



BOSCH

BMI090L

Высокоэффективный инерциальный измерительный прибор с
долговечностью



BMI090L: Лист данных

Редакция документа	2.1
Дата выпуска документа	Март 2021 г.
Номер документа	BST-BMI090L-DS000-03
Технический справочный код	0 273 017 020
Примечания	Данные и описания в этом документе могут быть изменены без предварительного уведомления. Фотографии и изображения продукта предназначены только для иллюстрации и могут отличаться от реального внешнего вида продукта.

Основное описание

BMI090L - это высокоеффективный инерциальный измерительный блок (IMU) с увеличенным сроком службы до 10 лет.¹ BMI090L разработан для промышленных приложений, таких как роботы и бытовая техника, которые требуют длительного жизненного цикла. 6-осевой IMU сочетает в себе 16-разрядный трехосный гироскоп и 16-разрядный трехосный акселерометр в миниатюрном корпусе LGA размером 3 x 4,5 x 0,95 мм³ (16-контактный). BMI090L оснащен гироскопом с замкнутым контуром и надежным акселерометром со встроенным механическим фильтром для подавления высокочастотных вибраций, что обеспечивает точное ориентирование и отслеживание движения в суровых и сложных промышленных условиях.

BMI090L предлагает широкий диапазон измерения ускорения (от ± 3 g до ± 24 g), устойчивость к вибрации, а также устойчивость к высоким температурам. Зарекомендовавший себя автомобильный гироскоп BMI090L имеет непревзойденную нестабильность смещения менее 2 ° / ч (лучший показатель в отрасли бытовой электроники) и низкий температурный коэффициент смещения (TCO) ниже 15 мдс / К. Акселерометр отличается низкой совокупной стоимостью владения 0,2 мг / К и низким спектральным шумом менее 200 мкг / кв.рт. (Гц). BMI090L предоставляет точные и надежные данные инерционного датчика даже в сложных условиях, включая среды, в которых эти условия меняются, например, тепловые эффекты, такие как нагрев, механические удары и нагрузки, такие как сильные удары, вибрации и изгиб печатной платы.

BMI090L разработан так, чтобы наилучшим образом вписаться в современные встраиваемые устройства бытовой электроники. Датчик имеет очень широкий диапазон напряжений питания VDD и VDDIO. Производительность и потребление тока стабильны во всем диапазоне напряжения питания. BMI090L предоставляет два цифровых последовательных интерфейса: I2C и SPI. Датчик имеет расширенный диапазон измерения до ± 24g, чтобы избежать обрезания сигнала при сильном воздействии сигнала.

Высокая надежность датчика дает пользователю больше свободы при размещении датчика на печатной плате и может помочь снизить проектные усилия и затраты на системном уровне, например, за счет исключения дополнительных демпфирующих конструкций или освобождения места при рассмотрении источников тепла или теплового распределения. через печатную плату. В зависимости от требований приложения датчик может также позволить сократить усилия по калибровке при испытаниях в конце производственной линии.

BMI090L имеет FIFO 1 КБ для данных акселерометра и FIFO 0,6 КБ для данных гироскопа. Оба FIFO поддерживают синхронизацию с внешними событиями. BMI090L поддерживает следующие отраслевые функции:

- Переназначение осей
- Любое движение / нет движения
- Высокий г / низкий г
- Ориентация

BMI090L вместе с датчиком барометрического давления BMP388 и магнитометром BMM150 является частью комплексного решения 7-DoF / 10-DoF от Bosch Sensortec, обеспечивающего дополнительные функции, такие как точное измерение высоты и точный расчет курса.



¹ См. Заявление об отказе от ответственности за долговечность на последней странице этого документа.

Указатель содержания

Базовое описание	2
1. Технические характеристики	8
1.1 Электрические характеристики	8
1.1.1 Электрические характеристики: акселерометр / гироскоп	9
1.2 Технические характеристики акселерометра	10
1.3 Технические характеристики гироскопа	11
1.4 Технические характеристики датчика температуры	12
2. Блок-схема	14
3. Краткое руководство - инициализация устройства	14
4. Функциональное описание	15
4.1 Управление питанием и режимы питания	15
4.1.1 Режимы питания: акселерометр	15
4.1.2 Режимы мощности: гироскоп	16
4.2 Инициализация устройства	16
4.3 Данные датчика	17
4.4 Датчик времени	17
4.5 Выходная скорость передачи данных и фильтр низких частот	17
4.5.1 Акселерометр	17
4.5.2 Гироскоп	18
4.6 Настройки диапазона	18
4.7 Самопроверка	18
4.7.1 Акселерометр	19
4.7.2 Гироскоп	19
4.8 Прерывание новых данных	20
4.8.1 Акселерометр	20
4.8.2 Гироскоп	20

4.9 Мягкий сброс	20
4.10 FIFO	20
4.10.1 Режимы работы FIFO	20
4.10.2 Прерывания FIFO	21
4.10.3 Буфер FIFO датчика акселерометра	21
4.10.4 Буфер FIFO датчика гироскопа	23
4.11 Интегрированный набор функций	26
4.11.1 Переназначение осей для функций прерывания	26
4.11.2 Любое движение / отсутствие обнаружения движения	26
4.11.3 Обнаружение High_g / low_g	29
4.11.4 Обнаружение ориентации	32
5. Регистрация карты	38
5.1 Связь с датчиком	38
5.2 Карта регистров: акселерометр	0,39
5.3 Описание регистра: акселерометр	45
5.3.1 Регистр (0x00) ACC_CHIP_ID	45
5.3.2 Регистр (0x02) ACC_ERR_REG	45
5.3.3 Регистр (0x03) ACC_STATUS	45
5.3.4 Регистр (0x0A) DATA_0	46
5.3.5 Регистр (0x0B) DATA_1	46
5.3.6 Регистр (0x0C) DATA_2	46
5.3.7 Регистр (0x0D) DATA_3	46
5.3.8 Регистр (0x0E) DATA_4	47
5.3.9 Регистр (0x0F) DATA_5	47
5.3.10 Регистр (0x10) DATA_6	47
5.3.11 Регистр (0x11) DATA_7	47
5.3.12 Регистр (0x12) ACC_X_LSB	47
5.3.13 Регистр (0x13) ACC_X_MSB	48
5.3.14 Регистр (0x14) ACC_Y_LSB	48
5.3.15 Регистр (0x15) ACC_Y_MSB	48
5.3.16 Регистр (0x16) ACC_Z_LSB	48

