

Основные особенности

- Напряжение питания
5,0 В ± 10% (5306HT015C/5306HT015H);
3,3 В ± 5% (5306HT015B/5306HT015E);
- Точность измерения температуры:
в диапазоне от –10°C до +60°C не более 2,0°C;
в диапазоне от –60°C до +125°C не более 3,0°C;
- Интерфейс:
1-Wire (5306HT015B/5306HT015C);
SPI (5306HT015E/5306HT015H);
- Ток потребления в активном режиме 7,0 мА;
- Ток потребления в режиме ожидания 0,9 мА;
- Время преобразования 2,0 с;
- Режим низкого энергопотребления («Shutdown»);
- 64-х разрядный адрес;
- Температурный диапазон от –60°C до +125°C;
- Стойкость к СВВФ (включая факторы космического пространства).

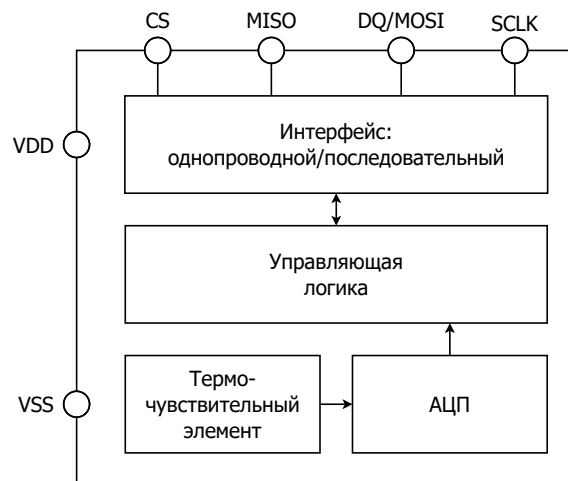


Рисунок 1. Структурная схема



Рисунок 2. Внешний вид микросхемы 5306HT015B(С, Е, Н)

ГГ – год выпуска
НН – неделя выпуска

Х – маркировка в зависимости от типа микросхемы

Общее описание

Интегральный температурный датчик 5306HT015B(С, Е, Н) предназначен для преобразования значения температуры в 16-разрядный цифровой код (5 старших разрядов знаковые). Взаимодействие управляющего микроконтроллера с микросхемой 5306HT015B(С) осуществляется по однопроводному (1-Wire) интерфейсу; с микросхемой 5306HT015E(Н) – по последовательному (SPI) интерфейсу.

Интерфейс микросхемы и напряжение питания выбираются при заказе:

5306HT015B – микросхема с 1-Wire интерфейсом и напряжением питания 3,3 В;

5306HT015C – микросхема с 1-Wire интерфейсом и напряжением питания 5,0 В;

5306HT015E – микросхема с SPI интерфейсом и напряжением питания 3,3 В;

5306HT015H – микросхема с SPI интерфейсом и напряжением питания 5,0 В;

В микросхеме реализован режим работы с низким энергопотреблением (режим «Shutdown»).

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

Микросхемы 5306HT015B и 5306HT015C являются функциональными аналогами DS18B20 (ф. Maxim Integrated).

Микросхема выполнена в 6-ти выводном металлокерамическом корпусе 5221.6-1.

Электрические параметры микросхемы

Таблица 1. Электрические характеристики (температурный диапазон от – 60 до +125°C)

Параметр, единица измерения	Норма параметра		
	не менее	типовое	не более
Точность измерения температуры, °C	–2,0 ⁽¹⁾ –3,0	±1,5	+2,0 ⁽¹⁾ +3,0
Время преобразования, с	2,0		
Напряжение питания (VDD), В			
для микросхем 5306HT015C/5306HT015H	4,5	5,0	5,5
для микросхем 5306HT015B/5306HT015E	3,15	3,3	3,45
Ток потребления в режиме преобразования, мА		7,0	9,0
Ток потребления в режиме ожидания («Shutdown»), мА		0,9	2,5
Напряжение высокого уровня цифровых сигналов (CS, SCLK, MOSI, MISO, DQ), В			
для микросхем 5306HT015C/5306HT015H	4,3	VDD	
для микросхем 5306HT015B/5306HT015E	2,8	VDD	
Напряжение низкого уровня цифровых сигналов (CS, SCLK, MOSI, MISO, DQ), В		0	0,4
Примечание:			
1) Норма на параметр в температурном диапазоне от –10 до +60°C			

Электростатическая защита

Микросхема имеет встроенную защиту от электростатического разряда до 200 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
Напряжение питания VDD, В				
5306HT015C/5306HT015H	4,5	5,5	–0,3	5,6
5306HT015B/5306HT015E	3,15	3,45	–0,3	3,7
Входное напряжение высокого уровня цифровых сигналов (CS, SCLK, MOSI, DQ), В				
5306HT015C/5306HT015H	4,3	5,5	–0,5	5,6
5306HT015B/5306HT015E	2,8	3,45	–0,5	3,7
Входное напряжение низкого уровня цифровых сигналов (CS, SCLK, MOSI, DQ), В				
5306HT015C/5306HT015H	–0,3	0,4	–0,5	5,6
5306HT015B/5306HT015E	–0,3	0,4	–0,5	3,7
Температура эксплуатации, °C	–60	+125	–60	+150

