



МИКРОСХЕМА  
ДВУХКАНАЛЬНОГО ДВЕНАДЦАТИРАЗЯДНОГО  
ЦИФРО-АНАЛОГОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ  
С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ SPI  
**1583НА025 (1586ПА1АУ), 1583НА025А**

**Краткое описание**

Главный конструктор разработки

\_\_\_\_\_ А.В. Власов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

# Оглавление

<b>1</b>	<b>Общие положения.....</b>	<b>3</b>
1.1	Описание работы .....	3
1.2	Интерфейс.....	3
1.3	Технические условия.....	4
<b>2</b>	<b>Основные параметры .....</b>	<b>5</b>
2.1	Основные электрические параметры .....	5
2.2	Таблица назначения выводов.....	6
2.3	Конструктивное исполнение микросхемы 1583НА025 .....	7
2.4	Конструктивное исполнение микросхемы 1583НА025А .....	7
2.5	Требования по стойкости к воздействию специальных факторов.....	8
2.6	Требования по стойкости к воздействию климатических факторов .....	9
<b>3</b>	<b>Указания по применению и эксплуатации.....</b>	<b>10</b>
3.1	Типовая схема включения.....	10
<b>4</b>	<b>Справочная информация.....</b>	<b>12</b>
4.1	Структура R-2R матрицы .....	12
4.2	Условное графическое обозначение .....	12
4.3	Лист регистрации изменений.....	13

# 1 Общие положения

## 1.1 Описание работы

Микросхема представляет собой двухканальный 12-разрядный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), реализованный на основе R-2R матрицы, с последовательным интерфейсом SPI. Каналы имеют общий SPI интерфейс и независимые выходы.

Опорное напряжение ЦАП может иметь любую полярность, полярность выходного напряжения, полученного по типовой схеме включения, будет противоположной.

Типовая схема включения, формирующая результат преобразования в виде напряжения с помощью двух операционных усилителей, приведена на рисунке 3. Для формирования биполярного выходного сигнала может применяться схема, приведенная на рисунке 4.

## 1.2 Интерфейс

Интерфейс последовательный SPI. Длина слова – 2 байта, последовательность бит следующая: 1, 2 – любые, 3 – младший разряд, 14 – старший разряд, 15 – знак, 16 – номер канала. Диаграмма работы приведена на рисунке 1.

Запись во входной буфер осуществляется по фронту сигнала SCLK. Запись из входного буфера в регистры ЦАП производится по высокому уровню сигнала SS. Если Master-SPI позволяет, то посылку можно формировать из 14 бит, пропуская первые два, т.к. запись в регистры ЦАП по сигналу SS происходит из последних 14 бит, записанных во входной буфер.

Максимальная частота входного сигнала SCLK составляет 5 МГц при  $U_{IH} = 3,0В$  и 8 МГц при  $U_{IH} = 5,0В$ .

Бит знака воспроизводится на выходах ZN\_A, ZN\_B. Данные сигналы можно использовать для построения схемы управляемого инвертора выходного напряжения, что позволит формировать биполярный выходной сигнал.

