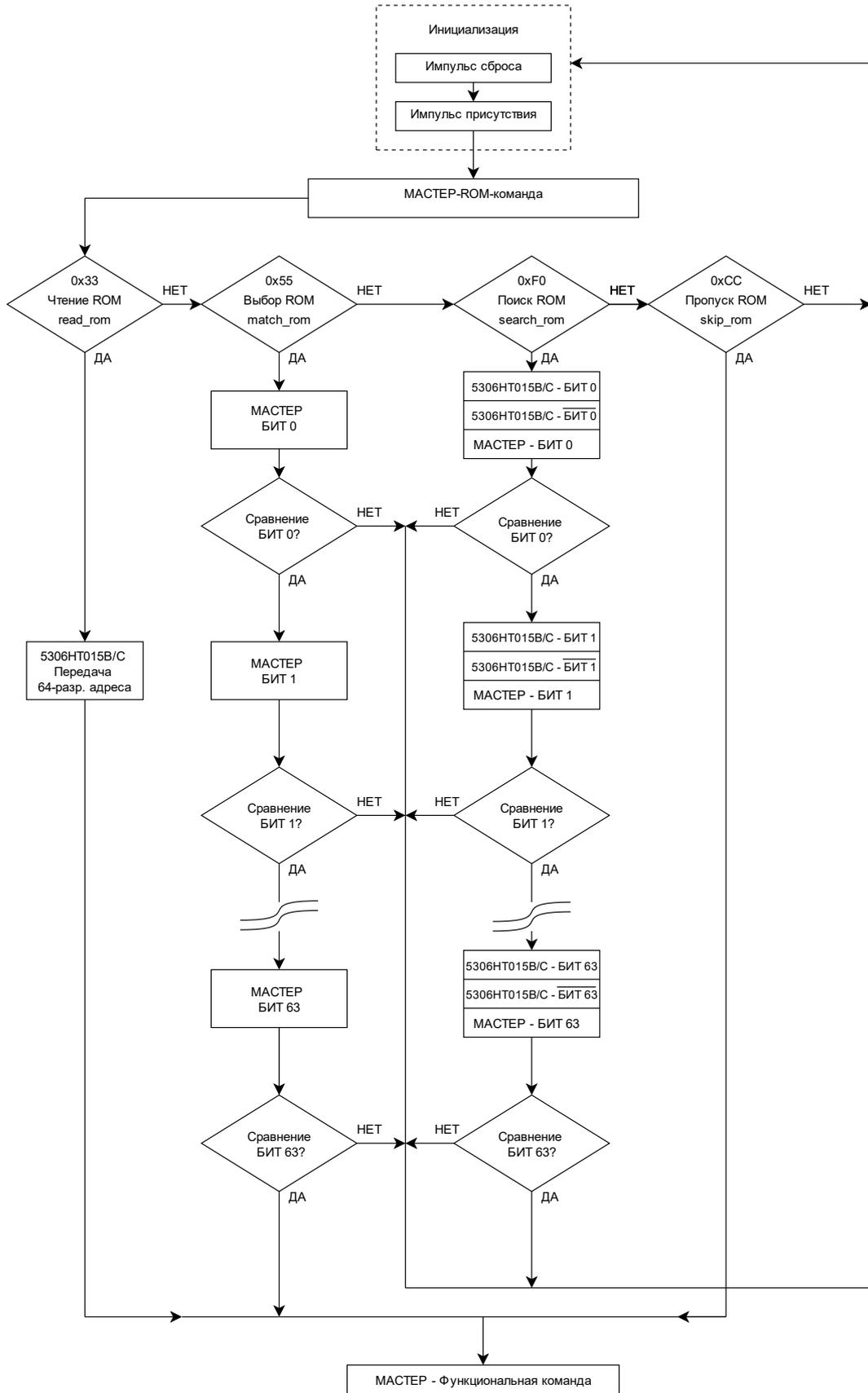


Рисунок 16. Блок-схема ROM-команд

Функциональные команды

После того как микроконтроллер выполнил ROM-команду возможно использование функциональной команды. Команды позволяют микроконтроллеру начать чтение температурного кода из регистра либо запустить преобразование температуры.

