



МИКРОСХЕМА 12-РАЗРЯДНОГО ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОГО ЦИФРО-АНАЛОГОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ (ЦАП) С SPI ИНТЕРФЕЙСОМ

(функциональный аналог AD5324ARM ф. «Analog Devices», США)

Микросхема интегральная IL5324, IL5324D, IZ5324-4, IZ5324-5 – 12-разрядный четырехканальный ЦАП с SPI интерфейсом.

Разрабатываемая микросхема предназначена для использования в системах управления производственным процессом, устройствах управления, портативных приборах, программируемых источниках напряжения и тока.

Микросхема выполняется в следующих вариантах исполнения:

- IL5324 – в металлокерамическом корпусе МК 5119.16-А;
- IL5324D – в металлополимерном корпусе MS-013AC;
- IZ5324-4 – на общей пластине неразделенные;
- IZ5324-5 – в виде отдельных кристаллов.

Основные характеристики:

- ток потребления в рабочем режиме не более 1,0 мА; 1,3 мА;
- интегральная нелинейность $|\pm 16|$ МЗБ*;
- дифференциальная нелинейность $|\pm 1,0|$ МЗБ;
- ошибка смещения нуля $|\pm 3,0|$ %ПШ**;
- ошибка смещения нуля $|\pm 1,0|$ %ПШ;
- нижняя нерабочая область не более 60 мВ;
- разрядность 12 бит;
- число каналов – 4 шт.;
- диапазон рабочих температур от минус 60 до плюс 125 °С;
- диапазон напряжения питания от 2,5 до 5,5 В.

* МЗБ – младший значащий бит.

** %ПШ – процент полной шкалы.

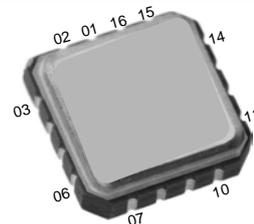


Рисунок 1 – Микросхема IL5324
в корпусе МК 5119.16-А

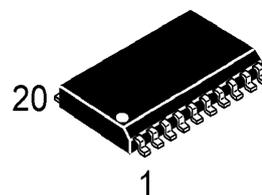


Рисунок 2 – Микросхема IL5324D
в корпусе MS-013AC

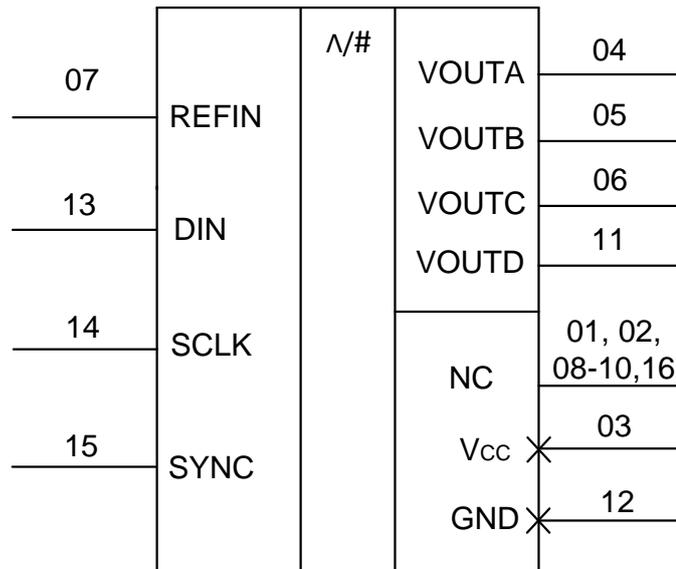


Рисунок 3 – Условное графическое обозначение микросхемы в корпусе МК 5119.16-А

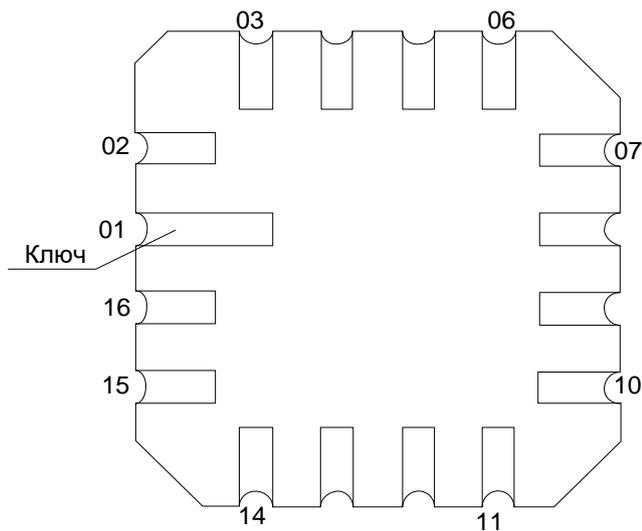


Рисунок 4 – Схема расположения выводов микросхемы (вид снизу) в корпусе МК 5119.16-А

