

### Основные особенности

- Напряжение питания 5,0 В;
- Ток потребления 9,0 мА;
- 2 канала преобразования;
- 12 разрядов;
- Время установления выходного напряжения не более 0,2 мкс;
- DNL (типичное) 0,6 МЗР;
- INL (типичное) 2,5 МЗР;
- Встроенный опорный уровень;
- Параллельный/последовательный интерфейс входных данных;
- Температурный диапазон от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ ;
- Стойкость к СВВФ.

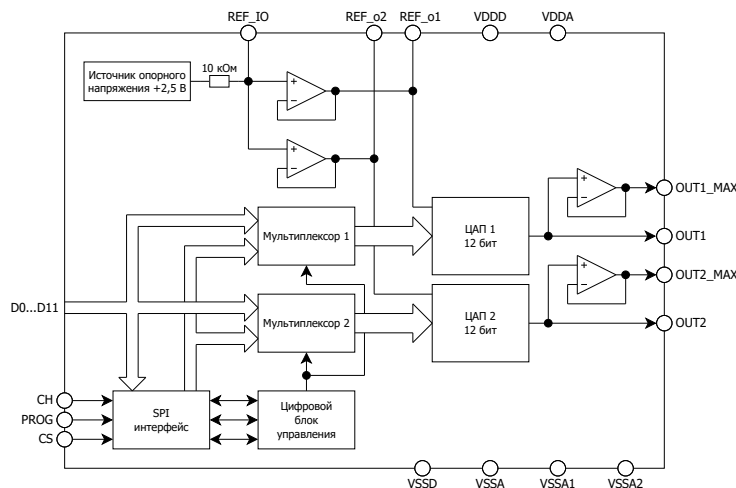


Рисунок 1. Структурная схема



ГГ – год выпуска  
НН – неделя выпуска

 Рисунок 2. Внешний вид  
микросхемы 5400TP045A-002

### Общее описание

Микросхема 5400TP045A-002 – 2-х канальный 12-ти разрядный цифро-аналоговый преобразователь на основе резистивной R-2R матрицы с последовательным или параллельным интерфейсом входных данных. ИМС выполнена на базе радиационно-стойкого аналого-цифрового БМК 5400TP04 по технологии КНИ.

Микросхема состоит из следующих ключевых блоков:

- два 12-ти разрядных цифро-аналоговых преобразователя (ЦАП);
- два цифровых мультиплексора;
- блок последовательного интерфейса;
- цифровой блок управления;
- источник опорного напряжения;
- два выходных буферных ОУ.

Выбор интерфейса входных данных определяется выводом «PROG» (22):

- лог. «0» – параллельный интерфейс;
- лог. «1» – последовательный интерфейс.

В микросхеме реализовано 2 канала преобразования, каждый канал может быть выведен как с буферным ОУ (нагрузочная способность до 25 мА), так и без него.

Возможно использование как встроенного, так и внешнего опорного уровня, значение напряжения которого определяет максимальную амплитуду выходного сигнала ЦАП.

Микросхема выполнена в 28-ми выводном металлокерамическом корпусе МК 5123.28-1.01.

## Электрические параметры микросхемы

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

Параметр, единица измерения	Норма параметра		
	не менее	типичное	не более
Разрядность (N), бит	12		
Дифференциальная нелинейность (DNL), МЗР			
при внутреннем опорном уровне	-1,5	$\pm 0,6$	+1,5
при внешнем опорном уровне	-1,5	$\pm 0,6$	+1,5
Интегральная нелинейность (INL), МЗР			
при внутреннем опорном уровне	-8,0	$\pm 3,0$	+8,0
при внешнем опорном уровне	-7,0	$\pm 2,5$	+7,0
Дифференциальная нелинейность (DNL), МЗР (выход OUT1_MAX, OUT2_MAX через буфер)			
при внутреннем опорном уровне	-1,7	$\pm 0,6$	+1,7
при внешнем опорном уровне	-1,7	$\pm 0,6$	+1,7
Интегральная нелинейность (INL), МЗР (выход OUT1_MAX, OUT2_MAX через буфер)			
при внутреннем опорном уровне	-8,0	$\pm 4,0$	+8,0
при внешнем опорном уровне	-8,0	$\pm 4,0$	+8,0
Время установления выходного напряжения ЦАП, мкс			0,2
Напряжение внутреннего опорного уровня ( $V_{REF}$ ), В	2,35	2,5	2,65
Напряжение внешнего опорного уровня ( $V_{REF_{IO}}$ ), В	2,35	2,5	2,65
Диапазон выходного напряжения, В	VSSA		$V_{REF}$
Нагрузочная способность выводов (OUT1_MAX, OUT2_MAX), мА		20	25
Напряжение питания аналоговой части ( $V_{DDA}$ ), В	4,5	5,0	5,25
Напряжение питания цифровой части ( $V_{DDD}$ ), В	4,5	5,0	5,25
Ток потребления, мА		9,0	17
Напряжение низкого уровня входных цифровых сигналов (D0...D11, CS, CH, PROG), В		0	0,4
Напряжение высокого уровня входных цифровых сигналов (D0...D11, CS, CH, PROG), В	$V_{DDD}-0,4$	$V_{DDD}$	

