

## Программируемый преобразователь ёмкости в напряжение

### Назначение

Микросхема предназначена для применения в радиоэлектронной аппаратуре в качестве преобразователя изменения емкостей элемента мостового дифференциального типа в нормированное значение электрического напряжения для измерителей линейного ускорения. Может использоваться в микроэлектромеханических системах (МЭМС), в полупроводниковых емкостных датчиках ускорений.

### Принцип действия

Чувствительный элемент сенсора представляет собой две емкости (C1 и C2) включенные между выводами VC1 и VC2 дифференциального входа и средней точкой VC0.

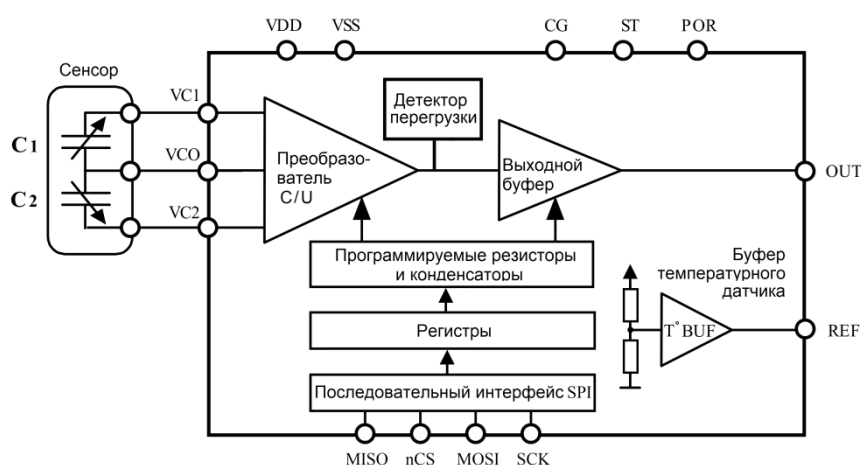
Конструкция сенсора может быть такова, что при наличии физического воздействия на сенсор одна из емкостей (например, C1) увеличивается, а другая (C2) в противофазе к ней — уменьшается.

Микросхема преобразовывает изменение отношения входных емкостей в выходное напряжение на аналоговом выходе U.

Возможно использование недифференциальных датчиков.

Для построения температурно- независимых систем возможно использование встроенного датчика температуры.

Блоки микросхемы содержат программируемые резисторы и конденсаторы для подстройки параметров тракта преобразования. Подстройка осуществляется регистрами микросхемы через последовательный интерфейс SPI.



### Основные технические параметры

• Диапазон измеряемых емкостей:	1,5÷120 пФ;
• Максимальная разность емкостей сенсора, преобразуемая микросхемой:	50 пФ;
• Диапазон выходного аналогового сигнала:	0.5 ÷ 4.5 В;
• Ток нагрузки по цифровым выходам и выходу компаратора:	не более ±2 мА;
• Нелинейность характеристики преобразования:	не более 5 %;
• Опорное напряжение:	1,14÷1,26 В;
• Рабочая частота измерительных усилителей:	110 кГц;
• Напряжение питания:	+5 В ±10%;
• Ток потребления:	не более 10 мА;
• Диапазон рабочих температур:	-60...125°C.

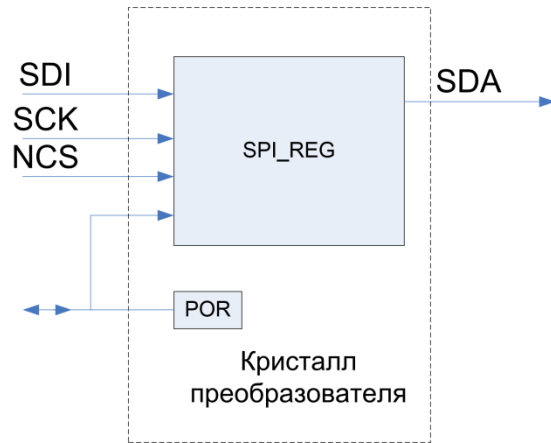
### Интерфейсы

- Аналоговый;
- Цифровой: SPI для программирования параметров тракта преобразования.