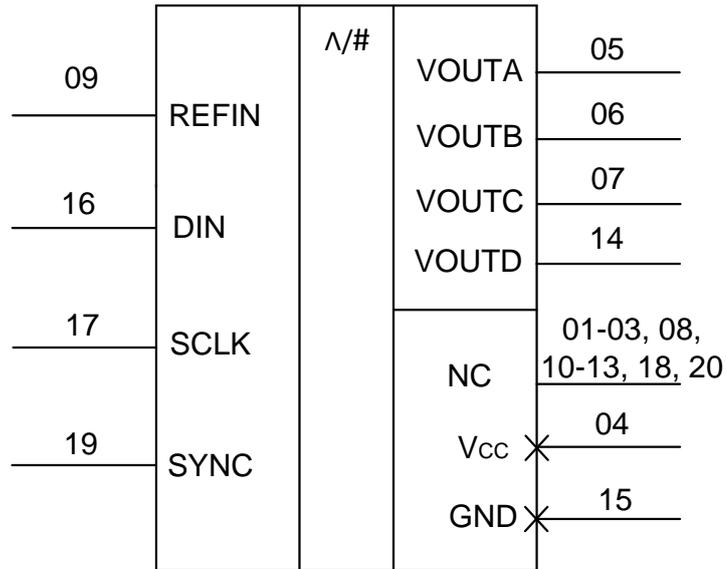


Рисунок 5 – Условное графическое обозначение микросхемы в корпусе MS-013AC

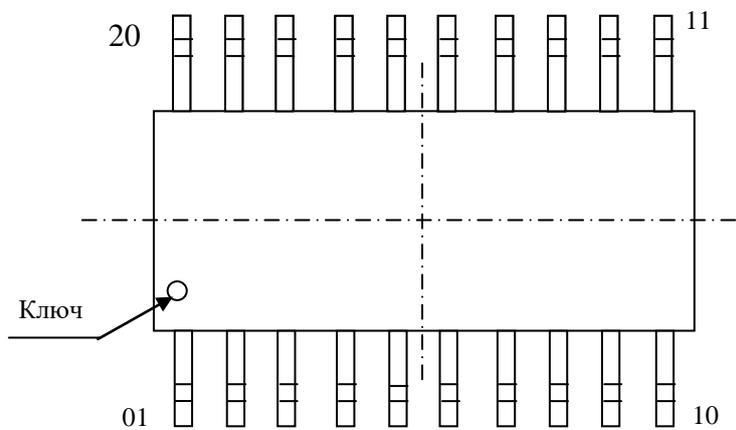


Рисунок 6 – Схема расположения выводов микросхемы в корпусе MS-013AC

Таблица 1 – Назначение выводов микросхемы в корпусе и контактных площадок (КП) кристалла

| Номер вывода корпуса | | Номер КП | Обозначение | Назначение |
|---|-----------------------------|----------|-----------------|----------------------------------|
| МК 5119.16-А | MS-013AC | | | |
| 01, 02, 08-10, 16 | 01-03, 08, 10-13, 18, 20 | - | NC | Вывод свободный |
| 03 | 04 | 01, 02 | V _{CC} | Вывод питания |
| 04 | 05 | 03, 04 | VOUTA | Выход аналогового сигнала А |
| 05 | 06 | 05, 06 | VOUTB | Выход аналогового сигнала В |
| 06 | 07 | 07, 08 | VOUTC | Выход аналогового сигнала С |
| 07 | 09 | 09 | REFIN | Вход опорного напряжения |
| 11 | 14 | 10, 11 | VOUTD | Выход аналогового сигнала D |
| 12 | 15 | 12, 13 | GND | Общий вывод |
| 13 | 16 | 14 | DIN | Вход последовательных данных |
| 14 | 17 | 15 | SCLK | Вход синхросигнала |
| - | - | 16 | TST | Вход тестовый |
| 15 | 19 | 17 | SYNC | Вход синхронизации пакета данных |
| Примечание – КП 16 служит для подстройки электрических параметров в процессе изготовления микросхем, в корпус не разваривается и в аппаратуре потребителя не используется | | | | |



Микросхема соответствует структурной схеме, приведенной на рисунке 7, и содержит следующие основные блоки:

- управляющая логика;
- четыре входных регистра;
- четыре регистра ЦАП;
- четыре ЦАП;
- четыре буфера;
- схема сброса по включению питания;
- логика отключения.

Назначение выводов микросхемы приведено в таблице 1.