Блок-схема последовательности выполнения функциональных команд представлена ниже (Рисунок 17).

convert_t (код команды 0x44) – Преобразование температуры.

Команда используется для запуска процесса преобразования температуры.

Примечание: В начальный момент времени (если не запускать команду «Преобразование температуры») микросхема выдает код температуры +85°C.

Если преобразование температуры, запущенное от предыдущей команды, не завершено, то микросхема будет игнорировать следующую команду на преобразование и на выходе будет последнее преобразованное значение температуры.

Если повторно подать команду на считывание без подачи команды на преобразование, то на выходе также будет последнее преобразованное значение температуры.

Время преобразования температуры 750 мс – это время с момента завершения подачи команды *convert_t* до начала следующей инициализации.

Read_scratchpad (код команды 0xBE) – Чтение температурного кода из регистра.

Команда используется для чтения 64-х разрядного цифрового кода из регистра.

Интерфейс передает данные из 64-разрядного регистра микроконтроллеру по шине DQ в течение 64 слотов чтения. Данные выдаются младшим битом вперед. Формат выходных данных представлен ниже (Таблица 7).

Перед использованием команды *Read_scratchpad* (код команды 0xBE) нужно убедиться, что преобразование температуры завершено. Для этого после команды *convert_t* (код команды 0x44) необходимо сформировать слот чтения. Если датчик передает лог. «1» – преобразование не завершено, если датчик передает лог. «0» – преобразование температуры завершено, чтение памяти разрешено (в микросхеме DS18B20 инверсно).