5.3.17 Регистр (0x17) ACC_Z_MSB	48
5.3.18 Регистр (0x18) SENSORTIME_0	49
5.3.19 Регистр (0x19) SENSORTIME_1	49
5.3.20 Регистр (0x1A) SENSORTIME_2	49
5.3.21 Регистр (0x1B) СОБЫТИЕ	49
5.3.22 Регистр (0x1C) ACC_INT_STAT_0	49
5.3.23 Регистр (0x1D) ACC_INT_STAT_1	50
5.3.24 Регистр (0x22) ТЕМПЕРАТУРА	50
5.3.25 Регистр (0x24) FIFO_LENGTH_0	50
5.3.26 Регистр (0x25) FIFO_LENGTH_1	50
5.3.27 Регистр (0x26) FIFO_DATA	51
5.3.28 Регистр (0x29) ORIENT_HIGHG_OUT	51
5.3.29 Регистр (0x2A) INTERNAL_STATUS	52
5.3.30 Регистр (0x40) ACC_CONF	52
5.3.31 Регистр (0x41) ACC_RANGE	54
5.3.32 Регистр (0x44) AUX_CONF	54
5.3.33 Регистр (0x45) FIFO_DOWNS	55
5.3.34 Регистр (0x46) FIFO_WTM_0	55
5.3.35 Регистр (0x47) FIFO_WTM_1	55
5.3.36 Регистр (0x48) FIFO_CONFIG_0	55
5.3.37 Регистр (0x49) FIFO_CONFIG_1	56
5.3.38 Регистр (0x4B) AUX_DEV_ID	57
5.3.39 Регистр (0x4C) AUX_IF_CONF	57
5.3.40 Регистр (0x4D) AUX_RD_ADDR	57
5.3.41 Регистр (0x4E) AUX_WR_ADDR	57
5.3.42 Регистр (0x4F) AUX_WR_DATA	58
5.3.43 Регистр (0x53) INT1_IO_CTRL	58
5.3.44 Регистр (0x54) INT2_IO_CTRL	58
5.3.45 Регистр (0x55) INT_LATCH	59
5.3.46 Регистр (0x56) INT1_MAP	59
5.3.47 Регистр (0x57) INT2_MAP	60
5.3.48 Регистр (0x58) INT_MAP_DATA	60

5.3.49 Регистр (0x59) INIT_CTRL	60
5.3.50 Регистр (0x5E) FEATURES_IN	60
5.3.51 Регистр (0x5F) ВНУТРЕННЯЯ_ОШИБКА	64
5.3.52 Регистр (0x6A) NVM_CONF	64
5.3.53 Регистр (0x6B) IF_CONF	64
5.3.54 Регистр (0x6D) ACC_SELF_TEST	65
5.3.55 Регистр (0x70) NV_CONF	65
5.3.56 Регистр (0x71) OFFSET_0	66
5.3.57 Регистр (0x72) OFFSET_1	66
5.3.58 Регистр (0x73) OFFSET_2	66
5.3.59 Регистр (0x7C) ACC_PWR_CONF	66
5.3.60 Регистр (0x7D) ACC_PWR_CTRL	67
5.3.61 Регистр (0x7E) ACC_SOFTRESET	67
 5.4 Карта регистров: гироскоп	68
5.5 Описание регистра: гироскоп	69
5.5.1 Регистр 0x00: GYRO_CHIP_ID	69
5.5.2 Регистр 0x02 - 0x07: данные скорости	69
5.5.3 Регистр 0x0A: GYRO_INT_STAT_1	70
5.5.4 Регистр 0x0E: FIFO_STATUS	70
5.5.5 Регистр 0x0F: GYRO_RANGE	70
5.5.6 Регистр 0x10: GYRO_BANDWIDTH	71
5.5.7 Регистр 0x11: GYRO_LPM1	71
5.5.8 Регистр 0x14: GYRO_SOFTRESET	71
5.5.9 Регистр 0x15: GYRO_INT_CTRL	72
5.5.10 Регистр 0x16: INT3_INT4_IO_CONF	72
5.5.11 Регистр 0x18: INT3_INT4_IO_MAP	72
5.5.12 Регистр 0x1E: FIFO_WM_ENABLE	73
5.5.13 Регистр 0x34: FIFO_EXT_INT_S	73
5.5.14 Регистр 0x3C: GYRO_SELF_TEST	73
5.5.15 Регистр 0x3D: GYR_FIFO_CONFIG_0	74
5.5.16 Регистр 0x3E: GYR_FIFO_CONFIG_1	74
5.5.17 Регистр 0x3F: FIFO_DATA	74

6. Цифровой интерфейс	75
6.1 Последовательный периферийный интерфейс (SPI)	76
6.1.1 Интерфейс SPI части гироскопа	77
6.1.2 Интерфейс SPI части акселерометра	77
6.2 Межинтегральная схема (I ² C)	78
7. Распиновка и схема подключения	81
7.1 Распиновка	81
7.2 Схема подключения SPI	82
7.3 Схема подключения I ₂ C	82
8. Упаковка	83
8.1 Габаритные размеры	83
8.2 Схема посадки	84
8.3 Ориентация измерительных осей	85
8.4 Маркировка	86
8.4.1 Образцы серийного производства	86
8.4.2 Инженерные образцы	86
8.5 Руководство по компоновке печатной платы и пайке	86
8.6 Инструкции по обращению	87
8.7 Характеристики ленты и катушки	87
8.7.1 Ориентация внутри барабана	88
8.8 Экологическая безопасность	88
8.8.1 Содержание галогенов	88
9. Правовая оговорка	89
9.1 Инженерные образцы	89
9.2 Использование продукта	89
9.3 Примеры применения и советы	89
10. История и изменения документа	90

1. Спецификация

Если не указано иное, данные значения относятся к сроку службы и полной рабочей температуре и напряжению.
диапазоны, минимальные / максимальные значения $\pm 3\%$.

1.1 Электрические характеристики

Таблица 1: Технические характеристики электрических параметров

Параметр	<u>Условное обозначение</u>	Состояние	Мин.	Максимум	Ед. изм
Напряжение питания Внутренние домены	VDD		2,4	3,6	V
Напряжение питания Домен ввода-вывода	VDDIO		1,2	3,6	V
Входное напряжение Низкий уровень	V_{IL} , a	SPI и I ² C		0,3VDDIO	-
Входное напряжение Высокий уровень	V_{IH} , a	SPI и I ² C	0,7 BDDIO		-
Выходное напряжение Низкий уровень	V_{LP} , a	$I_{LP} \leq 2 \text{ mA}$, SPI		0,23 BDDIO	-
Выходное напряжение Высокий уровень	V_{OY}	$I_{OY} \leq 2 \text{ mA}$, SPI	0.8VDDIO		-
Операционная Температура	T _A		- 40	+ 85	°C

1.1.1 Электрические характеристики: акселерометр / гироскоп

Таблица 2: Технические характеристики акселерометра электрических параметров

Параметр	<u>Условное обозначение</u>	Состояние	Мин.	Тип	Максимум	<u>Единицы</u>
Общее предложение Ток в Нормальный режим	ЯDD	VDD = VDDIO = 3,0 В, 25 ° C, $\text{f}_{\text{FS}}=4\text{g}$		150		мА
Общее предложение Ток в Режим ожидания	ЯDDsum	VDD = VDDIO = 3,0 В, 25 ° C		3		мА
Время включения	Т _{ак_дла}	Время до первого действительного образца из приостановки Режим			1	PC

Таблица 3: Гироскоп со спецификациями электрических параметров

Параметр	<u>Условное обозначение</u>	Состояние	Мин.	Тип	Максимум	<u>Ед. изм</u>
Ток питания в Нормальный режим	ЯDD	VDD = VDDIO = 3,0 В, 25 ° C, ODR = 1 кГц		5		mA
Ток питания в Режим ожидания	ЯDDsum	VDD = VDDIO = 3,0 В, 25 ° C		25		мА
Ток питания в Глубокая приостановка Режим	ЯDDdsum	VDD = VDDIO = 3,0 В, 25 ° C		<5		мА
Время запуска	Т _{вс}	до $\pm 1^\circ/\text{s}$ от конечного значения; от выключения		30		PC
Время пробуждения	Twusm	От приостановки и глубокие режимы ожидания		30		PC
Время пробуждения	Twufpm	От быстрого включения Режим		10		PC

