Основные особенности

- Точность измерения температуры:
  в диапазоне от –60°С до –10°С не более 3,0°С;
  в диапазоне от –10°С до +60°С не более 2,0°С;
  в диапазоне от +60°С до +125°С не более 3,0°С;
- Тип выхода термостата – открытый сток;
- Настраиваемые пользователем
  пороги срабатывания и полярность;
- Напряжение питания
  3,3 В … 5,0 В;
- Ток потребления:
  1,8 мА при VDD = 3,3 В;
  2,7 мА при VDD = 5,0 В;
- Температурный диапазон
  от –60°С до +125°С.

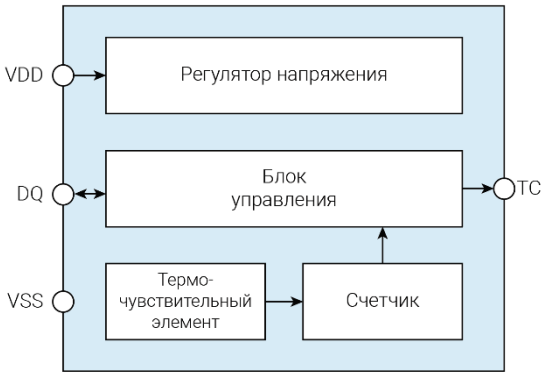

Рисунок 1. Структурная схема

Общее описание

Температурный компаратор 5400ТР125-015 предназначен для контроля температуры окружающей среды. Микросхема выполнена на базе радиационно-стойкого аналого-цифрового БМК 5400ТР12 по технологии КНИ.

Программирование значения температурных порогов срабатывания и полярности осуществляется пользователем по 1-Wire интерфейсу. Тип выхода компаратора – открытый сток.

Рисунок 2. Внешний вид микросхемы 5400ТР125-015

ГГ – год выпуска
НН – неделя выпуска

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

Обращаем внимание, документация носит ознакомительный характер.
При разработке аппаратуры необходимо руководствоваться КД: технические условия АЕНВ.431260.659ТУ, карта заказа КФЦС.431260.015-015Д16

Электрические параметры микросхемы

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

Параметр, единица измерения	**Норма параметра**		
	не менее	**типовое**	**не более**
Точность измерения температуры, °С	–2,0(1) –3,0	±1,0	+2,0(1) +3,0
Ток потребления в режиме преобразования(3), мА		1,8(2) 2,7	5,6(2) 6,0
Ток потребления в режиме ожидания(4), мА		0,9(2) 1,4	3,0
Напряжение низкого уровня выходных цифровых сигналов (DQ, TC), В		0	0,5

Примечание:
1) норма на параметр в температурном диапазоне от –10°С до +60°С
2) при напряжении питании VDD = 3,15 В
3) собственный ток потребления микросхемы после программирования порогов срабатывания и полярности по рекомендуемой схеме применения (Рисунок 3)
4) ток потребления при настройке микросхемы в режиме SOFT при отсутствии обращения к микросхеме

Электростатическая защита

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

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	3,15	5,25	–0,3	5,35
Напряжение высокого уровня входных цифровых сигналов (DQ), В	VDD–0,7(1)	VDD+0,3(2)	–0,3	VDD+0,5(3)
Напряжение низкого уровня входных цифровых сигналов (DQ), В	–0,3	0,6	–0,3	VDD+0,5(3)
Напряжение программирования (PR), В	9,2	9,4	–0,3	9,5
Нагрузочная способность (DQ, TC), мА	–	1,5	–	3,0
Температура эксплуатации, °С	–60	+125	–60	+150
Примечание: 1) не менее 3,15 В 2) не более 5,25 В 3) не более 5,35 В				

Конфигурация и функциональное описание выводов

Таблица 3. Функциональное описание выводов

№ вывода	Тип вывода	Наименование вывода	Назначение вывода
1	DO	TC	Выход термостата. Тип выхода – открытый сток
2	DI/DO	DQ	Информационный вход/выход
3	–	TECH	Технологический вывод (оставить в обрыве)
4	AI	PR	Вывод записи памяти
5	PWR	VSS	Общий вывод
6	PWR	VDD	Вывод напряжения питания
Примечание: DI – цифровой вход DO – цифровой выход AI – аналоговый вход PWR – вывод напряжения питания			

Обращаем внимание, документация носит ознакомительный характер.
При разработке аппаратуры необходимо руководствоваться КД: технические условия АЕНВ.431260.659ТУ, карта заказа КФЦС.431260.015-015Д16

Рекомендуемая схема применения

Таблица 4. Таблица внешних компонентов

Компонент	Номинал
R1	4,7 кОм
C1	1,0 мкФ

Конденсаторы либо высокочастотные керамические, либо сдвоенные. В случае сдвоенных конденсаторов, один из них обязательно должен быть высокочастотный керамический емкостью не менее 10 нФ. Шунтирующие конденсаторы должны располагаться на плате в непосредственной близости к соответствующим выводам микросхемы.

