



Микросхема изолированного дельта-сигма модулятора АЦП MDR5104FI



ГГ – год выпуска

НН – неделя выпуска

Основные характеристики микросхемы:

- Напряжение питания от 3,0 до 3,6 В;
- Напряжение на входах каналов IN, nIN от минус 0,025 до плюс 0,025 В;
- Отношение сигнал/шум SNR 80 дБпш (частота выдачи данных 4 кГц, каналы IN, nIN);
- Типовой ток потребления 4 мА суммарно;
- Напряжение изоляции:
 - не менее 520* В при длительном воздействии;
 - не менее 4500 В в течение 1 мин;
- Температурный диапазон от минус 40 до плюс 85 °С.

Тип корпуса:

- 10-выводной пластмассовый корпус DFN10 6,5×10×1,6 (1,27).

Общее описание и область применения микросхемы

Микросхемы интегральные MDR5104FI (далее – микросхемы) содержат дельта-сигма модулятор с встроенной гальванической развязкой по каналам передачи данных.

Микросхемы обеспечивают преобразование падения напряжения на датчиках тока типа «шунт» в цифровые данные и передачу цифровых данных на контроллер.

Микросхемы предназначены, в первую очередь, для измерений значений напряжения и тока на датчиках тока типа «шунт» в приборах учета электрической энергии совместно с микроконтроллерами общего назначения.

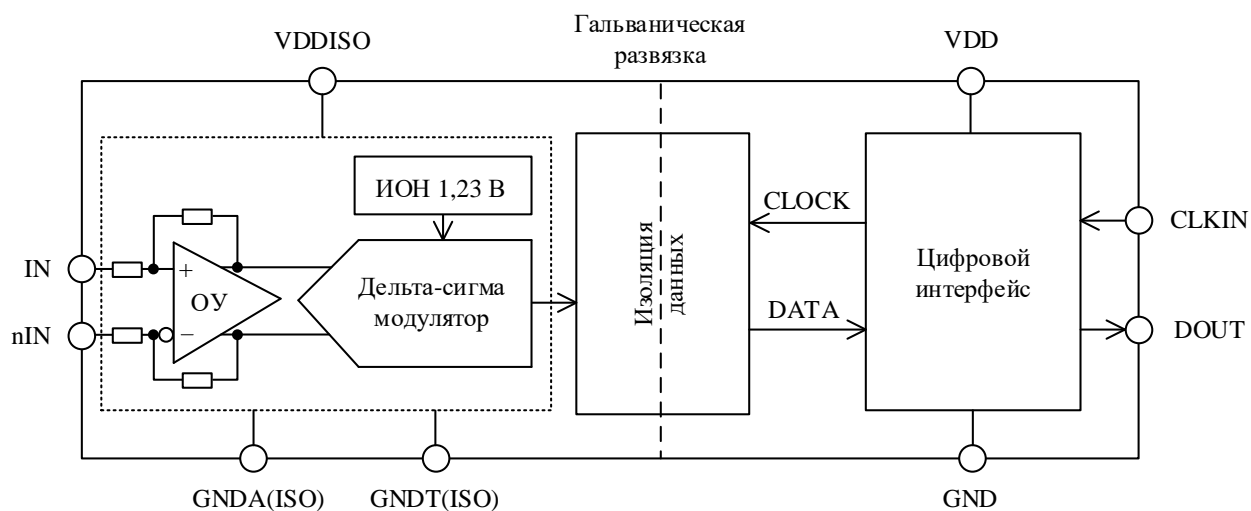
Важно: микросхемы чувствительны к влажности. Порядок обращения должен соответствовать требованиям, приведенным в ТСКЯ.430106.004Д12.

* Будет уточнено по результатам дополнительных измерений.

