

**НЗР (К1949ЧЭУ) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C**

Доступны только опытные образцы в корпусе SO-8.

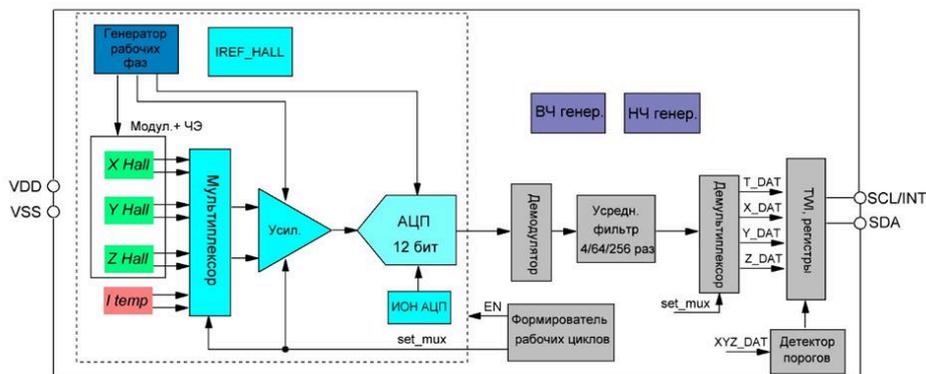
Серийные образцы микросхемы будут герметизированы в корпус SO-8 и VSSOP-8 Технические характеристики серийной микросхемы будут уточняться.

**КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ**

- Измерение магнитного поля по 3 осям (XYZ), в диапазоне  $\pm 350$  мТл.
- Встроенная диагностика тракта преобразования и чувствительных элементов.
- Программируемый режим энергопотребления/быстродействия.
- Встроенный детектор порога, по всем осям измерения магнитного поля.
- Встроенный датчик температуры.
- Формирование сигнала прерывания для внешнего микроконтроллера.
- Диапазон рабочих температур:  $-40^{\circ}\text{C}/+125^{\circ}\text{C}$ , напр. питания: 2.97В/3.6В.
- Последовательный интерфейс I2C, совмещенный с сигналом прерывания.
- 2 байтный и 1 байтный протокол обмена с master устройством.
- Исполнение SO-8 (5мм\*5.7мм).

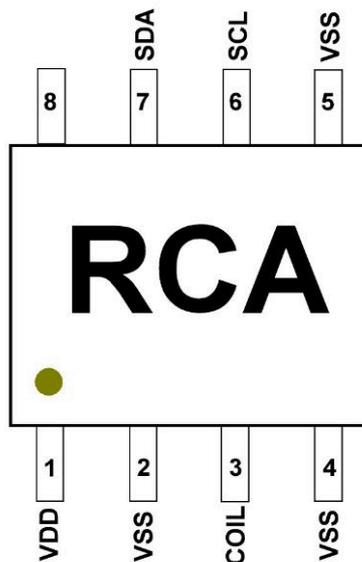
Версия микросхемы	Адрес I2C
К1949ЧЭ4	35'h

\* На основе кристалла MAG\_3AX\_HALL\_RCA

**СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МИКРОСХЕМЫ**


**НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C**
**ФУНКЦИИ ВЫВОДОВ ОПЫТНОЙ ВЕРСИИ МИКРОСХЕМЫ, В КОРПУСЕ SO-8**

Название	SO-8	Описание
VDD	1	Питание 2.97В / 3.6В
VSS	2	Земля.
COIL	3	Тестовая катушка.
VSS	4	Земля.
VSS	5	Земля.
SCL	6	Тактовая частота I2C, от 80 КГц до 400 КГц.
SDA	7	Данные I2C.
nc	8	Без присоединения.

**ОБОЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ МИКРОСХЕМЫ**


Опытные образцы микросхемы, вид сверху, корпус SO-8 (5мм\*5.7мм)

## НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

## ПРЕДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметр	Обозначение	Условия	Min	Max	Ед. Измерения
Максимальное напряжение питания	VDD		-0.3	4	В
Максимальный ток нагрузки цифровых выходов	I <sub>do_max</sub>		-2	2	мА
Уровень стойкости к статическому электричеству	V <sub>ESD</sub>	HBM	-	2	кВ
Температура хранения	T <sub>s</sub>		-60	150	°C
Температура перехода	T <sub>j</sub>		-60	175	°C
Максимальная рассеиваемая мощность	P <sub>tot</sub>		-	12	мВт

**НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C**
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (ТЕМПЕРАТУРА -40 ... +125°C)**