## Интерфейс SPI

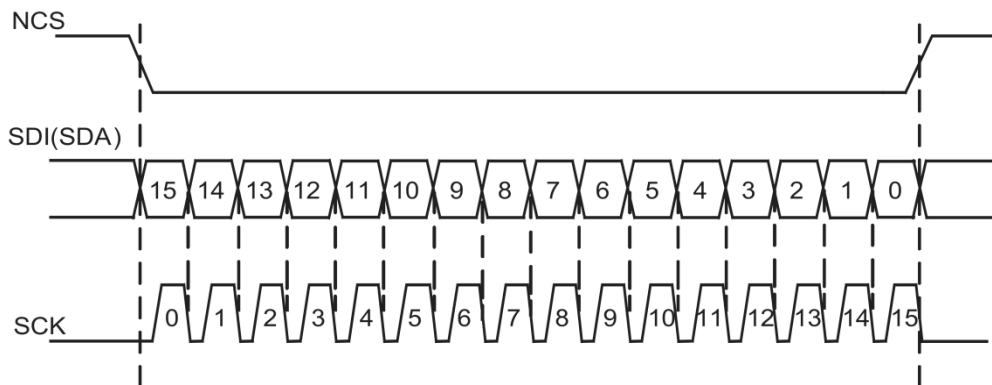
### Структурная схема блока SPI

Блок SPI\_REG служит для ввода, хранения и вывода информации по программной настройке микросхемы. Структурная схема. Использует четыре внешних вывода и один внутренний сигнал POR глобального сброса при начальной установке. Последовательный ввод информации производится по входу SDI, вывод - по выводу SDA. Ввод и вывод производится с использованием внешней тактовой частоты по входу SCK. Выбор кристалла по входу NCS. Импульс начальной установки регистров формируется блоком POW\_RES внутри микросхемы, или может быть задан извне по выводу POR, полярность импульса - отрицательная.



SDI – для ввода информации  
SDA - для вывода информации  
NCS – вход выборки кристалла  
SCK – тактовый вход