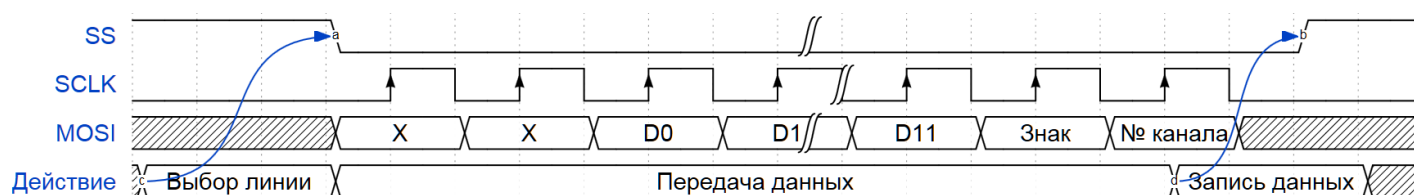
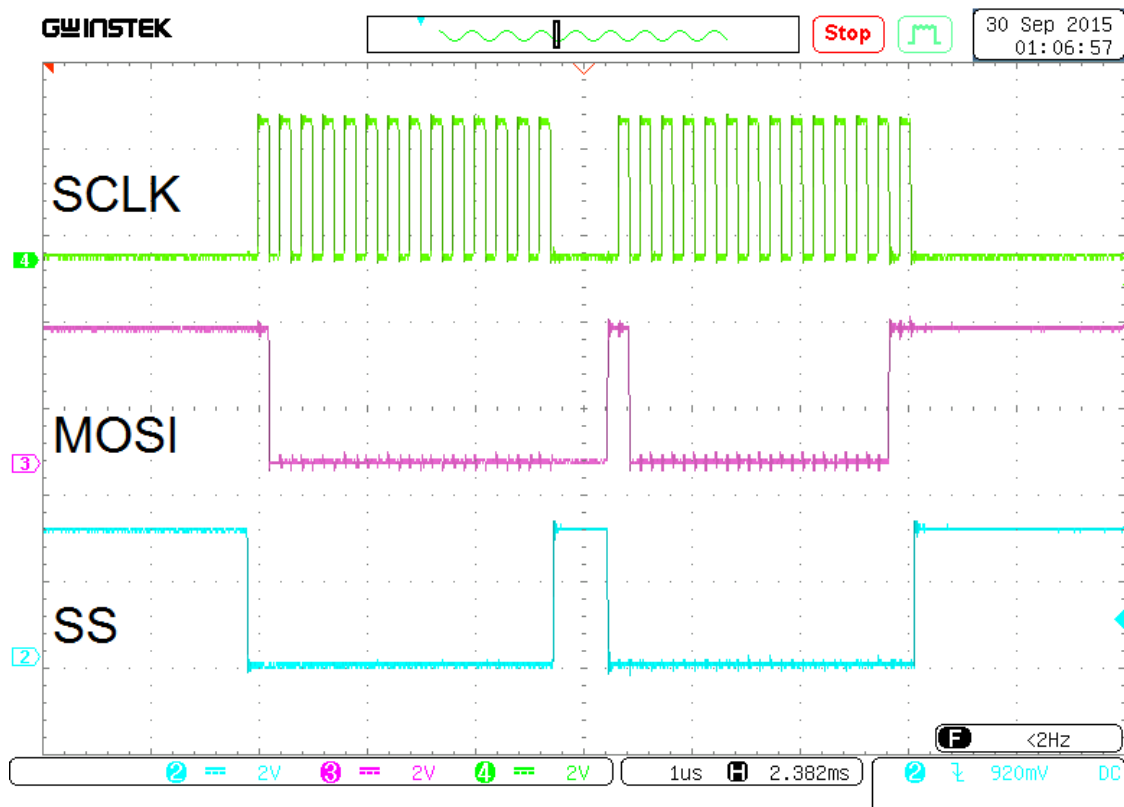


Рисунок 1. Диаграмма работы по последовательному каналу SPI



На осциллограмме приведена запись младшей единицы последовательно в оба канала словами по 14 бит.

*Рисунок 1.1. Осциллограмма работы по последовательному каналу SPI*

### 1.3 Технические условия

Для получения подробной информации о микросхеме, обращайтесь к техническим условиям! Для ознакомления ТУ предоставляются бесплатно, однако следует на них официально подписываться для своевременного получения изменений.

Номер технических условий: АЕНВ.431320.204ТУ.

Проводятся работы по включению микросхем в Перечень «ЭЖБ».

## 2 Основные параметры

### 2.1 Основные электрические параметры

Т а б л и ц а 1 – Электрические параметры микросхемы 1583НА025(А) при приёмке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура окружающей среды, ОС
		не менее	не более	
Напряжение смещения нуля, мВ, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$U_{Ю}$	–	0,5	$25 \pm 10$ минус ( $60 \pm 3$ ); $125 \pm 5$
Ток утечки низкого уровня на входах SCLK, SS, MOSI, RS, мкА, при $U_{IL} = 0$ В; $U_{CC} = 5,0$ В	$I_{ILL}$	– 3,0	–	$25 \pm 10$
		–15,0		минус ( $60 \pm 3$ ); $125 \pm 5$
Ток утечки высокого уровня на входах SCLK, SS, MOSI, мкА, при $U_{IH} = 3,0$ В; $U_{CC} = 5,0$ В	$I_{ILH}$	–	3,0	$25 \pm 10$
			15,0	минус ( $60 \pm 3$ ); $125 \pm 5$
Ток утечки высокого уровня на входе RS, мА, при $U_{IH} = 3,0$ В; $U_{CC} = 5,0$ В		–0,25	–	$25 \pm 10$ минус ( $60 \pm 3$ ); $125 \pm 5$
Выходной ток низкого уровня на выходах ZN_A, ZN_B, мА, при $U_{CC} = 5,0$ В; $U_O = 0,4$ В	$I_{OL}$	2,0	–	
Выходной ток высокого уровня на выходах ZN_A, ZN_B, мА, при $U_{CC} = 5,0$ В; $U_O = 4,6$ В	$I_{OH}$	–	–0,8	
Ток потребления, мА, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$I_{CC}$	–	0,25	
Входной ток опорного напряжения, мА, при $U_{REF} = 8,192$ В	$I_{REF}$	–	0,8	
Время установления выходного тока, нс, при $U_{CC} = 5,0$ В;	$t_{SO}$	–	50	
Погрешность полной шкалы, %, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$\delta_{FS}$	–0,1	0,1	
Нелинейность, % от полной шкалы, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$\delta_L$	–	0,05	
Дифференциальная нелинейность, % от полной шкалы, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$\delta_{LD}$	–0,05 прим.2	0,05 прим.2	
Число разрядов ЦАП	b	12	–	
<p>П р и м е ч а н и я:</p> <p>1 Измерение нелинейности (<math>\delta_L</math>) и дифференциальной нелинейности (<math>\delta_{LD}</math>) проводят путём построения оптимальной передаточной характеристики методом наименьших квадратов.</p> <p>2 Не более 3-х точек на передаточной характеристике: <math>\frac{1}{4}</math>, <math>\frac{1}{2}</math>, <math>\frac{3}{4}</math> шкалы преобразования. В остальных точках передаточной характеристики типовое <math>\delta_{LD}</math> не более <math>\pm 0,0125</math> %.</p> <p>3 Нелинейность (<math>\delta_L</math>) указывается по модулю.</p> <p>4 Ток потребления не учитывает ток через подтягивающий резистор на входе RS, если на него все время подается нулевой уровень.</p>				