Параметр	Обозначение	Условия	Значения			Ед. Измерения
			Min	Тур	Max	
<b>Параметры питания</b>						
Напряжение питания	Vcc	-	2.97	3.3	3.6	В
Ток потребления	I <sub>VDD</sub>	w_mode=0, osr_avf=0.	-	-	3.5	мА
		w_mode=7, osr_avf=0.	-	-	3	мкА
Длительность фронта напряжения питания	tr_vdd	-	-	-	2	мс
<b>Характеристики тракта преобразования</b>						
Линейный диапазон измерения магнитных полей	Bin	gain_xyz=1 pac	-350		+350	мТл
Чувствительность во всем диапазоне, по каналам XY Чувствительность во всем диапазоне, по каналам Z	S <sub>x,y,z</sub>	gain_xyz=1 pac		3.5		лсб/мТл
Температурный дрейф чувствительности, по каналам XYZ	TC	-	-	-	8.6	%(FS)
Смещение нуля, по каналам XYZ(rms)	Doff	-			+/-30	лсб
Выходной шум в каналах XY(p/p)	Dnoise_xy	osr_avf=64/256 pac		7 / 4		лсб
Выходной шум в канале Z(p/p)	Dnoise_z	osr_avf=64/256 pac		2 / 1		лсб
Чувствительность канала температуры	S <sub>T</sub>			3.6		лсб/°C
Выходной шум канала TEMP(p/p)	Dnoise_temp			2		лсб

**НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C**
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (ТЕМПЕРАТУРА -40 ... +125°C) - ПРОДОЛЖЕНИЕ**

Параметр	Обозначение	Условия	Значения			Ед. Измерения
			Min	Тур	Max	
<b>Время преобразования</b>						
Время преобразования XYZ,TEMP	Tconv	osr_avf=64		6.18		мс
		osr_avf=256		24.6		мс
<b>Частота I2C</b>						
Частота I2C	Fsclk	-	-	80	400	КГц

**ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЙ МИКРОСХЕМЫ**

Начальная инициализация: После гарантированного установления напряжения питания на микросхеме (длительность фронта напряжения питания не более 2мс), необходимо посредством последовательного интерфейса I2C задать режим работы микросхемы (CONF\_IS: en\_wi\_sh, W\_MODE) и далее по сигналу прерывания, формируемому на выводе SCL, производить чтение данных из необходимых измерительных регистров (BXYZ\_H, Temp\_H, BXY\_M, BZT\_M, BXYZT\_L).

Основные режимы работы микросхемы определяют:

- Скорость преобразования / ток потребления (CONF\_IS: W\_MODE).
- Работа в качестве порогового датчика, когда сигнал прерывания формируется только при достижении пороговых значений, которые также задаются в соответствующих регистрах. Конфигурация в регистрах TRIM\_IH: s\_int=1, DO\_\*.
- Режим постоянной выдачи информации о магнитном поле, в этом режиме сигнал прерывания формируется каждый цикл измерения XYZT (TRIM\_IH: s\_int=0).

Дополнительно возможна более точная подстройка чувствительности для каналов XY и Z, путем конфигурации соответствующих регистров (TRIM\_IH, TRIM\_RIH).

**КАРТА РЕГИСТРОВ MAG\_3AX\_HALL\_\***

Адр.	def.	Тип	Название	7	6	5	4	3	2	1	0
0 <sub>h</sub>		R	BX_H	BX[13:6]							
1 <sub>h</sub>		R	BY_H	BY[13:6]							
2 <sub>h</sub>		R	BZ_H	BZ[13:6]							
3 <sub>h</sub>		R	Temp_H	Temp[13:6]							
4 <sub>h</sub>		R	BXY_M	BX[5:2]				BY[5:2]			
5 <sub>h</sub>		R	BZT_M	BZ[5:2]				Temp[5:2]			
6 <sub>h</sub>		R	BXYZT_L	BX[1:0]		BY[1:0]		BZ[1:0]		Temp[1:0]	

**НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C**
**КАРТА РЕГИСТРОВ MAG\_ЗАХ\_HALL\_\* - ПРОДОЛЖЕНИЕ**

Адр.	def.	Тип	Название	7	6	5	4	3	2	1	0	
7 <sub>h</sub>	9 <sub>h</sub>	RW	DO_BX_H1	DO_BX_H[13:6]								
8 <sub>h</sub>	30 <sub>h</sub>	RW	DO_BX_H2	0	0	DO_BX_H[5:0]						
9 <sub>h</sub>	F6 <sub>h</sub>	RW	DO_BX_L1	DO_BX_L[13:6]								
A <sub>h</sub>	10 <sub>h</sub>	RW	DO_BX_L2	0	0	DO_BX_L[5:0]						
B <sub>h</sub>	9 <sub>h</sub>	RW	DO_BY_H1	DO_BY_H[13:6]								
C <sub>h</sub>	30 <sub>h</sub>	RW	DO_BY_H2	0	0	DO_BY_H[5:0]						
D <sub>h</sub>	F6 <sub>h</sub>	RW	DO_BY_L1	DO_BY_L[13:6]								
E <sub>h</sub>	10 <sub>h</sub>	RW	DO_BY_L2	0	0	DO_BY_L[5:0]						
F <sub>h</sub>	A <sub>h</sub>	RW	DO_BZ_H1	DO_BZ_H[13:6]								
10 <sub>h</sub>	1 <sub>h</sub>	RW	DO_BZ_H2	0	0	DO_BZ_H[5:0]						
11 <sub>h</sub>	F5 <sub>h</sub>	RW	DO_BZ_L1	DO_BZ_L[13:6]								
12 <sub>h</sub>	3F <sub>h</sub>	RW	DO_BZ_L2	0	0	DO_BZ_L[5:0]						
13 <sub>h</sub>	8 <sub>h</sub>	RW	CONF_IS	en_wi_sh	W_MODE[2:0]			en_tnz	en_stest	en_det_ov	-	
14 <sub>h</sub>	48 <sub>h</sub>	RW	TRIM_IH	tr_ih_XY[2:0]			tr_ih_Z[2:0]			s_int	-	
15 <sub>h</sub>	50 <sub>h</sub>	RW	TRIM_RIH	TRIM_RIOP_XY[1:0]		TRIM_RIOP_Z[1:0]		-	-	-	-	
16 <sub>h</sub>	0 <sub>h</sub>	RW	AVF_FILT	0	0	gain_z		gain_xy		osr_avf		
17 <sub>h</sub>		R	HALL_OXH	HALL_OFF_X[11:4]								
18 <sub>h</sub>		R	HALL_OXL	0						HALL_OFF_X[3:0]		
19 <sub>h</sub>		R	HALL_OYH	HALL_OFF_Y[11:4]								
1A <sub>h</sub>		R	HALL_OYL							HALL_OFF_Y[3:0]		
1B <sub>h</sub>		R	HALL_OZH	HALL_OFF_Z[11:4]								
1C <sub>h</sub>		R	HALL_OZL							HALL_OFF_Y[3:0]		
1D <sub>h</sub>		R	AMP_OH	AMP_OFF[11:4]								
1E <sub>h</sub>		R	AMP_OL	0						AMP_OFF[3:0]		

**НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C**
**РЕГИСТРЫ ДЕТЕКТОРА ПЕРЕГРУЗКИ: DO\_VX,Y,Z\_H1,2;L1,2**

Регистры пороговых значений являются 14 битными знаковыми числами, значения которых распределено по нескольким регистрам. Момент срабатывания детектора перегрузки учитывает гистерезис= +/-4LSB.

Верхний порог, канал X: DO\_BX\_H1= DO\_BX\_H[13:6] ; DO\_BX\_H2= DO\_BX\_H[5:0]

Нижний порог, канал X: DO\_BX\_L1= DO\_BX\_L[13:6] ; DO\_BX\_L2= DO\_BX\_L[5:0]

Верхний порог, канал Y: DO\_BY\_H1= DO\_BY\_H[13:6] ; DO\_BY\_H2= DO\_BY\_H[5:0]

Нижний порог, канал Y: DO\_BY\_L1= DO\_BY\_L[13:6] ; DO\_BY\_L2= DO\_BY\_H[5:0]

Верхний порог, канал Z: DO\_BZ\_H1= DO\_BZ\_H[13:6] ; DO\_BZ\_H2= DO\_BZ\_H[5:0]

Нижний порог, канал Z: DO\_BZ\_L1= DO\_BZ\_L[13:6] ; DO\_BZ\_L2= DO\_BZ\_L[5:0]

**РЕГИСТР КОНФИГУРАЦИИ МИКРОСХЕМЫ, CONF\_IS**

Название	def,h	Примечание
[0]	0	Резерв.
en_det_ov[1]	0	Включение/выключение детектора перегрузки. 0= выключен, 1= включен.
en_stest[2]	0	Включение/выключения режима тестирования микросхемы. 0= выключен, 1= включен. *
en_tnz[3]	1	Включение/выключения тензокомпенсации канала Z. 0= выключен, 1=включен.
W_MODE[6:4]	0	Настройка скорости преобразования/тока потребления. ** 0=2403 выб/с; 1=1915 выб/с; 2=179 выб/с; 3=93.6 выб/с; 4=12.1 выб/с; 5=3 выб/с; 6=0.76 выб/с; 7=0.38 выб/с
en_wi_sh[7]	0	Включение/выключение спящего режима. 0= пассивный, 1= активный

\*При активации режима тестирования в каналах измерения магнитного поля VX,Y,Z формируется фиксированный выходной код, не зависящий от магнитного поля, при комнатной температуре.

