

Сигма-дельта, SAR и конвейерные АЦП Ruimeng, доступные со склада КОМПЭЛ

16 августа 2023



учёт ресурсов | медицина | автоматизация | ответственные применения | лабораторные приборы | универсальное применение | Ruimeng Technology | статья | интегральные микросхемы | АЦП/ЦАП | ADC | АЦП | Sigma-delta ADC | Multichannel ADC

Константин Кузьминов (г. Заполярный)

АЦП производства Ruimeng выполнены по всем широко применяемым архитектурам. Среди продукции этой китайской компании есть **АЦП последовательного приближения (SAR), параллельного, конвейерного (Pipeline) типа и сигма-дельта (Σ - Δ) АЦП**. Они **Pin-to-Pin-совместимы** с недоступными аналогами, что позволяет снизить затраты на изменение существующих проектов и упростить разработку новых.

Китайская компания **Hangzhou Ruimeng Technology (Ruimeng)** была основана в феврале 2008 года в индустриальном парке Ханчжоу. Это высокотехнологичное предприятие специализируется на разработке, тестировании и продаже аналоговых и гибридных цифро-аналоговых интегральных схем (ИС) высокой производительности, таких как операционные усилители, аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП), различные интерфейсы, драйверы электромоторов и другая продукция, не уступающая по своим характеристикам аналогам именитых производителей. АЦП Ruimeng основаны на различных технологиях преобразования: сигма-дельта (Σ - Δ), последовательного приближения (SAR), параллельного и конвейерного (Pipeline) типа. Это позволяет разработчику выбрать оптимальный вариант для решения поставленной задачи. Рассмотрим некоторые из АЦП, доступных со склада КОМПЭЛ.

Сигма-дельта АЦП Ruimeng

Если скорость преобразования не имеет особого значения, например, при измерении медленных или статичных параметров каких-либо объектов или процессов такими приборами, как мультиметры, измерители веса, давления и температуры, аудиоприложения, но при этом требуется высокая разрешающая способность, сигма-дельта АЦП – наиболее оптимальный выбор. При всей сложности математики преобразования, – а такие АЦП относятся к классу интегрирующих, – их аппаратное устройство достаточно простое и базируется всего на одном компараторе, переключателе опорного напряжения в роли 1-битного ЦАП обратной связи, сумматора (вычитателя) и интегратора на входе и цифрового ФНЧ на выходе. Алгоритм позволяет добиться высокой разрядности АЦП при минимальной стоимости самой микросхемы. В таблице 1 представлены характеристики предлагаемых Σ - Δ АЦП производства компании **Ruimeng**, а также указаны Pin-to-Pin-совместимые аналоги других производителей. Различными цветами выделены серии ИС, имеющие различия в разрядности. В ряде случаев они могут взаимозамещаться с минимальными изменениями в проекте.

Таблица 1. 16- и 24-битные Σ - Δ АЦП производства Ruimeng

Наименование	Разрядность, бит	Частота выборки,	Число входных	Интерфейс	Диапазон напряжений	Ток потребления,	Корпус	Pin-to-Pin-совместимый
--------------	------------------	------------------	---------------	-----------	---------------------	------------------	--------	------------------------

		Гц	дифф. каналов		питания, В	мА		аналог
MS1100	16	15, 30, 60, 240	1	I ² C	2,7...5,5	0,315	SOT23-6	xxx1100
MS7705	16	20...500	2	SPI	2,7...5,25	0,32...1,30	TSSOP-16	xx7705
MS5196T	16	4,17... 123	1	SPI	2,7...5,25	0,30...0,32	TSSOP-16	xx7796
MS5197T	24							xx7797
MS5192T	16	4,17... 470	3	SPI	2,7...5,25	0,11...0,35 0,11...0,44	TSSOP-16	xx7792
MS5193T	24							xx7793
MS5198T	16	4,17... 470	3	SPI	2,7...5,25	0,11...0,35	TSSOP-16	xx7798
MS5199T	24							xx7799
MS5195T	16	4,17... 470	6	SPI	2,7...5,25	0,11...0,44	TSSOP-24	xx7795
MS1242	24	1,875... 30	2 (4)	SPI	2,7...5,25	0,24...0,96	TSSOP-16	xxx1242
MS1808	24	8000... 96000	1 стерео- аудио	I ² S	2,7...5,5 (DVDD) 4,5...5,5 (AVDD)	2 (DVDD) 10 (AVDD)	TSSOP-14	xxx1808

MS1100 – АЦП с одним дифференциальным входом и интерфейсом I²C. Среди предлагаемых преобразователей эта модель имеет компактный и удобный для топологии печатной платы корпус SOT23-6 (рисунок 1), назначение выводов которого приведено в таблице 2. За счет встроенного генератора и источника опорного напряжения MS1100 имеет достаточно простую схему реализации (рисунок 2). Данный АЦП обладает следующими характеристиками и особенностями:

- разрядность 16 бит;
- интегральная нелинейность 0,01%;
- температурный дрейф 10 ppm/°C;
- встроенный операционный усилитель (ПОУ) с программируемым коэффициентом усиления (КУ);
- встроенный генератор тактовой частоты;
- программируемая частота выборок: 15, 30, 60 или 240 выб/с;
- встроенный источник опорного напряжения (ИОН) 2,048 В ±0,5%;
- широкий диапазон напряжений питания 2,7...5,5 В;
- малое потребление, составляющее 315 мкА в рабочем режиме и 50 нА в спящем;
- последовательный интерфейс I²C;
- диапазон рабочих температур -40...125°C при напряжении питания 2,7...3,6 В и -30...125°C при 3,6...5,5 В.

При заказе MS1100 и последующей разработке проекта следует учесть, что этот АЦП выпускается в восьми модификациях, имеющих различный адрес I²C (1001 000...1001 111).



Таблица 2. Назначения выводов MS1100

Обозначение	Назначение
VIN+	Дифференциальный вход аналогового сигнала
VIN-	
GND	Общий выход
VDD	Питание