Т а б л и ц а 2 – Режимы эксплуатации микросхемы 1583НА025(А)

Наименование параметра режима, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Предельно допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания по источнику питания «+5 В», В	$U_{CC}$	4,5	5,5	4,5	5,5
Входное напряжение высокого уровня, В	$U_{IH}$	$U_{CC} - 2,0$	$U_{CC} + 0,5$	–	–
Входное напряжение низкого уровня, В	$U_{IL}$	0	0,4	–	–
Опорное напряжение, В	$U_{REF}$	-15,0	15,0	–	–
Выходное напряжение низкого уровня, В	$U_{OL}$	0	0,4	–	–
Выходное напряжение высокого уровня, В	$U_{OH}$	$U_{CC} - 0,4$	$U_{CC}$	–	–
Частота входного сигнала по входу SCLK, МГц	$f_{SCLK}$	–	5,0	–	8,0

## 2.2 Таблица назначения выводов

Т а б л и ц а 3 – Назначение выводов микросхем 1583НА025, 1583НА025А

Номер вывода	Обозначение вывода	Тип	Назначение вывода
1	ZNB	выход	Выход знака канала В
2	AGNDB	питание	Аналоговая земля канала В
3	OUTB	аналоговый выход	Токовый выход канала В
4	$U_{REFB}$	аналоговый вход	Опорное напряжение канала В
5	$R_{FVB}$	аналоговый вход	Вход обратной связи канала В
6	+5 V	питание	Положительное питание (+5 В)
7	SS	вход	Вход выбора ведомого SPI, активный «0»
8	GND	питание	Общий вывод («земля», 0 В)
9	SCLK	вход	Вход тактовых импульсов от ведущего SPI
10	MOSI	вход	Вход данных от ведущего SPI
11	RS	вход	Вход начального сброса, подтянут к «+5В» через резистор 17 кОм, активный «0»
12	$R_{FVA}$	аналоговый вход	Вход обратной связи канала А
13	$U_{REFA}$	аналоговый вход	Опорное напряжение канала А
14	OUTA	аналоговый выход	Токовый выход канала А
15	AGNDA	питание	Аналоговая земля канала А
16	ZNA	выход	Выход знака канала А

### 2.3 Конструктивное исполнение микросхемы 1583HA025

Микросхемы 1583HA025 выполнены в корпусе Н04.16-1В.