Конфигурация и функциональное описание выводов

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

№ вывода	Наименование вывода	Назначение вывода
1, 3	Tech1	Технологический вывод (не подключать, оставить в обрыве)
2	DQ	Информационный вход/выход
4	Tech2	Технологический вывод (подключить к VSS)
5	VSS	Вывод отрицательного напряжения питания, общий
6	VDD	Вывод положительного напряжения питания

Таблица 4. Функциональное описание выводов микросхем 5306HT015E/5306HT015H

№ вывода	Наименование вывода	Назначение вывода
1	SCLK	Вход тактовой частоты
2	MOSI	Вход данных
3	MISO	Выход данных
4	CS	Вывод выбора микросхемы (Chip Select). Активный уровень – лог. «0»
5	VSS	Вывод отрицательного напряжения питания, общий
6	VDD	Вывод положительного напряжения питания

Эквивалентные схемы

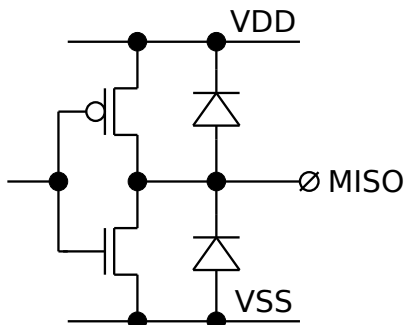


Рисунок 3. Цифровой выход MISO

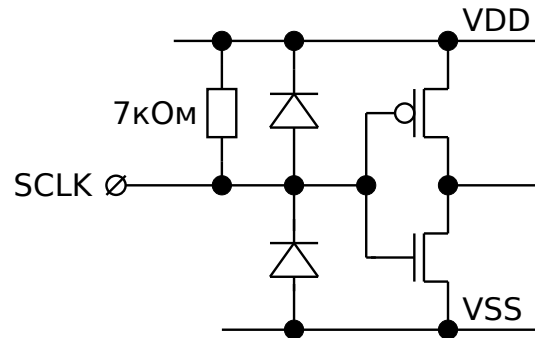


Рисунок 4. Цифровой вход SCLK

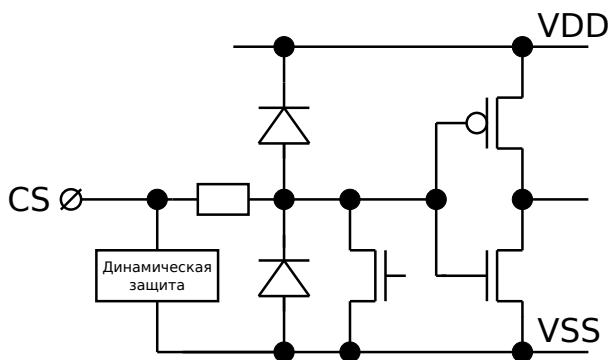


Рисунок 5. Цифровой вход CS

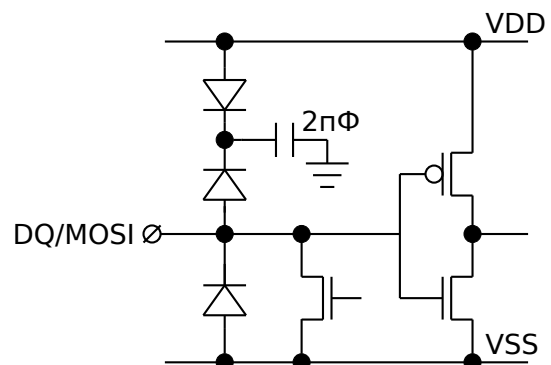


Рисунок 6. Цифровые входы DQ/MOSI

Типовые характеристики

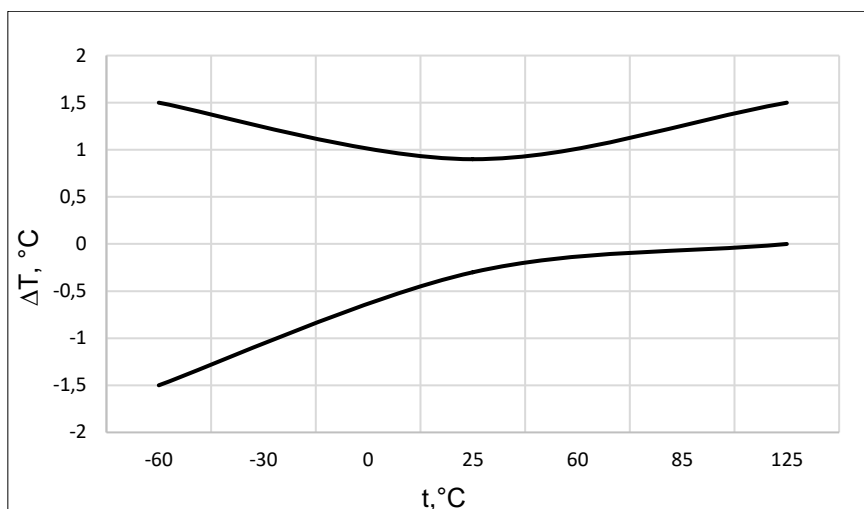


Рисунок 7. График статистического распределения погрешности измерения температуры