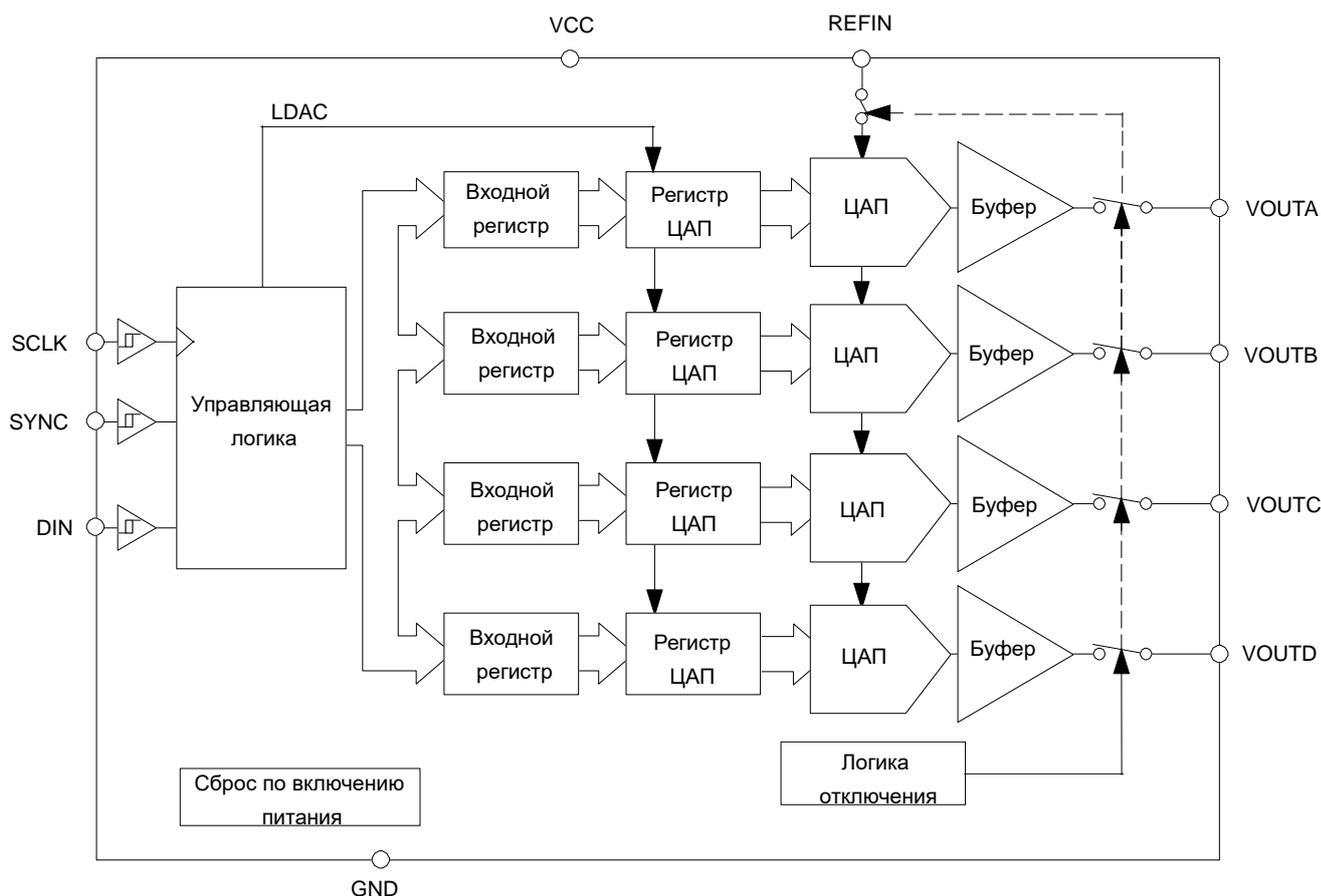


Рисунок 7 – Структурная схема микросхемы

Таблица 2 – Предельные электрические режимы

| Обозначение параметра | Наименование параметра | Норма параметра | | Единица измерения |
|-----------------------|--|-----------------|--------------|-------------------|
| | | не менее | не более | |
| U_{CC} | Напряжение питания | -0,3 | 6,5 | В |
| U_{IL} | Входное напряжение низкого уровня на входах SYNC, SCLK, DIN | -0,3 | $U_{CC}+0,3$ | В |
| U_{IH} | Входное напряжение высокого уровня на входах SYNC, SCLK, DIN | -0,3 | $U_{CC}+0,3$ | В |
| U_{REF} | Входное напряжение на выводе REFIN | -0,3 | $U_{CC}+0,3$ | В |
| R_L | Сопротивление нагрузки | – | – | кОм |
| C_L | Емкость нагрузки | – | – | пФ |