\*\*Значения скорости преобразования даны для типовой частоты внутреннего RC генератора = 4 МГц и значении osr\_avf=0.

**РЕГИСТРЫ ПОДСТРОЙКИ ОПОРНОГО ТОКА ЭЛЕМЕНТОВ ХОЛЛА, TRIM\_IH, УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОМ ПРЕРЫВАНИЙ**

Название	def,h	Примечание
[0]	0	Резерв.
s_int[1]	0	Установка источника прерываний. 0= сигнал готовности данных измерительных каналов. 1= выход детектора перегрузки.
tr_ih_Z[4:2]	2	Допустимые значения от 0 до 7. Подстройка тока питания Z элемента Холла. 0= мин. ток, 7= макс. ток.
tr_ih_XY[7:5]	2	Допустимые значения от 0 до 7. Подстройка тока питания XY элементов Холла. 0= мин. ток, 7= макс. ток.

**НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C**
**РЕГИСТРЫ ПОДСТРОЙКИ ОПОРНОГО РЕЗИСТОРА ФОРМИРОВАТЕЛЯ ТОКА ЭЛЕМЕНТОВ ХОЛЛА, TRIM\_RIH**

Название	def,h	Примечание
[3:0]	0	Резерв.
TRIM_RIOP_Z[5:4]	1	Допустимые значения от 0 до 3. 0= мин. опорный резистор, макс. ток питания Холла. 3= макс. резистор, мин. ток питания Холла.
TRIM_RIOP_XY[7:6]	1	Допустимые значения от 0 до 3. 0= мин. опорный резистор, макс. ток питания Холла. 3= макс. резистор, мин. ток питания Холла.

**КОНФИГУРАЦИЯ УСРЕДНЯЮЩЕГО ФИЛЬТРА AVF\_FILT**

Название	def,h	Примечание
osr_avf[1:0]	0	Число усредняемых выборок АЦП (на каждый канал). 0= 4 выборки; 1= 64 выборки; 2,3= 256 выборок; 3= запрещено.
gain_xy[3:2]	0	Усиление выходных данных, усредняющего фильтра, для каналов XY. 0= 1 рас; 1= 2 раза ; 2,3= 4 раза.
gain_z[5:4]	0	Усиление выходных данных, усредняющего фильтра, для канала Z. 0= 1 рас; 1= 2 раза ; 2,3= 4 раза.
[7:6]	0	Резерв.

\*не функционирует в опытных образцах.

**ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА I2C**
**Общее описание**

Интерфейс I2C входящий в микросхему предназначен для чтения и записи регистров микросхемы, может работать в 1 байтном и двухбайтном режимах. Вывод SCL, тактовой частоты, совмещен с сигналом прерывания. Прерывания могут формировать сигнал окончания преобразования измерительных каналов или детектора перегрузки.

Версия микросхемы	Адрес I2C
НЗР (К1949ЧЭ4У)	35'h

**Режимы работы I2C**

Интерфейс может работать в 1 байтном и двух байтном режиме. В 1 байтном режиме доступно только чтение регистров измерительных каналов (WXYZ\_H, Temp\_H, VXY\_M, BZT\_M, VXYZT\_L), только в этом режиме возможно чтение всех измерительных каналов, на максимальной частоте преобразования. В двух байтном режиме доступно чтение и запись всех регистров микросхемы.

Конфигурация интерфейса микросхемы в 1 байтный или 2 байтный режим работы осуществляется путем установки значения 7 бита, в 1 байте передаваемых slave устройству данных.

- 2 байтный тип: 7 бит= 0
- 1 байтный тип: 7 бит= 1

**НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C**
**Режимы работы I2C - продолжение**

В 1 байтном режиме, в пакете данных отсутствует адрес регистра, имеется возможность читать только данные измерительных каналов, при каждом обращении выдаются последовательно все семь регистров измерительных данных (1: VX\_H, 2: VY\_H, 3: VZ\_H, 4: Temp\_H, 5: VXY\_M, 6: BZT\_M, 7: VXYZT\_L). Для синхронного сбора данных, без их потери, мастер устройство должно успевать считывать все данные, за время не превышающее:

264 мкс (обработка прерывания, чтение 7 регистров, SCL=400 КГц).