SCL	Шина интерфейса I ² C
SDA	

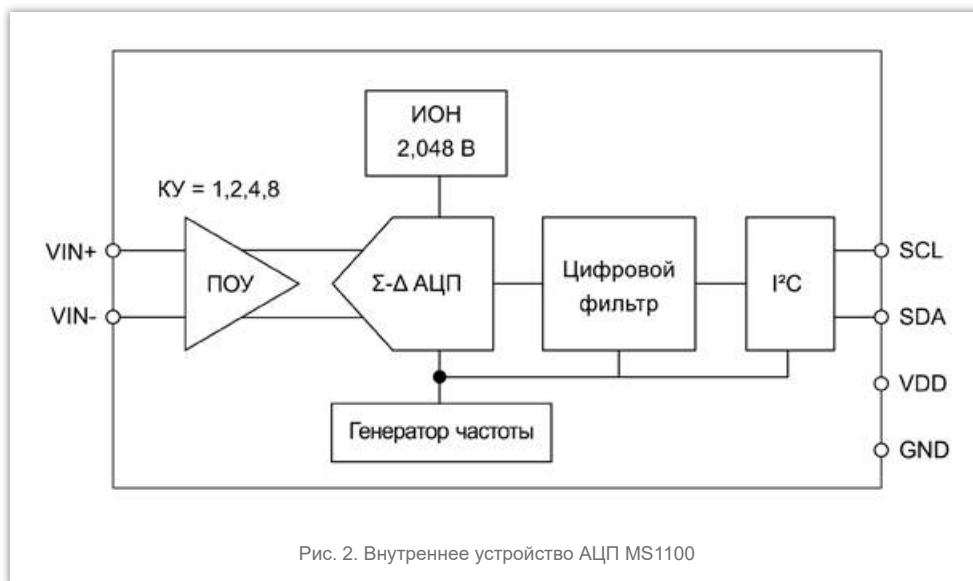


Рис. 2. Внутреннее устройство АЦП MS1100

MS7705 – двухканальный (имеющий два дифференциальных входа) аналого-цифровой преобразователь с последовательным интерфейсом. На рисунке 3 представлена схема корпуса с выводами, а на рисунке 4 изображена блок-схема преобразователя. На ней видно, что, помимо программируемого усилителя, в АЦП присутствует управляемый буфер, использование которого позволяет измерять сигнал от источника с высокоимпедансным выходом. Последовательный интерфейс с широким набором функций имеет сигнал готовности и сброса. Он позволяет осуществлять обмен данными по протоколам SPI, QSPI, MICROWIRE и совместимым с DSP. Также через интерфейс осуществляется управление настройками преобразования, коэффициентом усиления и полярностью сигнала. Тактирование АЦП осуществляется посредством внешнего источника или встроенной схемы генератора и внешним кварцевым резонатором.

Особенности MS7705:

- разрядность 16 бит;
- интегральная нелинейность $\pm 0,003\%$;
- встроенный операционный усилитель (ПОУ) с программируемым коэффициентом усиления (KY) 1...128;
- встроенная схема генератора тактовой частоты для внешнего кварцевого резонатора;
- тактирование частотой 0,4...2,5 МГц;
- программируемая частота выходных данных 20...500 Гц;
- два варианта напряжений питания: 2,7...3,3 В и 4,75...5,25 В;
- потребность во внешнем ИОН $1,225 \pm 1\%$ при $V_{DD} = 2,7...3,3$ В или $2,5 \pm 1\%$ при $V_{DD} = 4,75...5,25$ В;
- рабочий ток потребления, в зависимости от напряжения питания и конфигурации, составляет 0,32...1,30 мА;
- максимальный ток потребления 8 мкА при напряжении питания 3 В и 16 мкА при 5 В;
- последовательные интерфейсы SPI, QSPI, MICROWIRE, DSP;
- диапазон рабочих температур $-40...85^\circ\text{C}$.

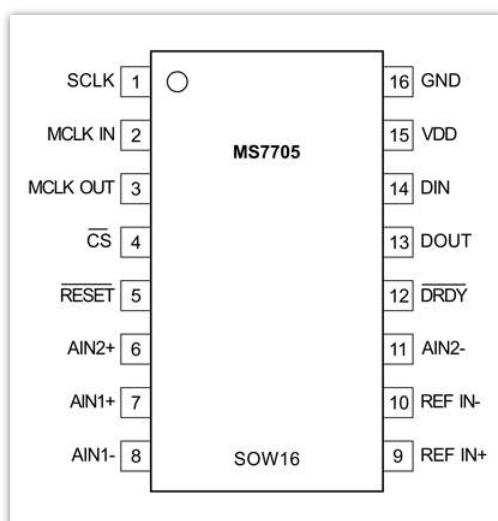
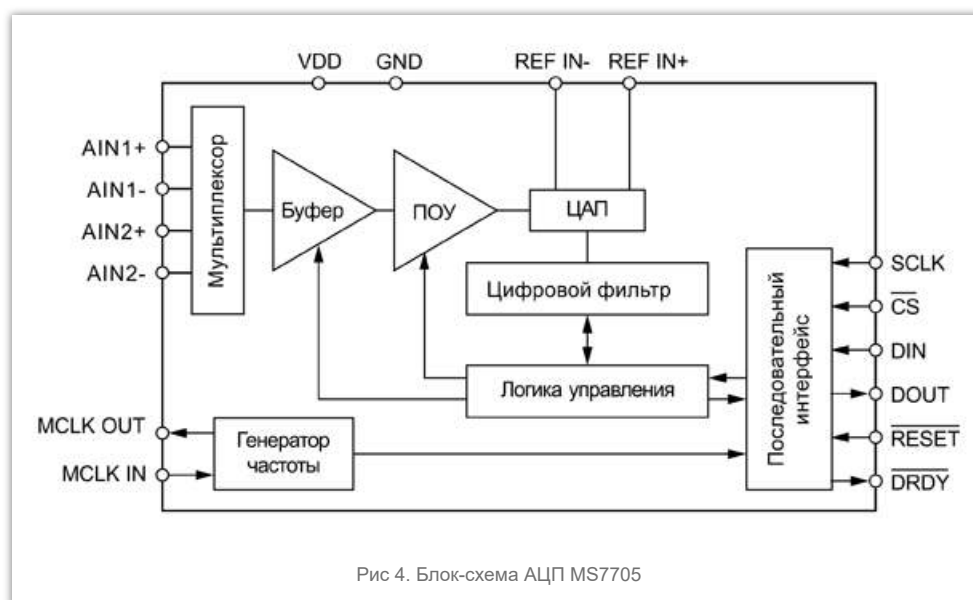