1.2 Технические характеристики акселерометра

Таблица 4: Технические характеристики акселерометра

Параметр	Условное обозначение	Состояние	Мин.	Тип	Максимум	Единицы
Диапазон ускорения	граммFS3g	По выбору через последовательный цифровой интерфейс		± 3		грамм
	граммFS6g			± 6		грамм
	граммFS12g			± 12		грамм
	граммFS24g			± 24		грамм
Чувствительность	S3g	граммFS3g, TA= 25		10920		LSB /грамм
	S6 г	° C FS6g, TA= 25 °		5460		LSB /грамм
	S12 г	C FS12g, TA= 25 ° C г		2730		LSB /грамм
	S24 г	FS24g, TA= 25 ° C		1365		LSB /грамм
Чувствительность Температурный дрейф	TCS			0,002		% / K
Смещение нулевого ускорения	Выключенный	Номинальные VDD и VDDIO, 25 ° C, FS6g		20		мграмм
Смещение нулевого ускорения Температурный дрейф	ТШО			<0,2		мграмм/ K
Выходная скорость передачи данных	ODR		12,5		1600	Гц
Диапазон пропускной способности	BW	3 дБ частота среза акселерометр зависит от ODR и ЛАРН	5		280 (245 для Ось Z)	Гц
Нелинейность	NL	наилучшая прямая линия, FS3g		0,5		% FS
Выходной шум Плотность	Преднеквадратичное значение	граммFS3g/Гц TA= 25 ° C Номинальные поставки VDD Нормальный режим		190 (Ось Z) 160 (Х- и Y- ось)		мграмм/ Гц
Поперечная ось Чувствительность	S	относительный вклад между любыми двумя из три оси		0,5		%
Ошибка выравнивания	E _A	относительно структуры пакета		0,5		°

1.3 Технические характеристики гироскопа

Таблица 5: Технические характеристики гироскопа

Параметр	Условное обозначение	Состояние	Мин.	Тип	Максимум	Ед. изм
Диапазон	pFS125	По выбору через последовательный цифровой интерфейс		125		° / с
	pFS250			250		° / с
	pFS500			500		° / с
	pFS1000			1000		° / с
	pFS2000		2000 г.			° / с
Чувствительность		T _a = 25 ° C, R _{FS125}		262,144		Младший бит / ° / с
		T _a = 25 ° C, R _{FS250}		131,072		Младший бит / ° / с
		T _a = 25 ° C, R _{FS500}		65 536		Младший бит / ° / с
		T _a = 25 ° C, R _{FS1000}		32,768		Младший бит / ° / с
		T _a = 25 ° C, R _{FS2000}		16,384		Младший бит / ° / с
Чувствительность толерантность		T _a = 25 ° C, R _{FS2000}	± 1			%
Изменение чувствительности перегретый	TCS	Номинальные поставки VDD - 40 ° C ≤ T _A ≤ + 85 ° C pFS2000		± 0,03		% / K
Чувствительность Напряжение питания, Дрейф	S _{VDD}	T _A = 25 ° C, VDD _{мин} ≤ VDD ≤ VDD _{максимум}	<0,4			% / V
Нелинейность	NL	лучшая прямая линия pFS1000, pFS2000	± 0,05			% FS
грамм-чувствительность		Чувствительность к стимулы ускорения в все три оси (частота <20 кГц)			0,1	° / с / г
Смещение с нулевой скоростью	Выключеный, а также z	Номинальные поставки VDD T _A = 25 ° C, медленная и быстрая отмена смещения выключена	± 1			° / с
Изменить Температура	TШО	Номинальные поставки VDD - 40 ° C ≤ T _A ≤ + 85 ° C pFS2000	± 0,015			° / с на K
Смещение с нулевой скоростью Напряжение питания, Дрейф	Выключенный вх	T _A = 25 ° C, VDD _{мин} ≤ VDD ≤ VDD _{максимум}	<0,1			° / с / В
Выходной шум	П	среднеквадратичное значение, BW = 47 Гц (При 0,014 ° / с / √Гц)	0,1			° / с
Полоса пропускания BW	ЖК -3 дБ		523 230 116 64			Гц

				47 32 23 12		
Скорость передачи данных (набор значений x, y, z)				2000 г. 1000 400 200 100		Гц
Допустимая скорость передачи данных (набор значений x, y, z)				± 0,3		%
Поперечная ось Чувствительность		Чувствительность к стимулам, не имеющим смыслового направления		± 1		%

1.4 Технические характеристики датчика температуры

Таблица 6: Технические характеристики датчика температуры

Параметр	Условное обозначение	Состояние	Мин.	Тип	Максимум	Единицы
Датчик температуры Диапазон измерений	T _S		- 104		150	° C
Датчик температуры Склон	dT _S			0,125		K / LSB
Датчик температуры Ошибка смещения	O _T _S	при 25 ° C		± 1		K

1.5 Абсолютные максимальные рейтинги

Таблица 7: Абсолютные максимальные рейтинги

Параметр	Состояние	Мин.	Максимум	Единицы
Напряжение на выводе питания	VDD Pin	- 0,3	4	V
	VDDIOPin	- 0,3	4	V
Напряжение при любой температуре пассивного хранения логического вывода. Диапазон	Пин без поставки	- 0,3	VDDIO + 0,3	V
	$\leq 65\%$ отн. ЧАС.	- 50	+ 150	$^{\circ}$ C
Механический шок	Продолжительность ≤ 200 мкс		10 000	грамм
	Продолжительность $\leq 1,0$ мс		2 000	грамм
	Свободное падение на твердые поверхности		1,8	M
ESD	HBM, на любом пине		2	kV
	CDM		500	V
	MM		200	V

Примечание. Напряжение выше этих пределов может привести к повреждению устройства. Превышение указанного электрического ограничения могут повлиять на надежность устройства или вызвать неисправность.

2. Блок-схема

На рисунке 1 показаны основные строительные блоки BMI090L:

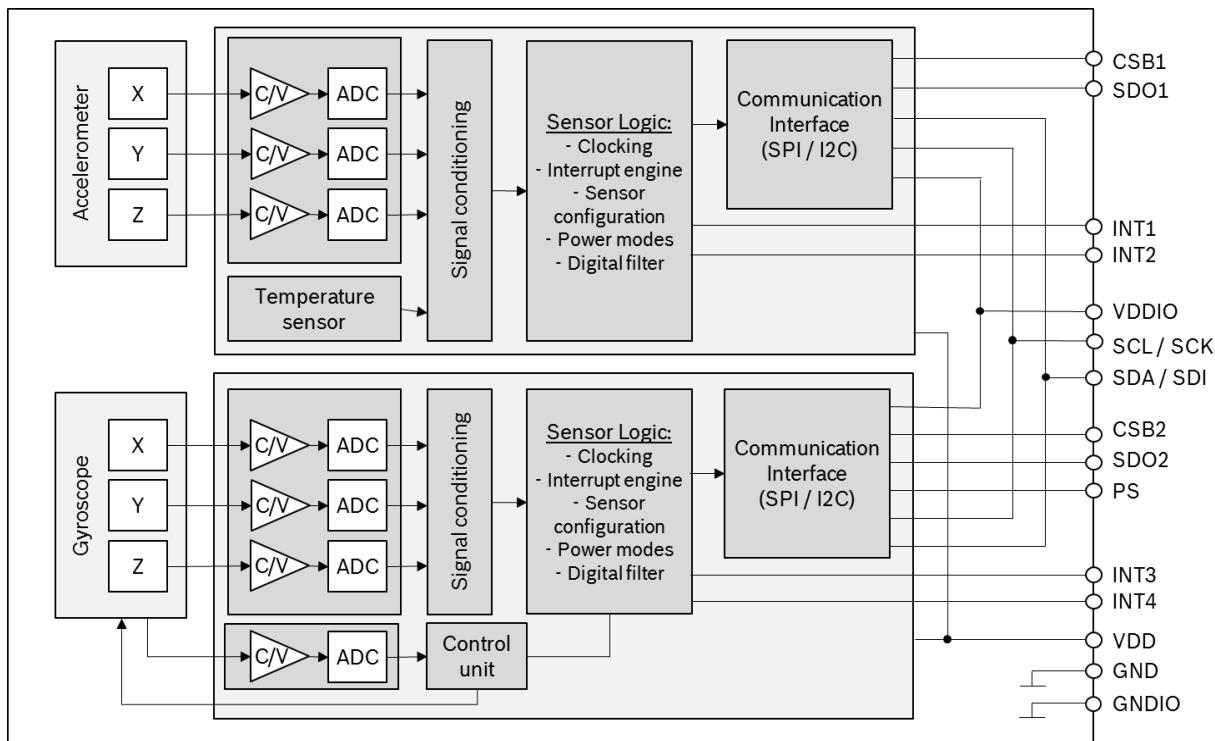


Рисунок 1: Блок-схема BMI090L

3. Краткое руководство - инициализация устройства.

Для правильной инициализации устройства необходимо учитывать следующие шаги:

- Пользователь должен выбрать интерфейс (I2C или SPI) уже во время проектирования аппаратного обеспечения: с помощью вывода PS пользователь определяет, какой интерфейс датчик должен прослушивать (см. Главу 6).
- Датчик гироскопа BMI090L инициализирует свои выводы ввода / вывода в соответствии с выбором, данным выводом PS.
- Датчик ускорения запускается в режиме I2C. Он будет оставаться в режиме I2C до тех пор, пока не обнаружит нарастающий фронт на выводе CSB1 (выбор микросхемы акселерометра), на котором датчик ускорения переключается в режим SPI и остается в этом режиме до следующего сброса при включении питания.
- Чтобы переключить акселерометр в режим SPI на этапе инициализации, пользователь должен выполнить фиктивную операцию чтения SPI, например, регистра [ACC_CHIP_ID](#) (полученное значение будет недействительным).

После POR гироскоп находится в нормальном режиме, а акселерометр - в режиме ожидания. Чтобы перевести акселерометр в нормальный режим, пользователь должен выполнить следующие действия:

- Включите датчик
- Подождите 1 мс
- Войдите в нормальный режим, установив бит [ACC_PWR_CTRL.acc_en](#)
- Подождите 50 мс

4. Функциональное описание

4.1 Управление питанием и режимы питания

BMI090L имеет два разных контакта питания:

VDD - это основной источник питания для внутренних блоков.

VDDIO - это отдельный вывод питания, который в основном используется для питания интерфейса.

Нет никаких ограничений на уровни напряжения обоих контактов относительно друг друга, пока каждый из них находится в пределах своего рабочего диапазона. Кроме того, устройство можно полностью выключить ($VDD = 0\text{ V}$), оставив при этом питание VDDIO включенным ($VDDIO > 0\text{ V}$) или наоборот.

Когда питание VDDIO отключено, все контакты интерфейса (CSB, SDI, SCK, PS) должны находиться рядом с GND._{IO} потенциал.

Устройство содержит генератор сброса при включении питания (POR). Он сбрасывает логическую часть и значения регистров после включения VDD и VDDIO. Это означает, что все настройки конкретного приложения, которые не равны настройкам по умолчанию (см. 6.2 акселерометр карты регистров и гироскоп карты регистров 8.2), должны быть возвращены к их назначенным значениям после POR.

Обратите внимание: POR сбрасывает также интерфейс. Для датчика гироскопа интерфейс определяется уровнем напряжения на выводе PS. Интерфейс акселерометра определяется уровнем напряжения на выводе CSB1, моментом, когда инициируется POR (см. Главу 3).

4.1.1 Режимы питания: акселерометр

Состояние питания акселерометра BMI090L контролируется через регистр [ACC_PWR_CTRL](#). Реестр [ACC_PWR_CTRL](#) включает и отключает акселерометр и датчик температуры.

Войти **нормальный режим**, установите бит [ACC_PWR_CTRL.acc_en](#)

Войти **режим ожидания**, убери бит [ACC_PWR_CTRL.acc_en](#)

Примечание: датчик находится в режиме ожидания после сброса (POR или мягкий сброс), поэтому пользователю необходимо активно перейти в нормальный режим, чтобы получить значения ускорения.

Примечание: после POR или программного сброса датчику ускорения требуется время загрузки до 1 мс. При изменении режимов мощности датчику требуется до 5 мс для стабилизации. Любая связь с датчиком во время этого времени следует избегать.

4.1.2 Режимы мощности: гироскоп

Гироскоп имеет 3 различных режима мощности. Помимо нормального режима, который представляет собой полностью рабочее состояние устройства, есть 2 режима энергосбережения: режим ожидания и режим глубокого ожидания.

После включения гироскоп находится в нормальном режиме, так что все части устройства остаются включенными, а сбор данных выполняется непрерывно.

В **режиме ожидания** вся аналоговая часть выключена. Сбор данных не производится. В режиме ожидания сохраняются последние данные о скорости и содержимое всех регистров конфигурации. Регистры все еще можно читать (хотя они не обновляются).

Режим ожидания включается записью 0x80 в [GYRO_LPM1](#) регистр. Его можно оставить, записав 0x00 в [GYRO_LPM1](#) или программным сбросом (см. 4.9).

Хотя доступ для записи в регистры поддерживается на полной тактовой частоте интерфейса (SCL или SCK), период ожидания должен быть вставлен между двумя последовательными циклами записи (см. Также раздел 9.2.1).

В **режиме глубокого ожидания** устройство достигает минимально возможного энергопотребления. Поддерживается только раздел интерфейса. Сбор данных не производится, и содержимое регистров конфигурации теряется.

Для входа в режим глубокого ожидания нужно записать 0x20 в [GYRO_LPM1](#) регистр. Его можно оставить, записав 0x00 в [GYRO_LPM1](#) до или с помощью мягкого сброса (см. 4.9).

Обратите внимание, что все настройки приложения, которые не равны настройкам по умолчанию, должны быть сброшены до назначенных значений после выхода из режима глубокой приостановки.

Примечание: после POR или мягкого сброса или при переключении между различными режимами питания датчику гироскопа требуется время до 30 мс для перехода в новое состояние. Следует избегать любой связи с датчиком в это время.

4.2 Инициализация устройства

После включения питания акселерометр находится в режиме ожидания, устройство должно быть инициализировано с помощью следующей процедуры. Инициализация также должна выполняться после каждого POR или мягкого сброса.

Отключить расширенный режим энергосбережения: [ACC_PWR_CONF.pwr_save_mode](#) = 0b0

Ждите 450 нас. В [SENSORTIME_0](#) регистр увеличивается каждые 39,25 мкс и может использоваться для точное время.

Напишите [INIT_CTRL.init_ctrl](#) знак равно 0x00

Данные инициализации пакетной записи в [FEATURES_IN](#) Регистр. Файл конфигурации включен в драйвере, доступном на сайте Bosch Sensortec (www.bosch-sensortec.com) или от вашей региональной службы поддержки. При желании файл конфигурации можно записать в Реестр [FEATURES_IN](#) в нескольких последовательных доступах с пакетной записью. Каждая пакетная запись должна содержать четное количество байтов.