Содержание

1	Структурная блок-схема.....	3
2	Условное графическое обозначение	3
3	Описание выводов.....	4
4	Указания по применению и эксплуатации	4
5	Описание функционирования	5
5.1	Архитектура микросхемы.....	5
5.2	Входной аналоговый сигнал	5
5.3	Модулятор.....	5
5.4	Источник опорного напряжения.....	6
5.5	Цифровой выход.....	7
5.6	Организация питания	7
6	Типовая схема включения	8
7	Электрические параметры.....	9
8	Предельно-допустимые и предельные параметры	10
9	Справочные параметры	11
10	Габаритный чертеж микросхемы	12
11	Информация для заказа	12

1 Структурная блок-схема



ОУ – операционный усилитель;
ИОН – источник опорного напряжения

Рисунок 1 – Структурная блок-схема микросхемы

2 Условное графическое обозначение

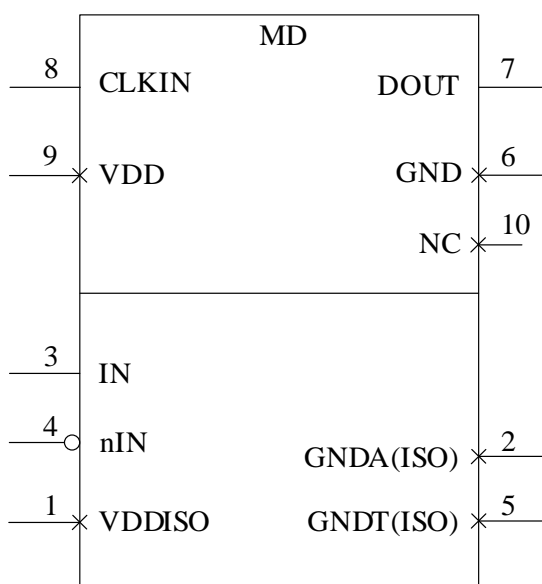


Рисунок 2 – Условное графическое изображение микросхемы

3 Описание выводов

Таблица 1 – Описание выводов

Номер вывода	Обозначение вывода	Тип вывода	Назначение и функции вывода
1	VDDISO	PWR	Питание изолированной части (3,0 – 3,6) В
2	GNDA(ISO)	PWR	Общий аналоговый АЦП (изолированный)
3	IN	AI	Вход АЦП +
4	nIN	AI	Вход АЦП -
5	GNDT(ISO)	PWR	Общий аналоговый передатчика (изолированный)
6	GND	PWR	Общий цифровой
7	DOUT	O	Цифровой выход данных
8	CLKIN	I	Вход тактового сигнала
9	VDD	PWR	Цифровое питание (3,0 – 3,6) В
10	NC	–	Не подключать
<p>Примечание – Обозначение типов выводов:</p> <p>AI – аналоговый вход;</p> <p>I – цифровой вход;</p> <p>O – цифровой выход;</p> <p>PWR – выводы питания и общий</p>			

4 Указания по применению и эксплуатации

Указания по режимам и условиям монтажа микросхем согласно ТСКЯ.430106.004Д12.

Выводы микросхем обеспечивают способность их к пайке при температуре 220 °С.

Микросхемы выдерживают воздействие тепла, возникающего при температуре пайки (250 + 5) °С в течение не более (10 ± 1) с.

Запрещается подведение каких-либо электрических сигналов (в том числе шин питания, общий) к выводам микросхем, неиспользуемым согласно таблице 1.

Неиспользуемые входы микросхемы должны быть подключены к шине питания или общий.

При разработке печатной платы под микросхемой MDR5104FI запрещается делать разводку.

Типовая схема включения микросхем приведена на рисунке 5.

Порядок подачи и снятия напряжения питания и входных сигналов на микросхему:

- подача (включение микросхемы) – общий, питание, входные сигналы или одновременно;
- снятие (выключение микросхемы) – одновременно или в обратном порядке.

5 Описание функционирования

5.1 Архитектура микросхемы

Микросхема представляет собой полностью дифференциальный, изолированный дельта-сигма модулятор АЦП, который преобразует аналоговый сигнал в однобитный цифровой поток со скоростью обновления 1 МГц. Среднее значение этого разворачивающегося во времени цифрового потока прямо пропорционально напряжению входного сигнала.

Поток цифровых нулей и единиц на выходе модулятора передаётся в другую часть микросхемы, гальванически развязанную ёмкостным барьером. Это позволяет принимать выходные данные микросхемы непосредственно низковольтным микроконтроллером и избежать дополнительных сложностей с преобразованием уровней. Использование внешнего микроконтроллера или ПЛИС необходимо для осуществления цифровой фильтрации и децимации выходного потока дельта-сигма модулятора.