Рис. 3. Корпус и назначение выводов MS7705

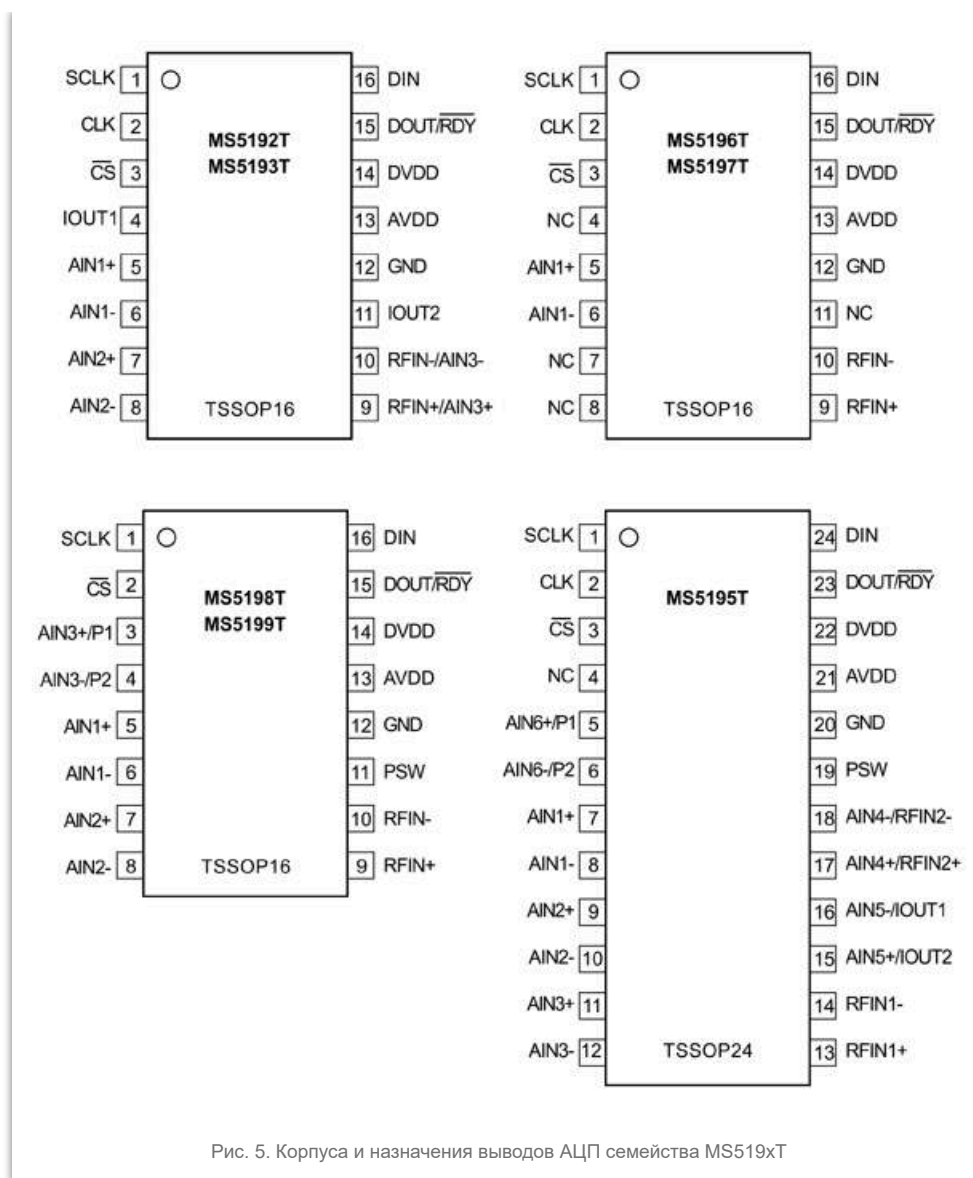
АЦП выполнен в широком корпусе SOW-16, функциональность выводов которого приведена в таблице 3.

Таблица 3. Назначения выводов MS7705

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	SCLK	Последовательный интерфейс. SCLK – вход тактовой частоты интерфейса, DOUT – выход данных, DIN – вход данных.
13	DOUT	
14	DIN	
2	MCLK IN	Подключение кварцевого резонатора или внешнего тактирования (MCLK IN). Если используется внешняя частота, ее можно вывести на MCLK OUT в инвертированном виде.
3	MCLK OUT	
4	CS	Вход сигнала выбора микросхемы (Chip Select), активный логический уровень низкий.
5	RESET	Вход сигнала сброса. Логический низкий уровень сбрасывает логику управления и последовательный интерфейс, коэффициенты калибровки, цифровой фильтр и модулятор.
6	AIN2+	Дифференциальный вход 2 аналогового сигнала.
11	AIN2-	
7	AIN1+	Дифференциальный вход 1 аналогового сигнала.
8	AIN1-	
9	REF IN+	Вход для внешнего ИОН
10	REF IN-	
12	DRDY	Выход сигнала готовности данных. Низкий логический уровень сигнализирует о готовности выходных данных или завершения калибровки. Сбрасывается после чтения данных или автоматически через 500 циклов тактовой частоты.
15	VDD	Питание.
16	GND	Общий вывод.



АЦП семейства [MS519xT](#) обладают различными разрядностью, функциональностью и числом входов аналогового сигнала. Однако они также имеют схожие характеристики, даже разница между корпусами с 16 и 24 выводами незначительна. Это позволяет изменять проект с минимальными модификациями топологии печатной платы или обходиться вообще без них, например, в случае изменения только разрядности. Отличия легко заметить на рисунке 5, на котором изображены назначения выводов АЦП этого семейства.



Основное различие корпусов [MS5198T](#) и [MS5199T](#) от остальных моделей семейства MS519xT – отсутствие вывода для сигнала внешнего тактирования CLK, притом сигнал выбора микросхемы CS и следующий за ним вход смещены вверх. Остальные АЦП практически идентичны по расположению основных выводов и различаются лишь дополнительными или отсутствующими функциями. В таблице 4 приведены соответствия обозначений выводов их назначениям для всего семейства MS519xT. Номера выводов и их двойственные функции не указаны.

Таблица 4. Назначения выводов АЦП MS5194T и MS5195T

Наименование	Назначение
NC	Не используется.
AINx+	Дифференциальный вход аналогового сигнала, где x – номер канала.
AINx-	
REFINx+	Вход внешнего ИОН. Если входов несколько, то x – номер входа.
REFINx-	
IOUT1	Выходы двух источников тока возбуждения датчиков.
IOUT2	
P1	Выходы двух каналов дискретного сигнала.
P2	
SCLK	Вход тактовой частоты последовательного интерфейса.
CLK	Вход и выход тактовой частоты АЦП, управление встроенным генератором тактовой частоты.
CS	Выбор микросхемы (Chip Select), активация сигналом низкого логического уровня.

DOUT/RDY	Выход данных последовательного интерфейса или выход сигнала готовности данных (активный – низкий логический уровень).
DIN	Вход данных последовательного интерфейса.
PSW	Вход отключения питания (нижний ключ).
GND	Общий вывод.
AVDD	Питание аналоговой части.
DVDD	Питание цифровой части.

АЦП семейства MS519xT имеют общие характеристики:

- диапазон напряжений питания цифровой и аналоговой части 2,7...5,25 В;
- малое потребление тока в спящем режиме, составляющее 1 мкА;
- интегрированный осциллятор;
- возможность внешнего тактирования или генерирования тактовой частоты для других компонентов (кроме **MS5198T/MS5199T**);
- встроенный режекторный фильтр 50/60 Гц;
- контроль исправности цепей датчиков;
- последовательный интерфейс SPI, QSPI, MICROWIRE и DSP-совместимый.

Блок-схема внутреннего устройства АЦП **MS5195T** приведена на рисунке 6. Остальные преобразователи семейства MS519xT имеют различия лишь в некоторых функциях и характеристиках, обозначенных на блок-схеме пунктиром. Далее рассмотрим эти функции для каждой пары АЦП.