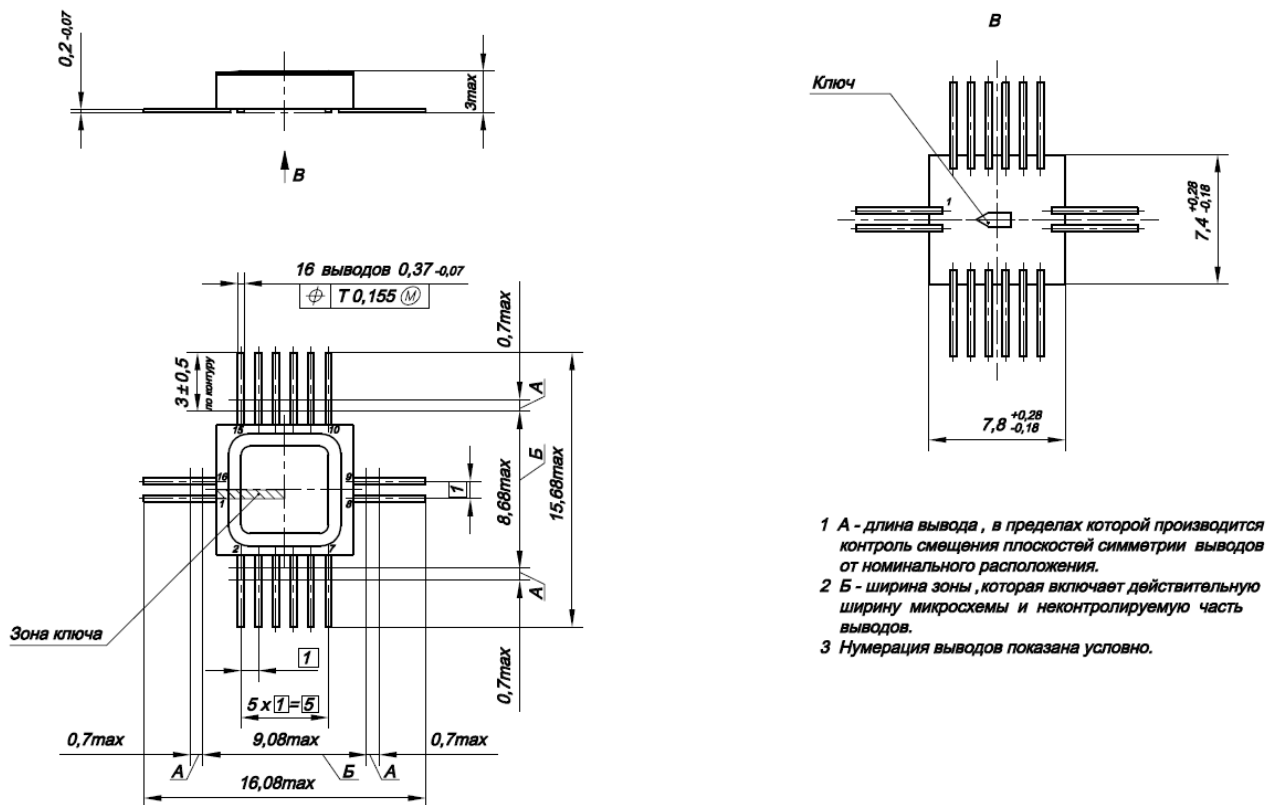


Рисунок 2. Габаритный чертеж корпуса Н04.16-1В

### 2.4 Конструктивное исполнение микросхемы 1583HA025А

Микросхемы 1583HA025А выполнены в корпусе 5119.16-А.