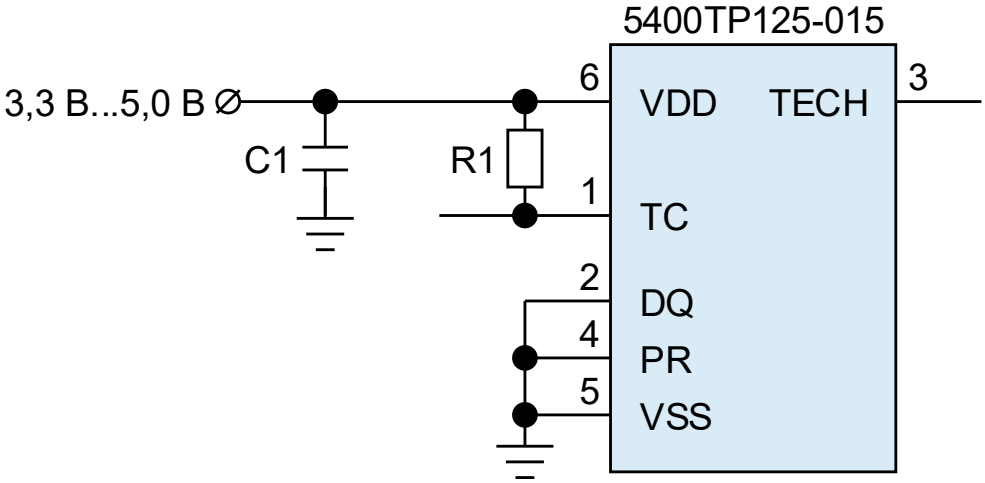

Рисунок 3. Рекомендуемая схема применения после программирования

Примечание:

Программирование значения температурных порогов срабатывания (TH, TL) и полярности (POL) осуществляется пользователем по 1-Wire интерфейсу. Временная диаграмма программирования приведена в пункте «Программирование микросхемы, режим «HARD».

Описание функционирования микросхемы

Микросхема 5400TP125-015 – интегральный температурный компаратор.

Выход микросхемы переключается в зависимости от порогов срабатывания TH и TL, тип выхода – открытый сток. Настройка порогов срабатывания и полярности термостата производится через 1-Wire интерфейс.

Температурный компаратор имеет два режима работы:

– режим отладки («SOFT»). После включения питания необходимо каждый раз производить настройку микросхемы;

– режим финальной конфигурации («HARD»). После программирования микросхема готова к работе при включении питания.

Работа 1-Wire интерфейса

Взаимодействие управляющего микроконтроллера с микросхемой осуществляется через 1-Wire интерфейс. Это низкоскоростной двунаправленный последовательный протокол обмена данными, использующий всего один сигнальный провод – DQ.

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 температурного компаратора (ведомое устройство).

Изначально микросхема находится в ожидании импульса сброса от микроконтроллера. Очень важно следовать за следующей последовательностью операций каждый раз, когда необходимо обратиться к микросхеме, поскольку она не будет отвечать, если любые шаги в последовательности отсутствуют или применены не в том порядке.

Инициализация

Взаимодействие микроконтроллера с температурным компаратором начинается с инициализации. Последовательность инициализации состоит из импульса сброса и импульса присутствия. Микроконтроллер на время t1 ≥ 480 мкс устанавливает шину DQ в состояние лог. «0». Микросхема принимает импульс сброса и через время t2 = 15 – 60 мкс отвечает микроконтроллеру импульсом присутствия: устанавливает шину DQ в состояние лог. «0» на время t3 = 60 – 240 мкс. Импульс присутствия позволяет ведущему устройству узнать, что ведомое устройство подключено к шине DQ и готово к работе.