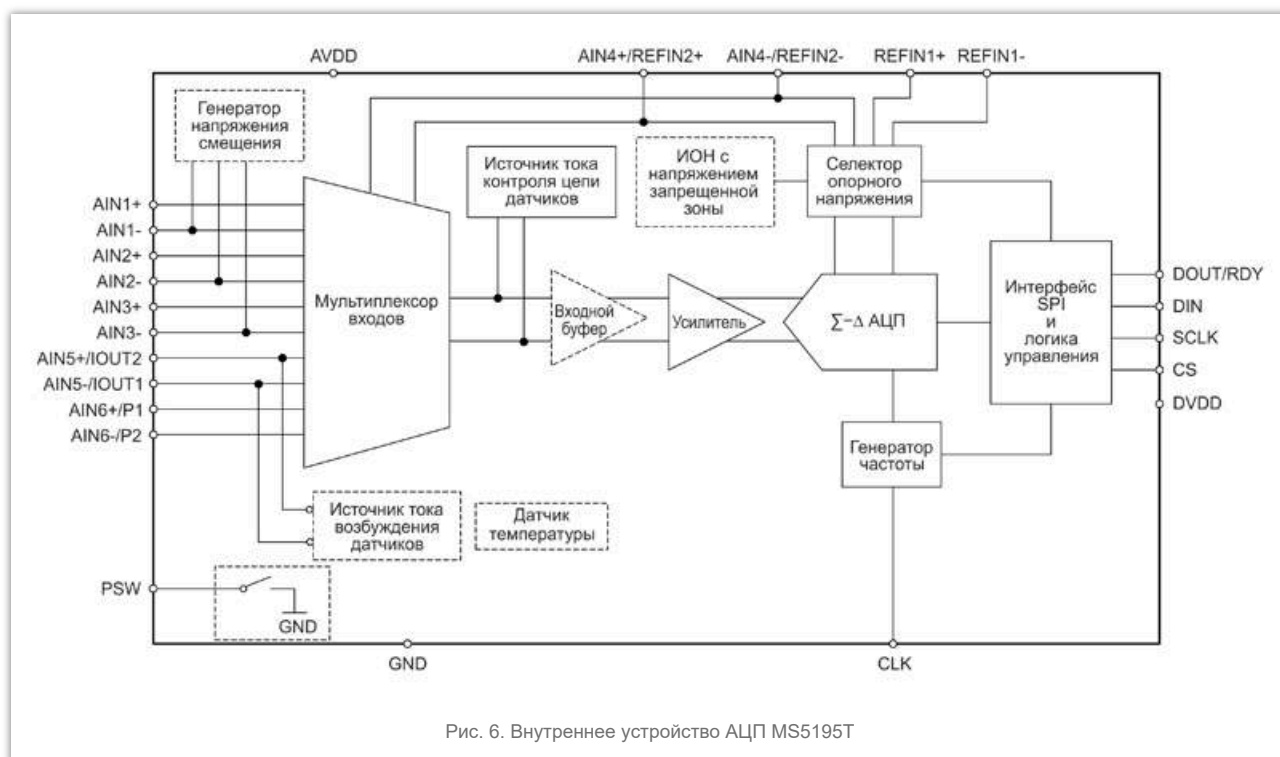


Рис. 6. Внутреннее устройство АЦП MS5195T

MS5192T/MS5193T:

- три входа дифференциального аналогового сигнала;
- разрядность 16 бит для MS5192T и 24 бит для MS5193T;
- низкий уровень шума (RMS Noise): 25 нВ при частоте выборки 4,7 Гц и 30 нВ при 16,7 Гц;
- встроенный буфер с программируемым КУ 1 или 2 для преобразования аналоговых сигналов от источников с высокоимпедансным выходом;
- встроенный программируемый усилитель с КУ 4, 8, 16, 32, 64 или 128;
- интегрированные генераторы напряжения смещения и источника тока (IOUT1 и IOUT2) с программируемым управлением;
- встроенный ИОН с малым температурным дрейфом (5 ppm/°C);
- возможность переключения между встроенным и внешним ИОН;
- диапазон частоты обновления данных 4,17...470 Гц;
- малое энергопотребление: 0,3 мА для MS5192T и 0,38 для MS5193T при напряжении питания 3 В;

- диапазон рабочих температур -40...105°C;
- корпус TSSOP16.

Характеристики 16-битного АЦП [MS5195T](#) практически идентичны MS5192T/MS5193T, но больший корпус TSSOP24 позволяет удвоить количество аналоговых входов и расширить функциональность, добавив дискретные выходы и управление питанием внешних компонентов. Основные отличия АЦП MS5195T от MS5192T/MS5193T:

- шесть входных дифференциальных аналоговых каналов;
- уровень шума (RMS Noise) 40 нВ при частоте 16,7 Гц;
- два входа для внешних ИОН с детектором их наличия;
- интегрированный датчик температуры;
- вход нижнего ключа PSW для управления питанием (30 мА) внешних компонентов;
- возможность вывода двух дискретных сигналов P1 и P2;
- корпус TSSOP24.

MS5196T/MS5197T:

- один вход для дифференциального аналогового сигнала;
- разрядность 16 бит для MS5196T и 24 бита для MS5197T;
- уровень шума 65 нВ;
- встроенный усилитель с фиксированным КУ, равным 128;
- интегрированный датчик температуры;
- потребность во внешнем ИОН;
- диапазон частоты обновления данных 4,17...123 Гц;
- малое энергопотребление, составляющее 0,3 мА при напряжении питания 3 В;
- диапазон рабочих температур -40...125°C;
- корпус TSSOP16.

MS5198T/MS5199T:

- три входа дифференциального аналогового сигнала;
- разрядность 16 бит для MS5198T и 24 бита для MS5199T;
- уровень шума для MS5199T составляет 27 нВ при 4,17 Гц и 65 нВ при 16,7 Гц, для MS5198T – 40 и 85 нВ, соответственно;
- встроенный буфер с программируемым КУ 1 или 2 для преобразования аналоговых сигналов от источников с высокоимпедансным выходом;
- встроенный программируемый усилитель с КУ 4, 8, 16, 32, 64 или 128;
- потребность во внешнем ИОН (встроен детектор);
- диапазон частоты обновления данных 4,17...470 Гц;
- энергопотребление 0,3 мА для MS5198T и 0,38 мА для MS5199T при напряжении питания 3 В;
- вход нижнего ключа PSW для управления питанием (30 мА) внешних компонентов;
- возможность вывода двух дискретных сигналов P1 и P2;
- диапазон рабочих температур -40...105°C;
- корпус

На рисунке 7 показана блок-схема 24-битного АЦП [MS1242](#), на рисунке 8 – корпус с выводами, а в таблице 5 приведена функциональность выводов. Среди предлагаемых преобразователей у MS1242 наименьшая частота обновления данных, составляющая 1,875...30 Гц. ИС имеет отдельный вход для управления спящим режимом и 4 входа сигналов. Входные каналы могут быть сконфигурированы для трех сигналов с общей землей, двух дифференциальных или четырех цифровых (двунаправленных).