Таблица 3 – Предельно допустимые режимы эксплуатации

| Обозначение параметра | Наименование параметра режима, единица измерения | Норма параметра | | Единица измерения |
|-----------------------|--|-----------------|----------|-------------------|
| | | не менее | не более | |
| U_{CC} | Напряжение питания | 2,5 | 5,5 | В |
| U_{IL} | Входное напряжение низкого уровня на входах SYNC, SCLK, DIN - при $U_{CC} = 2,5$ В - при $U_{CC} = 2,7$ В; 3,3 В - при $U_{CC} = 4,5$ В; 5,5 В | – | 0,5 | В |
| | | – | 0,6 | |
| | | – | 0,8 | |
| | | – | 0,8 | |
| U_{IH} | Входное напряжение высокого уровня на входах SYNC, SCLK, DIN - при $U_{CC} = 2,5$ В - при $U_{CC} = 2,7$ В; 3,3 В - при $U_{CC} = 4,5$ В; 5,5 В | 2,0 | – | В |
| | | 2,1 | – | |
| | | 2,4 | – | |
| | | 2,4 | – | |
| U_{REF} | Входное напряжение на выводе REFIN | 0,25 | U_{CC} | В |
| R_L | Сопротивление нагрузки | 2,0 | – | кОм |
| C_L | Емкость нагрузки | – | 200 | пФ |



Таблица 4 – Электрические параметры микросхемы

| Наименование параметра, единица измерения | Буквенное обозначение параметра | Норма параметра | | Режим измерения | Температура среды, °C |
|---|---------------------------------|-------------------------|----------|--|-----------------------|
| | | не менее | не более | | |
| Входной ток низкого уровня на выводах DIN, SCLK, SYNC, мкА | I _{IL} | -5,0 | 5,0 | U _{CC} = 5,5 В, U _{IL} = 0 В | 25 ± 10 |
| | | -10,0 | 10,0 | | -60; 125 |
| Входной ток высокого уровня на выводах DIN, SCLK, SYNC, мкА | I _{IH} | -5,0 | 5,0 | U _{CC} = 5,5 В, U _{IH} = 5,5 В | 25 ± 10 |
| | | -10,0 | 10,0 | | -60; 125 |
| Ток потребления в рабочем режиме, мА | I _{CC} | – | 0,9 | U _{CC} = 5,5 В, U _{REF} = 2,0 В, U _{IH} = 5,5 В, U _{IL} = 0 В | 25 ± 10 |
| | | – | 1,3 | | -60; 125 |
| | | – | 0,7 | U _{CC} = 3,6 В, U _{REF} = 2,0 В, U _{IH} = 3,6 В, U _{IL} = 0 В | 25 ± 10 |
| | | – | 1,0 | | -60; 125 |
| Ток потребления в режиме «Выключено», мкА | I _{CCZ} | – | 5,0 | U _{CC} = 5,5 В, U _{REF} = 2,0 В, U _{IH} = 5,5 В, U _{IL} = 0 В | 25 ± 10 |
| | | – | 10,0 | | -60; 125 |
| Входное сопротивление на выводе REFIN в рабочем режиме, кОм | R _{REF} | 37,0 | – | U _{CC} = 5,5 В, U _{REF} = 2,0 В | 25 ± 10 |
| | | 37,0 | – | | -60; 125 |
| Минимальное выходное напряжение, В | U _{Omin} | – | 0,1 | U _{CC} = 5,5 В, U _{CC} = 2,5 В | 25 ± 10 |
| | | – | 0,1 | | -60; 125 |
| Максимальное выходное напряжение, В | U _{Omax} | (U _{CC} - 0,1) | – | U _{CC} = 5,5 В, U _{CC} = 2,5 В, U _{REF} = U _{CC} | 25 ± 10 |
| | | (U _{CC} - 0,1) | – | | -60; 125 |
| Выходное сопротивление, Ом | R _O | – | 3,5 | U _{CC} = 5,5 В, U _{CC} = 2,5 В | 25 ± 10 |
| | | – | 4,5 | | -60; 125 |
| Параметры цифро-аналогового преобразователя | | | | | |
| Интегральная нелинейность, МЗБ | INL | -16 | 16 | U _{CC} = 5,5 В, U _{CC} = 2,5 В, U _{REF} = 2,0 В | 25 ± 10 |
| | | -16 | 16 | | -60; 125 |
| Дифференциальная нелинейность, МЗБ | DNL | -1,0 | 1,0 | U _{CC} = 5,5 В, U _{CC} = 2,5 В, U _{REF} = 2,0 В | 25 ± 10 |
| | | -1,0 | 1,0 | | -60; 125 |
| Ошибка смещения нуля, %ПШ | OE | -3,0 | 3,0 | U _{CC} = 5,5 В, U _{CC} = 2,5 В, U _{REF} = 2,0 В | 25 ± 10 |
| | | -3,0 | 3,0 | | -60; 125 |
| Ошибка усиления, %ПШ | GE | -1,0 | 1,0 | U _{CC} = 5,5 В, U _{CC} = 2,5 В, U _{REF} = 2,0 В | 25 ± 10 |
| | | -1,0 | 1,0 | | -60; 125 |
| Нижняя нерабочая область, мВ | LD | – | 60 | U _{CC} = 5,5 В, U _{CC} = 2,5 В, U _{REF} = 2,0 В | 25 ± 10 |
| | | – | 60 | | -60; 125 |