### Временная диаграмма обмена информацией блока SPI\_REG на кристалле (slave) с внешним блоком (master):

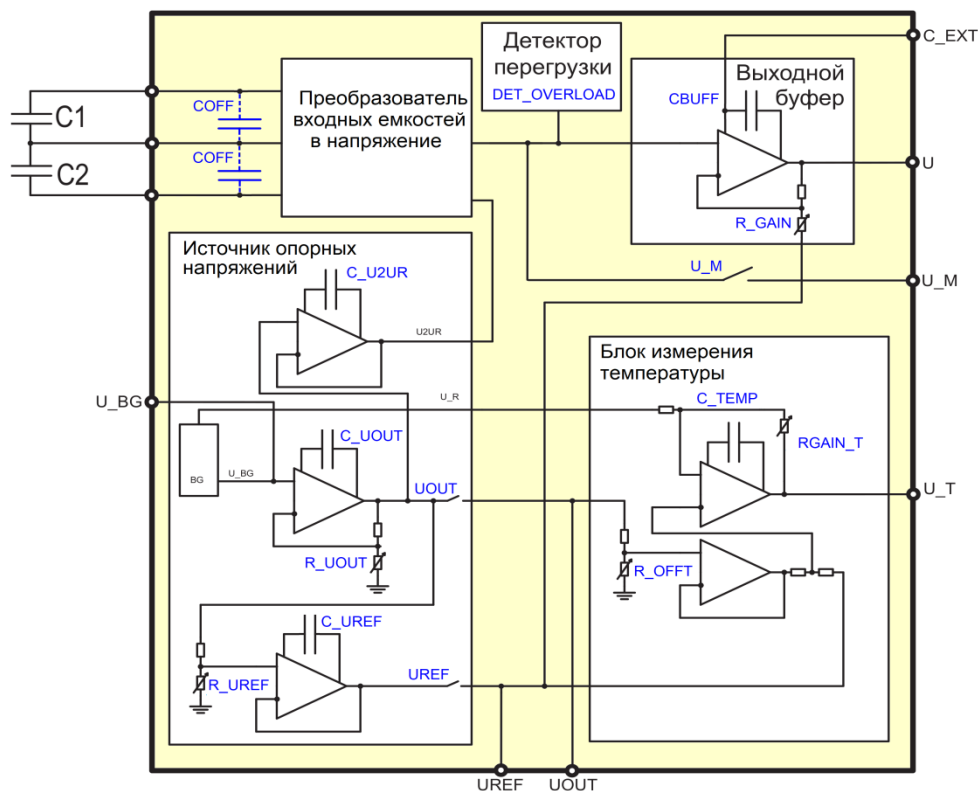


Кодовая посылка, задаваемая от момента, когда NCS = 0, до момента переключения обратно в 1, содержит 16 импульсов SCK. Используется вариант настройки протокола обмена, когда в состоянии ожидания CS = 0 (NCS=1). Активный фронт выборки данных по тактовой шине SCK - передний, по заднему фронту SCK производится установка данных. В протоколе обмена все посылки (команды, адреса) передаются старшим битом вперед.

### Структура кодовой посылки в блок SPI\_REG

Функция	Адрес регистра				Команда			Данные										
								SDI				SDA						
Запись	-	-	-	-	1	0	0	8 бит входных данных				-	-	-	-	-	-	
Чтение	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8 бит выходных данных			