Необязательно:

Пакетное чтение файла конфигурации из регистра [FEATURES_IN](#) и проверьте правильность. Подробную информацию о времени и длине см. В API датчика.

Включить функции датчика - записать 0x01 в регистр [INIT_CTRL.init_ctrl](#). Эту операцию нельзя выполнять более одного раза после POR или программного сброса.

Подождите, пока зарегистрируйтесь [INTERNAL_STATUS.message](#) содержит значение 0b1. Это произойдет максимум через 140-150 мсек.

После завершения последовательности инициализации устройство переходит в режим конфигурации (режим питания). Теперь можно переключиться в требуемый режим мощности, и все функции готовы к использованию, как описано в главе [Интегрированный набор функций](#).

4.3 Данные датчика

Ширина данных датчика гироскопа и акселерометра составляет 16 бит (11 бит для датчика температуры), представленных в дополнительном представлении до двух.

Биты для каждой оси разделены на верхнюю часть MSB и нижнюю часть LSB. Чтение регистров данных датчика всегда должно начинаться с младшего разряда. Чтобы гарантировать целостность данных датчика, содержимое регистра MSB блокируется путем чтения соответствующего регистра LSB (процедура теневого копирования).

Подробнее о регистрах и интерпретации данных, содержащихся в этих регистрах, см.:

[Глава 5.5](#) для части гироскопа

[Глава 5.3](#) для части акселерометра

[Глава 5.3.24](#) для датчика температуры

Механизм пакетного доступа обеспечивает эффективный способ считывания данных угловой скорости в режиме I2C или SPI. Во время пакетного доступа датчик автоматически увеличивает начальный адрес чтения после каждого байта.

Пакетный доступ позволяет передавать данные по шине I2C с уменьшением плотности данных до 50%. Данные датчика (угловая скорость или данные ускорения) во всех считываемых регистрах заблокированы, пока активен пакетный доступ для чтения. Чтение регистров данных датчиков каждого гироскопа и акселерометра в режиме пакетного чтения гарантирует, что значения датчиков во всех регистрах считывания принадлежат одной и той же выборке.

4.4 Датчик времени

Акселерометрическая часть BMI090L имеет встроенный счетчик шириной 24 бита. Он периодически увеличивается с разрешением 39,0625 мкс. Подробности можно найти в главе [5.3.18](#) к [5.3.20](#).

4.5 Выходная скорость передачи данных и фильтр низких частот

Сигналы датчиков от датчика ускорения и аналогового интерфейса гироскопа проходят через фильтр низких частот.

4.5.1 Акселерометр

Частота среза цифрового фильтра низких частот 3 дБ зависит от выбранного ODR, а также от коэффициента передискретизации (OSR). Оба могут быть настроены в регистре. В следующей таблице перечислены возможные варианты:

Таблица 8: Частота среза акселерометра 3 дБ в соответствии с настройками ODR и OSR в регистре

Акселерометр ODR [Гц]	Обычный (acc_bwp = 0xA)	OSR2 (acc_bwp = 0x9)	OSR4 (acc_bwp = 0x8)
12,5	5 Гц	2 Гц	1 Гц
25	10 Гц	5 Гц	3 Гц
50	20 Гц	9 Гц	5 Гц
100	40 Гц	19 Гц	10 Гц
200	80 Гц	38 Гц	20 Гц

400	145 Гц	75 Гц	40 Гц
800	230 Гц (200 Гц для канала z)	140 Гц	80 Гц
1600	280 Гц (245 Гц для канала z)	234 Гц (215 Гц для канала z)	145 Гц

4.5.2 Гироскоп

Пользователь может выбирать между 8 различными настройками ODR и полосой пропускания фильтра низких частот (см. [GYRO_BANDWIDTH](#)).

4.6 Настройки диапазона

Диапазон измерения можно установить с помощью регистров, описанных в разделе [ACC_RANGE](#) для акселерометра и в разделе [GYRO_RANGE](#) для гироскопа.

4.7 Самопроверка

BMI090L включает в себя функцию самотестирования как для акселерометра, так и для гироскопа, показывая в порядке ли датчик.

4.7.1 Акселерометр

Функция самотестирования позволяет проверить работоспособность датчика путем приложения электростатических сил к сердечнику датчика вместо внешних ускорений. Путем физического отклонения сейсмической массы проверяется весь путь прохождения сигнала датчика. Активация самотестирования приводит к статическому смещению данных ускорения. Любое внешнее ускорение или сила тяжести, приложенная к датчику во время самотестирования, будет наблюдаться на выходе датчика как суперпозиция ускорения и сигнала самотестирования. Это означает, что сигнал самопроверки зависит от ориентации датчика. Чтобы преодолеть это, полная процедура самотестирования должна выполняться в статических условиях, например, когда деталь не подвергается никакому ускорению, кроме силы тяжести.

Рекомендуемая процедура самотестирования следующая:

- 1) Установить ± 24 грамм диапазон, записав 0x03 в регистр ACC_RANGE (0x41)
- 2) Установите ODR = 1,6 кГц, режим непрерывной выборки, «нормальный режим» (norm_avg4), записав 0xAС в регистр ACC_CONF (0x40)

Функция непрерывного фильтра: установите бит 7 в ACC_CONF
 «нормальный режим avg4»: ACC_CONF | = 0x02 << 4
 ODR = 1,6 кГц: ACC_CONF | = 0x0C
- 3) Подождите > 2 мс
- 4) Включите положительную полярность самотестирования (т.е. напишите 0x0D в регистр ACC_SELF_TEST (0x6D))
- 5) Подождите > 50 мс
- 6) Считайте значения смещения акселерометра для каждой оси (положительный отклик самотестирования).
- 7) Включите отрицательную полярность самопроверки (т.е. запишите 0x09 в регистр ACC_SELF_TEST (0x6D))
- 8) Подождите > 50 мс
- 9) Считайте значения смещения акселерометра для каждой оси (отрицательный ответ самотестирования).
- 10) Отключите самотестирование (т.е. напишите 0x00 в регистр ACC_SELF_TEST (0x6D))
- 11) Рассчитайте разницу положительного и отрицательного отклика самопроверки и сравните с ожидаемыми значениями (см. Таблицу ниже).
- 12) Подождите > 50 мс, чтобы датчик перешел в нормальный режим устойчивой работы.

Таблица 9: Самопроверка акселерометра: результирующая минимальная разница сигнала между положительным и отрицательным сигнал самопроверки

сигнал оси x	сигнал оси y	сигнал оси z
≥1000 мграмм	≥1000 мграмм	≥500 мграмм

Рекомендуется выполнить сброс устройства после выполнения самотестирования, поскольку реакция самопроверки также влияет на генерацию прерывания. Если сброс не может быть выполнен, необходимо соблюдать следующую последовательность, чтобы предотвратить создание нежелательного прерывания: отключить прерывания, изменить параметры прерываний, подождать не менее 50 мсек и разрешить требуемые прерывания.

4.7.2 Гироскоп

Встроенное средство самотестирования гироскопа не отклоняет механическую структуру MEMS (в отличие от самотестирования акселерометра), но этот тест также обеспечивает быстрый способ определить, работает ли гироскоп в заданных условиях.

Чтобы запустить самопроверку, бит # 0 ('bite_trig') в адресе [GYRO_SELF_TEST](#) должен быть установлен. Когда тест завершен, гироскоп устанавливает бит №1 ('bist_rdy'), и результат теста затем можно найти в бите №2 ('bist_fail'). «0» означает, что тест прошел без проблем. Если произошел сбой, бит 'bist_fail' будет установлено в «1».