## Электростатическая защита

Микросхема имеет встроенную защиту от электростатического разряда до 500 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 аналогового питания (VDDA–VSSA), В	4,5	5,25	–0,3	5,35
Напряжение цифрового питания (VDDD–VSSD), В	4,5	5,25	–0,3	5,35
Напряжение внешнего опорного уровня (VREF_IO), В	2,35	2,65	–	3,0
Напряжение высокого уровня входных цифровых сигналов (D0...D11, CS, CH, PROG), В	VDDD–0,4	VDDD+0,3 <sup>(1)</sup>	–0,3	VDDD+0,5 <sup>(2)</sup>
Напряжение низкого уровня входных цифровых сигналов (D0...D11, CS, CH, PROG), В	0	0,4	–0,3	VDDD+0,5 <sup>(2)</sup>
Выходные токи (OUT1_MAX, OUT2_MAX), мА	–	25	–	30
Температура эксплуатации, °С	–60	+125	–60	+150
Примечание: 1) не более 5,25 В 2) не более 5,35 В				

## Конфигурация и функциональное описание выводов

Таблица 3. Функциональное описание выводов

№ вывода	Наименование вывода	Назначение вывода
1	CS	Вход сигнала начала преобразования
2	D6	Параллельный вход ЦАП
3	D7	Параллельный вход ЦАП
4	D8	Параллельный вход ЦАП
5	D9	Параллельный вход ЦАП
6	D10	Параллельный вход ЦАП
7	D11	Параллельный вход ЦАП (старший разряд)
8	CH	Вывод выбора канала ЦАП: «0» – канал 2; «1» – канал 1.
9	VDDD	Вывод положительного цифрового питания
10	VSSA1	Вывод отрицательного аналогового питания или общий
11	REF_o1	Вывод для подключения внешнего шунтирующего конденсатора внутреннего опорного напряжения ЦАП1
12	VDDA	Вывод положительного аналогового питания
13	OUT1	Выход ЦАП1
14	OUT1_MAX	Выход ЦАП1 с буфером
15	REF_IO	Вывод для подключения внешнего шунтирующего конденсатора / вывод для подключения внешнего опорного уровня
16	OUT2_MAX	Выход ЦАП2 с буфером
17	OUT2	Выход ЦАП2
18	VSSA	Вывод отрицательного аналогового питания или общий
19	REF_o2	Вывод для подключения внешнего шунтирующего конденсатора внутреннего опорного напряжения ЦАП2
20	VSSA2	Вывод отрицательного аналогового питания или общий
21	VSSD	Вывод отрицательного цифрового питания или общий
22	PROG	Вывод выбор режима работы: «0» – параллельный интерфейс; «1» – последовательный интерфейс.
23	D0	Параллельный вход ЦАП (младший разряд)
24	D1	Параллельный вход ЦАП
25	D2	Параллельный вход ЦАП
26	D3	Параллельный вход ЦАП
27	D4	Параллельный вход ЦАП
28	D5	Параллельный вход ЦАП

## Эквивалентные схемы

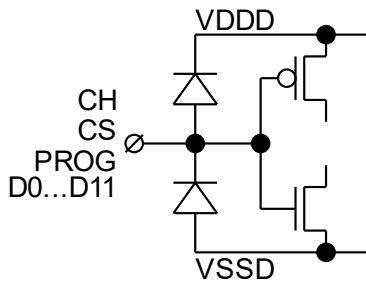


Рисунок 3. Цифровые входы  
CH, CS, D0...D11, PROG

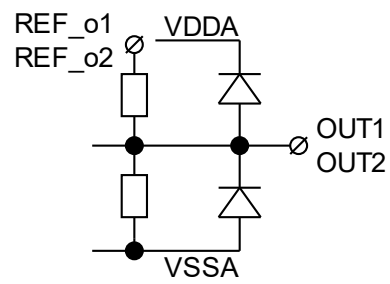


Рисунок 4. Аналоговые выходы OUT1, OUT2

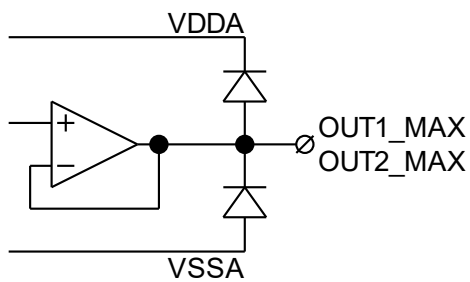


Рисунок 5. Аналоговые выходы  
OUT1\_MAX, OUT2\_MAX

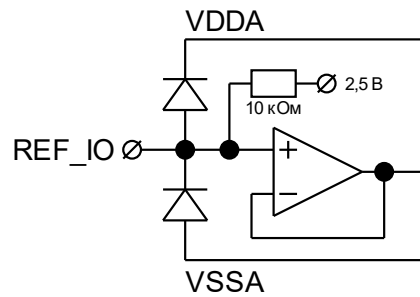


Рисунок 6. Вход опорного напряжения REF\_IO

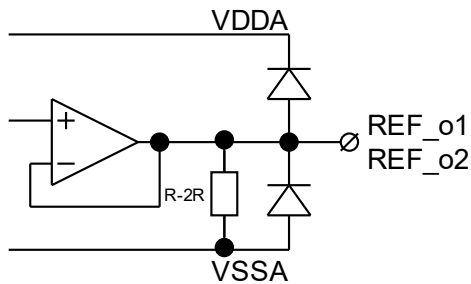


Рисунок 7. Выходы опорного уровня  
REF\_o1, REF\_o2

## Временные диаграммы

### Последовательный интерфейс

PROG = «1» (вывод выбора интерфейса работы);

D10 – тактовая частота;

D11 – последовательный вход.