## Функциональная схема



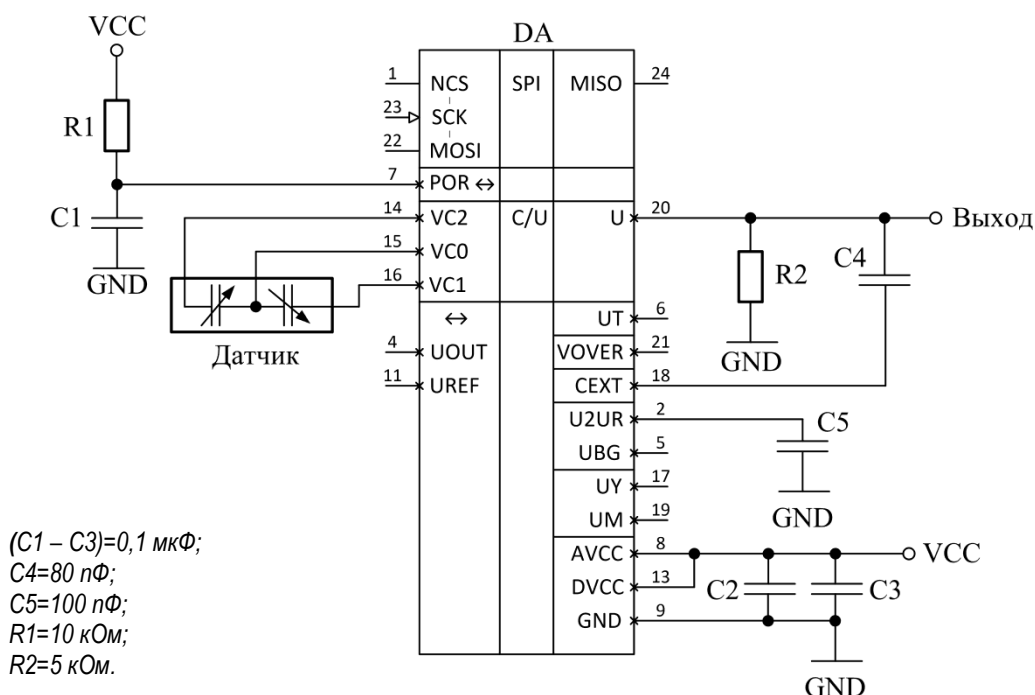
## Описание регистров

Наименование регистра	Адрес регистра	Состояние битов по сигналу POR								Описание	Значения		
		7	6	5	4	3	2	1	0				
WORK_SLEEP	00000	-	-	-	-	-	-	-	-	0	Включение энергосберегающего режима	0 – нормальная работа 1 – режим малого потребления	
SET	00001	-	-	-	-	-	-	-	-	0	Выбор внутреннего или внешнего генератора	0 – внутренний F <sub>G</sub> (от генератора) 1 – внешний (по SCK)	
		-	-	-	-	-	-	-	0	-	Выбор внутреннего или внешнего опорного напряжения	0 – внутреннее U <sub>REF</sub> 1 – внешнее (по выводу U <sub>OUT</sub> )	
		-	-	-	-	-	0	-	-	-	Подключение (по KL) вывода Vu1 к контактной площадке	0 – отключен 1 – подключен	
		-	-	-	-	0	-	-	-	-	Подключение (по KL) вывода VL к контактной площадке	0 – отключен 1 – подключен	
		-	-	-	0	-	-	-	-	-	Подключение внутреннего программируемого конденсатора COFF	0 – параллельно C2 1 – параллельно C1	
		-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	Подключение выхода преобразователя входной емкости в напряжение к выводу U <sub>M</sub>	0 – отключен, 1 – подключен
		-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	Управление коммутацией мультиплексора по выводу SDA-ST	0 – подключение сигнала SDA от блока SPI 1 – подключение внутреннего генератора к выводу SDA
CINT	00010	-	-	-	1	0	0	0	0	0	Регулировка емкости C <sub>INT</sub> (программируемой емкости интегратора)	0000 – 0 пФ ... 1111 – 62 пФ изменению на 1 бит соответствует шаг 2 пФ (по умолчанию 32 пФ)	



Наименование регистра	Адрес регистра	Состояние битов по сигналу POR								Описание	Значения
		7	6	5	4	3	2	1	0		
CDEN	00011	-	-	-	-	-	1	0	0	Регулировка емкости $C_{DEN}$	000 – 0 пФ ... 111 – 35 пФ изменению на 1 бит соответствует шаг 5 пФ (по умолчанию 20 пФ)
CNOM	00100	0	0	0	0	0	0	0	0	Регулировка емкости $C_{NOM}$	00000000 – 0 пФ ... 11111111 – 51,2 пФ изменению на 1 бит соответствует шаг 0,2 пФ
COFF	00101	-	-	0	0	0	0	0	0	Регулировка емкости $C_{OFF}$ (компенсации разбаланса емкостей C1 и C2)	000000 – 0 пФ ... 111111 – 3,15 пФ изменению на 1 бит соответствует шаг 0,05 пФ
ROFF	00110	-	-	0	1	0	1	0	0	Регулировка резистора $R_{OFF}$ подстройки напряжения $U_0$	000000 - 0 ... 111111 - 0,378 В изменению на 1 бит соответствует шаг 0,006 В (по умолчанию 0,192 В)