Характеристики:

- 4 комбинированных входа аналоговых сигналов;
- разрядность 24 бит, эффективная – 21 бит при КУ = 1 и 19 бит при КУ = 128;
- интегральная нелинейность не более 0,0015%;
- встроенные режекторный фильтр 50/60 Гц и программируемый усилитель с КУ 4, 8, 16, 32, 64 или 128;
- управляемый буфер, увеличивающий входное сопротивление с 5 МОм до 5 ГОм;
- потребность во внешнем ИОН напряжением 0,1...5 В;
- встроенная схема генератора тактовой частоты для внешнего кварцевого или керамического резонатора;
- возможность тактирования внешней частотой;
- диапазон частоты обновления данных 1,875...30 Гц;
- последовательный интерфейс SPI;
- диапазон напряжений питания 2,7...5,25 В;

- потребление тока в рабочем режиме 0,24...0,96 мА;
- потребление в спящем режиме:
- 60 мкА в режиме SLEEP;
- 0,5 нА при активации входа PDWM.
- контроль исправности цепей датчиков;
- диапазон рабочих температур -40...85°C;
- корпус TSSOP16 (рисунк 8)

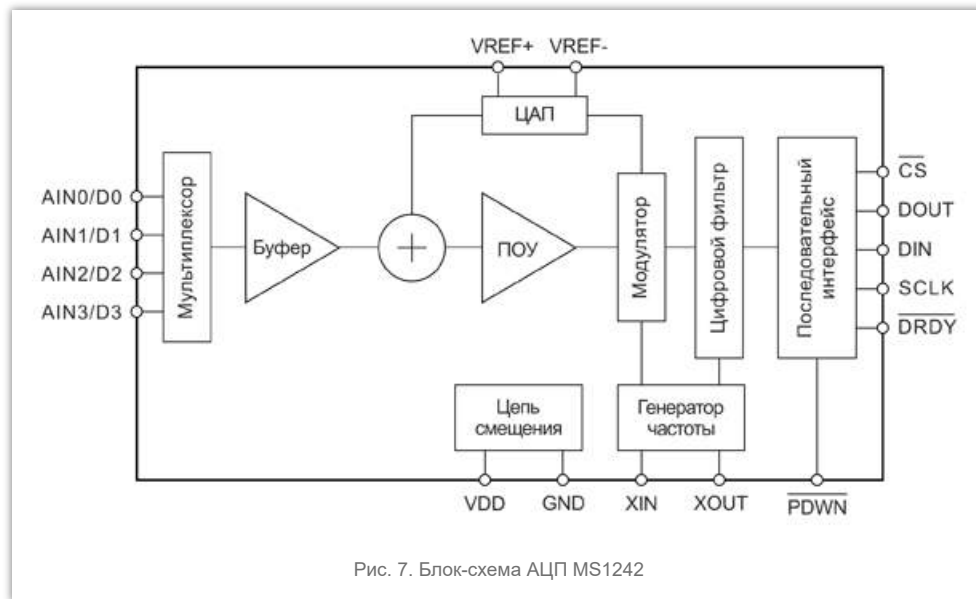


Рис. 7. Блок-схема АЦП MS1242

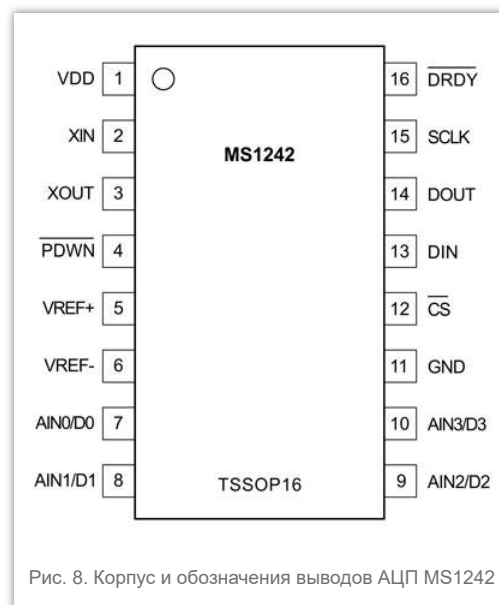


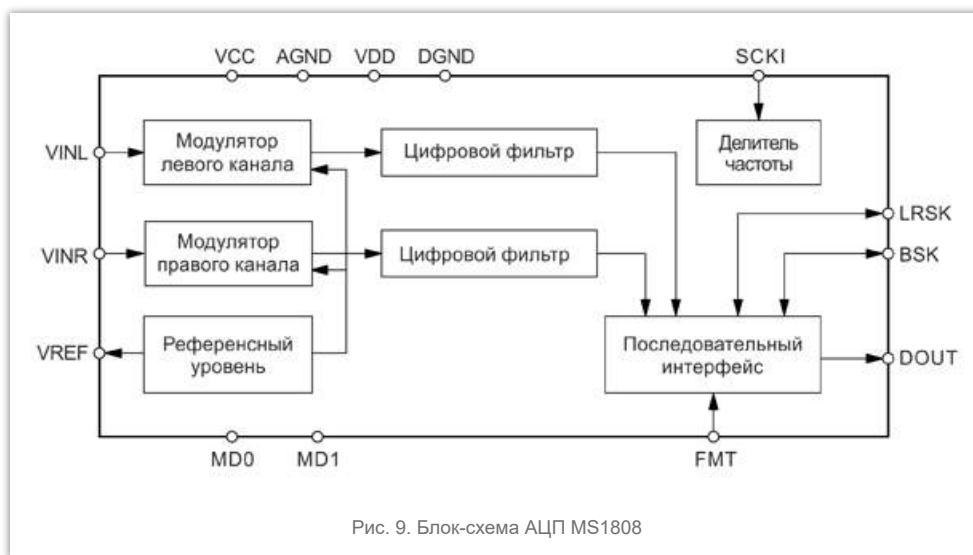
Рис. 8. Корпус и обозначения выводов АЦП MS1242

Таблица 5. Назначения выводов АЦП MS1242

Номер вывода	Наименование	Назначение
1	VDD	Питание.
2	XIN	Подключение кварцевого или керамического резонатора либо внешнего тактирования (XIN).
3	XOUT	
4	PDWN	Управление режимом Power Down, активация низким логическим уровнем.
5	VREF+	Вход для внешнего ИОН.
6	VREF-	
7	AIN0/D0	Комбинированные входы аналогового сигнала или двунаправленные линии цифровых сигналов.
8	AIN1/D1	
9	AIN2/D2	

10	AIN3/D3	
11	GND	Общий вывод.
12	CS	Вход сигнала Chip Select, активация низким логическим уровнем.
13	DIN	Последовательный интерфейс. DIN — вход данных, DOUT — выход данных, SCLK — вход тактовой частоты.
14	DOUT	
15	SCLK	
16	DRDY	Выход сигнала готовности данных (активный – низкий логический уровень).

АЦП **MS1808** (рисунок 9) предназначен для цифровых аудиоприложений. Преобразователь имеет один стереоаудиовход и последовательный интерфейс I²S (или MSB), может работать в режимах «ведомый» или «ведущий». Назначение выводов корпуса TSSOP14 (рисунок 10) указано в таблице 6.