Продолжение таблицы 4

| Наименование параметра, единица измерения | Буквенное обозначение параметра | Норма параметра | | Режим измерения | Температура среды, °C |
|--|---------------------------------|-----------------|----------|--|-----------------------|
| | | не менее | не более | | |
| Динамические параметры | | | | | |
| Период следования импульсов тактовых сигналов SCLK, нс | T _{SCLK} | 40 | – | U _{CC} = 2,5 В | 25 ± 10; |
| | | 33 | – | U _{CC} = 3,6; 5,5 В | -60; 125 |
| Длительность низкого уровня сигнала SCLK, нс | t _{WL_SCLK} | 16 | – | U _{CC} = 2,5 В | 25 ± 10; |
| | | 13 | – | U _{CC} = 3,6; 5,5 В | -60; 125 |
| Длительность высокого уровня сигнала SCLK, нс | t _{WH_SCLK} | 16 | – | U _{CC} = 2,5 В | 25 ± 10; |
| | | 13 | – | U _{CC} = 3,6; 5,5 В | -60; 125 |
| Длительность высокого уровня сигнала SYNC, нс | t _{WH_SYNC} | 80 | – | U _{CC} = 2,5 В | 25 ± 10; |
| | | 33 | – | U _{CC} = 3,6; 5,5 В | -60; 125 |
| Время установления сигнала SYNC относительно сигнала SCLK, нс | t _{SU_SYNC} | 16 | – | U _{CC} = 2,5 В | 25 ± 10; |
| | | 13 | – | U _{CC} = 3,6; 5,5 В | -60; 125 |
| Время удержания сигнала SYNC относительно сигнала SCLK, нс | t _{H_SYNC} | 0 | – | U _{CC} = 2,5 В | 25 ± 10; |
| | | 0 | – | U _{CC} = 3,6; 5,5 В | -60; 125 |
| Время установления сигнала DIN относительно сигнала SCLK, нс | t _{SU_DIN} | 5,0 | – | U _{CC} = 2,5 В | 25 ± 10; |
| | | 5,0 | – | U _{CC} = 3,6; 5,5 В | -60; 125 |
| Время удержания сигнала DIN относительно сигнала SCLK, нс | t _{H_DIN} | 4,5 | – | U _{CC} = 2,5 В | 25 ± 10; |
| | | 4,5 | – | U _{CC} = 3,6; 5,5 В | -60; 125 |
| Время преобразования, мкс | t _{CONV} | – | 40 | U _{CC} = 5,0 В, U _{REF} = 5,0 В | 25 ± 10; -60; 125 |
| Время переключения в рабочий режим, мкс, не более | t _{ON} | – | 15 | U _{CC} = 5,0 В | 25 ± 10; |
| | | – | 25 | U _{CC} = 3,0 В | -60; 125 |
| <p>Примечания</p> <p>1 Знак "минус" перед значением тока в таблице указывает только его направление (вытекающий ток). За величину тока принимается абсолютное значение показаний измерителя тока.</p> <p>2 Нормы на динамические параметры контролируются при проведении функционального контроля (ФК) на максимальной тактовой частоте.</p> | | | | | |



Временная диаграмма работы микросхемы приведена на рисунке 8.