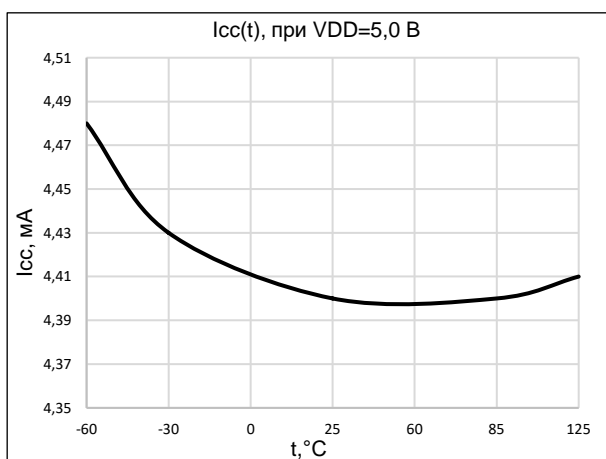


Рисунок 8. Зависимость тока потребления от температуры в активном режиме при напряжении питания 5,0 В

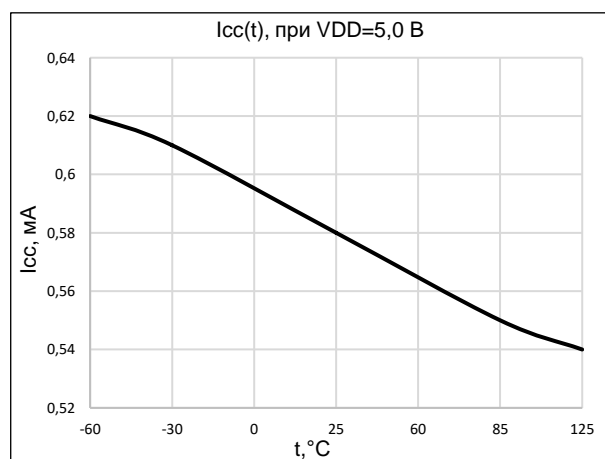


Рисунок 9. Зависимость тока потребления от температуры в режиме ожидания при напряжении питания 5,0 В

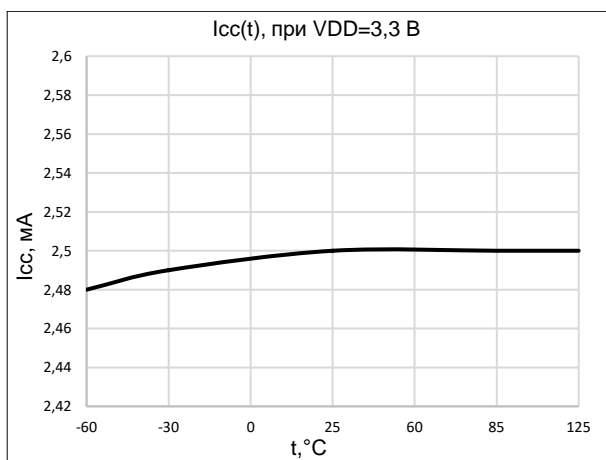


Рисунок 10. Зависимость тока потребления от температуры в активном режиме при напряжении питания 3,3 В

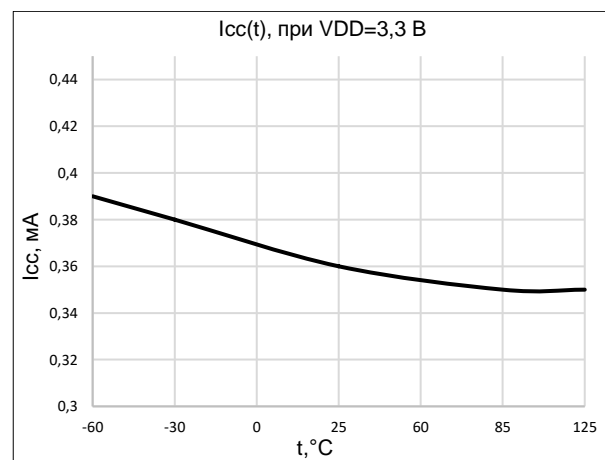


Рисунок 11. Зависимость тока потребления от температуры в режиме ожидания при напряжении питания 3,3 В