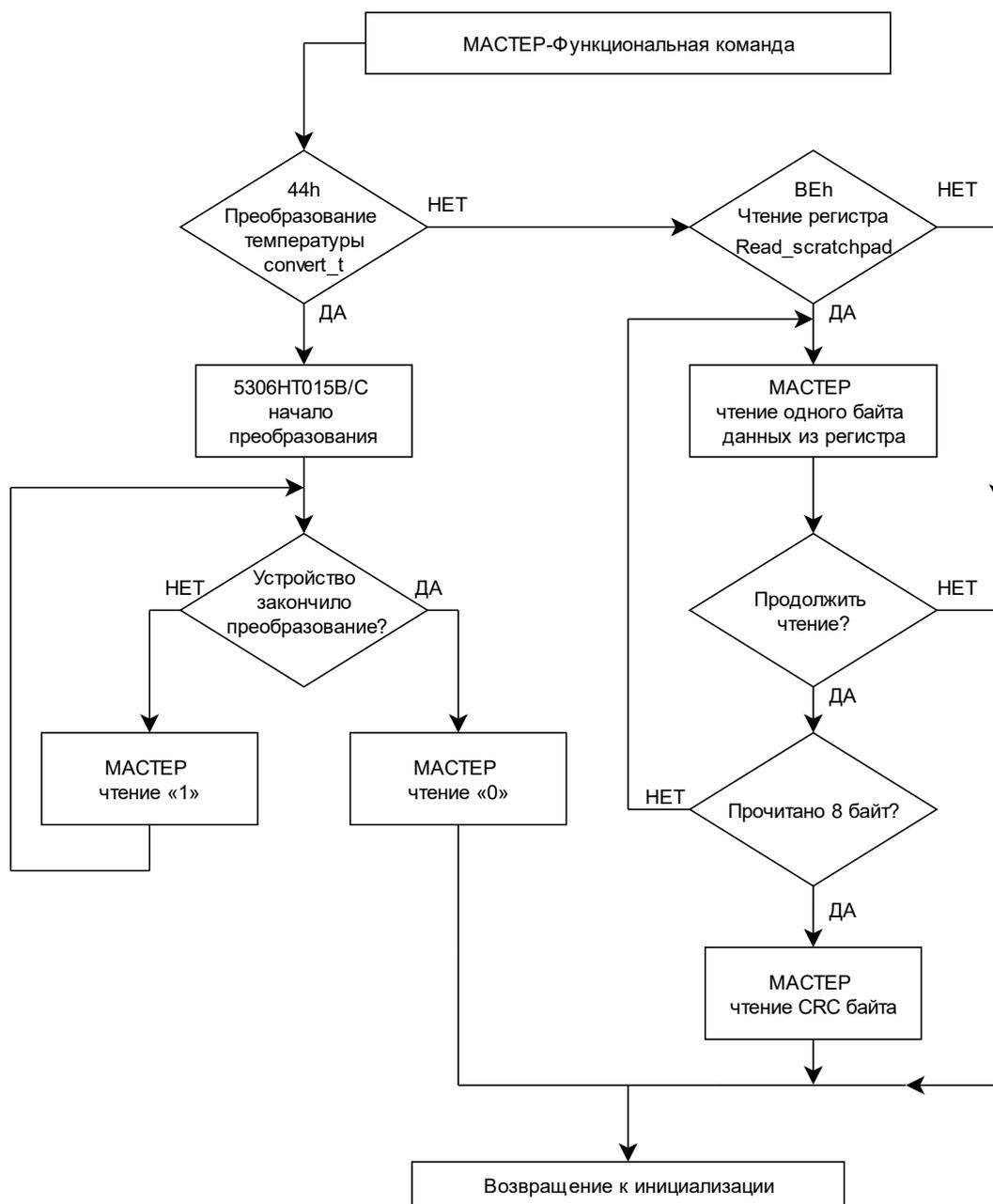


Рисунок 17. Блок-схема функциональных команд

Режим «Shutdown»

Режим «Shutdown» включается автоматически, если преобразование температуры не запущено и отсутствует обращение к микросхеме по выводу DQ.

Преобразование температуры

Для начала преобразования температуры микроконтроллер должен отправить функциональную команду *Преобразование температуры – convert_t* (код команды 0x44). После преобразования данные хранятся в регистре микросхемы в виде 64-разрядного числа.

Таблица 7. Структура регистра микросхемы

Байт 0	Температура мл.
Байт 1	Температура ст.
Байт 2	0000 0000
Байт 3	0000 0000
Байт 4	1111 1111
Байт 5	1111 1111
Байт 6	1111 1111
Байт 7	1111 1111
Байт 8	Циклический код CRC

В первых двух ячейках (байт 0 и байт 1) хранятся младший и старший байты измеренной температуры. Ячейки 2 и 3 содержат значение лог. «0». Ячейки 4, 5, 6, 7 содержат значение лог. «1». Ячейка 8 содержит циклический код CRC для первых восьми байт.

Для выдачи данных из регистра необходимо выполнить функциональную команду *Чтение регистра – Read_scratchpad* (код команды 0xBE). Микроконтроллер принимает из регистра 64-разрядный цифровой код. Первые 16 разрядов относятся к значениям температуры. Пять старших бит знаковые: 00000 – температура положительная; 11111 – температура отрицательная.

Таблица 8. Таблица соотношения выходных данных и температуры для интерфейса 1-Wire

Температура, °C	Выход (BIN)	Выход (HEX)
+127	0000 0111 1111 0000	07F0h
+125	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85	0000 0101 0101 0000	0550h
+25,0625	0000 0001 1001 0001	0191h
+10,125	0000 0000 1010 0010	00A2h
0	0000 0000 0000 0000	0000h
-10,125	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25,0625	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
-55	1111 1100 1001 0000	FC90h
-60	1111 1100 0100 0000	FC40h
-62	1111 1100 0010 0000	FC20h

После превышения максимальных значений температур датчик будет выдавать код: 07F0h – для температур +127°C и выше, FC20h – для температур минус 62°C и ниже.

Для преобразования положительной температуры (пять старших бит 00000) в градусы Цельсия необходимо выходные данные перевести из двоичного числа в десятичное и умножить на коэффициент 0,0625.

Для преобразования отрицательной температуры (пять старших бит 11111) в градусы Цельсия необходимо выходные данные инвертировать, полученное двоичное число перевести в десятичное, прибавить 1 и умножить на коэффициент 0,0625.

