

## МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

### КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ

#### Аналоговая часть

- 18-разрядный дельта-сигма АЦП, с автоматическим опросом измерительных каналов (давление, внешняя/внутренняя температура).
- 14-разрядный ЦАП с абсолютным или ратиометрическим выходным напряжением.
- Встроенный усилитель входного сигнала с программируемым коэффициентом усиления от 2 до 50 раз.
- Канал измерения внутренней температуры кристалла и канал для подключения внешнего терморезистора номиналом 1 кОм или измерительного диода.
- Встроенный источник питания тензорезистивного преобразователя физической величины.
- Тримминг температурного коэффициента источника опорного напряжения АЦП и ЦАП.

#### Цифровая часть

- Цифровой блок обработки для устранения температурного дрейфа и нелинейности выходного сигнала. Погрешность калибровки <0,05 % от полной шкалы выходного сигнала.
- Однократно программируемая память для хранения конфигурационных параметров микросхемы и калибровочных коэффициентов.

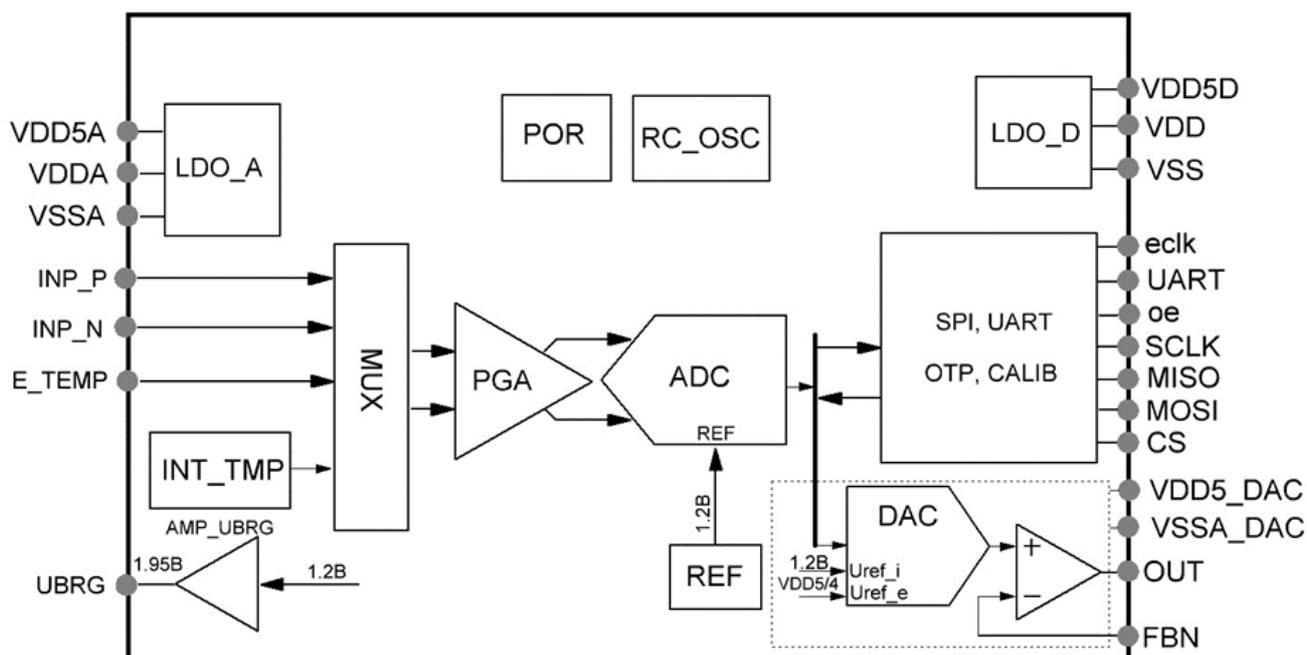
#### Цифровые периферийные блоки

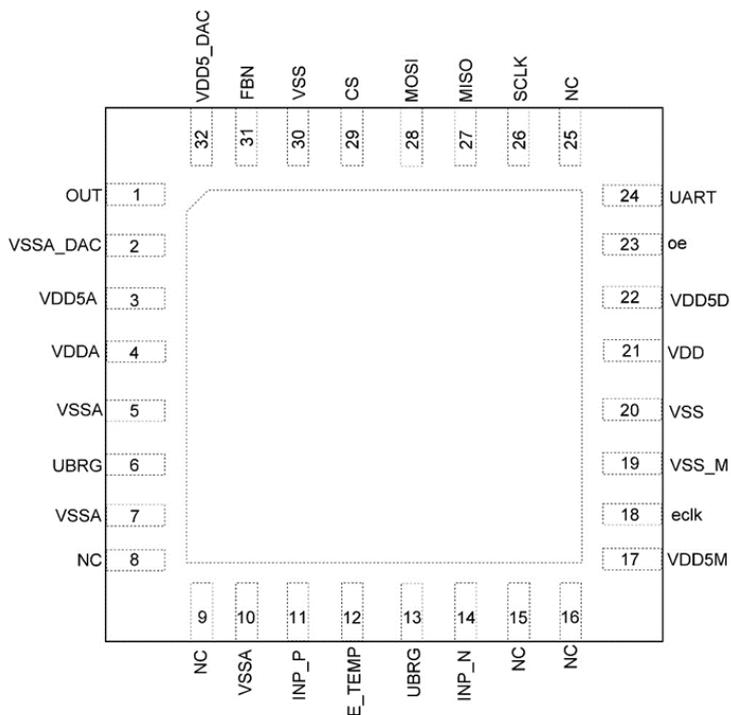
- Цифровые интерфейсы записи и чтения регистров микросхемы: SPI, UART (совместим с драйверами физ. уровня RS232/485).
- Возможность реализации датчиков 4мА/20мА (с дополнительными внешними компонентами).