В случае неправильного обращения по адресу микросхемы или регистра, микросхема выдает 1'b1 на бите ACK (ACL slave) и перестаёт взаимодействовать с мастер устройством, пока не будет установлен стоп бит.

Если на линии SCL, после установки старт бита, не происходило изменение сигнала в течении 64 тактов внутренней частоты (~16 мкс), микросхема прекратит взаимодействовать с master устройством пока линии SCL, SDA не встанут в 1, либо не будет установлен стоп бит.

**ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ИНТЕРФЕЙСА (RPUL\_UP(SDA,SCL)=4.7 КОМ)**

Параметр	Обозн.	Мин.	Тип.	Макс.
Частота интерфейса	f <sub>scl</sub>	–	100 КГц	400 КГц
Длительность "0", SCLK	T <sub>L</sub>	1.15 мкс	–	–
Длительность "1", SCLK	T <sub>H</sub>	1.15 мкс	–	–
	T <sub>sta</sub>	1.15 мкс	–	–
	T <sub>stop</sub>	1.15 мкс	–	–
	T <sub>wait</sub>	1.15 мкс	–	–
	T <sub>su</sub>	100 нс	–	–
	T <sub>hold</sub>	0	–	–
	T <sub>fall</sub>	–	–	50 нс
	T <sub>rise</sub>	–	–	50 нс
Ширина "0" сигнала прерывания, на выводе SCL	t <sub>INT</sub>	1.27 мкс	2 мкс	2.96 мкс
Минимальное время преобразования	t <sub>conv</sub>	264 мкс	–	–