В начальный момент времени на выходе ЦАП устанавливается напряжение  $V_{REF}/2$ . Данные записываются в последовательный порт D11 по переднему фронту сигнала D10 в течение 24 тактов. По фронту сигнала CS проводится преобразование сразу по 2 каналам. В микросхеме данные D11 защелкиваются по заднему срезу сигнала D10. Выходной сигнал (OUT1, OUT2, OUT1\_MAX, OUT2\_MAX) сохраняется до следующего фронта сигнала CS.

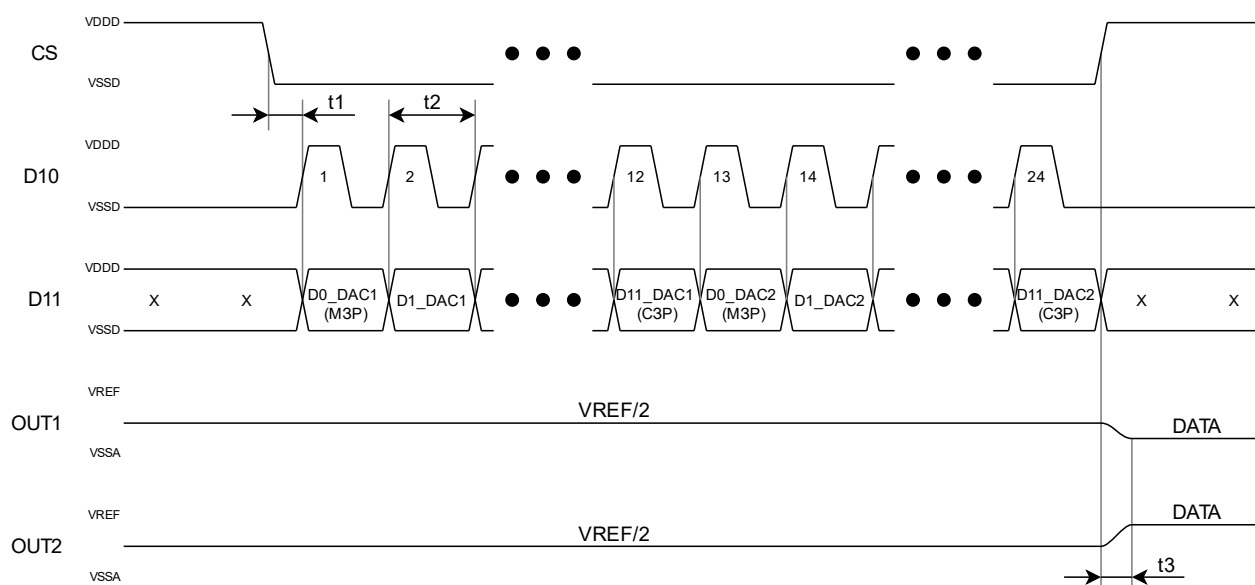


Рисунок 8. Временная диаграмма работы ЦАП для последовательного интерфейса.

Режим одновременного преобразования по двум каналам.

D0\_DAC1 ... D11\_DAC1 – данные, загружаемые в ЦАП1 через последовательный интерфейс;

D0\_DAC2 ... D11\_DAC2 – данные, загружаемые в ЦАП2 через последовательный интерфейс.

Если требуется только один канал, то необходимо подать 12 бит данных по последовательному порту D11 и запустить преобразование сигналом CS. На выходах OUT1 и OUT1\_MAX сохраняется начальное значение напряжения  $V_{REF}/2$ . Временная диаграмма работы представлена ниже.

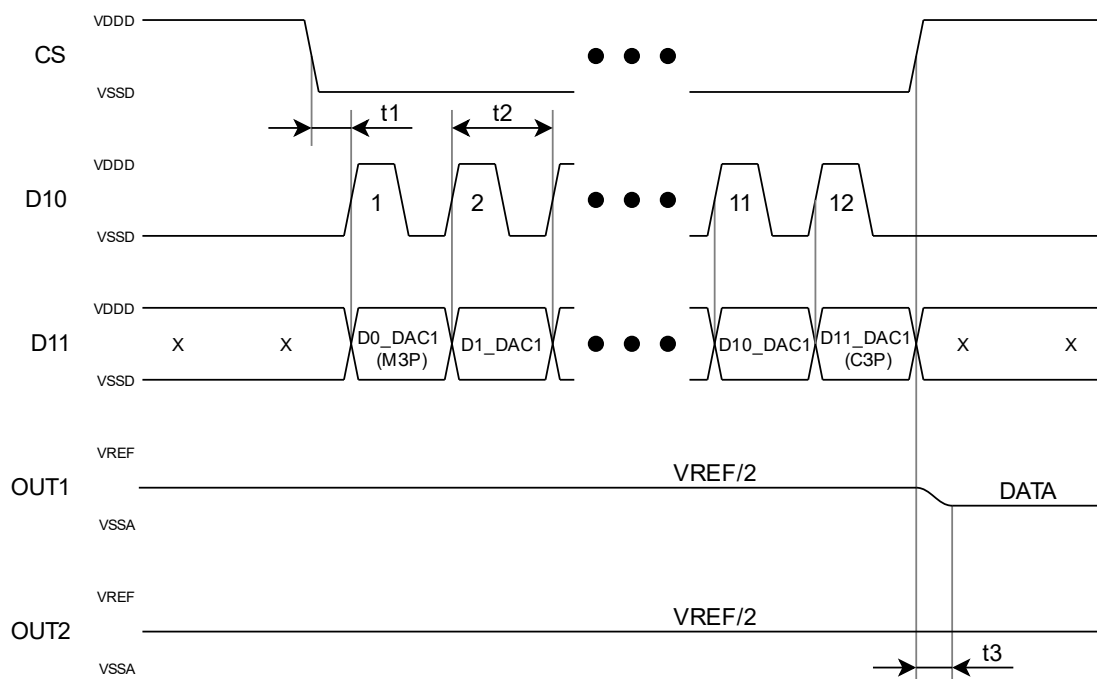


Рисунок 9. Временная диаграмма работы ЦАП для последовательного интерфейса.  
Режим преобразования для одного канала.