Рекомендуемая схема применения

Компонент	Номинал
R1	4,7 кОм

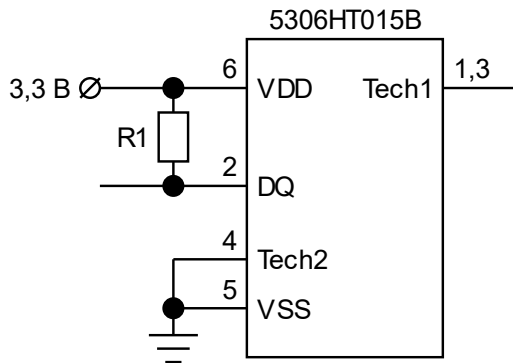


Рисунок 12. Рекомендуемая схема применения для микросхемы 5306HT015B

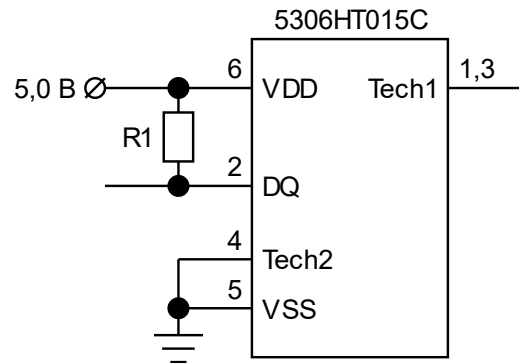


Рисунок 13. Рекомендуемая схема применения для микросхемы 5306HT015C

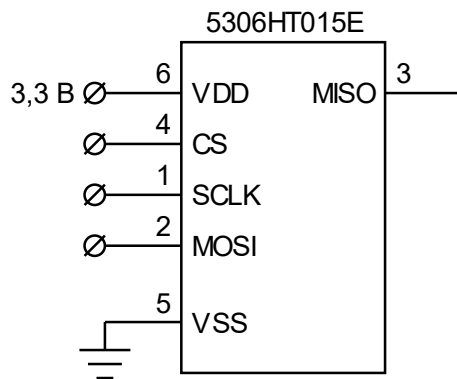


Рисунок 14. Рекомендуемая схема применения для микросхемы 5306HT015E

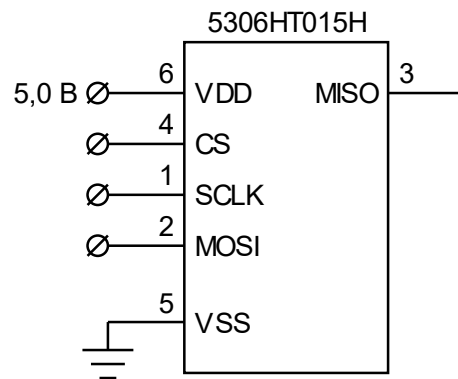


Рисунок 15. Рекомендуемая схема применения для микросхемы 5306HT015H

Описание функционирования микросхемы

Однопроводной интерфейс

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.

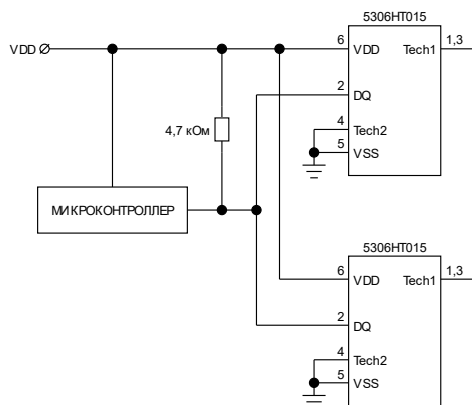


Рисунок 16. Схема подключения двух микросхем к внешнему управляющему устройству

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

Для микросхем 5306HT015C уровень лог. «1» составляет 5,0 В. Для микросхем 5306HT015B уровень лог. «1» составляет 3,3 В.

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.

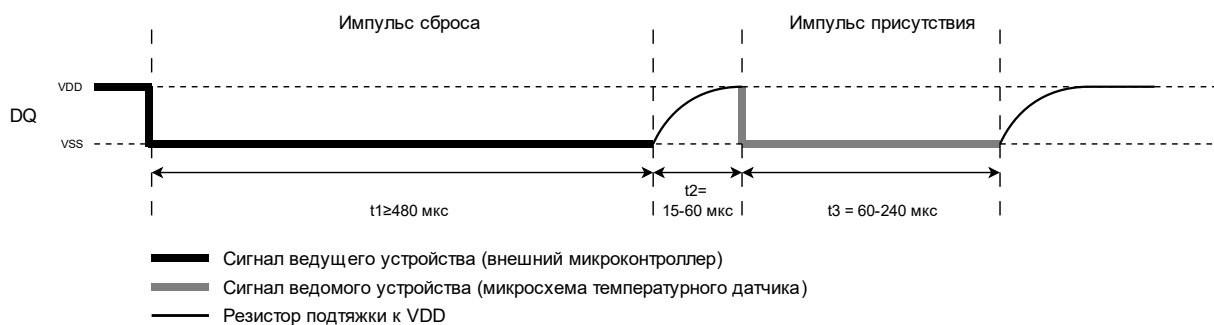


Рисунок 17. Временная диаграмма инициализации микросхемы

Таблица 5. 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.