НЗР (К1949ЧЭУ) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

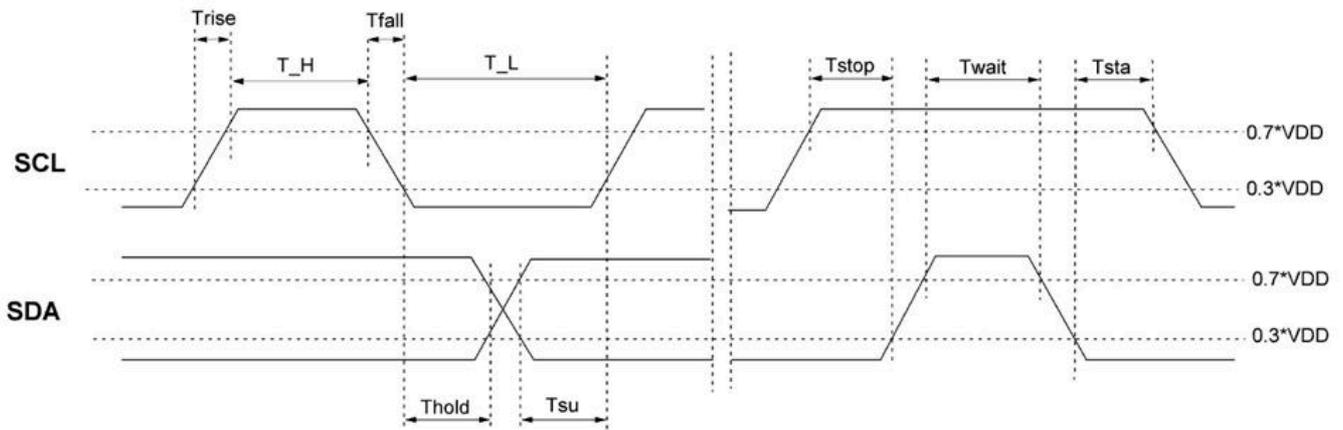


Диаграмма формирования сигналов интерфейса

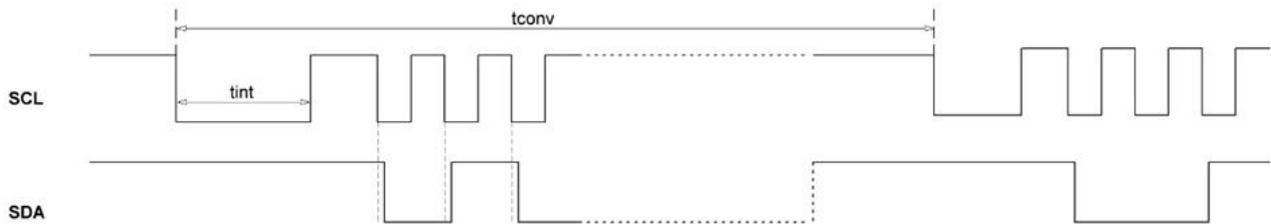


Диаграмма формирования сигнала прерывания (готовности данных) на выводе SCL