Для питания её высоковольтной части требуется отдельный источник питания.

На рисунке 5 приведена типовая схема включения микросхемы, используемой для измерения напряжения на шунтирующем резисторе с амплитудой ± 25 мВ.

5.2 Входной аналоговый сигнал

Непосредственно на выводах микросхемы IN/nIN установлен полностью дифференциальный операционный усилитель (ОУ), предназначенный для буферизации входного каскада модулятора, выполненного на переключаемых конденсаторах. Необходимый коэффициент усиления этого буфера рассчитан исходя из общих требований к тракту и задаётся внутренними резисторами обратной связи.

Низкий уровень смещения нуля модулятора, а также дрейфа смещения нуля, обеспечивается с помощью внутренней петли чоппер-стабилизации, охватывающей ОУ. Данная петля работает на 1/16 частоты семплирования модулятора. В связи с этим выходной спектр может содержать спуры на этой частоте и её нечетных гармониках.

Входные напряжения и токи по выводам IN/nIN не должны превышать предельно-допустимые нормы. Параметры микросхемы гарантируются только, если аналоговый входной сигнал остаётся в обозначенных пределах.

В типовом применении микросхемы – непосредственное измерение падения напряжения на шунтирующем резисторе, подключение может осуществляться через дополнительный anti-aliasing RC-фильтр нижних частот, установленный по каждому из выводов IN/nIN.

5.3 Модулятор

В микросхеме реализован дельта-сигма модулятор второго порядка с однобитным квантователем. Внешний сигнал тактирования, поступающий на вывод CLKIN, обеспечивает все внутренние тактовые сигналы, необходимые для процесса дискретизации, аналого-цифрового преобразования и выходного интерфейса микросхемы.

Входной аналоговый сигнал постоянно сэмплируется и сравнивается со внутренним опорным напряжением. Цифровой поток, точно представляющий исходный аналоговый сигнал во времени, поступает на выход преобразователя.

Петля дельта-сигма модуляции сдвигает шум квантования в область высоких частот. В связи с этим, чтобы улучшить общие характеристики изделия, необходим внешний цифровой фильтр нижних частот. Этот фильтр также должен преобразовывать одноканальный выходной поток, следующий на высокой скорости, в многоканальный поток с меньшей частотой обновления (децимация).

Специализированные микроконтроллеры для приборов-счётчиков электроэнергии типа MDR1206FI, MDR1206AFI имеют в своем составе подобные фильтры, оптимизированные для совместного использования с настоящей микросхемой. В качестве альтернативы можно применять микроконтроллеры сторонних производителей, если они содержат гибко настраиваемые цифровые фильтры. Для реализации фильтров можно также задействовать ПЛИС.

5.4 Источник опорного напряжения

Микросхема имеет в своём составе внутренний источник опорного напряжения (ИОН), который используется в модуляторе в качестве шкалы компарирования. Номинальное значение опорного напряжения – 1,22 В. Значение опорного напряжения плавно отклоняется от своего номинального значения при изменении температуры окружающей среды как показано на рисунке 3.