#### Напряжение питания

- Диапазон напряжений питания от 2,7В до 5,5 В.
- Рабочий диапазон температур от -60°C до +125°C.
- Технология изготовления HCMOS\_8D5V (АО "Микрон").

### СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МИКРОСХЕМЫ



**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**ОБОЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ МИКРОСХЕМЫ**


Вид сверху, корпус QFN32

**ФУНКЦИИ ВЫВОДОВ МИКРОСХЕМЫ**

Название	QFN32	Описание
OUT	1	Выход ЦАП
VSSA_DAC	2	Земля ЦАП
VDD5A	3	Напряжение питания аналоговой части
VDDA	4	Выход стабилизатора аналоговой части
VSSA	5	Земля аналоговой части
UBRG	6	Выход источника питания тензопреобразователя
VSSA	7	Аналоговая земля
NC	8	
NC	9	
VSSA	10	Аналоговая земля
INP_P	11	Положительный вход канала давления
E_TEMP	12	Вход подключения внешнего терморезистора или диода
UBRG	13	Выход источника питания тензомостов

## МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

## ФУНКЦИИ ВЫВОДОВ МИКРОСХЕМЫ - ПРОДОЛЖЕНИЕ

Название	QFN32	Описание
INP_N	14	Отрицательный вход канала давления
NC	15	
NC	16	
VDD5M	17	Напряжение питания памяти
eclk	18	Вход подачи внешней тактовой частоты
VSS_M	19	Земля памяти
VSS	20	Земля цифровой части
VDD	21	Выход стабилизатора цифровой части
VDD5D	22	Напряжение питания цифровой части
oe	23	Цифровая выход: UART_OUT или сигналы готовности преобразования
UART	24	Цифровой вход/выход: UART_IN, OUT.
NC	25	
SCLK	26	Тактовый сигнал SPI
MISO	27	Цифровой выход: выходные данные SPI
MOSI	28	Цифровой вход: входные данные SPI
CS	29	Цифровой вход: CS SPI
VSS	30	Земля цифровой части
FBN	31	Отрицательный вход ОУ ЦАП
VDD5_DAC	32	Напряжение питания ЦАП

Для выводов обозначенных, как NC необходима только площадка под пайку, без её соединения с другими цепями. Термоплощадки на дне корпуса соединить с VSSA, VSS, VSSA\_DAC.

**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**ПРЕДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Параметр	Обозначение	Условия	Min	Max	Ед. Измерения
Максимальное напряжение питания	VDD5A, D, DAC		-0,3	6,0	В
Максимальный ток нагрузки цифровых выходов	Ido_max		-2,0	2,0	мА
Уровень стойкости к статическому электричеству	V <sub>ESD</sub>	HBM	-	2,0	кВ
Температура хранения	Ts		-60	150	°С
Температура перехода	Tj		-60	175	°С
Максимальная рассеиваемая мощность	Ptot		-	20	мВт

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (ТЕМПЕРАТУРА -60 ... +125°С)**

Параметр	Обозначение	Условия	Значения			Ед. Измерения
			Min	Typ	Max	
<b>Параметры питания</b>						
Напряжение питания	Vcc		2,7	5,0	5,5	В
Выходное напряжение стабилизаторов питания	Vvdda, vdd		1,774	1,803	1,829	В
Ток потребления	I <sub>DD</sub>	Без нагрузки	-	2,2	3,2	мА
Длительность фронта напряжения питания	Tvdd_on	-	-	-	8	мс
<b>Параметры канала давления и температуры</b>						
Разрешение	Res_p,t		-	18	-	бит
Скорость преобразования	SR	Канал давления	1646	2467	-	Выб/с
		Канал температуры	137	205	-	
Время цикла преобразования	Tconv	1 отсчет температуры, 12 отсчетов давления	-	4,864	7,287	мс
Задержка выдачи данных давления	Tdel_p		-	2,048	3,07	мс

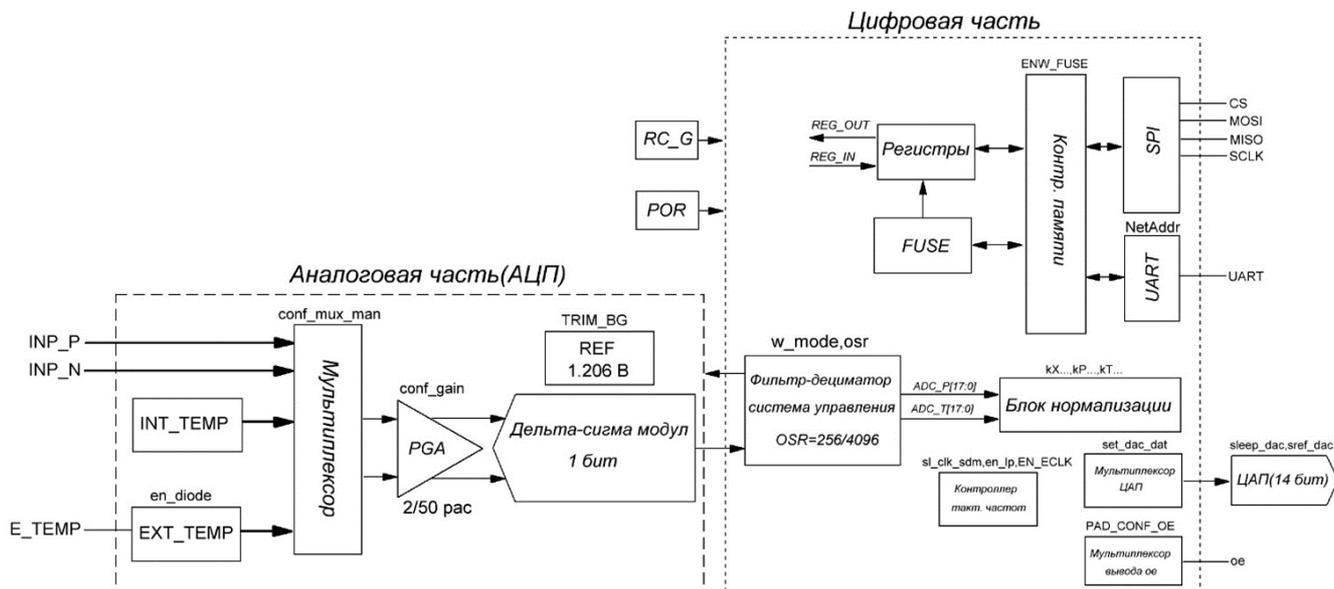
**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ПРОДОЛЖЕНИЕ**