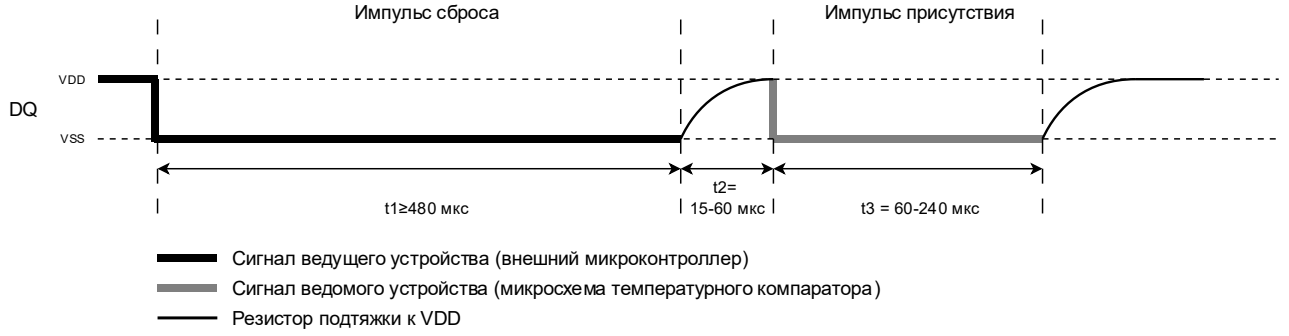

Рисунок 4. Временная диаграмма инициализации микросхемы

Обращаем внимание, документация носит ознакомительный характер.
При разработке аппаратуры необходимо руководствоваться КД: технические условия АЕНВ.431260.659ТУ, карта заказа КФЦС.431260.015-015Д16

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 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.

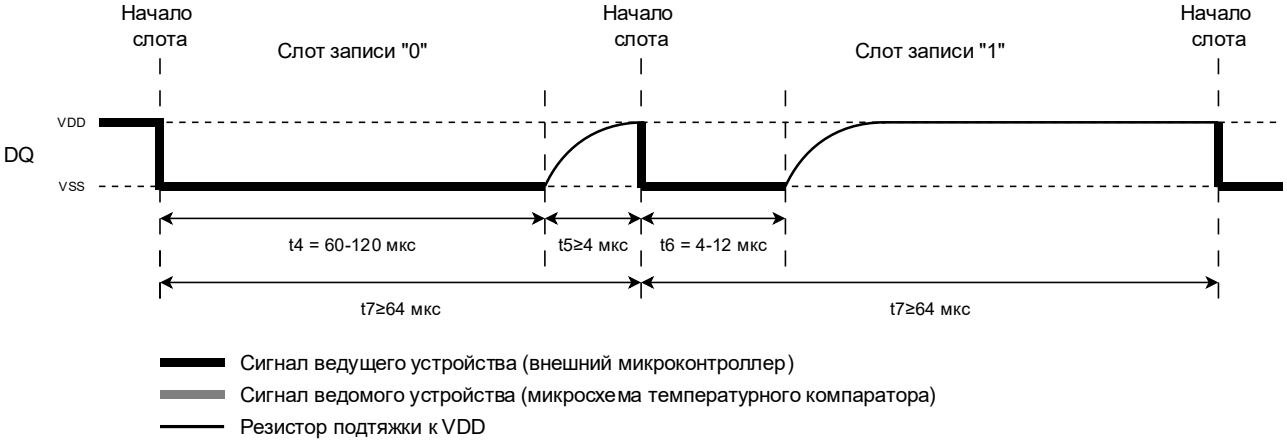

Рисунок 5. Временная диаграмма записи данных

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	4,0	–
Время записи лог. «1» t_6, мкс	4,0	12
Время слота записи t_7, мкс	64	–

Температурный компаратор 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.