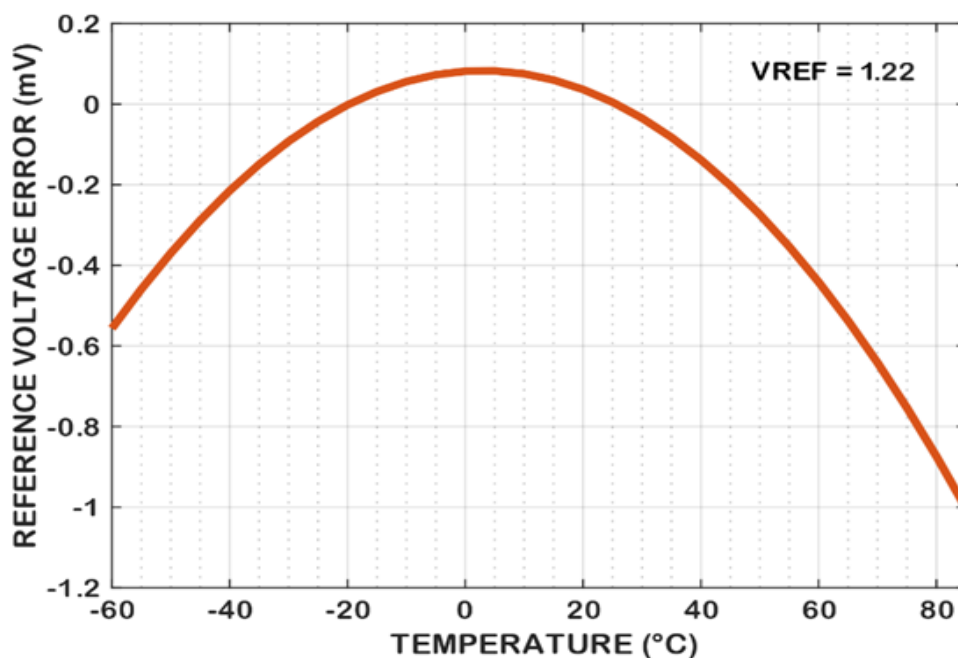


Рисунок 3 – Отклонение опорного напряжения от номинального значения в зависимости от температуры окружающей среды

Опорное напряжение модулятора не может быть задано внешним источником.

5.5 Цифровой выход

Входное дифференциальное напряжение уровня 0 В в идеальном случае формирует на выходе DOUT цифровой сигнал с коэффициентом заполнения 50 %. Входное дифференциальное напряжение амплитудой 25 мВ генерирует сигнал с коэффициентом заполнения ~89 %. Входное дифференциальное напряжение амплитудой минус 25 мВ генерирует сигнал с коэффициентом заполнения ~11 %.

Эти значения входного дифференциального напряжения являются границами линейного диапазона работы микросхемы. В случае, когда входное дифференциальное напряжение на выводах IN/nIN выходит за граничные значения, на выходе модулятора могут увеличиться нелинейность и шумы.

Если входное дифференциальное напряжение превысит ~27,5 мВ, на выходе DOUT будет сигнал с коэффициентом заполнения ~100 %, и, наоборот, если опустится ниже ~минус 27,5 мВ – сигнал с коэффициентом заполнения ~0 %.

Временная диаграмма работы микросхемы представлена на рисунке 4. Выходные данные доступны на выходе DOUT через t_{PD} секунд после переднего фронта тактирующего сигнала CLKIN.

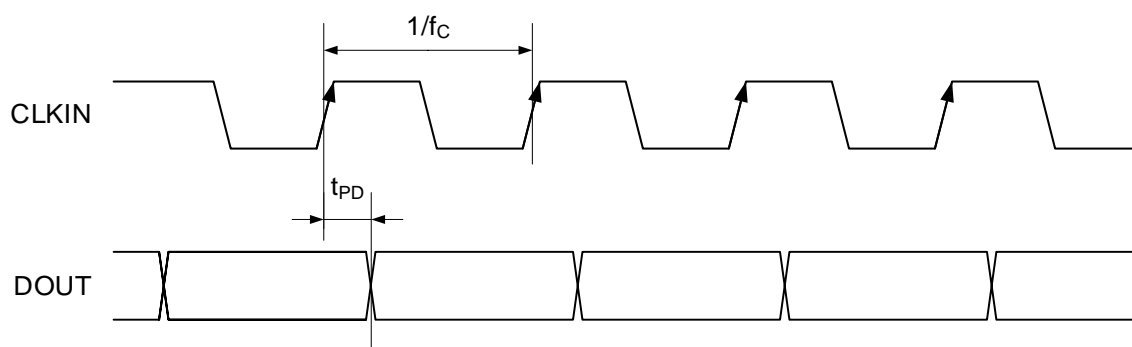
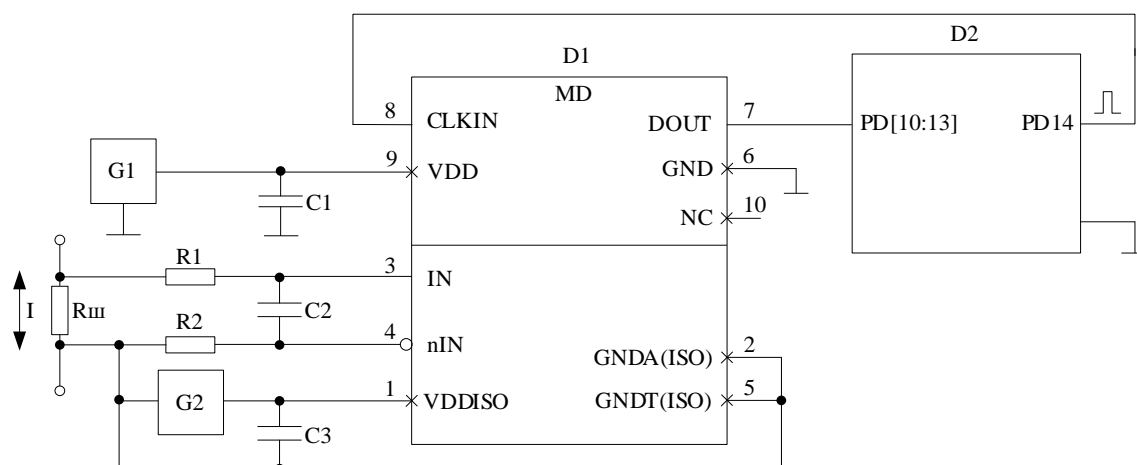