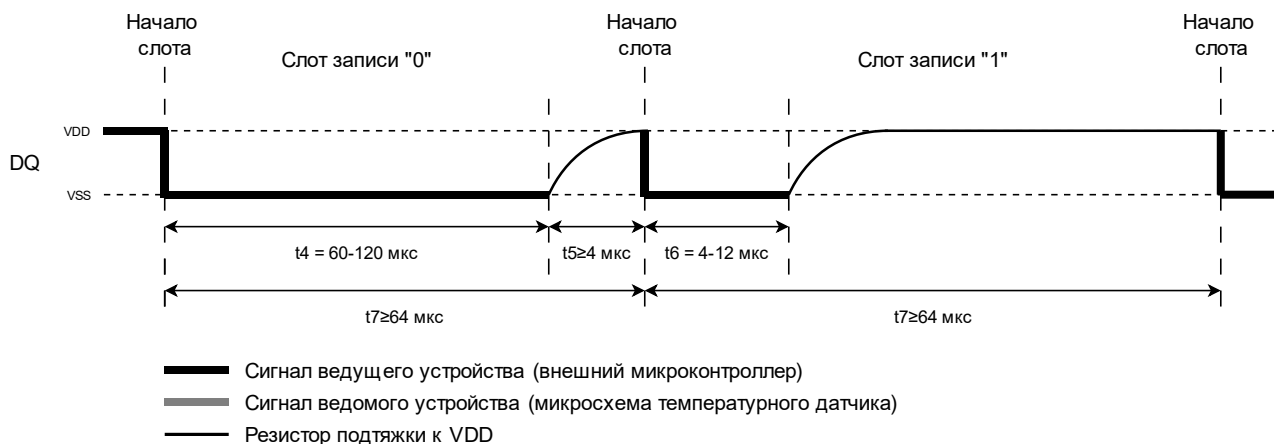


Рисунок 18. Временная диаграмма записи данных

Таблица 6. 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.

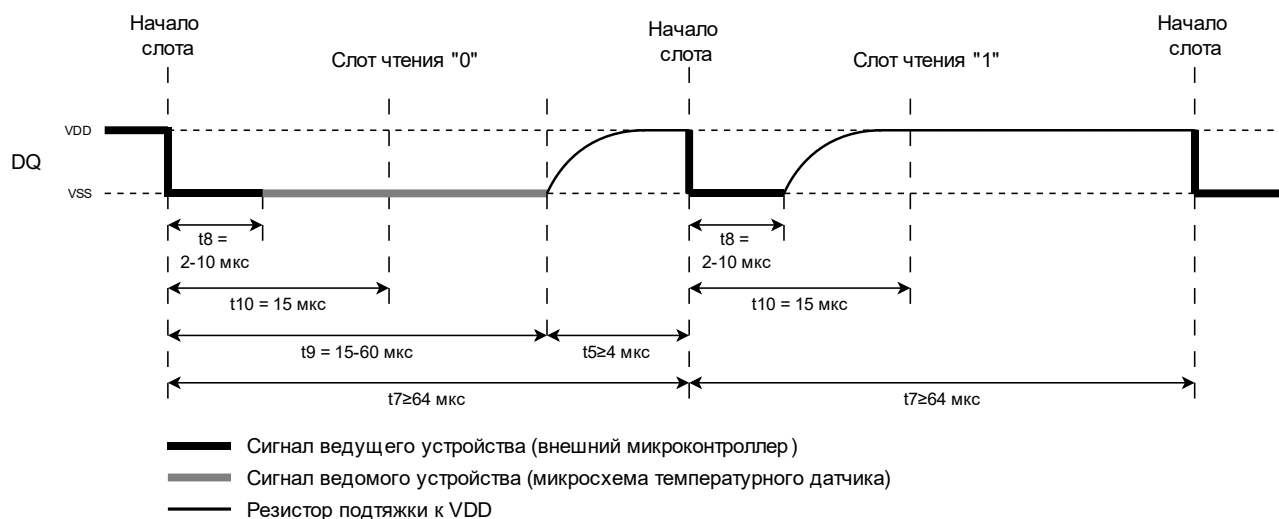


Рисунок 19. Временная диаграмма чтения данных

Таблица 7. 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 21).

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 20. 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.