Параметр	Обозначение	Условия	Значения			Ед. Измерения
			Min	Typ	Max	
Эффективная разрядность	ENOB	Усиление=50 раз	12,84	14	–	бит
		Усиление=2 раза	13,51	15	–	
Чувствительность канала температуры	SNS <sub>temp</sub>	Внутренний термодатчик	251	279	313	лсб/°C
		Внешний терморезистор	108	120	135	
		Внешний диод	207	230	259	
Диапазон усиления встроенного усилителя	Gain	–	2	–	50	рас
Опорное напряжения АЦП и ЦАП	Uref	Без подстройки	1,193	1,206	1,222	В
Температурный дрейф опорного напряжения	TC_Uref		7,5	14,3	46,2	мкВ/°C
<b>Параметры ЦАП</b>						
Разрешение	Res_dac	–	–	14	–	бит
Интегральная нелинейность	INL	Усиление выходного усилителя 4 раза, в диапазоне 5%/95% от FS	–	±1	–	лсб
Дифференциальная нелинейность	DNL		–	±1	–	лсб
Опорное напряжение ядра ЦАП	Uref_dac	Ратометрический режим	–	Uvdd5_dac /4	–	В
		Абсолютный режим (без подстройки ИОН)	–	Uref	–	
Емкость нагрузки выходного ОУ	CL	–	–	–	100	пФ
Сопротивление нагрузки выходного ОУ	RL	–	10	–	–	кОм

**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ПРОДОЛЖЕНИЕ**

Параметр	Обозначение	Условия	Значения			Ед. Измерения
			Min	Тур	Max	
<b>Параметры источника питания тензорезистивных мостов</b>						
Выходное напряжение источника питания тензомостов	Ubrg	Без подстройки внутреннего ИОНа	1,93	1,948	1,976	В
Температурный дрейф источника питания тензомостов	TC_UREF		12,3	21,0	74,5	мкВ/°С
Сопротивление подключаемых тензомостов	Rbrg	–	2	–	20*	КОм
Емкость нагрузки	CL_UBRG	–	–	–	20	пФ
<b>Параметры цифровых входов-выходов</b>						
Входное напряжение низкого уровня	V <sub>IL</sub>		–0,3	–	1,0	В
Входное напряжение высокого уровня	V <sub>IH</sub>		2,3	–	V <sub>CC</sub>	В
Выходное напряжение низкого уровня	V <sub>OL</sub>	При токе 2 мА	–	–	0,4	В
Выходное напряжение высокого уровня	V <sub>OH</sub>	При токе 2 мА	V <sub>CC</sub> –0,1	–	V <sub>CC</sub>	В
<b>Параметры цифровых интерфейсов</b>						
Частота тактового сигнала SPI	Fsclk	–	–	–	4	МГц
Скорость обмена данными по UART	BR	–	9600	–	115200	Бит/сек

\*При пониженной в 4 раза тактовой частоте аналоговой части.

**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**СТРУКТУРНАЯ СХЕМА**

**ЦИФРОВЫЕ ФИЛЬТРЫ И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АНАЛОГОВЫМ МУЛЬТИПЛЕКСОРОМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ**

В данной микросхеме для фильтрации цифрового 1 битного потока данных с аналогового дельта-сигма модулятора применяется цифровой СΙС фильтр-дециматор. Фильтр имеет программируемую децимацию от 256 рас до 4096 раз (Регистр CONF\_SC\_1:  $osr\_adc=0/4$ ), тем самым можно добиться необходимого соотношения: скорость преобразования/ уровень шума.

Система управления аналоговым мультиплексором измерительных каналов, последовательно опрашивает их, возникающие при смене измерительного канала, переходные процессы фильтра-дециматора автоматически устраняются. Актуальные данные измеренного канала, распределяются демультимплексором по соответствующим выходным регистрам. Один цикл измерения состоит из 1 измерения канала температуры и 12 измерений канала давления. Время одного цикла не превышает 7,287 мс, а задержка выдачи данных канала давления не превышает 3,07 мс.

Есть возможность работы микросхемы без автоматического опроса измерительных каналов, в этом режиме измерительный канал выбирается, путем конфигурации регистра управления мультиплексора (Регистр CONF\_SC\_1:  $w\_mode=2$ ,  $conf\_mux\_man=0/3$ ). Этот режим можно применять для создания датчиков температуры, при этом блок нормализации работает только с данными канала температуры.

Описание регистров блока описано в разделе «Описание регистров микросхемы».

## МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

### ЦИФРОВОЙ БЛОК НОРМАЛИЗАЦИИ

В микросхеме реализован целочисленный цифровой блок нормализации, с 16 разрядными калибровочными коэффициентами. Блок реализует функцию линеаризации и компенсации температурного дрейфа. Входными данными для блока являются данные канала давления и температуры. Блок может так же работать в однофакторном режиме, когда данные поступают только с канала температуры.