Рисунок 4 – Временная диаграмма работы микросхемы

5.6 Организация питания

Для работы с микросхемой требуется два источника питания (3,0 – 3,6) В, подключаемых с низковольтной стороны к выводу VDD, с высоковольтной стороны – к выводу VDDISO.

6 Типовая схема включения



C1 – C3 – конденсаторы емкостью 100 нФ $\pm 10\%$;

D1 – микросхема MDR5104FI;

D2 – микросхема MDR1206FI;

G1, G2 – источники напряжения питания (3,0 – 3,6) В

R1, R2 – резисторы сопротивлением 100 Ом $\pm 1\%$, 0,125 Вт;

Rш – шунтирующий резистор

Рисунок 5 – Типовая схема включения микросхемы

7 Электрические параметры

Таблица 2 – Электрические параметры микросхем при приемке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Темпера- тура среды, °C
		не менее	не более	
Выходное напряжение высокого уровня, В, на выходе DOUT	U _{OH}	2,4	–	25, 85, – 40
Выходное напряжение низкого уровня, В, на выходе DOUT	U _{OL}	–	0,4	
Ток утечки высокого уровня на входе, мкА, на входе CLKIN	I _{ILH}	–1,0	1,0	
Ток утечки низкого уровня на входе, мкА, на входе CLKIN	I _{ILL}	–1,0	1,0	
Динамический ток потребления, мА: на выводе питания VDD; на выводе питания VDDISO	I _{CCO}	–	2,0	
		–	2,5	
Параметры ΔΣ АЦП				
Ошибка усиления предусилителя, %	GAIN _{ERR}	–5	5	25, 85, – 40
Примечание – Знак «минус» перед нормой на ток означает направление тока, вытекающего из вывода микросхемы. За величину тока принимают абсолютное значение показаний измерителя тока				

8 Предельно-допустимые и предельные параметры

Таблица 3 – Предельно-допустимые электрические режимы эксплуатации и предельные электрические режимы микросхем

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Предельно- допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания, В, на выводах питания VDD, VDDISO	U _{CC}	3,0	3,6	–	4,0
Входное напряжение низкого уровня, В, на входе CLKIN	U _{IL}	0	0,8	–0,3	–
Входное напряжение высокого уровня, В, на входе CLKIN	U _{IH}	2,0	U _{CC}	–	3,9
Выходной ток высокого уровня, мА, на выходе DOUT	I _{OH}	–1	–	–6	–
Выходной ток низкого уровня, мА, на выходе DOUT	I _{OL}	–	1	–	6
Тактовая частота, МГц, на входе CLKIN	f _C	0,9	1,1	–	–
Коэффициент заполнения сигнала CLKIN, %	DC	45	55	–	–
Емкость нагрузки выхода, пФ	C _L	–	30	–	120
Параметры ΔΣ АЦП					
Размах входного дифференциального напряжения ΔΣ АЦП, В, на входах IN, nIN	A _{NADC_D}	–	0,05	–	–
Входное напряжение, В, на входах IN, nIN	U _{L_VIN}	–0,025	0,025	–0,3	U _{CC} + 0,3
Входное дифференциальное напряжение, В, на входах IN, nIN	U _{ID_VIN}	–0,025	0,025	–	–
Примечание – Не допускается одновременное воздействие двух и более предельных режимов					

Микросхемы устойчивы к воздействию статического электричества с потенциалом не менее 2000 В.