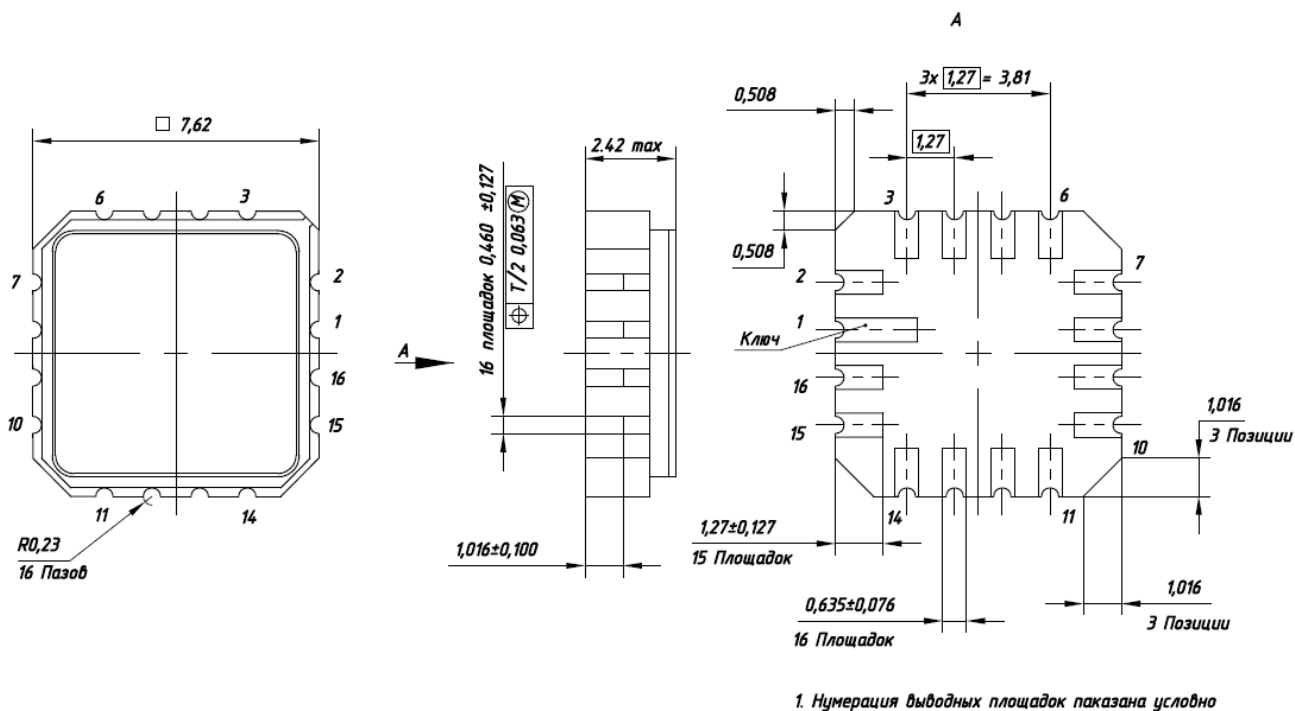


Рисунок 2.1. Габаритный чертеж корпуса 5119.16-А

## 2.5 Требования по стойкости к воздействию специальных факторов

Характеристика фактора	7.И <sub>1</sub>	7.И <sub>6</sub>	7.И <sub>7</sub>	7.С <sub>1</sub>	7.С <sub>4</sub>	7.К <sub>1</sub>	7.К <sub>4</sub>
Группа исполнения 1	$0,12 \cdot 3U_C$	$0,04 \cdot 3U_C$	$0,2 \cdot 3U_C$	$110 \cdot 1U_C$	$1,9 \cdot 1U_C$	–	–
Группа исполнения 2	$4U_C$	$2 \cdot 5U_C$	$2 \cdot 2U_C$	$4U_C$	$0,5 \cdot 1U_C$	$0,2 \cdot 2K$	$0,2 \cdot 1K$

Пр и м е ч а н и я по группе исполнения 1:

1 Испытания проведены в РФЯЦ-ВНИИЭФ.

2 Критерием годности микросхем является дифференциальная и интегральная нелинейность, оцененные по монотонности передаточной характеристики в процессе проведения испытаний, а также ток потребления, значение которого не должно превышать 20 мА.

3 В процессе проведения испытаний на воздействие спецфактора 7.С с характеристиками 7.С<sub>1</sub>, 7.С<sub>4</sub>, спецфактора 7.И с характеристиками 7.И<sub>1</sub>, 7.И<sub>6</sub>, 7.И<sub>7</sub> на входы микросхем ЦАП подается последовательно возрастающий код, что на выходе микросхем, включенных по типовой схеме, приводит к последовательно возрастающему напряжению.

4 В процессе испытаний на воздействие спецфактора 7.С с характеристиками 7.С<sub>1</sub>, 7.С<sub>4</sub> контролируются также напряжение смещения нуля и напряжение в конечной точке шкалы.

5 Напряжение смещения нуля и напряжение в конечной точке шкалы измеряются по типовой схеме включения с операционным усилителем.

6 При испытании на воздействие спецфактора 7.С осуществляется одновременное воздействие 7.С<sub>1</sub> и 7.С<sub>4</sub>, отказа микросхем на указанном уровне воздействия не произошло.

7 В таблице указаны фактически испытанные уровни стойкости микросхем, при этом стойкость КМОП микросхем к воздействию спецфактора 7.И с характеристикой 7.И<sub>1</sub> обеспечивается их конструкцией и испытания допускаются не проводить до группы 4Ус.



Примечания по группе исполнения 2:

1 Испытания проведены в ИЭПЭ НИЯУ МИФИ.

2 Коэффициент увеличения радиационной нагрузки составил 1,3. Погрешность дозиметрии, учтенная в результатах измерения для 7.И<sub>7</sub>, 7.С<sub>4</sub>, 7.К<sub>1</sub>, 7.К<sub>4</sub> равна 15%, для 7.И<sub>6</sub> равна 30%.

3 В процессе проведения испытаний контролировались параметры передаточной характеристики ЦАП в соответствии с таблицей 4:

Таблица 4. Нормы на параметры в процессе и после проведения испытаний на воздействие СФ.