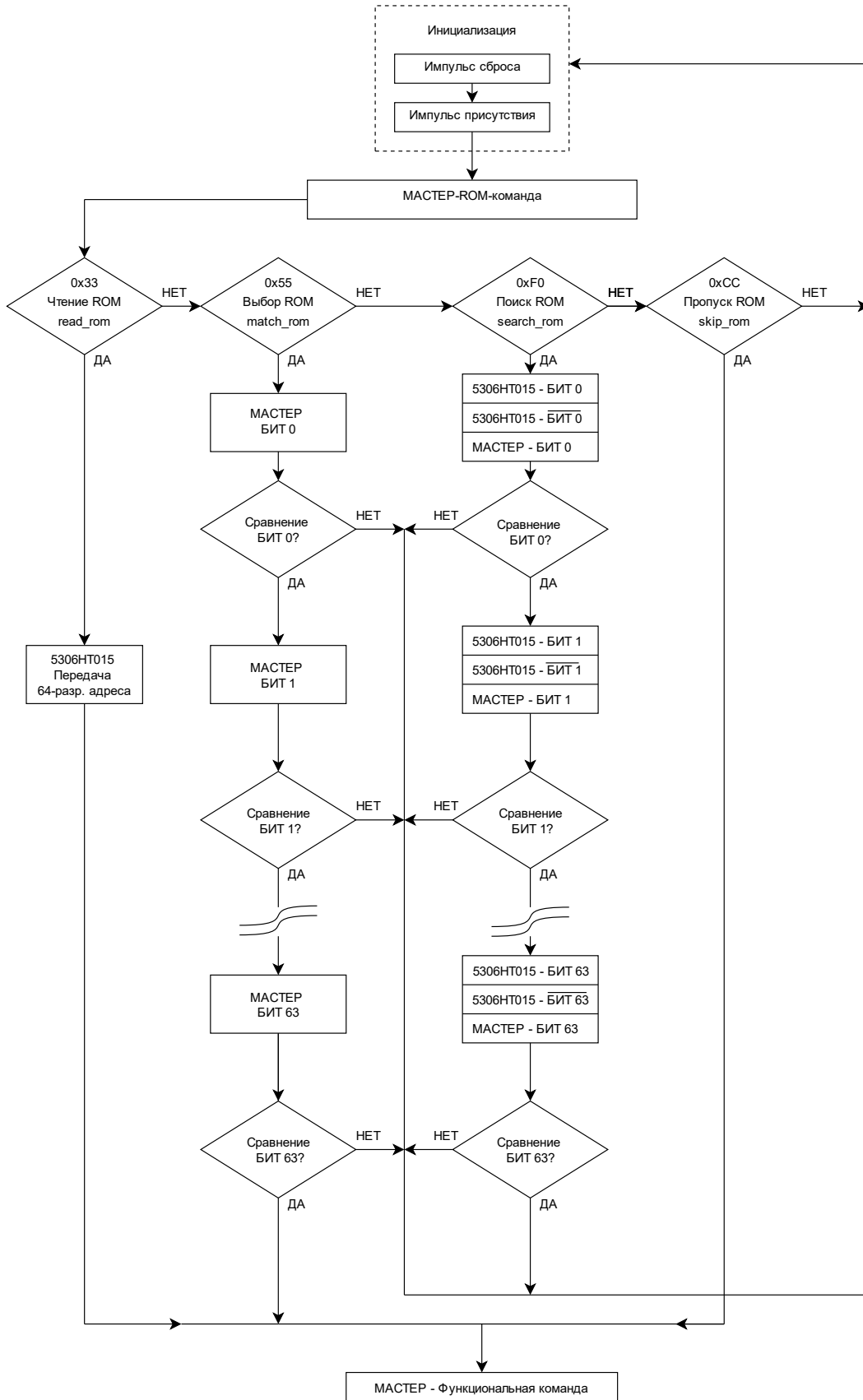


Рисунок 21. Блок-схема ROM-команд

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 функциональных команд представлена на рисунке 22.

convert_t (код команды 0x44) – Преобразование температуры.

Команда используется для запуска процесса преобразования температуры.

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 8).

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.

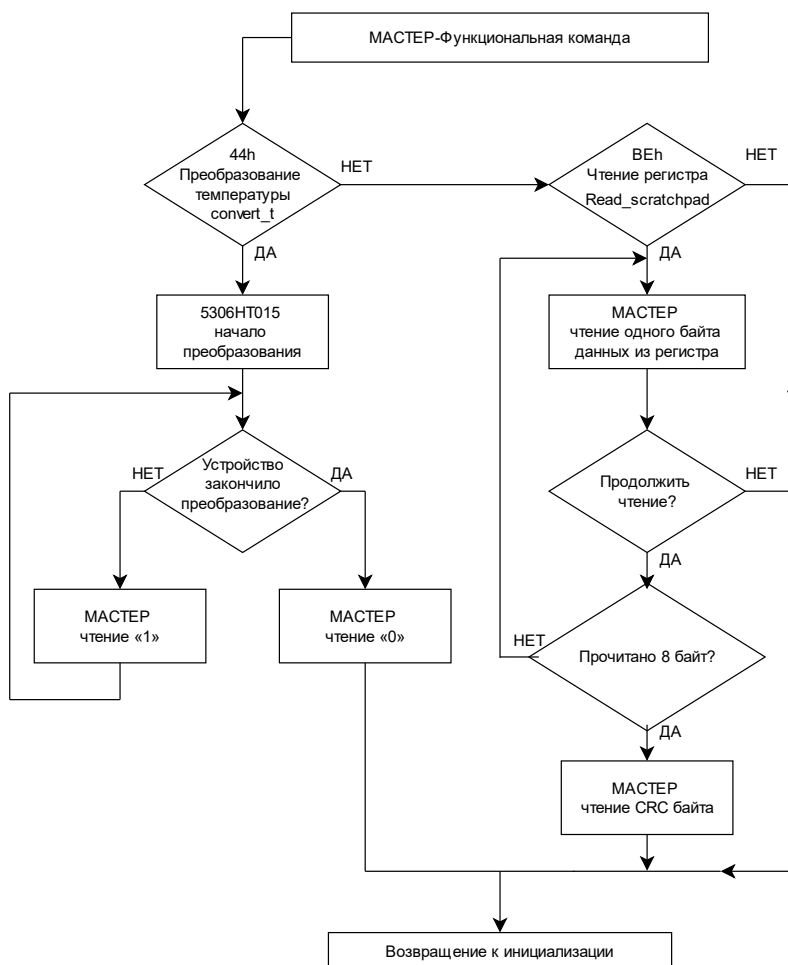


Рисунок 22. Блок-схема функциональных команд

Получение данных 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 8. 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 9. Таблица соотношения выходных данных и температуры