Таблица 4. Справочные данные

Параметр, единица измерения	Норма параметра		
	не менее	типовое	не более
Время паузы ( $t_1$ ), нс	$\frac{t_2}{4}$		
Период тактового сигнала ( $t_2$ ), нс	62,5		
Коэффициент заполнения тактового сигнала, %	40	50	60
Время установления выходного напряжения ( $t_3$ ), мкс			0,2

### Параллельный интерфейс

PROG = «0» (вывод выбора интерфейса работы);

CH = «0» – выбор ЦАП 2;

CH = «1» – выбор ЦАП 1.

В начальный момент времени на выходе ЦАП устанавливается напряжение  $V_{REF}/2$ . Данные D0...D11 загружаются в ЦАП на  $t_1$  позже переключения сигнала выбора канала CH. Запрос преобразования возможен через  $t_5$  после начала загрузки данных. Преобразование происходит по фронту сигнала CS. Выходные сигналы (OUT1, OUT2, OUT1\_MAX, OUT2\_MAX) сохраняются до следующего фронта сигнала CS. Если канал не активен, на выходе сохраняется последнее преобразованное значение.

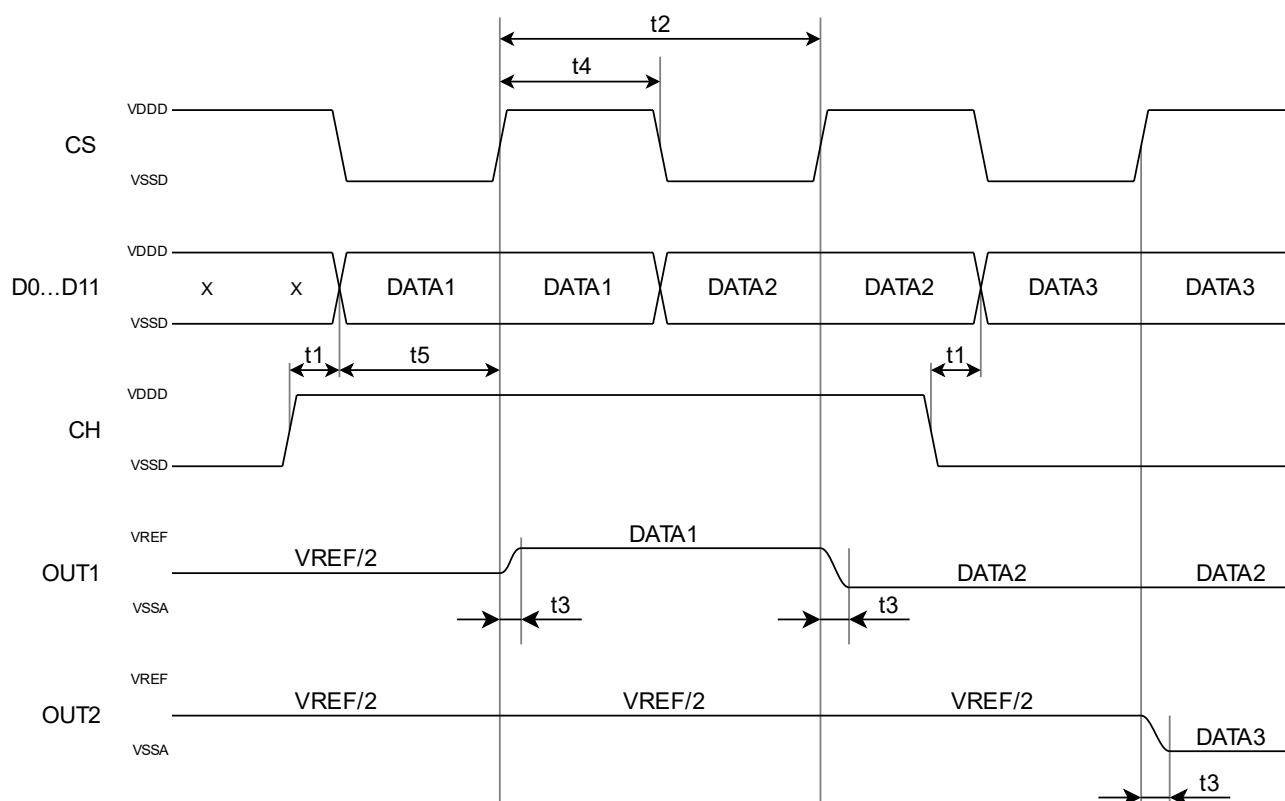


Рисунок 10. Временная диаграмма работы ЦАП для параллельного интерфейса

Таблица 5. Справочные данные

Параметр, единица измерения	Норма параметра		
	не менее	типовое	не более
Время между выбором канала и началом загрузки данных ( $t_1$ ), нс	25		
Время между запросами преобразования ( $t_2$ ), нс	500		
Время установления выходного напряжения ( $t_3$ ), мкс			0,2
Длительность сигнала CS ( $t_4$ ), нс	100		
Время между началом загрузки данных и запросом преобразования ( $t_5$ ), нс	100		