Расчет калибровочных коэффициентов выполняется прикладным программным обеспечением.

Описание регистров блока описано в разделе «Описание регистров микросхемы».

### ЦИФРОВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ЧТЕНИЯ И ЗАПИСИ РЕГИСТРОВ И ПАМЯТИ

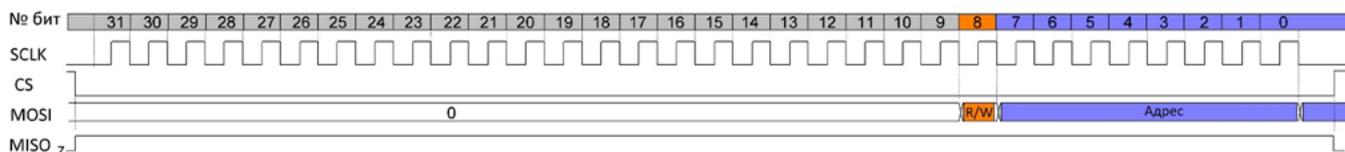
В состав микросхемы входят последовательные интерфейсы чтения и записи регистров микросхемы – это синхронный последовательный интерфейс SPI и асинхронный последовательный интерфейс UART. Оба интерфейса является ведомыми устройствами(slave).

Описание интерфейса SPI.

- Тип: ведомый (slave).
- Направление: старшим битом вперед.
- Разрядность: 32 бита.
- 

Блок принимает данные с внешнего ведущего SPI контроллера. Данные посылаются 2-мя пакетами по 32-бита каждый.

**Пакет команды:** первый пакет содержит адрес регистра/памяти – 8 бит и сигнал записи/чтения – 1бит (запись=1, чтение=0). Этот пакет называется командой. Старшие неиспользуемые биты дописываются нулями.



*Пакет Команда = 23'b0|RW|ADR[7:0]*

**Пакет данных:** следующий пакет – непосредственно данные чтения/записи. Эти пакеты принимаются контроллером памяти и согласно команде, происходит запись/чтение памяти, регистров управления или регистров данных АЦП. Данные чтения передаются ведущему контроллеру по линии MISO. Ведущий контроллер принимает данные нарастающем фронтом SCLK. Старшие неиспользуемые биты, при необходимости, дописываются нулями.



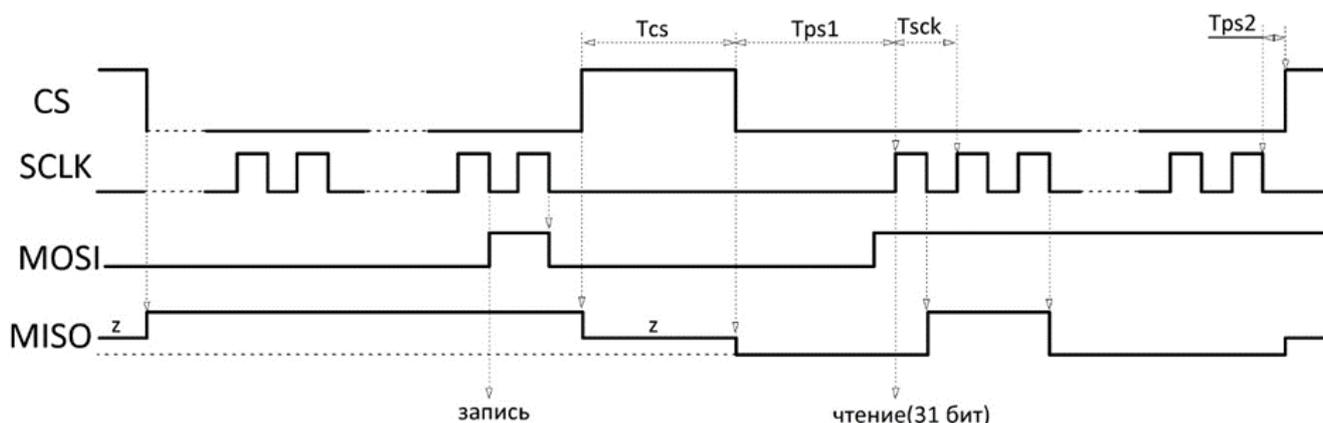
*Пакет Данные = READ DATA[31:0] - при чтении*



*Пакет Данные = WRITE DATA[31:0] - при записи*

**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**ТАБЛИЦА ТРЕБОВАНИЙ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ВЕДУЩЕГО SPI КОНТРОЛЛЕРА**

Параметр	Обозначение	Длительность (минимум)
Установка сигнала CS в неактивное состояние (лог «1»)	Tcs	2 мкс
Пауза между установкой CS в активное состояние (лог «0») и подачей синхросигнала SCLK	Tps	2 мкс
Пауза после последнего такта синхросигнала SCLK и установкой CS в 1	Tps1	0
Период синхросигнала SCK	Tsck	250 нс


**ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА UART**

Интерфейс обеспечивает обмен данными с ведущим устройством. Разрабатываемая микросхема всегда является ведомой(slave).

Интерфейс может работать в различных режимах:

- Двухпроводной интерфейса UART, для соединения микросхемы с драйвером физического уровня RS232.
- Однопроводной интерфейс UART, для работы в однопроводном режиме или соединения с драйвером физического уровня RS485. Направление работы интерфейса выводится на вывод oe микросхемы и также соединяется с выводом направления драйвера RS485.

В двухпроводном режиме работы на выводе микросхемы UART принимаются данные от master устройства, на выводе oe отправляются данные master устройству. Вывод oe должен быть сконфигурирован под выдачу данных от UART(CONF\_SC\_1: PAD\_CONF\_OE=0).