Температура, °C	Выход (BIN)	Выход (HEX)
+127	00000 111 1111 0000	07F0h
+125	00000 111 1101 0000	07D0h
+85	00000 101 0101 0000	0550h
+25,0625	00000 001 1001 0001	0191h
+10,125	00000 000 1010 0010	00A2h
0	00000 000 0000 0000	0000h
-10,125	11111 111 0101 1110	FF5Eh
-25,0625	11111 110 0110 1111	FE6Fh
-55	11111 100 1001 0000	FC90h
-60	11111 100 0100 0000	FC40h
-62	11111 100 0001 1111	FC1Fh

После превышения максимальных значений температур датчик будет выдавать код: 07F0h – для температур +127°C и выше, FC1Fh – для температур минус 62°C и ниже.

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

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

Последовательный интерфейс

Взаимодействие управляющего микроконтроллера с микросхемами 5306HT015E и 5306HT015H осуществляется через последовательный (SPI) интерфейс с двумя видами сигналов:

- запрос преобразования температуры;
- считывание результатов преобразования.

Для микросхем 5306HT015H уровень лог. «1» составляет 5,0 В. Для микросхем 5306HT015E уровень лог. «1» составляет 3,3 В.

Для запроса преобразования температуры необходимо на вывод MOSI задать посылку 0010 0010 0011 0011. В следующий цикл обмена информацией на выводе MISO будет сформировано значение преобразованной температуры:

D0 – младший разряд преобразованной температуры;

D10 – старший разряд преобразованной температуры;

D11 – знаковый разряд:

лог. «0» – положительная температура;

лог. «1» – отрицательная температура.

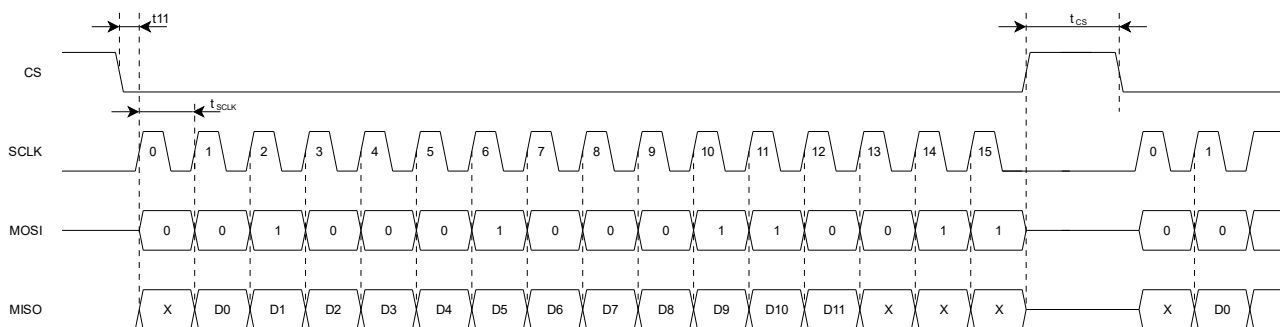


Рисунок 23. Временная диаграмма последовательного интерфейса

Таблица 10. Временные параметры последовательного интерфейса

Параметр, единица измерения	Норма параметра		
	не менее	типичное	не более
Период тактового сигнала SCLK (t_{SCLK}), нс	125	–	–
Коэффициент заполнения тактового сигнала, %	40	50	60
Время паузы t_{111} , нс	$\frac{t_{SCLK}}{6}$	–	–
Время между двумя обращениями к микросхеме t_{CS} , с	2,0		