## Типовые характеристики

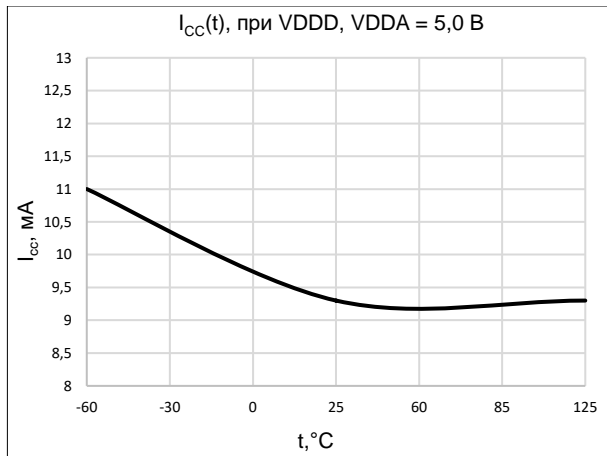


Рисунок 11. Зависимость тока потребления от температуры

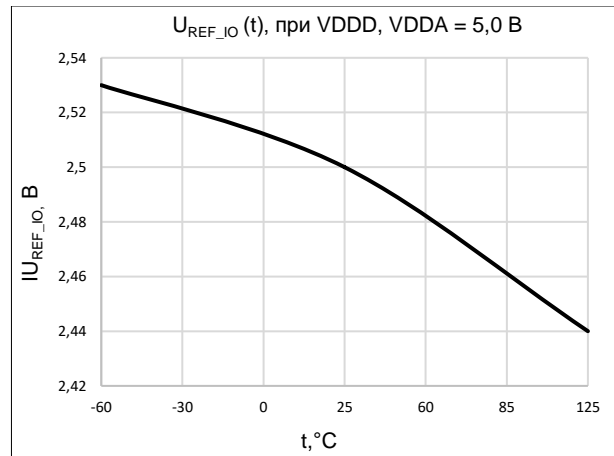


Рисунок 12. Зависимость напряжения внутреннего опорного уровня от температуры

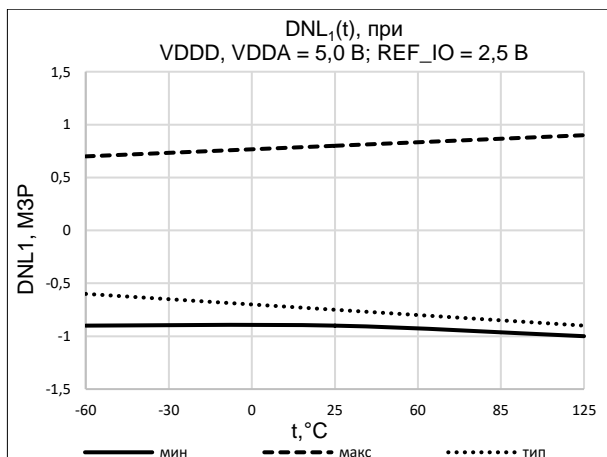


Рисунок 13. Зависимость дифференциальной нелинейности от температуры (внешний опорный уровень 2,5 В)

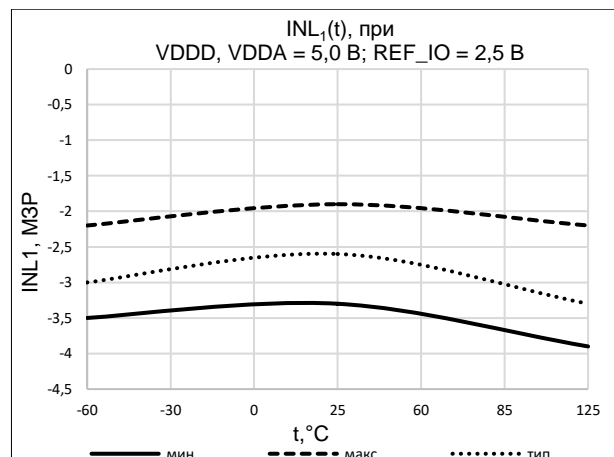


Рисунок 14. Зависимость интегральной нелинейности от температуры (внешний опорный уровень 2,5 В)

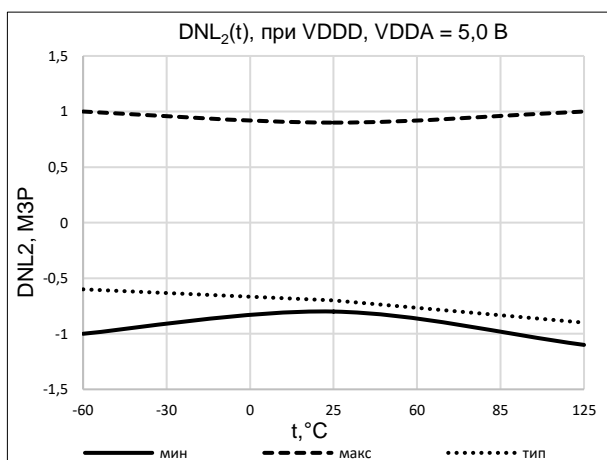


Рисунок 15. Зависимость дифференциальной нелинейности от температуры (внутренний опорный уровень)