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение параметра	Режим измерения	Норма		Характеристики
			не менее	не более	
Тиристорный эффект и катастрофические отказы	ТЭ, КО	U <sub>CC</sub> = 5,5 В U <sub>REF</sub> = 8,192 В	Отсутствие ТЭ и КО		7.И <sub>6</sub> (7.И <sub>8</sub> )
Время потери работоспособности, мс	t <sub>ВПР</sub>	U <sub>CC</sub> = 5,0 В U <sub>REF</sub> = 8,192 В	–	2	
Ток потребления, мА	I <sub>CC</sub>		–	20	7.И <sub>7</sub> (7.С <sub>4</sub> )
Ток смещения нуля, нА	I <sub>Ю</sub>		–	300	
Погрешность полной шкалы, ЕМР	δ <sub>FS</sub>		–8	8	
Нелинейность, ЕМР	δ <sub>L</sub>		–4	4	
Дифференциальная нелинейность, ЕМР	δ <sub>LD</sub>		–4	4	

## 2.6 Требования по стойкости к воздействию климатических факторов

Климатические факторы – по ОСТ В 11 0998, в том числе:

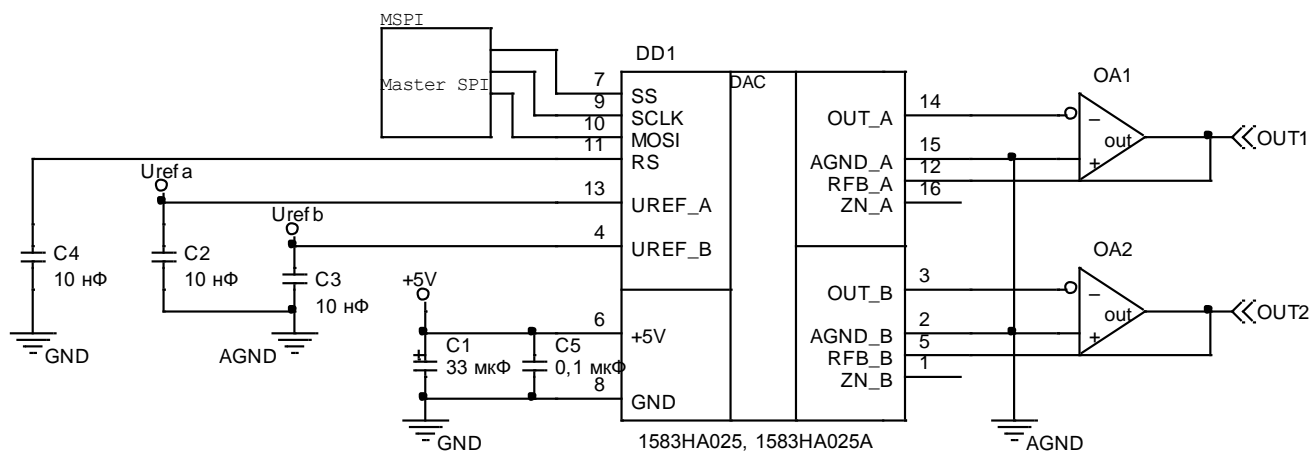
- повышенная рабочая температура среды 125 °С;
- пониженная рабочая температура среды минус 60 °С;
- атмосферное пониженное рабочее давление –  $1,3 \cdot 10^{-4}$  Па ( $10^{-6}$  мм рт. ст.);
- требования по устойчивости к воздействию статической пыли не предъявляются.

Требования по стойкости к воздействию повышенной влажности, соляному туману и атмосферным конденсированным осадкам обеспечиваются условием многослойного лакового покрытия микросхем в составе аппаратуры.

Требования по стойкости к воздействию плесневых грибов, статической и динамической пыли, контрольных сред (сред заполнения) обеспечиваются конструкцией микросхем.

### 3 Указания по применению и эксплуатации

#### 3.1 Типовая схема включения



DD1 – микросхема;

OA1, OA2 – прецизионные операционные усилители;

MSPI – микроконтроллер или ПЛИС, исполняющий роль ведущего SPI;

C1, C5 – конденсаторы, фильтрующие напряжение питания

(C1 ставится, если ранее на плате нигде не был установлен электролитический конденсатор);

C2, C3 – конденсаторы, фильтрующие опорное напряжение;

C4 – конденсатор начального сброса;

GND – цифровая земля;

AGND – аналоговая земля.

#### Примечания :

1 В случае использования только одного канала подключение AGND к земле у неработающего канала обязательно.

2 AGND должен быть соединен с GND. Для получения минимального смещения нуля пользователю следует трассировать AGND отдельным проводником.

3 Проводники от выводов микросхемы OUT до ОУ должны быть минимизированы по длине и окружены земляным кольцом цепи AGND во избежание попадания наводок на выходной токовый сигнал.