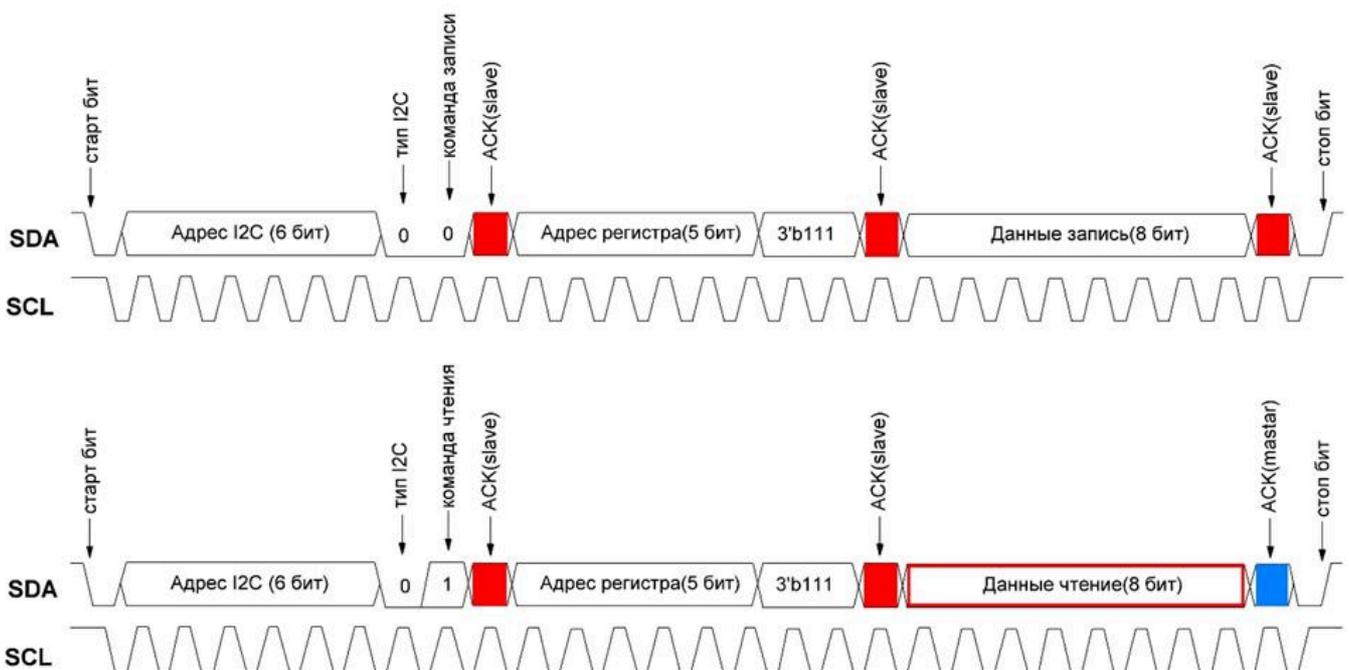


Диаграмма обмена данными в 2 байтном режиме I2C

**НЗР (К1949ЧЭУ) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C**

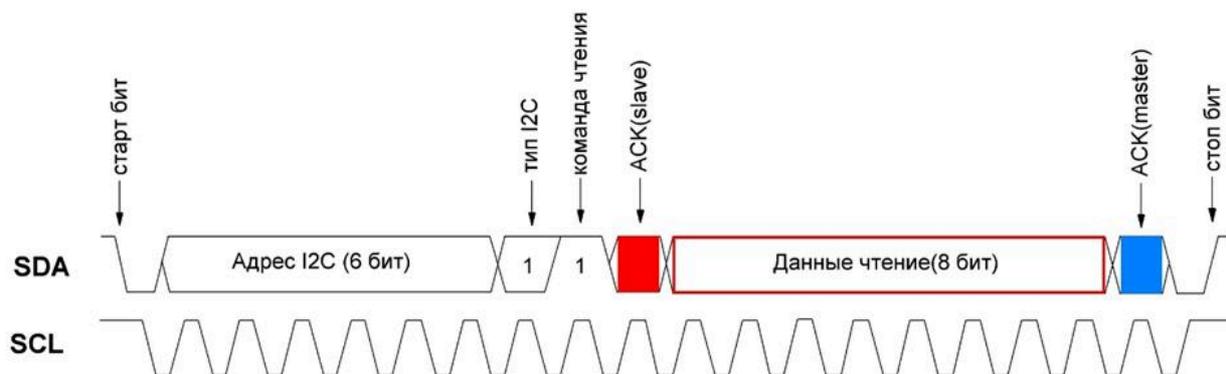
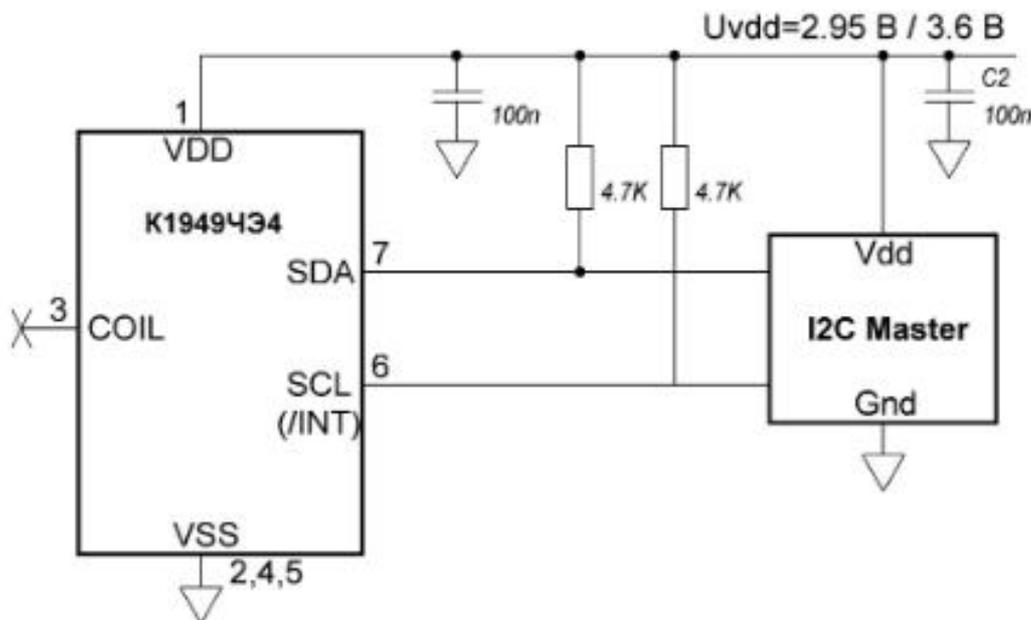
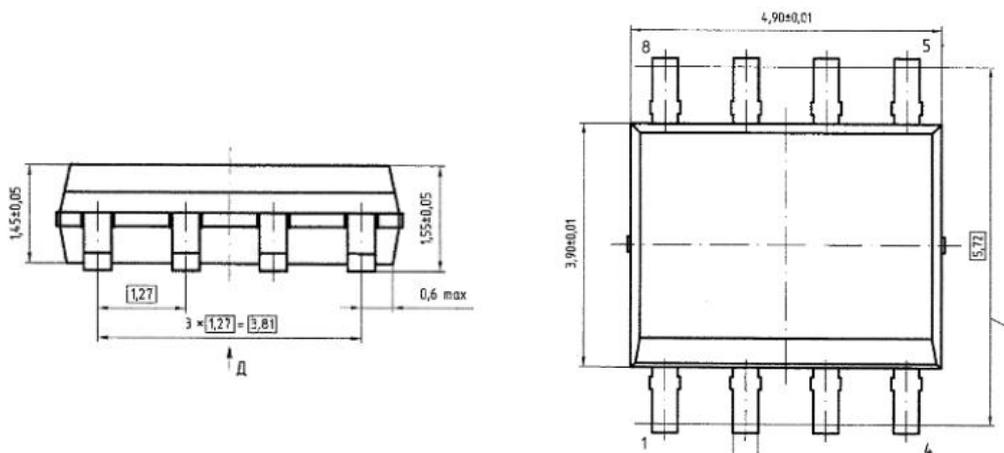