В однопроводном режиме, вывод микросхемы UART становится двунаправленным, микросхема самостоятельно переключает направление работы вывода (UART), в зависимости от команд, подаваемых от master устройства. Направление работы интерфейса выводится на вывод oe. Вывод oe должен быть сконфигурирован под выдачу данных от UART(CONF\_SC\_1: PAD\_CONF\_OE=1).

Интерфейс имеет возможность работы в сети из подобных устройств, предельное количество устройств в сети может быть равно 256.

## МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

### ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА UART ПРОДОЛЖЕНИЕ

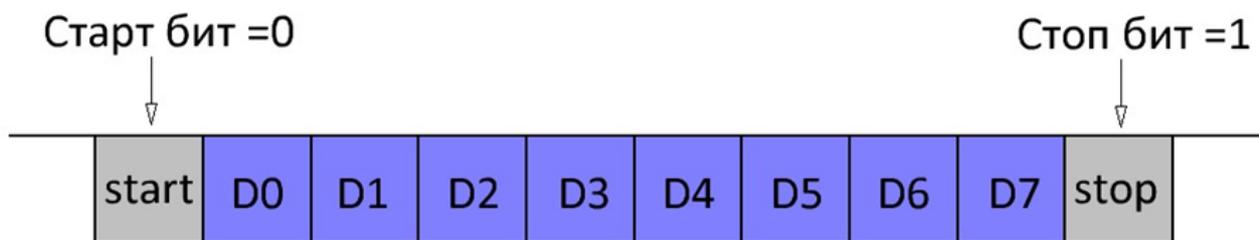
Интерфейс имеет возможность работы в сети из подобных устройств, предельное количество устройств в сети может быть равно 256.

Интерфейс обеспечивает надежный обмен данными между master и slave устройством, за счет применения аппаратного блока вычисления контрольной суммы CRC и остановки обмена при нарушении значения контрольной суммы.

Интерфейс обеспечивает обмен данными с различными скоростями передачи данных, установка скорости передачи данных должна быть задана автоматически исходя из скорости обмена данными master устройства. Диапазон скоростей обмена данными от 9600 бит/сек до 115200 бит/сек.

В состоянии покоя на линии UART высокий уровень. Протокол взаимодействия построен по принципу обмена сообщениями между главным и подчиненным устройством. Преобразователь всегда является подчиненным устройством. Это означает, что преобразователь только отвечает на запросы главного устройства.

Сообщения кодируются как последовательность 8-разрядных байт, которые передаются по кабелю последовательной связи с использованием стандартного метода UART – универсальный асинхронный приемник/передатчик для посылки каждого байта. Как и в RS-232 и других асинхронных коммуникационных связях, к каждому байту добавляется стартовый и стоповый бит. Каждый бит байта сообщения должен передаваться последовательно без задержек в соответствии с длительностью бита. Между отдельными байтами может быть задержка, длительностью передачи от 0 до 3-х бит информации. Каждый байт передается младшим битом вперед.



Формат байта UART

### ФОРМАТ СООБЩЕНИЯ

Различаются 2 вида сообщения – на запись и на чтение значений регистров преобразователя. В зависимости от вида сообщения имеют различные форматы.

### СООБЩЕНИЕ ТИПА ЗАПИСЬ

Для записи значения регистра сообщение должно иметь следующий формат.

Структура сообщения на Запись												
Sync				Cmd	Ack	NetAddr	RegAddr	Data				CRC
Байт0				Байт1		Байт2	Байт3	Байт4	Байт5	Байт6	Байт7	
1	0	1	0	[0..2]	0	[00..07]	[00..07]	[24..31]	[16..23]	[08..15]	[00..07]	[00..07]
0	1	2	3	4-6	7	8..15	16..23	24..55				56..63

**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**СООБЩЕНИЕ ТИПА ЗАПИСЬ ПРОДОЛЖЕНИЕ**

1. Биты 00..03. Синхронизация главный-подчиненный происходит при каждой посылке. Посылка начинается передачей кадра синхронизации SYNC. Время передачи бита вычисляется измерением времени от начала стартового бита (переход от 1 к 0) до конца кадра синхронизации (переход от 1 к 0 между битами 2 и 3).
2. Бит 04..06. Код команды. Может принимать следующие значения: – «001» - запись DATA в регистр, «101» - Сброс микросхемы (сброс UART).
3. Бит 07. Признак ответного сообщения. В данном сообщении «0».
4. Биты 08..15. До 256 преобразователей могут быть объединены в сеть. При работе в сети каждый преобразователь должен иметь собственный уникальный 8-ми битный сетевой адрес. Передаваемое сообщение принимают все преобразователи в сети, но реагировать на это сообщение должен только преобразователь с совпадающим сетевым адресом. Сетевой адрес хранится в регистре CONF\_SC\_2(Net\_Addr). По умолчанию имеет значение «0».
5. Биты 16..23. Адрес регистров 0..F = рабочие регистры преобразователя, 10..14 выходные регистры (для чтения).
6. Биты 24..55. Содержат данные, которые необходимо записать в указанный в поле RegAddr регистр. Данные в этом поле должны быть расположены старшим байтом вперед.
7. Биты 56..63. Содержат CRC сообщения. CRC рассчитывается побайтно для бит[0..55] сообщения в передаваемой последовательности, без учета стартового и стопового битов. Для подсчета CRC используется алгоритм CRC8-ATM.  $CRC = x^8 + x^2 + x + 0$ . Следует учесть, что в каждом байте биты поступают наименее значащим битом вперед.

**СООБЩЕНИЕ ТИПА ЧТЕНИЕ**

Чтение значения регистров преобразователя осуществляется в следующей последовательности. Главное устройство формирует запрос на чтение. Выдержав интервал времени не менее длительности 3-х бит принятого сообщения, преобразователь выдает ответное сообщение. Ответное сообщение передается на той же частоте, что и принятый запрос на чтение.