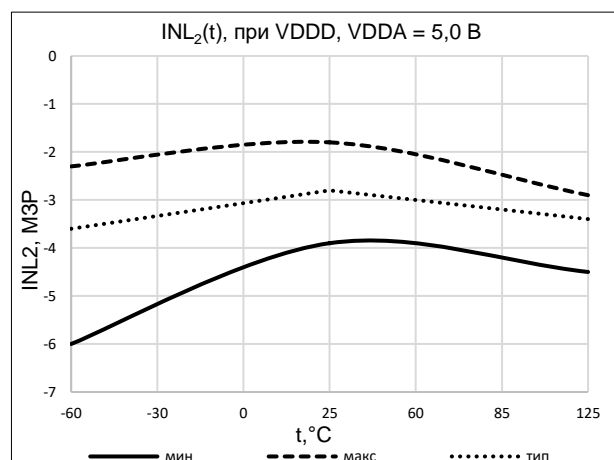


Рисунок 16. Зависимость интегральной нелинейности от температуры (внутренний опорный уровень)

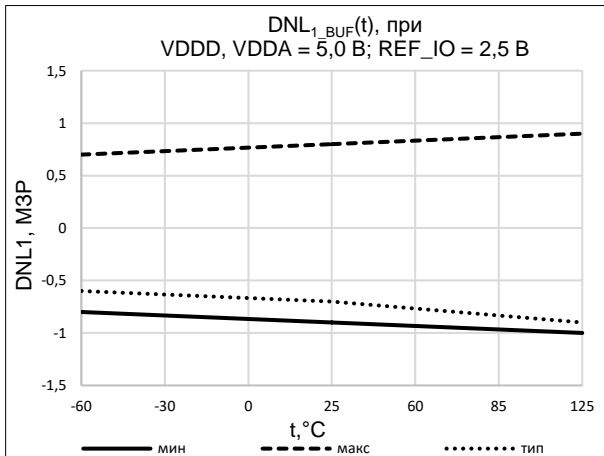


Рисунок 17. Зависимость дифференциальной нелинейности от температуры (внешний опорный уровень 2,5 В, выход через буфер)

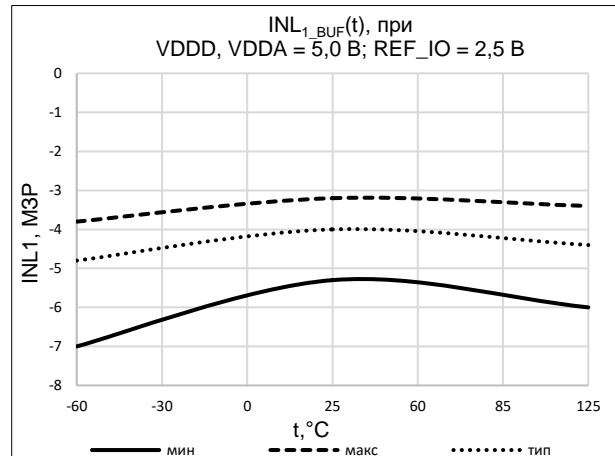


Рисунок 18. Зависимость интегральной нелинейности от температуры (внешний опорный уровень 2,5 В, выход через буфер)

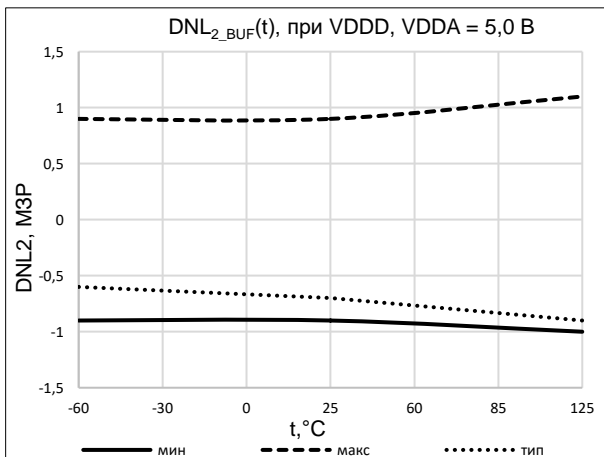


Рисунок 19. Зависимость дифференциальной нелинейности от температуры (внутренний опорный уровень, выход через буфер)

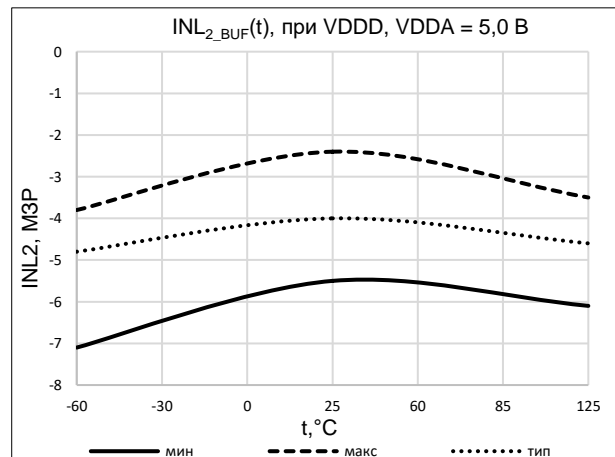


Рисунок 20. Зависимость интегральной нелинейности от температуры (внутренний опорный уровень, выход через буфер)

## Рекомендуемая схема применения

Таблица 6. Таблица внешних компонентов

Компонент	Номинал
C1	10 нФ
C2, C3	200 нФ
C4	1 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.