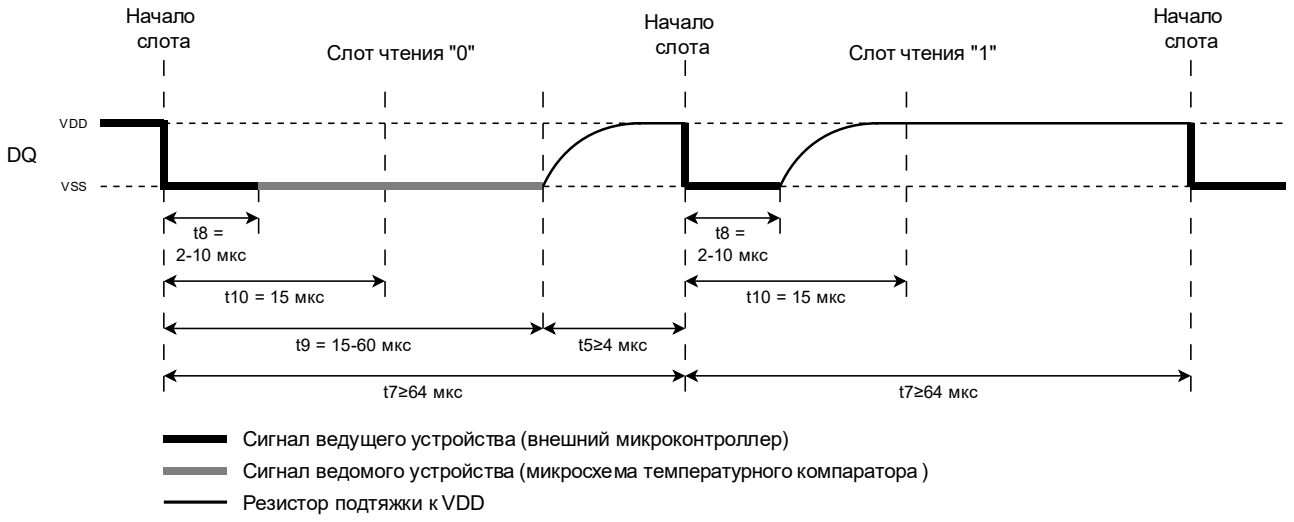

Рисунок 6. Временная диаграмма чтения данных

Таблица 7. Временные параметры чтения микросхемы

Параметр, единица измерения	**Норма параметра**		
	не менее	**типовое**	**не более**
Время паузы после записи лог. «0» t5, мкс	4,0		
Время длительности слота чтения t_7, мкс	64	–	–
Время установки микроконтроллером шины DQ в состояние лог. «0» t_8, мкс	2,0	–	10
Время при передаче микросхемой лог. «0» t_9, мкс	15	–	60
Время считывания данных микросхемы микроконтроллером t_{10}, мкс	–	15	–

Доступные команды

Write_mem (код команды 0x18) – Запись в память. После подачи команды следует: задать 8-ми битный адрес строки (младший бит вперед, Таблица 8); передать 8 бит данных в данную строку.

Read_mem (код команды 0x99) – Чтение памяти. После подачи команды следует: задать 8-ми битный адрес строки (младший бит вперед, Таблица 8); сформировать 8 слотов чтения данных.

Настройка микросхемы, режим «SOFT»

Температурный компаратор можно использовать в режиме «SOFT». При этом после отключения напряжения питания записанные настройки сбросятся, и микросхема вернется в начальный режим работы. При включении питания необходимо заново производить настройку микросхемы.

Для настройки порогов срабатывания и полярности микросхемы необходимо:

1) Произвести инициализацию (см. пункт «Инициализация», Рисунок 5);

2) Подать команду *Write_mem (код команды 0x18) – Запись в память*;

3) Задать 8-ми битный адрес строки младшим битом вперед (Таблица 8);

4) Задать 8 бит данных (Таблица 8);

5) Повторить пункты 1– 4 для других адресов микросхемы.

Таблица 8. Организация пространства памяти

Адрес	**Бит**							
	7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
0x25	TH							
0x26	TL							
0x27	POL	ROM	0	1	0	0	0	1

Описание доступных настроек микросхемы

TH – настройка верхнего порога срабатывания температурного компаратора (8 бит).

TL – настройка нижнего порога срабатывания температурного компаратора (8 бит).

Таблица 9. Настройка порога переключения (бит 7 – старший, бит 0 – младший)

Значение порога переключения, °C	**Биты**							
	7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
+125	0	1	1	1	1	1	0	1
+100	0	1	1	0	0	1	0	0
…	…							
…	…							
–50	1	1	0	0	1	1	0	1
–60	1	1	0	0	0	0	1	1

Бит 7 знаковый: «0» – температура положительная; «1» – температура отрицательная.

Для преобразования положительной температуры необходимо значение порога переключения перевести из десятичного числа в двоичное.

Для преобразования отрицательной температуры необходимо значение порога переключения взять по модулю, перевести из десятичного числа в двоичное и побитово инвертировать.

POL – настройка полярности выхода температурного компаратора.

Графики работы температурного компаратора в зависимости от полярности представлены на рисунках ниже (Рисунок 7, Рисунок 8).