Дальнейший тест, который постоянно выполняется в фоновом режиме, можно проверить, прочитав бит №4 в адресе [GYRO_SELF_TEST](#). Правильная работа датчика указывается, если бит установлен в «1».

4.8 Прерывание новых данных

Как акселерометр, так и гироскоп предлагают новое прерывание готовности данных, которое срабатывает всякий раз, когда новый набор данных завершается и становится доступным в соответствующих регистрах данных датчика. Это позволяет считывать данные с малой задержкой.

4.8.1 Акселерометр

Флаг прерывания новых данных можно найти в регистре [ACC_INT_STAT_1](#) (бит №7). Он устанавливается при появлении новых данных в регистрах данных и автоматически очищается.

Прерывание может быть отображено на контакты прерывания INT1 и / или INT2 в регистре [INT_MAP_DATA](#).

Оба контакта прерывания INT1 и INT2 могут быть настроены в зависимости от их электрического поведения (см. [INT1_IO_CTRL](#) а также [INT2_IO_CTRL](#)).

4.8.2 Гироскоп

Гироскоп обеспечивает новое прерывание данных, которое будет генерировать прерывание каждый раз после сохранения нового значения данных угловой скорости оси Z в регистре данных. Прерывание автоматически сбрасывается через 280-400 мкс.

В отличие от части акселерометра, для гироскопа прерывание новых данных должно быть явно разрешено путем записи 0x80 в регистр GYRO_INT_CTRL.

Прерывание может быть отображено на выводы прерывания INT3 и / или INT4 в регистре [INT3_INT4_IO_MAP](#).

Оба контакта прерывания INT3 и INT4 могут быть настроены в зависимости от их электрического поведения (см. [INT3_INT4_IO_CONF](#))

4.9 Мягкий сброс

Мягкий сброс может быть инициирован в любое время

для части акселерометра, написав команду *мягкий сброс (0xB6)* зарегистрироваться [ACC_SOFTRESET](#)(см. раздел 5.3.61)

для части гироскопа, написав команду *мягкий сброс (0xB6)* зарегистрироваться [GYRO_SOFTRESET](#) (см. раздел 5.5.8)

Мягкий сброс выполняет основной сброс устройства, который в значительной степени эквивалентен циклу включения питания. После задержки все пользовательские настройки конфигурации перезаписываются с их состоянием по умолчанию, где это применимо.

4.10 FIFO

BMI090L предлагает два встроенных буфера FIFO (First In, First Out) для сигналов датчиков акселерометра и гироскопа, помогая пользователю сократить или даже исключить критический по времени доступ для чтения к датчику, чтобы получить данные с высокой точностью синхронизации.

4.10.1 Режимы работы FIFO

FIFO может работать в различных режимах: режиме FIFO (или режиме остановки при заполнении) и режиме STREAM.

FIFO или режим полной остановки: В режиме FIFO или режиме полной остановки значения датчика сохраняются в Впоследствии буфер FIFO, пока он не будет заполнен.

ПОТОКОВЫЙ режим: Режим STREAM работает аналогично режиму FIFO с той разницей, что после заполнения буфера самые старые данные в FIFO будут перезаписаны новейшими данными с датчика.

4.10.2 Прерывания FIFO

Буферы FIFO поддерживают два разных типа прерываний:

Прерывание водяного знака: Запускается, когда уровень заполнения буфера FIFO достигает заданного пользователем уровня.

FIFO-полное прерывание: Срабатывает, когда FIFO заполнен.

4.10.3 Буфер FIFO датчика акселерометра

Часть акселерометра BMI090L имеет интегрированный 1024-байтовый FIFO данных. FIFO захватывает данные из регистров данных в кадрах, и каждый кадр содержит только одну выборку датчика.

4.10.3.1 Включение FIFO и выбор режима

FIFO для данных датчика акселерометра включается установкой бита # 6 в регистре 0x49 (см. [FIFO_CONFIG_1](#))

4.10.3.1.1 Выбор режима

Когда желателен режим STREAM, необходимо очистить бит # 0 в регистре 0x48 (установить на «0») (значение по умолчанию при сбросе при включении питания, см. [FIFO_CONFIG_0](#))

Для режима FIFO или режима полной остановки бит # 0 должен быть установлен в «1» в регистре 0x48.

4.10.3.1.2 Частота выборки данных FIFO

Скорость входных данных в FIFO такая же, как и у настроенного ODR датчика. Однако его можно уменьшить, выбрав коэффициент понижающей дискретизации $2 \cdot k$ $k = [0, 1, \dots, 7]$. Коэффициент k необходимо записать в биты # 4-6 регистра 0x45 (см. [FIFO_DOWNS](#))

4.10.3.1.3 Синхронизация FIFO с внешними прерываниями (приложение тегов) для ускорения

Если вывод INT1 и / или INT2 сконфигурирован как входной вывод (путем установки int2_io в регистре INT2_IO_CTRL и / или установки int1_io в регистре INT1_IO_CTRL), сигналы на этих выводах также могут быть записаны в FIFO, и кадры будут «помечены» соответственно. Поэтому контакты должны быть активированы для записи FIFO в регистр [FIFO_CONFIG_1](#)

4.10.3.2 Формат данных в FIFO

FIFO фиксирует данные в кадрах. Первый байт - это байт заголовка, определяющий тип кадра. Отсюда можно определить количество последовательных байтов и их содержимое.

Байт заголовка состоит из подписи заголовка (первые 6 битов) и двух битов, указывающих состояние контактов прерывания INT1 и INT2, если они настроены соответствующим образом (см. 4.10.3.1.3).

4.10.3.2.1 Кадр данных датчика ускорения

Длина кадра: 7 байтов (1 байт заголовок + 6 байтов полезной нагрузки)

Заголовок:

Немного	7	6	5	4	3	2	1	0
	1	0	0	0	0	1	[Тег INT2]	[Тег INT1]

Полезная нагрузка: следующие байты содержат данные датчика в том же порядке, что и в таблице регистров (адреса 0x12 - 0x17).

4.10.3.2.2 Пропустить кадр

В случае переполнения FIFO, как в режиме FIFO, так и в режиме STREAM, skip_frame добавляется к Содержимое FIFO при чтении в следующий раз. Пропуск кадра не занимает память в FIFO.

Длина кадра: 2 байта (1 байт заголовка + 1 байт полезной нагрузки)

Заголовок:

Немного	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	1	0	0	0	0	зарезервированный	зарезервированный

Полезная нагрузка: один байт, содержащий количество пропущенных кадров. Когда было пропущено более 0xFF кадров, возвращается 0xFF.

4.10.3.2.3 Временная рамка датчика

Временной кадр датчика отправляется только в том случае, если FIFO становится пустым во время пакетного чтения. Датчик времени не потребляет память в FIFO.

Длина кадра: 4 байта (1 байт заголовок + 3 байта полезной нагрузки)

Заголовок:

Немного	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	1	0	0	0	1	зарезервированный	зарезервированный

Полезная нагрузка: Sensortime (содержимое регистров 0x18 - 0x1A), берется при чтении последнего байта последнего кадра.

4.10.3.2.4 Фрейм конфигурации ввода FIFO

При изменении конфигурации фильтра или диапазона датчика акселерометра вход FIFO фрейм config вставляется в FIFO до того, как изменение конфигурации станет активным. Например, когда полоса пропускания фильтра акселерометра изменяется в регистре ACC_CONF, фрейм конфигурации входа FIFO вставляется перед первым кадром с данными акселерометра с новой конфигурацией полосы пропускания.