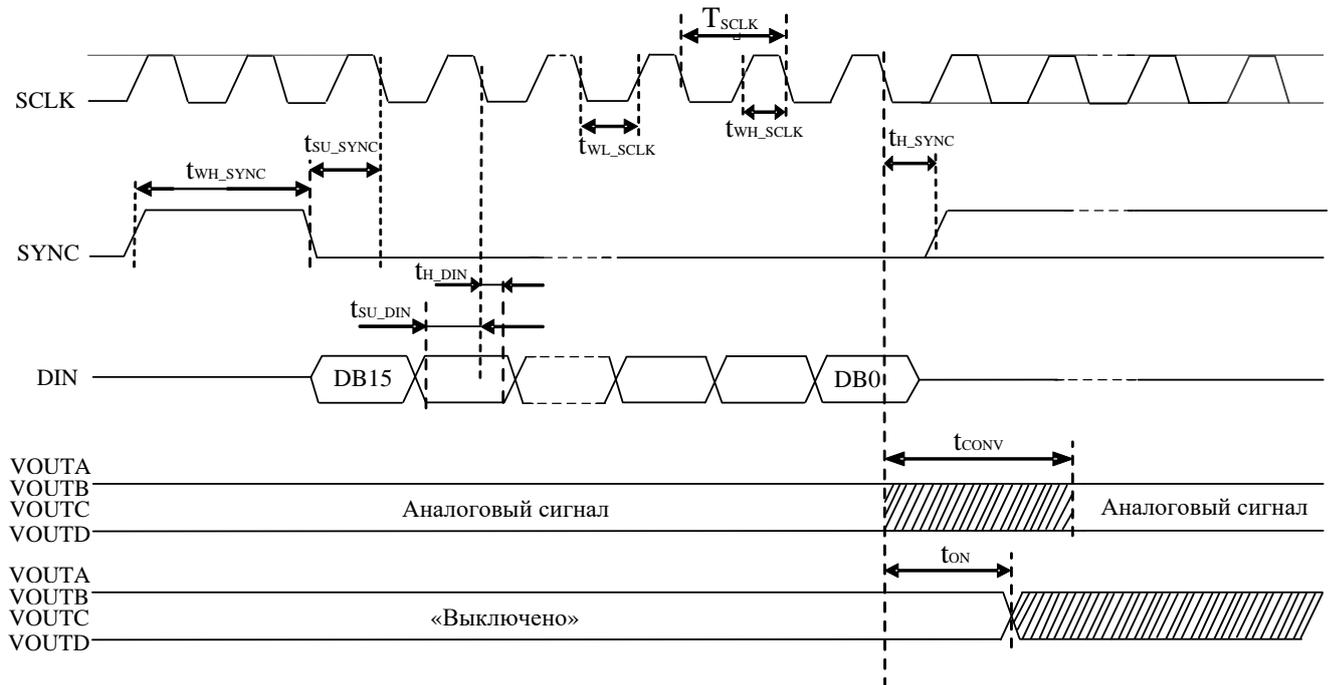
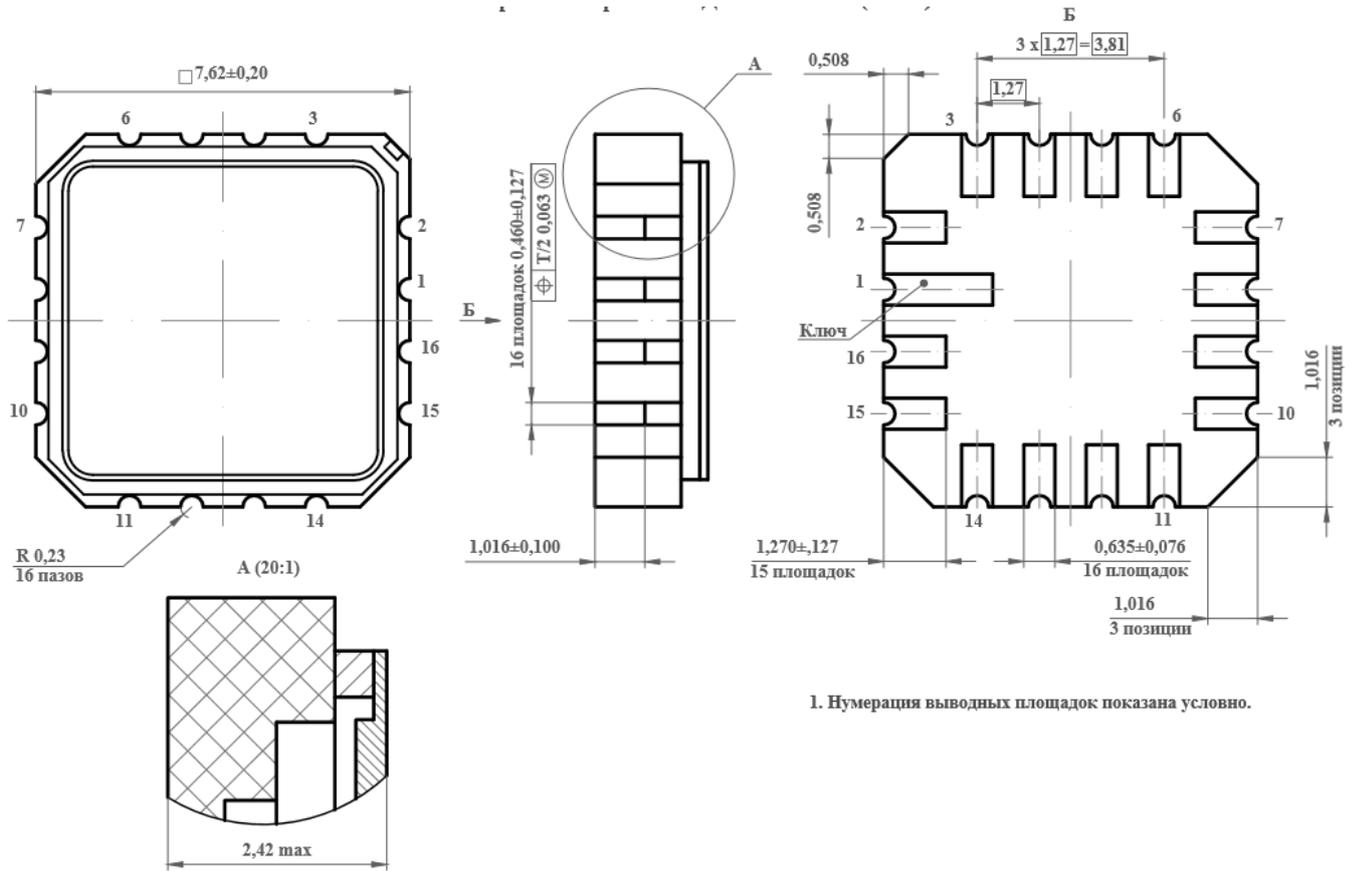


Рисунок 8 – Временная диаграмма работы микросхем



1. Нумерация выводных площадок показана условно.