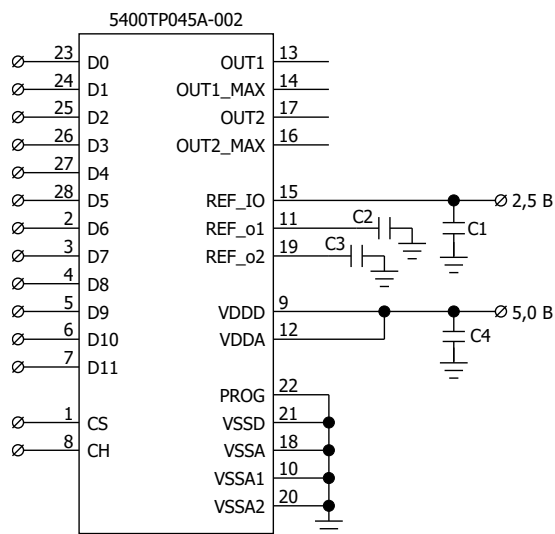


Рисунок 21. Рекомендуемая схема применения для параллельного интерфейса (внешний опорный уровень)

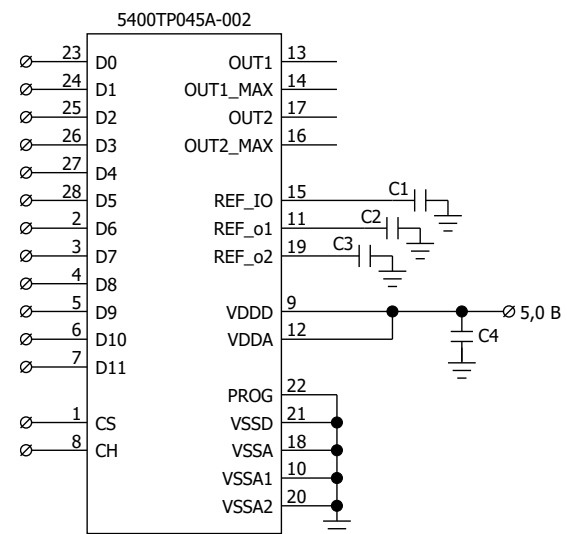


Рисунок 22. Рекомендуемая схема применения для параллельного интерфейса (внутренний опорный уровень)

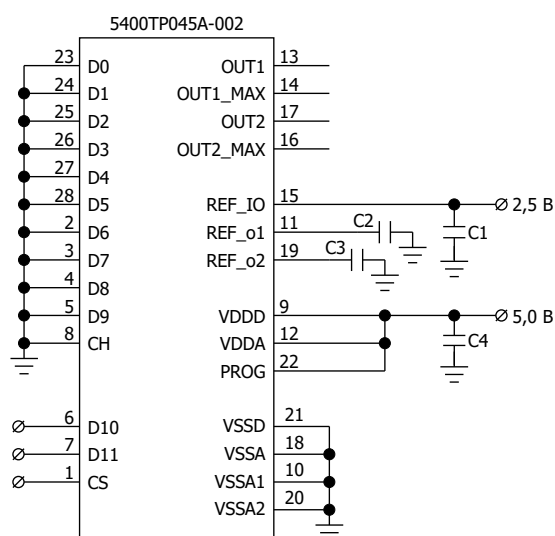


Рисунок 23. Рекомендуемая схема применения для последовательного интерфейса (внешний опорный уровень)

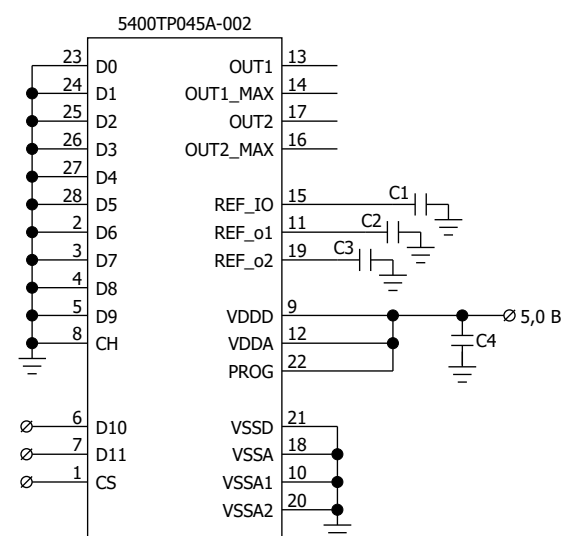


Рисунок 24. Рекомендуемая схема применения для последовательного интерфейса (внутренний опорный уровень)

## Описание функционирования микросхемы

Микросхема представляет собой 2-х канальный 12-ти разрядный цифро-аналоговый преобразователь на основе резистивной R-2R матрицы с последовательным или параллельным интерфейсом входных данных.

Выбор интерфейса входных данных определяется выводом «PROG»:

- лог. «0» – параллельный интерфейс;
- лог. «1» – последовательный интерфейс.

В микросхеме реализовано 2 канала преобразования, выбор канала определяется выводом «CH»:

- лог. «0» – канал 2;
- лог. «1» – канал 1.