Габаритный чертеж

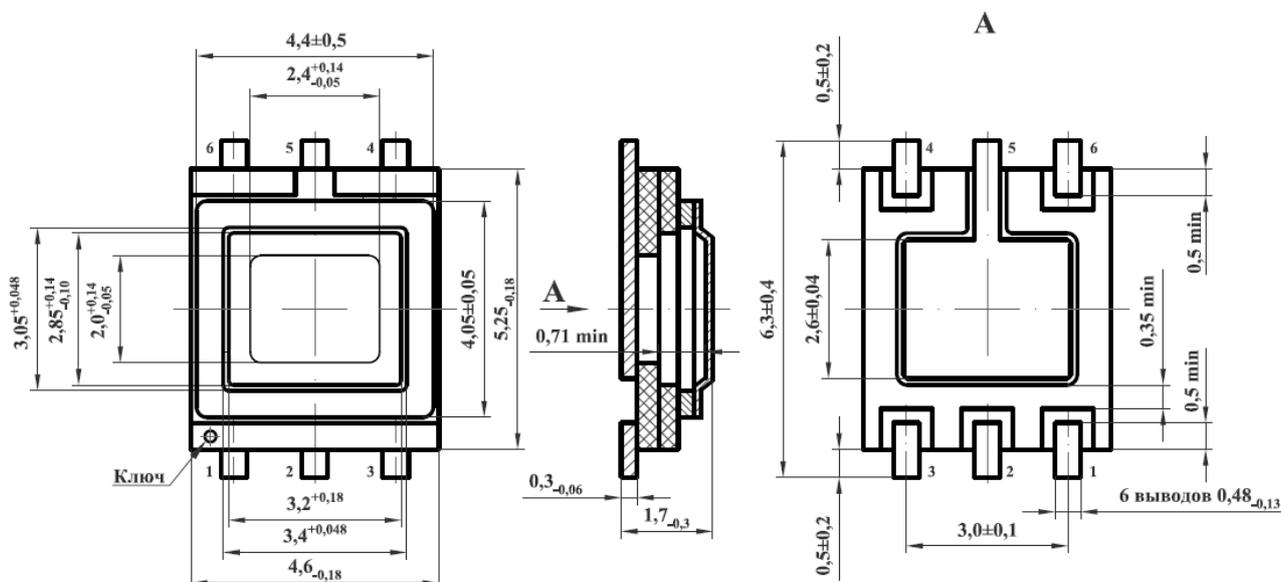


Рисунок 18. Габаритный чертеж корпуса 5221.6-1 (размеры в мм)

Примечание: основной теплопроводящей поверхностью микросхемы является металлизированное дно корпуса.

Информация для заказа

Обозначение	Группа	Маркировка	Корпус	Температурный диапазон
Категория качества «ВП»				
5306HT015B АЕНВ.431320.279ТУ	A	Б015В	5221.6-1	-60°C...+125°C
	Б	Б15ВБ	5221.6-1	-45°C...+85°C
	В	Б15ВВ	5221.6-1	-25°C...+85°C
5306HT015C АЕНВ.431320.279ТУ	A	Б015С	5221.6-1	-60°C...+125°C
	Б	Б15СБ	5221.6-1	-45°C...+85°C
	В	Б15СВ	5221.6-1	-25°C...+85°C
Категория качества «ОТК»				
К5306HT015В КФЦС.431000.001ТУ, КФЦС.431320.003.01СП	A	Б015В	5221.6-1	-60°C...+125°C
	Б	Б15ВБ	5221.6-1	-45°C...+85°C
	В	Б15ВВ	5221.6-1	-25°C...+85°C
К5306HT015С КФЦС.431000.001ТУ, КФЦС.431320.003.01СП	A	Б015С	5221.6-1	-60°C...+125°C
	Б	Б15СБ	5221.6-1	-45°C...+85°C
	В	Б15СВ	5221.6-1	-25°C...+85°C

Микросхемы категории качества «ВП» маркируются ромбом.

Микросхемы категории качества «ОТК» обозначаются буквой «К» в зоне маркировки специального символа.