Напряжение изоляции:

- не менее 520* В при длительном воздействии;
- не менее 4500 В в течение 1 мин.

* Будет уточнено по результатам дополнительных измерений.

9 Справочные параметры

Таблица 4 – Справочные параметры микросхем

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Темпера- тура среды, °C
		не менее	не более	
Напряжение смещения АЦП, мВ, при $U_{CC} = 3,3 \text{ В}$, внешний SINC-фильтр 3 порядка с $OSR = 256$	U_{OFFSET}	-0,15	0,15	25, 85, -40
Собственные шумы АЦП, мкВ, при замкнутых входах, $U_{CC} = 3,3 \text{ В}$, внешний SINC-фильтр 3 порядка с $OSR = 256$	U_{N_RMS}	—	5	
Коэффициент нелинейных искажений, дБ, при $f_1 = 57 \text{ Гц}$, $U_{ID_VIN} = 25 \text{ мВ}$, $U_{CC} = 3,3 \text{ В}$, внешний SINC-фильтр 3 порядка с $OSR = 256$	THD	80	—	
Устойчивость к воздействию синфазных помех, кВ/мкс	CMTI	25	—	
Входное дифференциальное сопротивление, кОм, между выводами IN и nIN	R_{IN_DIF}	1,6	2,8	
Отношение сигнал/шум, дБ	SNR	78	—	

10 Габаритный чертеж микросхемы

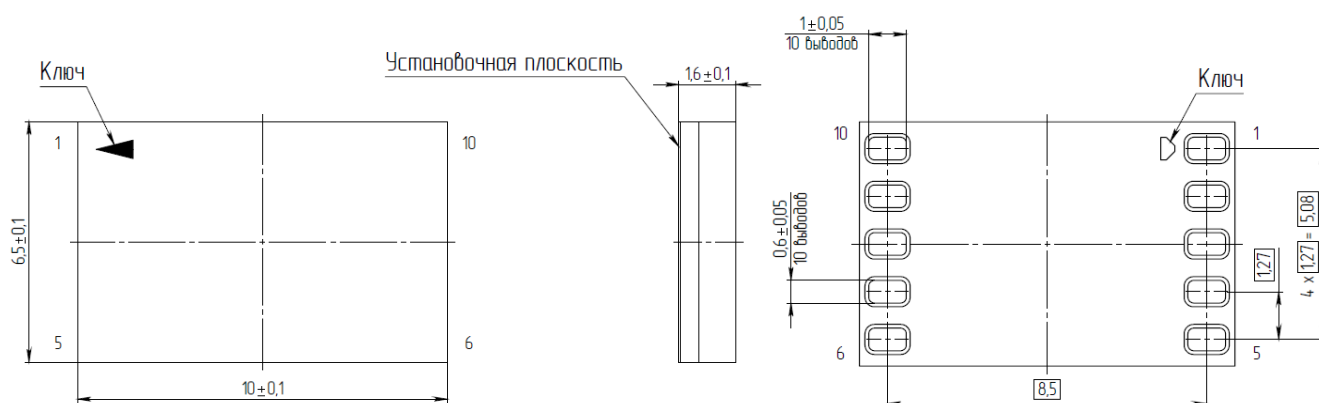


Рисунок 6 – Микросхема в корпусе DFN10 6,5×10×1,6 (1,27)

11 Информация для заказа

Обозначение	Маркировка	Тип корпуса	Температурный диапазон, °C
MDR5104FI	MDR5104FI	DFN10 6,5×10×1,6 (1,27)	от – 40 до 85

--	--	--	--	--