Габаритный чертеж

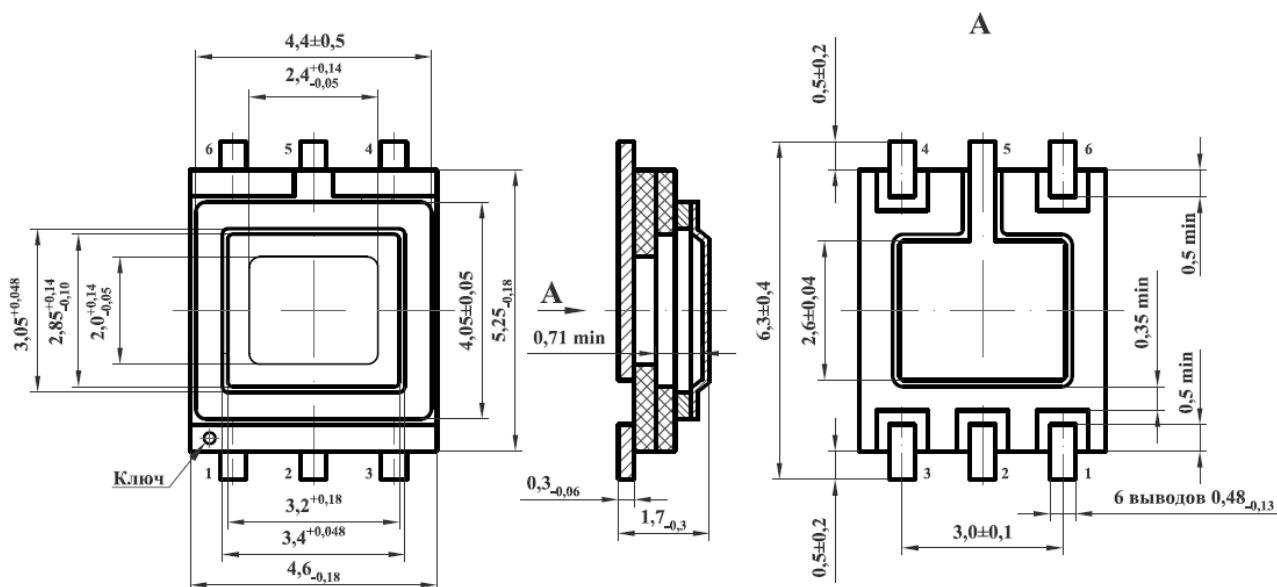


Рисунок 24. Габаритный чертеж корпуса 5221.6-1 (размеры в мм)

Информация для заказа

Обозначение	Маркировка	Корпус	Температурный диапазон
5306HT015B АЕНВ.431320.279ТУ	Б015В	5221.6-1	- 60 ... +125°C
5306HT015С АЕНВ.431320.279ТУ	Б015С	5221.6-1	- 60 ... +125°C
5306HT015Е АЕНВ.431320.279ТУ	Б015Е	5221.6-1	- 60 ... +125°C
5306HT015Н АЕНВ.431320.279ТУ	Б015Н	5221.6-1	- 60 ... +125°C

Микросхемы категории качества «ВП» маркируются ромбом.

Лист регистрации изменений

Дата	Версия	Изменения
28.05.2019	1.0	Исходная версия
12.02.2020	1.1	<p>Обновлен пункт «Блок схема»: – обновлен рисунок 1.</p> <p>Обновлен пункт «Электрические параметры микросхемы»: – обновлена таблица 1.</p> <p>Добавлен пункт «Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации».</p> <p>Обновлен пункт «Конфигурация и функциональное описание выводов»: – добавлены таблицы 3, 4.</p> <p>Добавлен пункт «Эквивалентные схемы».</p> <p>Обновлен пункт «Типовые характеристики»: – обновлен рисунок 7.</p> <p>Обновлен пункт «Рекомендуемая схема применения»: – добавлен рисунок 9.</p> <p>Обновлен пункт «Описание функционирования микросхемы»: – добавлено описание последовательного интерфейса.</p> <p>Добавлены пункты «Габаритный чертеж», «Информация для заказа».</p>
10.04.2020	1.2	<p>Обновлен пункт «Рекомендуемая схема применения»: – обновлен рисунок 9.</p> <p>Добавлен пункт «Демонстрационный комплект».</p>
17.11.2020	2.0	<p>Обновлен пункт «Электрические параметры микросхемы»: – обновлена таблица 1.</p> <p>Обновлен пункт «Типовые характеристики»: – добавлены рисунки 9–10.</p> <p>Обновлен пункт «Электростатическая защита».</p> <p>Обновлен пункт «Последовательный интерфейс»: – обновлен рисунок 20.</p> <p>Обновлен пункт «Габаритный чертеж»: – обновлен рисунок 24.</p>
03.12.2020	2.1	<p>Добавлены рисунки 3–5.</p> <p>Обновлен пункт «Рекомендуемая схема применения»: – обновлены рисунки 13,14.</p> <p>Обновлен пункт «Последовательный интерфейс»: – обновлен рисунок 22.</p> <p>Обновлен пункт «Габаритный чертеж»: – обновлен рисунок 26.</p> <p>Обновлен пункт «Информация для заказа».</p>
15.06.2021	2.2	<p>Обновлен пункт «Основные особенности»; – обновлен рисунок 2.</p> <p>Обновлен пункт «Электрические параметры микросхемы»: – обновлена таблица 1.</p> <p>Обновлен пункт «Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации»: – обновлена таблица 2.</p> <p>Обновлен пункт «Типовые характеристики»: – добавлены рисунки 10, 11.</p> <p>Обновлен пункт «Рекомендуемая схема применения»: – добавлены рисунки 14, 15.</p>

Дата	Версия	Изменения
15.06.2021	2.2	Обновлен пункт «Однопроводной интерфейс»: – обновлены рисунки 19, 20; – обновлена таблица 7. Обновлен пункт «Получение данных температуры»: – обновлена таблица 9; – обновлен рисунок 9. Обновлен пункт «Последовательный интерфейс»: – обновлена таблица 10; – обновлен рисунок 23. Обновлен пункт «Информация для заказа».
12.08.2021	2.3	Обновлен пункт «Общее описание». Обновлен пункт «Информация для заказа».
25.08.2021	2.4	Обновлен пункт «Получение данных температуры»: – обновлена таблица 9.