Характеристики:

- линейно-фазовый цифровой сглаживающий фильтр;
- цифровой ФВЧ с компенсацией напряжения смещения;
- частота дискретизации 8...96 кГц;
- интерфейсы данных I²S, MSB;
- работа в режимах «ведущий» или «ведомый»;
- отношение «сигнал-шум» 95 дБ;
- разделение каналов 85 дБ;
- диапазон напряжений питания аналоговой части 4,5...5,5 В;
- диапазон напряжений питания цифровой части 2,7...5,5 В;
- диапазон рабочих температур -40...105°C;
- корпус TSSOP

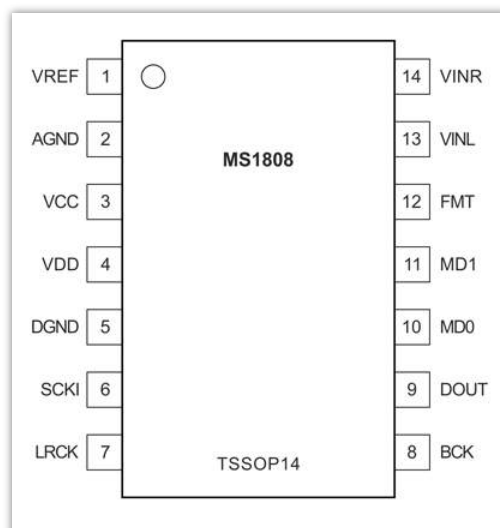


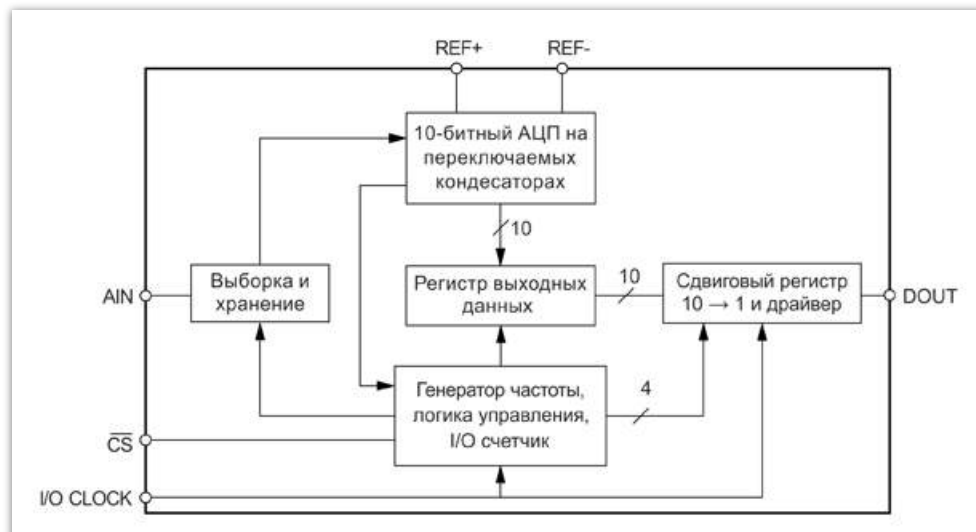
Таблица 6. Назначения выводов АЦП MS1808

Номер вывода	Наименование	Назначение
1	VREF	Выход опорного напряжения (1/2 VCC).
2	AGND	Общий вывод аналоговой части.
3	VCC	Питание аналоговой части.
4	VDD	Питание цифровой части.
5	DGND	Общий вывод цифровой части.
6	SCKI	Вход тактовой частоты АЦП.
7	LRCK	Вход/выход синхронизации кадров (слов) цифровых аудиоданных.
8	BCK	Вход/выход тактовой частоты цифровых аудиоданных (битовая синхронизация).
9	DOUT	Выход цифровых аудиоданных.
10	MD0	Вход установки режима интерфейса I ² S (Master или Slave).
11	MD1	
12	FMT	Вход выбора формата цифровых аудиоданных.
13	VINL	Аналоговый вход левого и правого аудиоканалов.
14	VINR	

АЦП последовательного приближения (SAR)

АЦП последовательного приближения, как правило, имеют меньшее разрешение, чем сигма-дельта АЦП, но большую скорость преобразования. Метод SAR достаточно прост и представляет собой алгоритм бинарного (двоичного) поиска. В начале преобразования в результирующем регистре данных устанавливается старший бит, например, для 10-битного АЦП значение регистра станет 100000000. Этот же регистр формирует и напряжение на выходе встроенного 10-битного ЦАП, которое станет равным половине диапазона напряжений входного аналогового канала. Значение напряжения входного сигнала сохраняется и сравнивается компаратором с выходом ЦАП. При этом осуществляется сдвиг данных в регистре вправо, и результат компаратора записывается в старший бит. Если напряжение входного сигнала окажется меньше, то значение в регистре станет равным 010000000, что в свою очередь сформирует новое, тоже в два раза меньшее напряжение на выходе ЦАП, и снова произойдет сравнение и обновление регистра. Если в этот раз результат компаратора равен 1, в регистре окажется значение 011000000, то есть каждый такт происходит приближение к результату на половину возможного значения. Таким образом за 10 тактов преобразование будет полностью завершено.

АЦП **MS1549** производства компании Ruimeng, блок-схема которого представлена на рисунке 11, использует метод последовательного приближения.



MS1549 выполнен в компактном корпусе SOP8 (рисунок 12), назначение выводов которого представлено в таблице 7. Основные характеристики:

- 1 несимметричный аналоговый вход;
- разрядность 10 бит;
- частота выборки 25 кГц;
- последовательный интерфейс данных;
- встроенная функция выборки и хранения;
- диапазон напряжений питания 2,7...5,5 В;
- ток потребления 0,8 мА;
- диапазон рабочих температур 0...70°C;
- корпус SOP

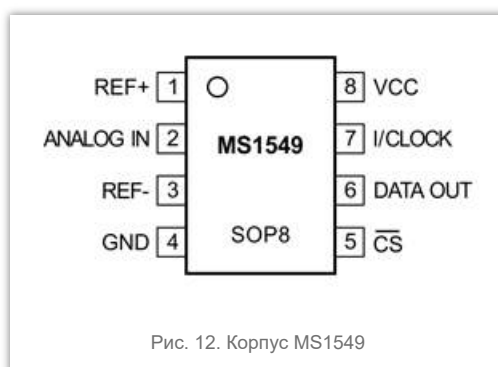


Рис. 12. Корпус MS1549

Данный АЦП является аналогом преобразователей xxx1549 и xxx549 и совместим с ними по выводам.