Структура запроса на Чтение								
Sync			Cmd	Ack	NetAddr	RegAddr	CRC	
Байт0					Байт1	Байт2	Байт3	
1	0	1	0	0	0	[0..7]	[0..7]	[0..7]
0	1	2	3	4..6	7	8..15	16..23	24..31

Структура запроса на чтение идентична структуре сообщения на запись, только отсутствует поле DATA. Поля Cmd должно иметь значение «000», Ack – «0».

Для получения данных по линии UART, необходимо учитывать, что каждый байт читается и пишется младшим битом вперед (LSB) А регистры микросхемы имеют структуру MSB (старший бит слева [31:0]) См. раздел Описание регистров микросхемы.

Например:

Чтение регистра с RegAddr = 0, NetAddr = 0

0xA0, 0x00, 0x00, 0x88, 0x44, 0x22, 0x11, CRC. – пакет принятый по UART

Прочитанные данные надо перевернуть

0x88, 0x44, 0x22, 0x11 – переворачиваем, получаем 0x11, 0x22, 0x44, 0x88

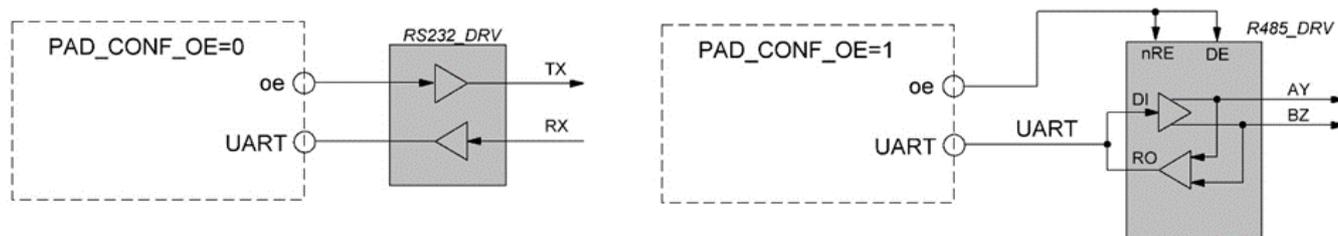
Регистр по адресу =0, содержит значение CONF\_SC\_1 = 32'h11\_22\_44\_88;

**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

В ответ на запрос преобразователь формирует ответное сообщение следующего формата:

Структура ответного сообщения на Чтение												
Sync				Cmd	Ack	NetAddr	RegAddr	Data				CRC
Байт0						Байт1	Байт2	Байт3	Байт4	Байт5	Байт6	Байт7
1	0	1	0	0	1	[0..7]	[0..7]	[24..31]	[16..23]	[08..15]	[00..07]	[0..7]
0	1	2	3	4..6	7	8..15	16..23	24 ..55				56..63

Поля Ack – признак ответного сообщения, в данном сообщении имеет значение «1». Между отдельными байтами должна быть задержка, длительностью передачи 1 бит информации. Аналогично сообщению типа Запись данные в поле DATA расположены и будут переданы старшим байтом вперед.

**ПРИМЕРЫ СОЕДИНЕНИЯ МИКРОСХЕМЫ С ДРАЙВЕРАМИ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ**

**ОПИСАНИЕ РЕГИСТРОВ МИКРОСХЕМЫ**

Регистр	Доступ	Значение по сбросу питания (hex) (По SYS_RES)	Адрес регистров (hex)
CONF_SC_1	Read/Write	0	0
CONF_SC_2	Read/Write	0	1
kPN0, kTN0	Read/Write	0	2
kX00, kX1	Read/Write	0	3
kX2, kX3	Read/Write	0	4
kX4, kX50	Read/Write	0	5
kX6, kX7	Read/Write	0	6
kX8, kX9	Read/Write	0	7
kX10, kX11	Read/Write	0	8
kX12, kX13	Read/Write	0	9
kX14, kX15	Read/Write	0	A
kX16, kX17	Read/Write	0	B
kX18, kX19	Read/Write	0	C

## МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

## ОПИСАНИЕ РЕГИСТРОВ МИКРОСХЕМЫ - ПРОДОЛЖЕНИЕ

Регистр	Доступ	Значение по сбросу питания (hex) (По SYS_RES)	Адрес регистров (hex)
kX01, kX02	Read/Write	0	D
DAC_DAT*	Read/Write*	0	E
ENW_FUSE*	Read/Write*	0	F
ADC_P	Read	-	10
ADC_T	Read	-	11
CAL_OUT	Read	-	12
DIAG	Read	-	13
CHIP_HARD_ID	Read	2971	14

\* Без записи во fuse.