RGAIN_L	00111	0	0	0	0	0	0	0	0	Регулировка резистора подстройки усиления (младшие биты)	00000000 – 0 ..... 0011111111 – 105,369 кОм
RGAIN_H	01000	-	-	-	-	-	-	0	0	Регулировка резистора подстройки усиления (старшие биты)	00 (изменению на 1 бит соответствует шаг 0,103 кОм)
RGAIN_TL	01001	0	0	0	0	0	0	0	0	Регулировка резистора подстройки усилителя термодатчика (младшие биты)	00000000 – 0 кОм ..... 01111111 – 52,633 кОм
RGAIN_TH	01010	-	-	-	-	-	-	-	0	Регулировка резистора подстройки усилителя термодатчика (старшие биты)	0 (изменению на 1 бит соответствует шаг 0,103 кОм)
ROFF_T	01011		0	1	1	0	1	0	0	Подстройка $U_T$	0000000 – 0 кОм ... 1111111 – 100 кОм изменению на 1 бит соответствует шаг 0,78 кОм (по умолчанию 40,560 кОм)
ROFF_UREF	01100			1	0	0	0	0	0	Подстройка $U_{REF}$	000000 – 0 кОм ... 111111 – 22,3 кОм изменению на 1 бит соответствует шаг 0,348 кОм (по умолчанию 11,136 кОм)
ROFF_UOUT	01101			1	0	0	0	0	0	Подстройка $U_{out}$	000000 – 0 кОм ... 111111 – 22,3 кОм изменению на 1 бит соответствует шаг 0,348 кОм (по умолчанию 11,136 кОм)
FGEN_DEL	01110	-	-	-	-	0	1	0	0	Регулировка коэффициента деления для получения заданных частот $F_{GEN}$	0000 – 240 кГц ... 1111 – 560 кГц изменению на 1 бит соответствует шаг 20 кГц (по умолчанию 320 кГц)
R_CR	01111	-	-	-	-	-	0	0	0	Подстройка корректирующей емкости $C_{BUFF}$ в блоке выходной буфер	000 - 0пФ ... 111- 10,5 пФ изменению на 1 бит соответствует шаг 1,5 пФ
		-	-	0	0	0	-	-	-	Подстройка корректирующей емкости $C_{TEMP}$ в блоке измерения температуры	000 – 0 пФ ... 111xxx - 10,5 пФ изменению на 1 бит соответствует шаг 1,5 пФ
OVTH	10000	-	-	-	-	-	0	0	0	Регулировка порогов блока детектора перегрузки <b>DET_OVERLOAD</b>	000 – 0,1 В ... 011 – 0,4 В изменению на 1 бит соответствует шаг 0,1 В 1xx – отключение режима OVERLOAD
R_CR_ST	10001	-	-	-	-	-	0	0	0	Подстройка корректирующей емкости $C_{UOUT}$ в каскаде UOUT блока опорных напряжений	000 - 0пФ ... 111- 10,5 пФ изменению на 1 бит соответствует шаг 1,5пФ
		-	-	0	0	0	-	-	-	Подстройка корректирующей емкости $C_{UREF}$ в каскаде UREF в блоке опорных напряжений	000-0 пФ ... 111xxx - 10,5 пФ изменению на 1 бит соответствует шаг 1,5пФ
R_CR_ST2	10010	-	-	-	-	-	0	0	0	Подстройка корректирующей емкости $C_{U2UR}$ в каскаде U2UR блока опорных напряжений	000 - 0пФ ... 111 - 10,5 пФ изменению на 1 бит соответствует шаг 1,5пФ