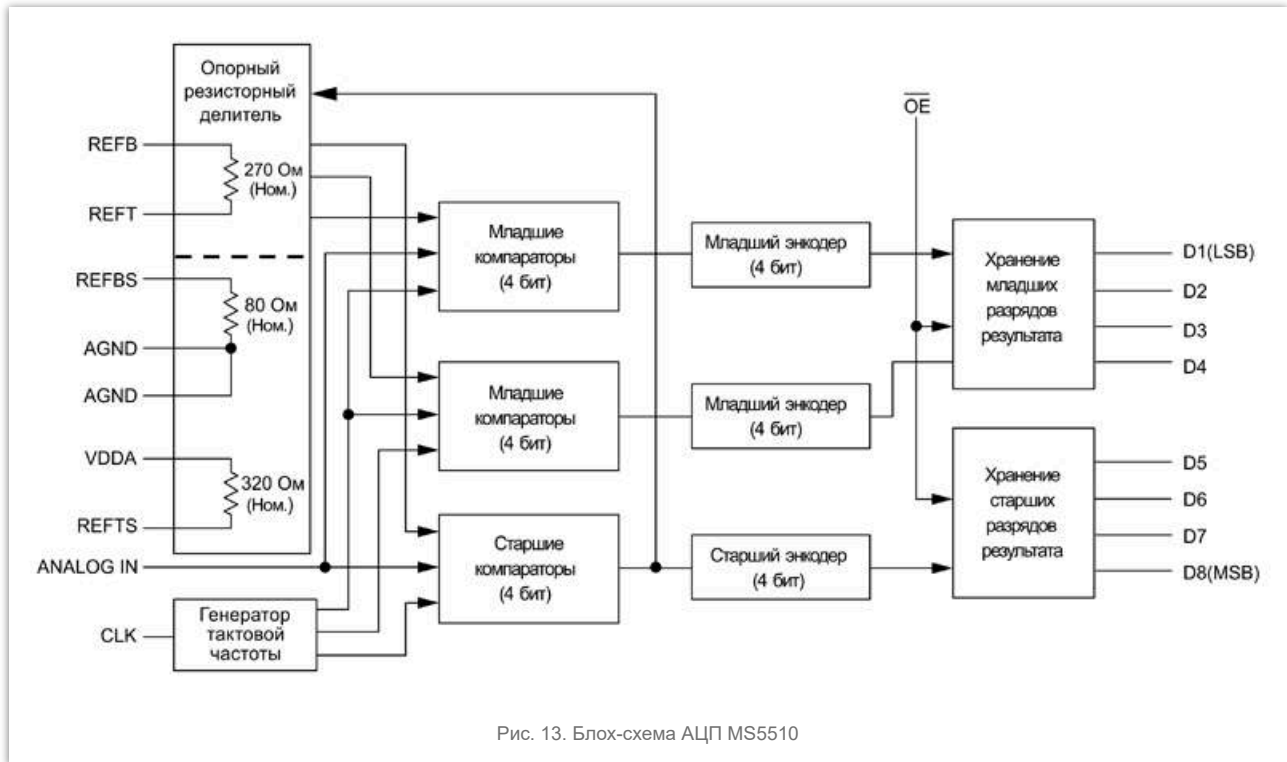
Таблица 7. Назначения выводов АЦП MS1808

Номер вывода	Наименование	Назначение
1	REF+	Вход опорного напряжения.
3	REF-	
2	ANALOG IN	Вход несимметричного аналогового сигнала.
4	GND	Общий вывод.
5	CS	Вход сигнала Chip Select. Активация низким логическим уровнем.
6	DATA OUT	Выход последовательного интерфейса данных с 3 состояниями (высокоимпедансным при активном CS). Спад сигнала I/O CLOCK переводит DATA OUT в логический уровень, соответствующий следующему старшему биту. После десяти тактов последующее тактирование выводит только логический 0.
7	I/CLOCK	Вход и выход тактовых сигналов, формирующий команду запуска выборки и хранения значения напряжения аналогового входа. Тактирует вывод данных и управляет результатом преобразования.
8	VCC	Питание.

Конвейерные (Pipeline) АЦП

Наибольшую скорость преобразования аналоговых сигналов имеют АЦП прямого взвешивания, позволяющие преобразовать входной сигнал за один такт. Однако их архитектура имеет высокую стоимость, и порой возникают проблемы с повышением разрядности. Компромиссное решение – конвейерный метод, при котором сначала оцифровывается часть старших разрядов, и затем полученный результат преобразуется обратно в аналоговый и вычитается из входного сигнала для получения оставшейся части младших разрядов. Для увеличения разрядности и повышения точности преобразования производители используют несколько каскадов, вычисляющих младшие разряды.

АЦП **MS5510** являются функциональными аналогами известных конвейерных АЦП xxx5510 других компаний, от которых отличаются номинальными значениями опорных резисторов (рисунок 13). Компания Ruimeng производит данные АЦП в корпусе SOP24 для поверхностного монтажа (рисунок 14). Описание его выводов приведено в таблице 8.



Характеристики:

- 1 несимметричный аналоговый вход;
- два режима работы с диапазонами шкалы: 2 и 4 В;
- разрядность 8 бит;
- частота выборки 20 МГц;
- параллельный 8-битный интерфейс данных;
- максимальная интегральная ошибка линейности: $\pm 0,75$ LSB при 25°C и ± 1 LSB при -20...75°C;
- максимальная дифференциальная ошибка линейности: $\pm 0,5$ LSB при 25°C и $\pm 0,75$ LSB при -20...75°C;
- диапазон напряжений питания аналоговой и цифровой частей 4,75...5,25 В;
- потребляемая мощность: 127,5 мВт в режиме 1 и 150 мВт в режиме 2;
- диапазон рабочих температур -20...75°C;
- корпус SOP24.

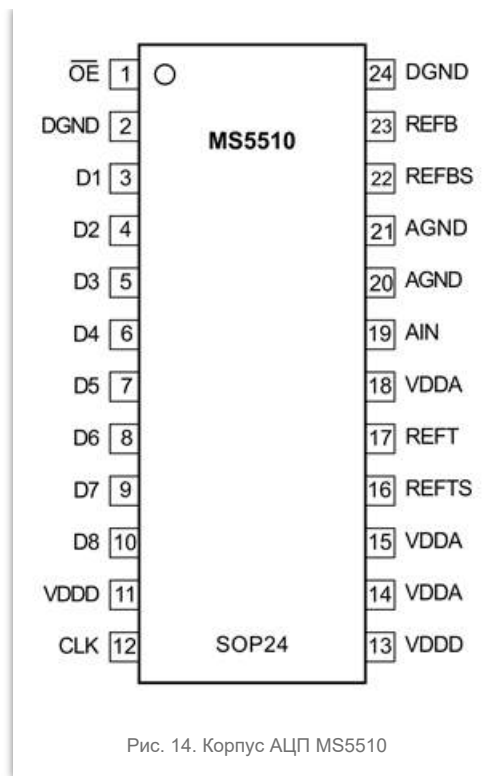
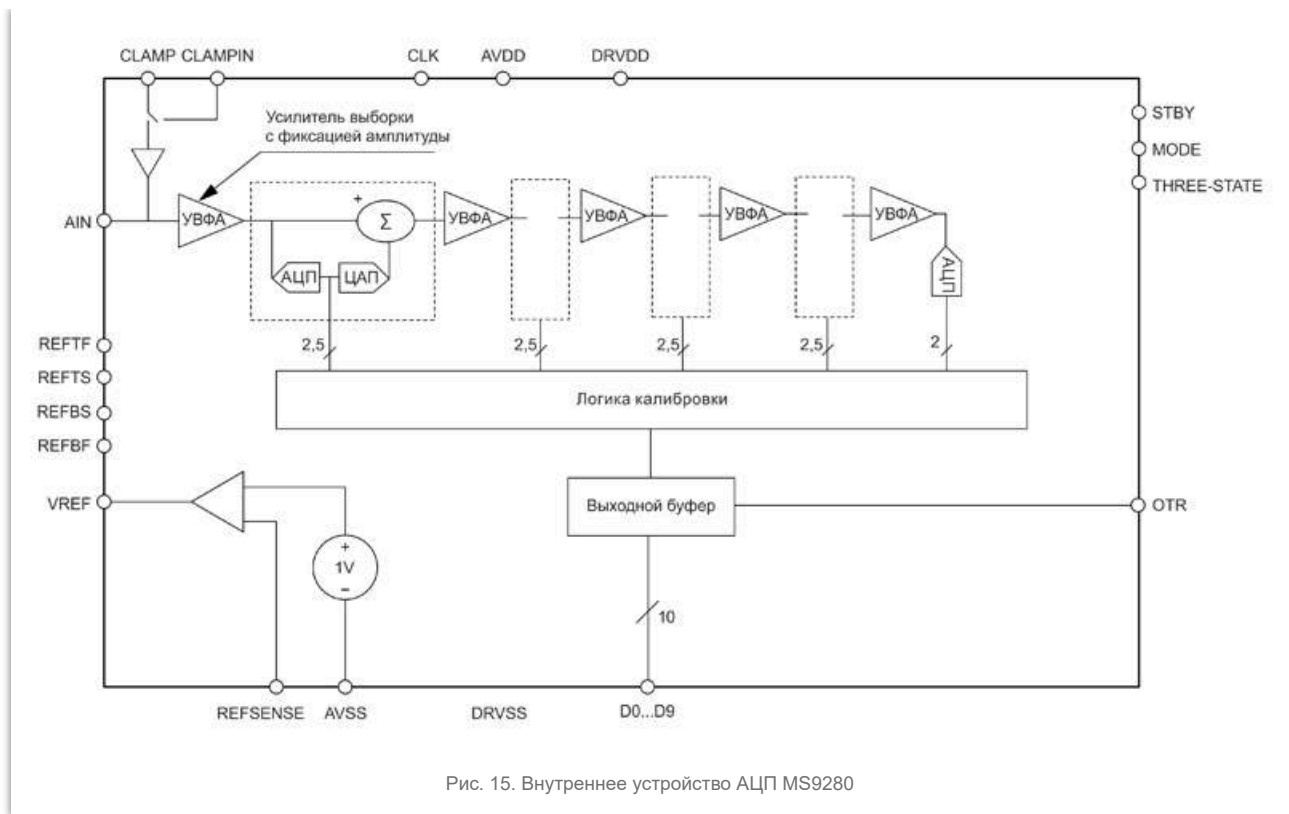