**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**РЕГИСТР CONF\_SC\_1**

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
w_mode[1:0]	[1:0]	0	RW	Настройка режима работы АЦП. 0=автоматический опрос внутреннего термодатчика и канала давления. 1=автоматический опрос внешнего термодатчика и канала давления. 2=ручной выборка измерительного канала. 3=АЦП выключен(дополнительно sl_clk_sdm=1).
osr_adc[2:0]	[4:2]	0	RW	Установка числа децимации фильтра АЦП. 0=256 рас; 1=512 рас; 2=1024 рас; 3=2048 рас; 4/7=4096 рас.
en_lp	[5]	0	RW	Включение режима пониженного энергопотребления АЦП. 0= выключен, 1= включен(быстродействие АЦП в 4 раза меньше).
sl_clk_sdm	[6]	0	RW	Остановка тактовой частоты на АЦП и блок калибровки. 0= частота подается, 1= частота остановлена.
sleep_dac	[7]	0	RW	Выключение ЦАП. 0=включен, 1=выключен.
sref_dac	[8]	0	RW	Установка типа опорного напряжения ЦАП. 0=опорное напряжение с делителя напряжения питания. 1=напряжение внутреннего REF.
TRIM_BG[3:0]	[12:9]	0	RW	Подстройка температурного коэффициента внутреннего REF.
en_diode	[13]	0	RW	Установка в качестве внешнего термодатчика диода. 0=внешний терморезистор 1КОМ. 1=внешний диод.
conf_mux_man[1:0]	[15:14]	0	RW	Ручная установка измерительного канала. 0=внутренний термодатчик. 1=внешний термодатчик. 2=канал давления. 3=канал смещения нуля.
conf_gain[3:0]	[19:16]	0	RW	Установка усиления измерительного канала. 0=2раза, 1=6раз, 2=8раз, 3=10раз, 4=12раз, 5=16 раз, 6=18раза, 7=32раз, 8=34раз, 9=38раз, 10=40раз, 11=42 раз, 12=44раз, 13=48раз, 14 и 15 =50 раз.
PAD_CONF_OE[2:0]	[22:20]	0	RW	Конфигурация функций выводов микросхемы ое и UART. 0=оe -> UART_OUT , UART -> UART_IN. 1=оe -> Направление работы UART, UART -> UART_IN/OUT. 2=оe-> Сигнал готовности АЦП, UART -> UART_IN/OUT. 3=оe -> Сигнала готовности калиброванных данных, UART -> UART_IN/OUT. 4/7=оe -> Ошибка блока калибровки, UART -> UART_IN/OUT.
INV_EN_PAD	[23]	0	RW	Инверсия сигнала направления работы UART на выводе ое. 0=без инверсии, 1=с инверсией.
set_dac_dat[1:0]	[25:24]	0	RW	Установка источника данных ЦАП. 0=данные на ЦАП с нормализатора данных АЦП. 1=данные на ЦАП с блока калибровки. 2= данные на ЦАП с интерфейса(SPI или UART).

**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**РЕГИСТР CONF\_SC\_1 ПРОДОЛЖЕНИЕ**

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
en_mux_all	[26]	0	RW	Разрешение обнуления калиброванных данных ЦАП при переполнении блока калибровки. 0=обнуление запрещено, 1= обнуление разрешено.
EN_ECLK	[27]	0	RW	Выбор источника тактовой частоты микросхемы. 0=внутренний RC генератор 4МГц, 1=внешняя тактовая частота.
[31:28]		0	RW	Резерв.

**РЕГИСТР CONF\_SC\_2, KX51, I\_STEEP**

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
NetAddr[7:0]	[7:0]	0	RW	Сетевой адрес = 8 бит.
kX51[15:0]	[23:8]	0	RW	Коэффициент блока калибровки, поверочный.
I_STEP[2:0]	[26:24]	0	RW	Шаг нормализации полинома. 0=15 бит; 1=14 бит; 2=13 бит; 3=12 бит; 4=16 бит; 5=17 бит; 6/7=18 бит.
[31:27]		0	RW	Резерв.

**РЕГИСТР KPNO, KTN0**

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
kPNO[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
kTN0[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

**РЕГИСТР KX00, KX1**

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
kX00[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
kX1[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

## МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

## РЕГИСТР КХ2, КХ3

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
кХ2[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
кХ3[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

## РЕГИСТР КХ4, КХ50

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
кХ4[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
кХ50[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

## РЕГИСТР КХ6, КХ7

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
кХ6[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
кХ7[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

## РЕГИСТР КХ8, КХ9

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
кХ8[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
кХ9[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

## РЕГИСТР КХ10, КХ11

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
кХ10[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
кХ11[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**РЕГИСТР KX12, KX13**

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
kX12[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
kX13[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

**РЕГИСТР KX14, KX15**

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
kX14[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
kX15[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

**РЕГИСТР KX16, KX17**

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
kX16[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
kX17[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

**РЕГИСТР KX18, KX19**

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
kX18[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.
kX19[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки.

**РЕГИСТР KX01, KX02**

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
kX01[15:0]	[15:0]	0	RW	Коэффициент блока калибровки, поверочный.
kX02[15:0]	[31:16]	0	RW	Коэффициент блока калибровки, поверочный.

## МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

## РЕГИСТР DAC\_DAT(НЕ ЗАПИСЫВАЕТСЯ В FUSE)

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
DAC_DAT[13:0]	[13:0]	0	RW	Данные ЦАП(беззнаковые).
[31:14]		0	RW	Резерв.

## РЕГИСТР ENW\_FUSE (НЕ ЗАПИСЫВАЕТСЯ В FUSE)

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
ENW_FUSE	[0]	0	RW	Управление разрешением записи во fuse. 0=запись во fuse запрещена, перезапись регистров. 1=запись во fuse разрешена.
[31:1]		0	RW	Резерв.

## РЕГИСТР ADC\_P

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
ADC_P[17:0]	[17:0]	0	R	Данные АЦП давления (знаковые).
[31:18]		0	R	-

## РЕГИСТР ADC\_T

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
ADC_T[17:0]	[17:0]	0	R	Данные АЦП температуры (знаковые).
[31:18]		0	R	-

## РЕГИСТР CAL\_OUT

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
CAL_OUT[13:0]	[13:0]	0	R	Данные выхода блока калибровки.
[31:14]	[31:14]	0	R	-