Рисунок 9 – Габаритные размеры корпуса МК 5119.16-А



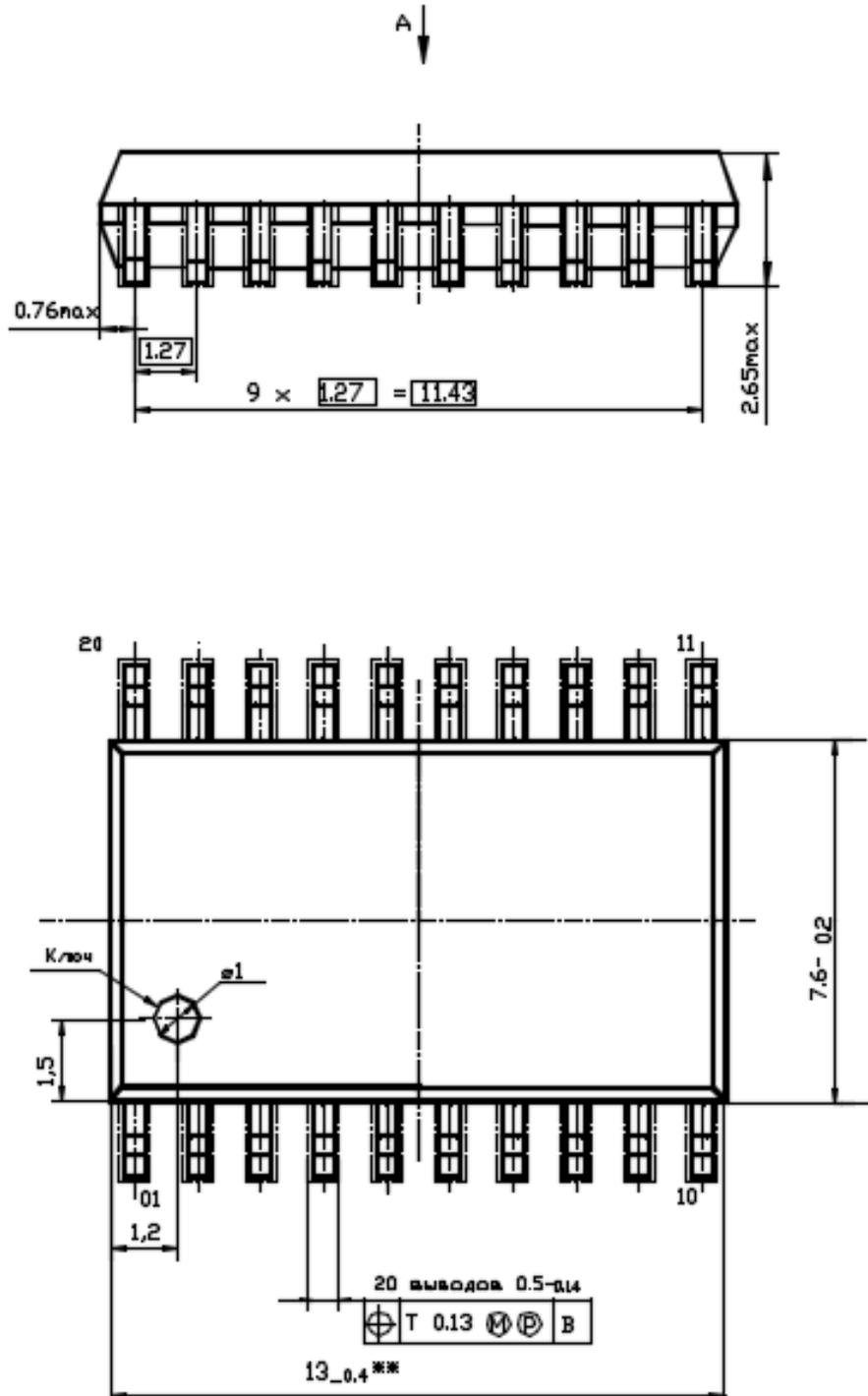
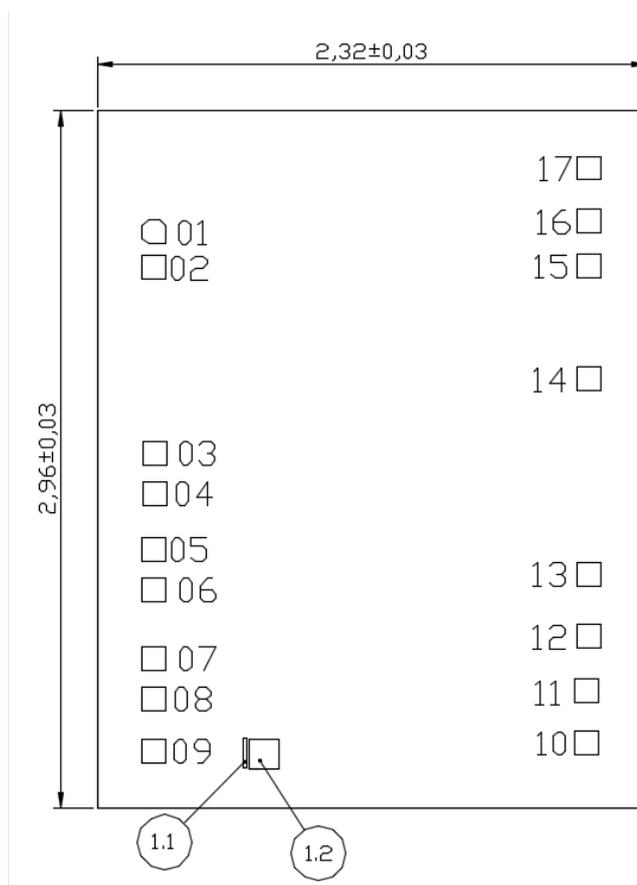