Длина кадра: 2 байта (1 байт заголовка + 1 байт полезной нагрузки)

Заголовок:

Немного	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	1	0	0	1	0	зарезервированный	зарезервированный

Полезная нагрузка: входной кадр конфигурации FIFO содержит один байт данных, из которых следующие биты имеют значение (содержимое других битов можно безопасно игнорировать):

Бит №1: указывает, что изменение конфигурации через регистр ACC_RANGE становится активным (означает, например, что диапазон акселерометра был изменен).

Бит # 0: указывает, что изменение конфигурации через регистры ACC_CONF или FIFO_DOWNS становится активным (например, означает, что были изменены настройки фильтра или

Частота дискретизации FIFO была изменена).

4.10.3.2.5 Образец опускаемой рамки

После реконфигурации, обозначенной кадром fifo_Input_Config, следующая выборка может быть отброшена до тех пор, пока датчик снова не доставит достоверные данные. Вместо этого пропускаемый кадр вставляется в тakt ODR, при котором следовало ожидать выборки без перенастройки.

Длина кадра: 2 байта (1 байт заголовка + 1 байт полезной нагрузки)

Заголовок:

Немного	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	1	0	1	0	0	зарезервированный	зарезервированный

Полезная нагрузка: образец отбрасываемого кадра содержит один байт данных, содержимое которых можно игнорировать.

4.10.3.2.6 Чтение и перечитывание частичного кадра FIFO

Когда кадр только частично (не полностью) считывается через регистр FIFO_DATA, он будет полностью повторен при следующем обращении. В случае переполнения FIFO между первым частичным чтением и второй попыткой чтения кадр может быть удален.

Если данные, прочитанные из FIFO, больше, чем действительные данные, которые присутствуют, то возвращается 0x8000.

4.10.3.3 Прерывания FIFO

FIFO поддерживает два прерывания, полное прерывание FIFO и прерывание водяного знака:

Прерывание от заполнения FIFO выдается, когда уровень заполнения FIFO превышает полный порог. Полный порог достигается непосредственно перед тем, как последние два кадра будут сохранены в FIFO.

Водяной знак FIFO выдается, когда уровень заполнения FIFO выше или равен уровню водяного знака, определенному в регистре [FIFO_WTM](#).

Чтобы разрешить / использовать прерывания FIFO full или watermark, они должны быть отображены на желаемом выводе прерывания через [INT1_INT2_MAP_DATA](#)

Оба прерывания подавляются, когда продолжается операция чтения регистра FIFO_DATA. Защищенные прерывания FIFO будут очищены только в том случае, если будет прочитан регистр состояния и уровень заполнения ниже соответствующего прерывания FIFO (полное или водяной знак).

4.10.3.4 Сброс FIFO

Пользователь может вызвать сброс FIFO, записав 0xB0 в [ACC_SOFTRESET](#) (зарегистрируйте 0x7E).

4.10.4 Буфер FIFO датчика гироскопа

Гироскоп BMI090L имеет встроенную память FIFO, способную хранить до 100 кадров данных в режиме FIFO. Каждый кадр состоит из трех 16-битных слов данных rate_x, y, z и 16 бит данных прерывания, выбранных в один и тот же момент времени.

4.10.4.1 Включение FIFO и выбор режима

FIFO для данных датчика гироскопа включается путем установки соответствующего режима FIFO в [GYR_FIFO_CONFIG_1](#)

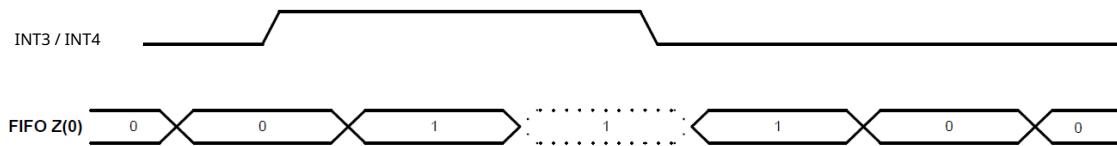
4.10.4.1.1 Частота выборки данных FIFO

Скорость входных данных в FIFO такая же, как и у настроенного ODR датчика.

4.10.4.1.2 Синхронизация FIFO с внешними прерываниями (приложение тегов) для гироскопа

FIFO гироскопа имеет режим, который позволяет точно синхронизировать внешние события с угловой скоростью гироскопа, сохраненной в FIFO. Такую синхронизацию можно использовать, например, для приложений стабилизации изображения и видео.

Любой из контактов прерывания гироскопа (INT3 или INT4) может быть перенастроен для работы в качестве входного контакта, но не обоих одновременно. Кроме того, должен быть включен режим тегов. Таким образом сконфигурированный вывод прерывания будет вести себя как входной вывод, а не как вывод прерывания. Принцип работы показан на рисунке ниже:



Временная диаграмма для внешней синхронизации FIFO.

INT3 / INT4 - это вывод прерывания, сконфигурированный для захвата внешних событий. FIFO z (0) - младший бит данных гироскопа оси Z, хранящихся в FIFO.

Для включения режима тега необходимо установить бит 5 в регистре 0x34 (см. Соответствующий регистр). Вывод можно выбрать в том же регистре, бит 4.

В этом режиме младший бит оси Z используется как бит тега, поэтому теряет свое значение как бит данных гироскопа. Остальные 15 бит данных гироскопа по оси Z сохраняют то же значение, что и в стандартном режиме.

Как только для вывода, который настроен для режима тегов, будет установлен высокий уровень, следующее слово FIFOword будет помечено тегом (LSB по оси Z = 1). Пока вывод находится на высоком уровне, соответствующие слова FIFO будут постоянно помечены. После сброса вывода на низкий уровень, следующее непосредственно следующее слово FIFO все еще может быть помечено, и только после этого слова будет сброшен следующий тег (LSB по оси Z = 0). Это показано на диаграмме выше.

Тег синхронизирует внешние события с той же точностью времени, что и частота обновления FIFO. Следовательно, частота обновления тега определяется скоростью выходных данных.

4.10.4.2 Считывание данных FIFO

В FIFO хранятся данные, которые также доступны в регистрах считывания 0x02-0x07. Таким образом, все настройки конфигурации применяются к данным FIFO, а также к регистрам считывания данных. Считывание FIFO возможно через регистр 0x3F (FIFO_DATA). Считывание может быть выполнено в пакетном режиме. Одиночная серия может считывать один или несколько кадров за раз. Если кадр не прочитан полностью из-за неполной операции чтения, оставшаяся часть кадра теряется. В этом случае FIFO выравнивается по следующему кадру во время следующей операции чтения. Формат данных описан в соответствующей главе.

4.10.4.2.1 Требования к скорости интерфейса для использования FIFO гироскопа

Чтобы эффективно использовать FIFO, большие блоки данных должны считываться быстро. В зависимости от выходной скорости передачи данных датчика это может накладывать требования на интерфейс.

Скорость вывода данных гироскопа определяется конфигурацией фильтра (см. Паспорт датчика). Какая скорость интерфейса требуется, зависит от выбранной скорости.

Для я₂C скоростью 400 кГц, можно использовать любой режим фильтрации.

Для я₂C со скоростью 200 кГц, поддерживаются только режимы с выходной скоростью 1 кГц и ниже.

рекомендуемые.

Для я₂C Скорость С 100 кГц, рекомендуются только режимы с частотой выходных данных 400 Гц и ниже.