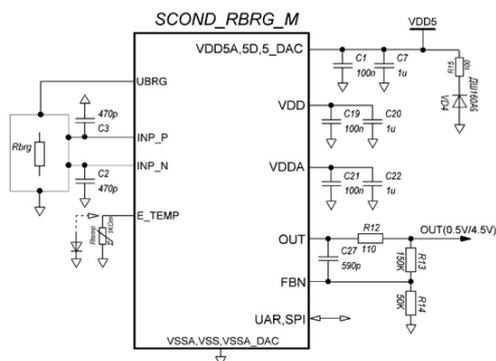
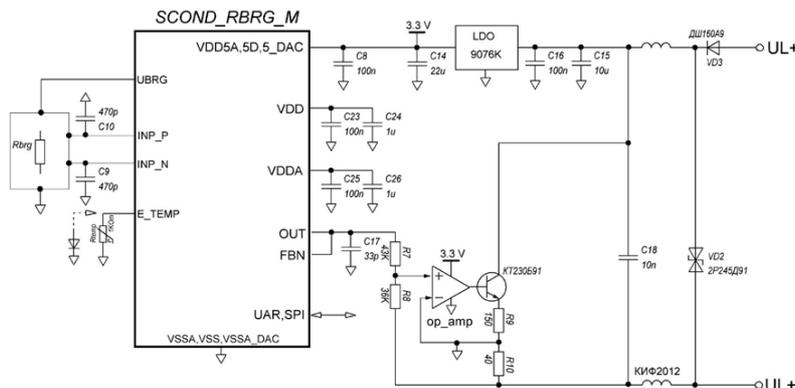
## МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

## РЕГИСТР DIAG

Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
CRC_ERR	[0]	0	R	Ошибка CRC в пакете приема.
START_STOP_ER	[1]	0	R	Ошибка наличия START или STOP бита в пакете.
DELAY_ERR	[2]	0	R	Длительность паузы между байтами при приеме – больше 3 бит.
err_cal	[3]	0	R	Ошибка блока калибровки. 0=нет ошибки, 1=есть ошибка.
ERR_UNLOCK_FUSE	[4]	0	R	Попытка записи во FUSE при ENW_FUSE=1'b0.
ERR_ADDR	[5]	0	R	Ошибка обращения по неправильному адресу. ADDR>'d20 если READ. ADDR>'d15 если WRITE. ADDR>'d13 если WRITE FUSE.
[31:6]	[31:6]	0	R	–

## РЕГИСТР CHIP\_HARD\_ID

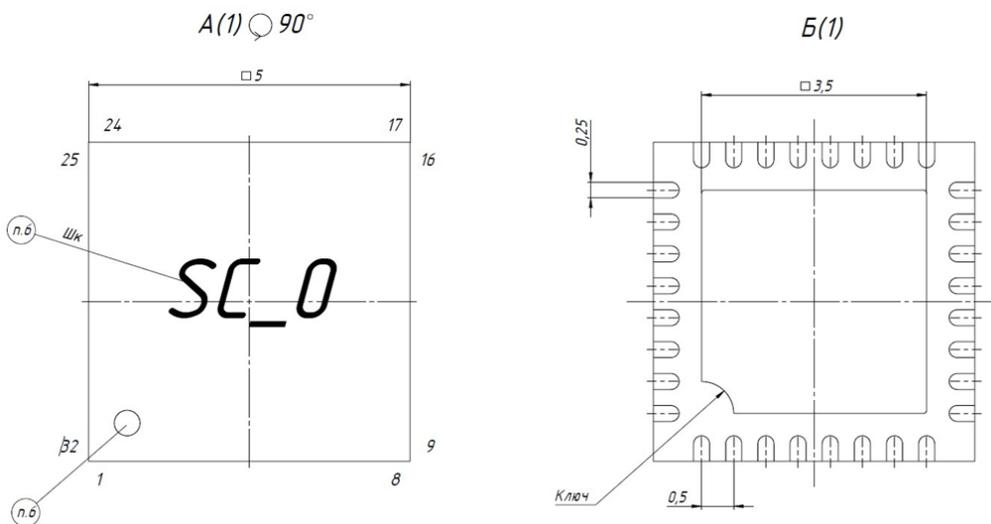
Название	разряд	res (dec)	Тип	Примечание
CHIP_ID_VER[3:0]	[3:0]	1	R	Версия микросхемы (1)
CHIP_ID_YEAR[9:4]	[9:4]	23	R	Год разработки микросхемы (23)
CHIP_ID_TYPE[15:10]	[15:10]	10	R	Тип микросхемы (10)
RESERV_BIT[31:16]	[31:16]	0	R	–

**МИКРОСХЕМА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**
**ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ**
**OUT(0.5V/4.5V)**

**OUT(4mA/20mA)**


На схемах выше: конденсаторы C7, 14, 15, 20, 22, 24, 26 танталовые, все остальные керамические.

**Для схемы 0.5В/4.5В:** компоненты C27, R12 позволяют работать на емкостную нагрузку до 100 нФ, если емкость нагрузки не будет превышать 100 пФ, то эти компоненты можно исключить из схемы, а выводы OUT и FBN соединить друг с другом.

**В схеме 4мА/20мА:** операционный усилитель op\_amp должен иметь малый собственный ток потребления ( $\leq 100$  мкА) и напряжение смещения. Биполярный транзистор может быть заменен на аналогичный по параметрам (напряжение  $U_{кэ} \geq 30$ В,  $\beta \geq 100$ ). Высоковольтный стабилизатор может быть заменен на аналогичный по параметрам ( $U_{вх} \geq 30$ В, низкий собственный ток потребления  $\leq 100$  мкА). Диоды, защитные стабилитроны могут быть заменены на аналогичные по параметрам отечественные или импортные компоненты. Для калибровки и записи калибровочных коэффициентов в датчик требуется землю микросхемы соединить с землей программатора -это требует наличия двух дополнительных проводов в кабеле датчика (не используются в процессе эксплуатации).

**ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ КОРПУСОВ МИКРОСХЕМЫ**

**QFN32 5mm x 5mm**