Таблица 8. Назначения выводов АЦП MS5510

Номер вывода	Наименование	Назначение
1	OE	Вход перевода шины данных в высокоимпедансное состояние (логической 1).
2, 24	DGND	Общий вывод цифровой части.
3...10	D1...D8	Параллельная шина данных.
11, 13	VDDD	Питание цифровой части.
12	CLK	Вход тактовой частоты.
14, 15, 18	VDDA	Питание аналоговой части.
16	REFTS	Вход верхнего опорного напряжения.
17	REFT	
19	AIN	Вход несимметричного аналогового сигнала.
20, 21	AGND	Общий вывод аналоговой части.
22	REFBS	Вход нижнего опорного напряжения.
23	REFB	

Конвейерный АЦП [MS9280](#) производства Ruimeng является 10-битным преобразователем с максимальной частотой выборки 35 MSPS. Он использует многоступенчатую дифференциальную конвейерную архитектуру (рисунок 15), которая гарантирует отсутствие пропущенных кодов во всем диапазоне рабочих температур при максимальной скорости преобразования. Аналоговый вход MS9280 подходит для видеосигналов и систем связи благодаря встроенной функции CLAMP, которая восстанавливает постоянный ток сигналов, имеющих развязку по переменному току. Схема корпуса MS9280 представлена на рисунке 16, а назначения выводов сведены в таблицу 9.



Данный АЦП имеет следующие характеристики:

- 1 аналоговый вход;
- разрядность 10 бит;
- частота выборок 35 МГц;
- параллельный 10-битный интерфейс данных;
- дифференциальная ошибка линейности $\pm 0,2$ LSB;
- управляемая функция CLAMP для работы с видеосигналами;
- возможность работы как со встроенным, так и со внешним ИОН;
- IF SUB Sampling до 135 МГц;
- внешнее управление переводом в спящий режим;
- выход OTR, сообщающий о превышении входным сигналом минимального или максимального диапазонов квантования;
- диапазон напряжений питания аналоговой и цифровой частей 2,7...5,5 В;
- потребляемая мощность 90 мВт при напряжении питания 3 В;
- диапазон рабочих температур $-20...75^{\circ}\text{C}$;
- корпус SS

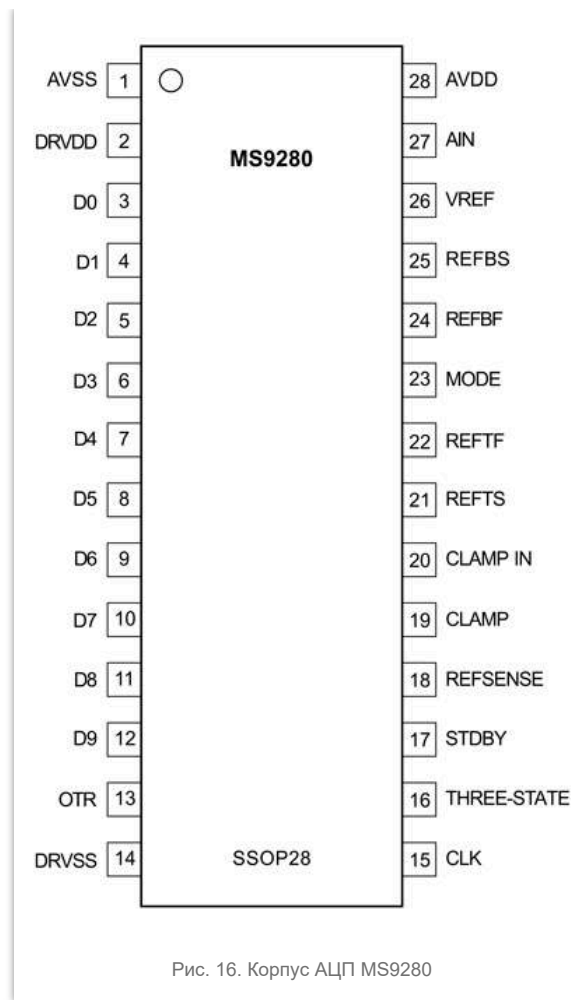


Таблица 9. Назначения выводов MS9280

Номер вывода	Наименование	Назначение
1	AVSS	Общий вывод аналоговой части.
2	DRVDD	Питание цифровой части.
3...12	D0...D9	Параллельная шина данных.
13	OTR	Сигнал выхода за пределы диапазона.
14	DRVSS	Общий вывод цифровой части.
15	CLK	Вход тактовой частоты.
16	THREE-STATE	Вход перевода шины данных в высокоимпедансное состояние (логической 1).
17	STDBY	Вход управления режимом работы. Логическая 1 – спящий режим.
18	REFSENSE	Вход управления встроенным ИОН.
19	CLAMP	Вход выбора режима. Логический 0 — No Clamp Mode.
20	CLAMP IN	Вход напряжения для буфера режима CLAMP.
21	REFTS	Вход верхнего опорного напряжения.
22	REFTF	
23	MODE	Вход выбора режима.
24	REFBS	Вход нижнего опорного напряжения.
25	REFBF	
26	VREF	Напряжение встроенного ИОН.
27	AIN	Вход несимметричного аналогового сигнала.
28	AVDD	Питание аналоговой части.