Диаграмма обмена данными в 1 байтном режиме I2C

**ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ**



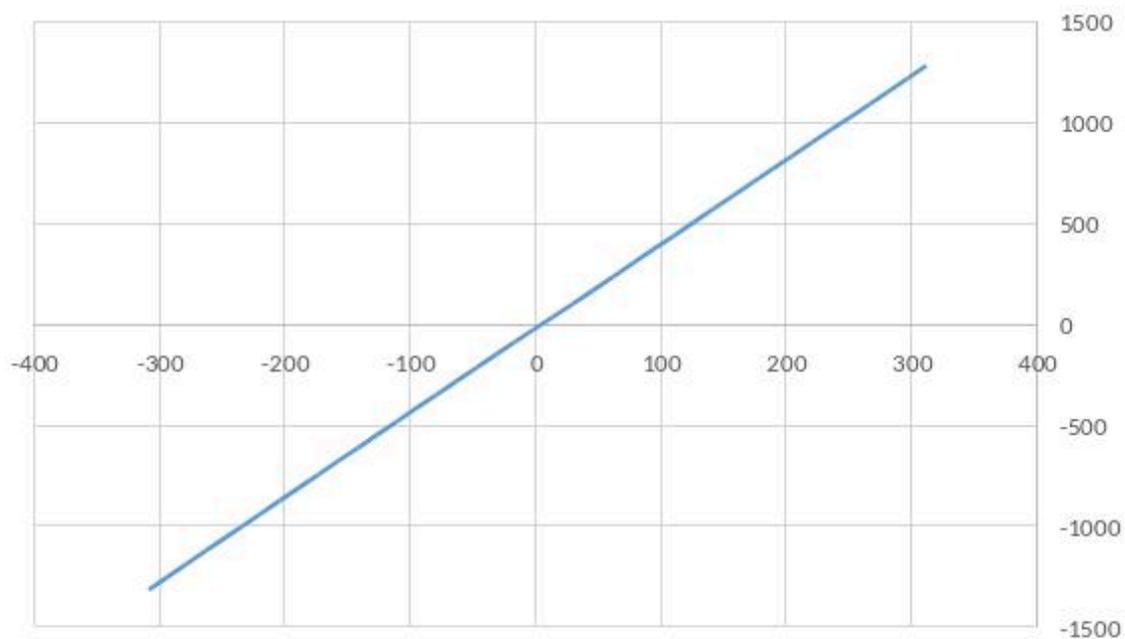
**ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ КОРПУСОВ МИКРОСХЕМЫ**



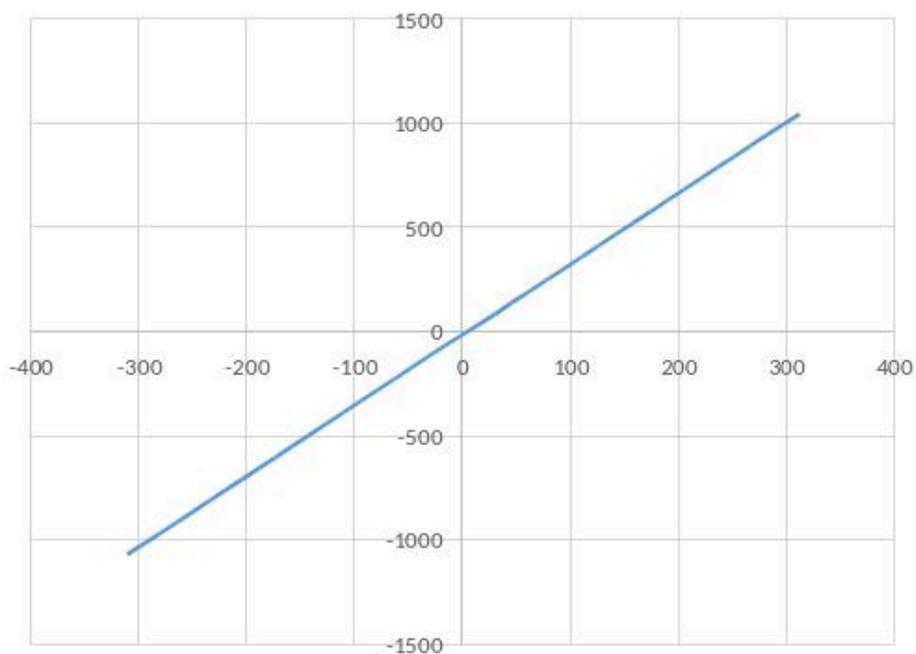
Корпус опытных образцов микросхемы SO-8(5x5.7 мм)

## НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

## ТИПОВЫЕ ЗАВИСИМОСТИ МИКРОСХЕМЫ

 $D_x, \text{лсб}(V_x, \text{мТл})$ 

Данные канала X, при воздействии магнитного поля в диапазоне +/- 310 мТл. SNS= 4.1 лсб/мТл.

 $D_z, \text{лсб}(V_z, \text{мТл})$ 

Данные канала Z, при воздействии магнитного поля в диапазоне +/- 310 мТл. SNS= 3.4 лсб/мТл.

## НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

## ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ И ОТЛАДОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Демонстрационно- отладочная плата состоит из установленной микросхемы датчика магнитного поля и микроконтроллера, реализующего преобразование интерфейсов (I2C -> USB). Конфигурация параметров микросхемы осуществляется с помощью программного обеспечения.



Внешний вид программы конфигурации микросхемы, в режиме потокового сбора данных с XYZ каналов.