## Схема включения



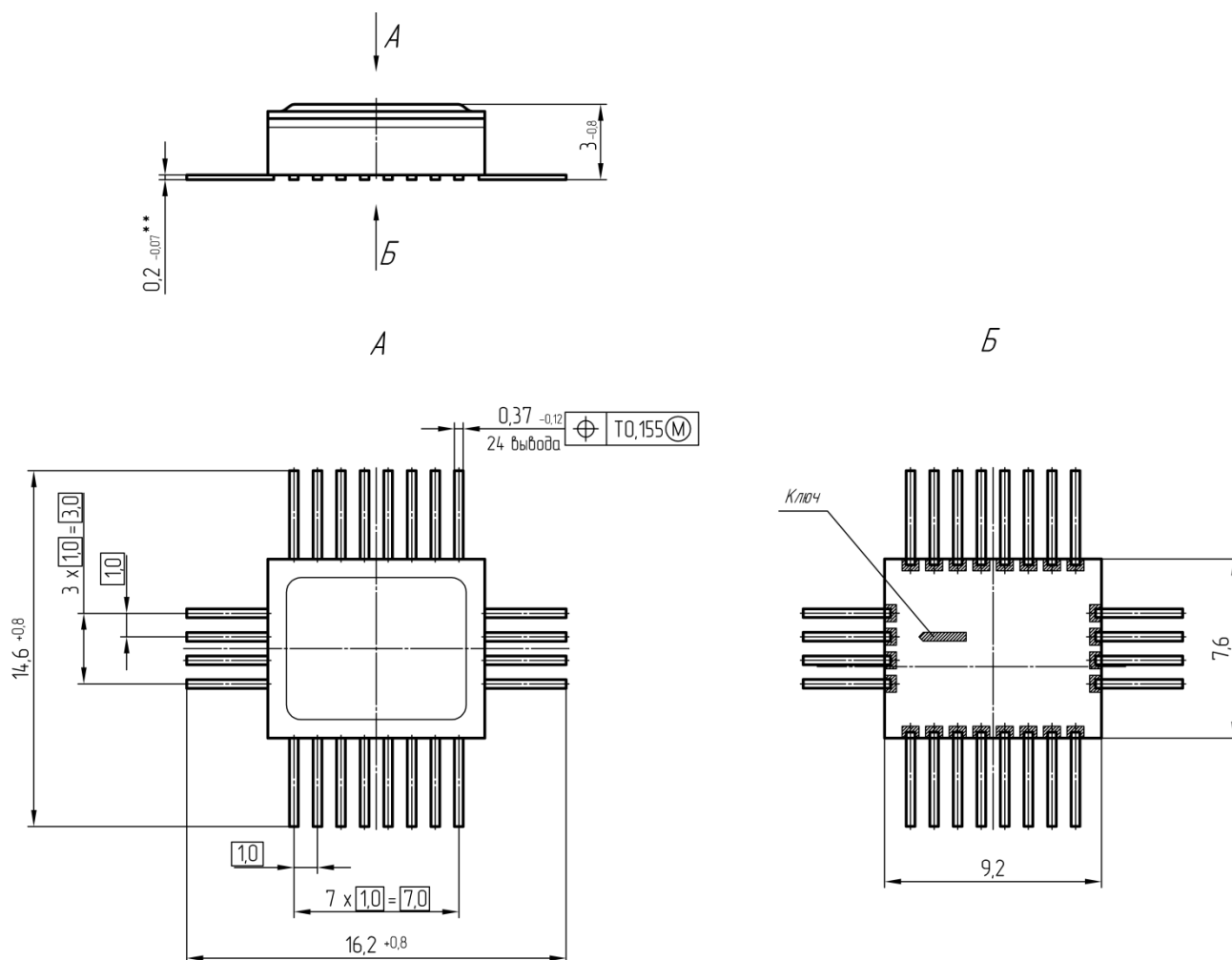
## Назначение выводов

№ вывода	Обозначение	Наименование вывода
1	NCS	Вход выборки кристалла.
2	U2UR	Выход стабилизатора напряжения 4В для питания блока преобразователя
3	NC	Не подключается
4	UOUT	Вход/выход стабилизатора напряжения 4В
5	UBG	Выход опорного напряжения 1,2 В блока bandgap
6	UT	Выход аналогового сигнала термодатчика
7	POR	Вход-выход сигнала Power-on-Reset глобального сброса для начальной установки регистров при включении питания
8	AVCC	Шина питания аналоговых выходных буферов
9	GND	Шина земли (общая)
10	NC	Не подключается
11	UREF	Вход-выход опорного напряжения $U_{REF2} = \frac{1}{2} U_{ST} (2В)$
12	NC	Не подключается
13	DVCC	Шина питания цифровых модулей
14	VC2	Подключение 1-й обкладки емкости C2 делителя C1/C2
15	VC0	Подключение общей точки емкостного делителя C1/C2
16	VC1	Подключение 1-й обкладки емкости C1 делителя C1/C2
17	UY	Тестовый вывод (не используется)
18	CEXT	Вывод подключения внешней емкости для корректировки шума на выходе
19	UM	Тестовый вывод (не используется)

№ вывода	Обозначение	Наименование вывода
20	U	Выход преобразователя
21	VOVER	Аналоговый выход детектора перегрузки
22	MOSI	Шина ввода данных интерфейса SPI
23	SCK	Шина тактового сигнала интерфейса SPI (вход)
24	MISO	Шина вывода данных интерфейса SPI

## Габаритный чертёж

Тип корпуса 5122.24-2



## Конкурентные преимущества

- Широкий диапазон рабочих температур;
- Возможность адаптации к датчику, благодаря большому количеству настроек тракта преобразования;
- Отечественный производитель;
- Возможна поставка с приемкой «5».