Рисунок 10 – Габаритные размеры корпуса MS-013AC





Технологическая маркировка на кристалле:

1.1 **12** с координатами, мм: левый нижний угол $x = 0,618$, $y = 0,168$,

1.2 **◆5324_v6** с координатами, мм: левый нижний угол $x = 0,644$, $y = 0,164$.

Толщина кристалла $0,35 \pm 0,02$ мм.

Рисунок 11 – Внешний вид кристалла и координаты контактных площадок микросхем

Координаты контактных площадок указаны в таблице 5.

Состав и толщина слоев металлизации на планарной и непланарной стороне указаны в таблице 6.



Таблица 5

| Номер КП | Координаты (левый нижний угол), мм | | Размер КП |
|----------|------------------------------------|--------|---------------|
| | X | Y | |
| 01 | 0,188 | 2,6142 | 0,112 x 0,112 |
| 02 | 0,188 | 2,2245 | 0,112 x 0,112 |
| 03 | 0,195 | 1,4563 | 0,112 x 0,112 |
| 04 | 0,195 | 1,2843 | 0,112 x 0,112 |
| 05 | 0,188 | 1,0454 | 0,112 x 0,112 |
| 06 | 0,188 | 0,8734 | 0,112 x 0,112 |
| 07 | 0,188 | 0,5820 | 0,112 x 0,112 |
| 08 | 0,188 | 0,4100 | 0,112 x 0,112 |
| 09 | 0,188 | 0,1880 | 0,112 x 0,112 |
| 10 | 2,020 | 0,2249 | 0,112 x 0,112 |
| 11 | 2,020 | 0,4469 | 0,112 x 0,112 |
| 12 | 2,028 | 0,6797 | 0,112 x 0,112 |
| 13 | 2,028 | 0,9395 | 0,112 x 0,112 |
| 14 | 2,028 | 1,7716 | 0,112 x 0,112 |
| 15 | 2,028 | 2,2520 | 0,112 x 0,112 |
| 16 | 2,028 | 2,4440 | 0,112 x 0,112 |
| 17 | 2,028 | 2,6660 | 0,112 x 0,112 |

Примечания
1 Координаты и размеры контактных площадок даны по слою «Пассивация».
2 Первая контактная площадка обозначена скосом с трех сторон.

Таблица 6

| Состав металла на планарной стороне | | Толщина металла на планарной стороне, мкм |
|---------------------------------------|------|---|
| Металлизация 1 | Ti | 0,020 ± 0,002 |
| | AlCu | 0,600 ± 0,060 |
| | Ti | 0,020 ± 0,002 |
| | TiN | 0,050 ± 0,005 |
| Металлизация 2 | Ti | 0,020 ± 0,002 |
| | AlCu | 0,600 ± 0,060 |
| | Ti | 0,020 ± 0,002 |
| | TiN | 0,050 ± 0,005 |
| Металлизация 3 | Ti | 0,020 ± 0,002 |
| | AlCu | 0,800 ± 0,080 |
| | TiN | 0,050 ± 0,005 |
| Состав металла на непланарной стороне | | Толщина металла на непланарной стороне, мкм |
| - | | - |