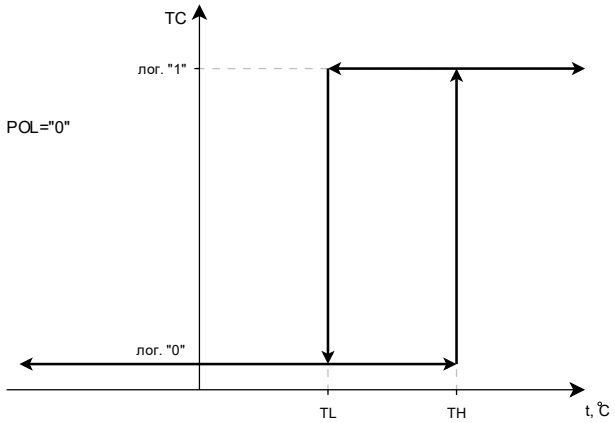

Рисунок 7. Диаграмма работы температурного компаратора при POL = «0»

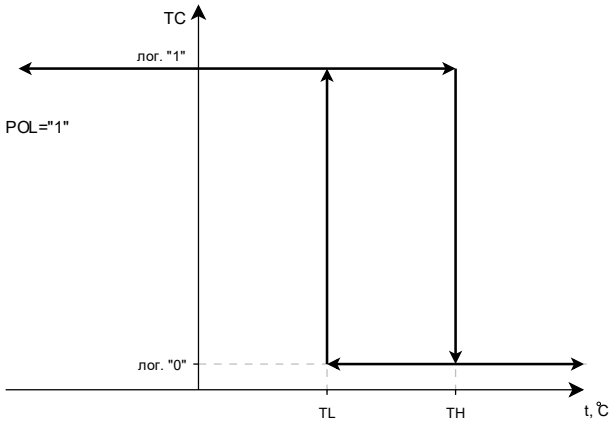

Рисунок 8. Диаграмма работы температурного компаратора при POL = «1»

Примечание:

Для нижнего порога TL в положительном диапазоне из заданной температуры необходимо вычесть 1 перед переводом в двоичный код.

Для верхнего порога TH в отрицательном диапазоне к заданной температуре необходимо прибавить 1 перед переводом в двоичный код.

Разность между порогами TL и TH должна составлять:

– в диапазоне от –60°С до –10°С не менее 6,0°С;

– в диапазоне от –10°С до +60°С не менее 4,0°С;

– в диапазоне от +60°С до +125°С не менее 6,0°С.

ROM – активация ПЗУ. Настройка активирует ПЗУ для TH, TL, POL. Настройка необходима для использования температурного компаратора в режиме «HARD».

Примечание:

Для корректной работы микросхемы в режиме «SOFT» в 0x27 адрес бит 6 необходимо записать лог. «0» (Таблица 8).

Программирование микросхемы, режим «HARD»

Программирование микросхемы:

1) Произвести настройку микросхемы для одного адреса (см. пункты 1–4 «Настройка микросхемы, режим «SOFT»);

2) Подать на вывод PR напряжение +9,2 В в течение 200 мс;

3) Повторить пункты 1-2 для других адресов микросхемы;

4) **Важно!** Для корректной работы микросхемы в режиме «HARD» в 0x27 адрес бит 0, 4, 6, необходимо записать лог. «1» (Таблица 8).

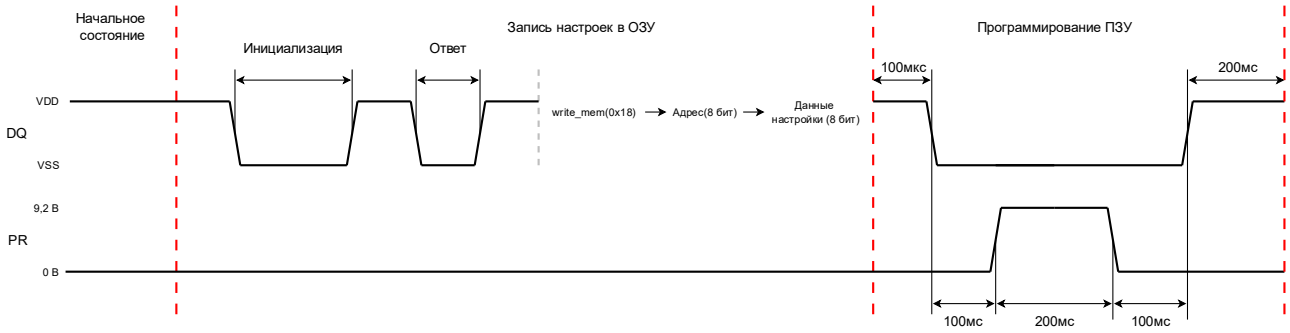

Рисунок 9. Временная диаграмма программирования одного адреса

Для чтения памяти микросхемы необходимо:

1) Произвести инициализацию (см. пункт «Инициализация», Рисунок 4);

2) Подать команду *Read_mem (код команды 0x99)* – Чтение памяти;

3) Задать 8-ми битный адрес строки младшим битом вперед (Таблица 8);

4) Считать 8 бит данных (Таблица 8).

Габаритный чертеж

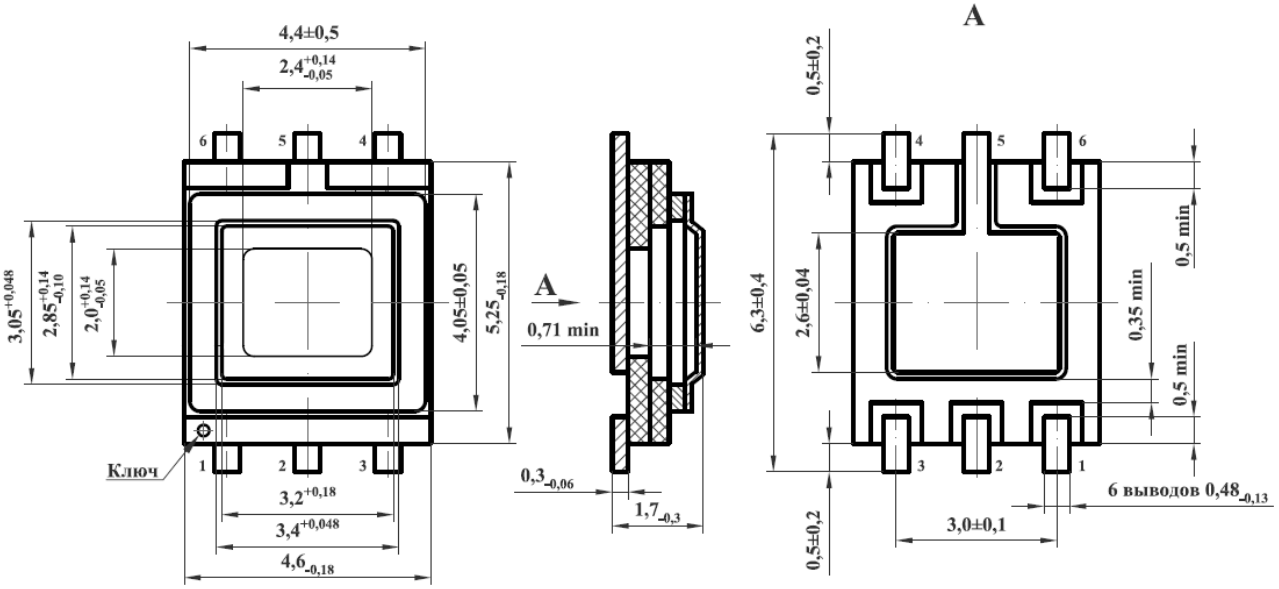

Рисунок 10. Габаритный чертеж корпуса 5221.6-1 (размеры в мм)

Примечание: основной теплопроводящей поверхностью микросхемы является металлизированное дно корпуса.

Информация для заказа

Обозначение	Маркировка	Корпус	Температурный диапазон
5400ТР125-015 АЕНВ.431260.659ТУ карта заказа КФЦС.431260.015-015Д16	А015	5221.6-1	–60°С…+125°С

Обращаем внимание, документация носит ознакомительный характер.
При разработке аппаратуры необходимо руководствоваться КД: технические условия АЕНВ.431260.659ТУ, карта заказа КФЦС.431260.015-015Д16

Лист регистрации изменений

Дата	Версия	Изменения
03.04.2025	1.0	Исходная версия
13.11.2025	1.1	Обновлен пункт «Электрические параметры микросхемы»: – обновлена таблица 1. Обновлен пункт «Режимы эксплуатации»: – обновлена таблица 2. Обновлен пункт «Конфигурация и функциональное описание выводов»: – обновлена таблица 3. Обновлен пункт «Рекомендуемая схема применения»: – обновлен рисунок 3.