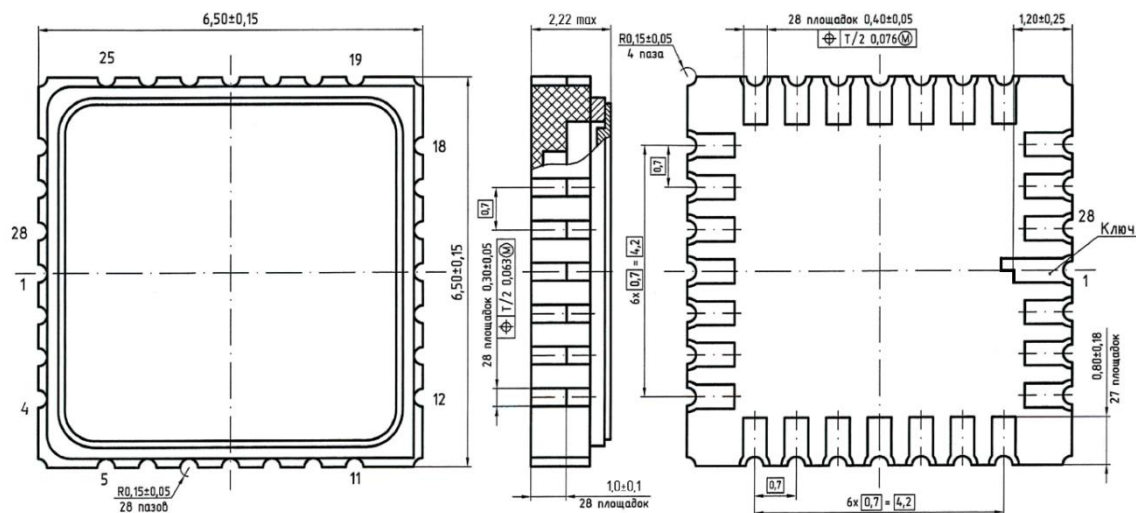
Каждый канал ЦАП может быть выведен как с буферным ОУ с нагрузочной способностью до 25 мА (выходы OUT1\_MAX, OUT2\_MAX), так и без него (выходы OUT1, OUT2).

Возможно использование как встроенного, так и внешнего опорного уровня (напряжение подается на вывод REF\_IO), значение которого определяет максимальную амплитуду выходного сигнала.

Таблица 7. Формат выходных данных

Входной код (D11 ... D0)	Выходное напряжение
1111 1111 1111	$+V_{REF}$
0111 1111 1111	$+V_{REF}/2$
0000 0000 0000	0

## Габаритный чертеж



1. \* Размеры для справок.  
2. Нумерация выводных площадок показана условно.

Рисунок 25. Габаритный чертеж корпуса МК 5123.28-1.01 (размеры в мм)

## Информация для заказа

Обозначение	Маркировка	Корпус	Температурный диапазон
Категория качества «ВП»			
5400ТР045А-002 АЕНВ.431260.237ТУ карта заказа КФЦС.431260.003-002Д16	045А-002	МК 5123.28-1.01	-60°C...+125°C
Категория качества «ОТК»			
К5400ТР045А-002 КФЦС.431000.001ТУ КФЦС.431260.001.01СП карта заказа КФЦС.431260.003.01-002Д16	К045А-002	МК 5123.28-1.01	-60°C...+125°C

Микросхемы категории качества «ВП» маркируются ромбом.

Микросхемы категории качества «ОТК» маркируются буквой «К».

## Лист регистрации изменений

Дата	Версия	Изменения
19.01.2017	1.0	Исходная версия
23.03.2017	1.1	Обновлена Таблица 2. – Вывод PROG
10.08.2017	1.2	Добавлен пункт «Типовые характеристики»
10.03.2020	2.0	<p>Переработана структура документа;</p> <p>Добавлен пункт «Общее описание»;</p> <p>Добавлен пункт «Электрические параметры микросхемы»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– добавлена таблица 1.</li> </ul> <p>Добавлен пункт «Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– добавлена таблица 2.</li> </ul> <p>Обновлен пункт «Конфигурация и функциональное описание выводов»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– добавлен столбец №КП в таблице 3.</li> </ul> <p>Добавлен пункт «Эквивалентные схемы»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– добавлены рисунки 3 – 7.</li> </ul> <p>Добавлен пункт «Временные диаграммы»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– добавлены таблицы 4, 5;</li> <li>– добавлены рисунки 8, 9.</li> </ul> <p>Обновлен пункт «Типовые характеристики»</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– добавлены рисунки 10 – 14.</li> </ul> <p>Обновлен пункт «Рекомендуемая схема применения»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлен рисунок 22.</li> </ul> <p>Добавлен пункт «Описание функционирования микросхемы»;</p> <p>Добавлены пункты «Габаритный чертеж», «Информация для заказа».</p>
23.06.2020	2.1	<p>Обновлен пункт «Временные диаграммы»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлен рисунок 8.</li> </ul> <p>Обновлен пункт «Типовые характеристики»</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлены рисунки 10 – 15.</li> </ul>
25.12.2020	2.2	<p>Обновлен пункт «Блок схема»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлен рисунок 1.</li> </ul> <p>Обновлен пункт «Электрические параметры микросхемы»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлена таблица 1.</li> </ul> <p>Обновлен пункт «Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлена таблица 2.</li> </ul> <p>Обновлен пункт «Временные диаграммы»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлен рисунок 8.</li> </ul> <p>Обновлен пункт «Рекомендуемая схема применения»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлены рисунки 16, 17;</li> <li>– добавлены рисунки 18, 19.</li> </ul>
18.02.2022	2.3	<p>Обновлен пункт «Электрические параметры микросхемы»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлена таблица 1.</li> </ul> <p>Обновлен пункт «Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлена таблица 2.</li> </ul> <p>Обновлен пункт «Типовые характеристики»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обновлены рисунки 10–19.</li> </ul>