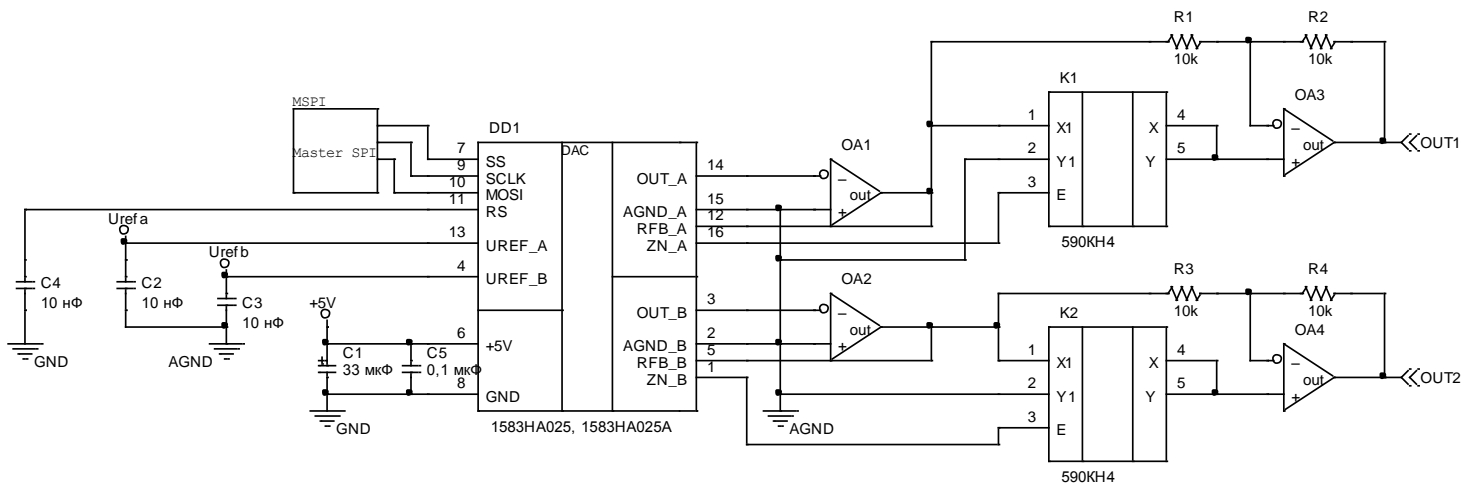
4 При выборе операционного усилителя для подключения к ЦАП пользователю следует обратить особое внимание на такие параметры, как входной ток и скорость нарастания выходного напряжения.

5 Формула формирования выходного напряжения:

$U_{out} = - ((N/4096) * U_{ref})$ , где N - код, передаваемый в мантиссе, N не более 4095, при этом Uref любой полярности!

6 Структура R-2R матрицы приведена на рисунке 5.

Рисунок 3. Типовая схема включения микросхемы 1583HA025



DD1 – микросхема;

OA1-OA4 – прецизионные операционные усилители;

K1, K2 – аналоговые ключи (например, 590KH4);

MSPI – микроконтроллер или ПЛИС, исполняющий роль ведущего SPI;

C1, C5 – конденсаторы, фильтрующие напряжение питания

(C1 ставится, если ранее на плате нигде не был установлен электролитический конденсатор);

C2, C3 – конденсаторы, фильтрующие опорное напряжение;

C4 – конденсатор начального сброса;

R1-R4 – высокоточные резисторы 10 кОм, погрешность 0,1% или 0,05%;

GND – цифровая земля;

AGND – аналоговая земля.

**Примечание :**

В приведенной схеме включения выходное напряжение формируется по формуле:

$$U_{out} = Z \left( \frac{N}{4096} \right) \cdot U_{ref},$$

где N - код, передаваемый в мантиссе, N не более 4095,

где Z - знак:

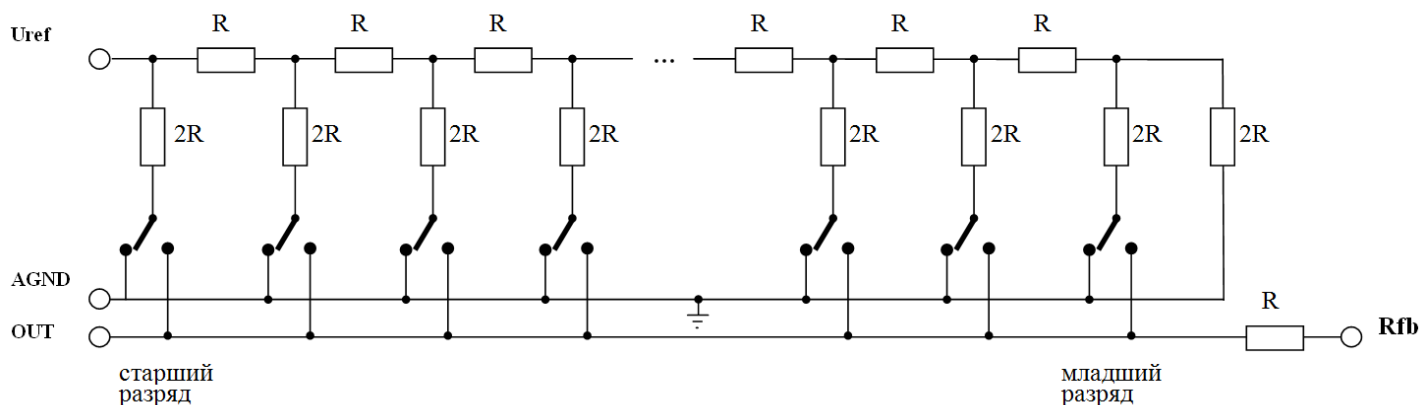
–, если нет инверсии выходного напряжения, т.е. в знаковом разряде передавали «0».

+, если есть инверсия выходного напряжения, т.е. в знаковом разряде передавали «1».

Рисунок 4. Типовая схема включения MCX 1583HA025 при формировании биполярного выходного сигнала

## 4 Справочная информация

### 4.1 Структура R-2R матрицы



Примечание :

Сопротивление резистивной матрицы  $R = 17 \text{ кОм} \pm 20\%$ . Идентичность сопротивления матрицы и резистора обратной связи обеспечивается высокоточной подстройкой данных сопротивлений на кристалле, благодаря чему погрешность полной шкалы  $\delta_{FS}$  менее 0,1%.

Рисунок 5. Структура R-2R матрицы ЦАП

### 4.2 Условное графическое обозначение

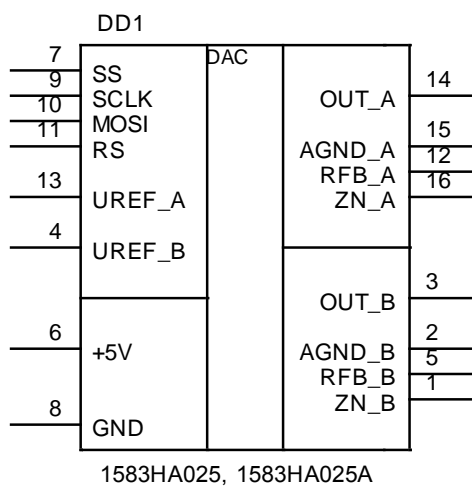


Рисунок 6. Условное графическое обозначение микросхем 1583HA025, 1583HA025A

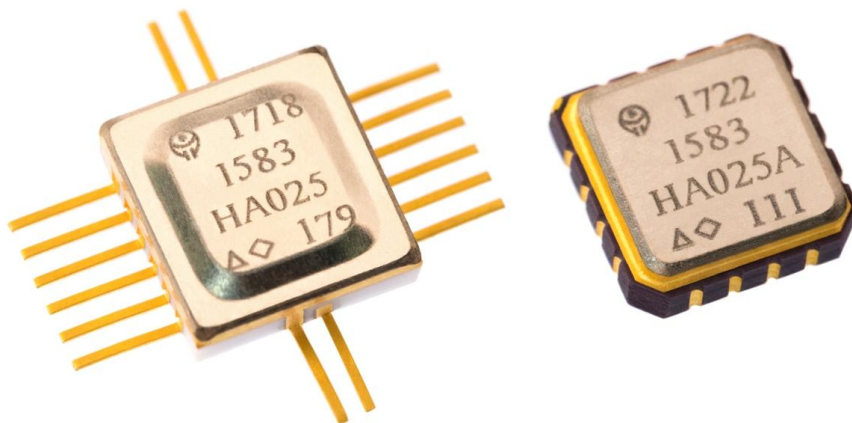


Рисунок 7. Фотография микросхем 1583HA025, 1583HA025A

### 4.3 Лист регистрации изменений

12.01.2018

1. Уточнено значение параметра  $t_{SO}$ .
2. Добавлена структура R-2R матрицы.
3. Для параметра  $f_{SCLK}$  введен предельный режим.
4. Дополнен раздел стойкости к СВВФ по результатам испытаний в РФЯЦ-ВНИИЭФ.

18.12.2018

1. Дополнен раздел стойкости к СВВФ по результатам испытаний в ИЭПЭ НИЯУ МИФИ.