4.10.4.3 Счетчик кадров FIFO и флаг переполнения

Счетчик кадров по адресу 0x0E биты <6: 0> (см. Соответствующий регистр) указывает текущий уровень заполнения буфера. Если в буфер записываются дополнительные кадры, хотя FIFO заполнен, устанавливается флаг переполнения (регистр 0x0E, бит 7). Если FIFO сброшен, уровень заполнения FIFO, указанный в frame_counter <6: 0>, устанавливается на «0», а флаг переполнения сбрасывается каждый раз, когда происходит операция записи в регистры конфигурации FIFO.

Примечание: бит переполнения не сбрасывается, когда уровень заполнения FIFO frame_counter <6: 0> уменьшился до «0» из-за чтения из регистра FIFO_DATA, а только когда операция записи выполняется в регистры конфигурации FIFO.

4.10.4.4 Прерывания FIFO

FIFO поддерживает два прерывания, полное прерывание FIFO и прерывание водяного знака:

Полное прерывание FIFO выдается, когда буфер полностью заполнен выборками. В режиме FIFO это происходит после того, как 100 выборок и в режиме STREAM после 99 выборок были сохранены в ранее пустом FIFO.

Состояние прерывания FIFO-full может быть считано через бит состояния в регистре INT_STATUS_1 0x0A.

Прерывание водяного знака выдается, когда уровень заполнения в буфере достигает номера кадра, определенного триггером уровня водяного знака в 0x3D. Статус водяного знака может быть считан через бит состояния адреса 0x0A, бит 4 (fifo_int). Запись в триггер уровня водяного знака в регистре 0x3D очищает буфер FIFO.

4.11 Интегрированный набор функций

Пороговое значение по умолчанию для High G, Low G и любого движения является чувствительным. Хост имеет возможность точно настроить чувствительность в зависимости от целевой платформы. Параметры конфигурации доступны в [Особенности-в зарегистрируйте карту](#).

Включите акселерометр и подождите 40 мс, прежде чем включать интегрированные наборы функций.

4.11.1 Переназначение осей для функций прерывания

Если система координат конечного устройства отличается от системы координат датчика, ось датчика должна быть переназначена, чтобы правильно использовать функции, зависящие от ориентации (например, прерывание ориентации, прерывание High_g).

Регистр переназначения осей позволяет хосту свободно отображать отдельные оси в системе координат используемой платформы. Отдельную ось можно сопоставить с любой другой заданной осью. Знаковое значение оси также можно настроить в зависимости от варианта использования. Например, ось x может быть отображена на ось -x, ось +y, - ось y, ось +z или ось -z. Точно так же и другие оси тоже имеют свои комбинации. О недопустимом переназначении сигнализируется через регистр [INTERNAL_STATUS.axes_remap_error](#) если включена расширенная функция.

Примечание:

Переназначение осей применяется только к данным, полученным в функциях. Регистры данных и FIFO не затрагиваются и должны быть соответствующим образом переназначены на уровне драйвера.

Параметры конфигурации:

1. [AXIS_REMAP_1.map_x_axis](#) - описывает, какая ось должна быть сопоставлена с осью x.
2. [AXIS_REMAP_1.map_x_axis_sign](#) - описывает, должна ли отображаемая ось быть инвертирована или нет.
3. [AXIS_REMAP_1.map_y_axis](#) - описывает, какая ось должна быть сопоставлена с осью y.
4. [AXIS_REMAP_1.map_y_axis_sign](#) - описывает, должна ли отображаемая ось быть инвертирована или нет.
5. [AXIS_REMAP_1.map_z_axis](#) - описывает, какая ось должна быть сопоставлена с осью z.
6. [AXIS_REMAP_1.map_z_axis_sign](#) - описывает, должна ли отображаемая ось быть инвертирована или нет.

4.11.2 Любое движение / отсутствие обнаружения движения

Когда активно любое прерывание движения, акселерометр отключается, а затем снова включается. Следовательно, может сработать ложное срабатывание прерывания. Чтобы избежать ложного срабатывания прерывания, отключите функции перед включением акселерометра.

Обнаружение любого движения:

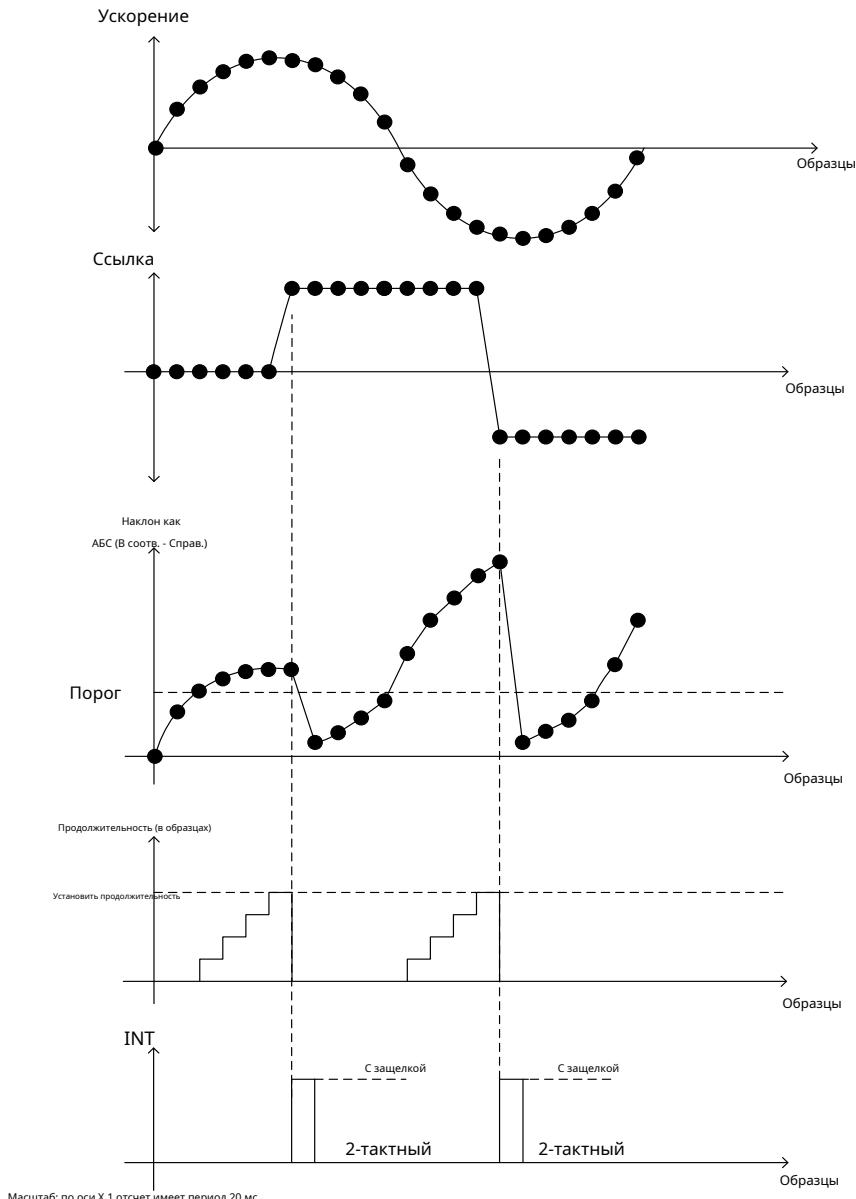
Обнаружение любого движения использует крутизну между текущими входными и эталонными отсчетами ускорения для определения состояния движения устройства. Прерывание настраивается установкой флага включения.

[ANYMO_1.enable](#) вместе с хотя бы одним из следующих флагов:

[ANYMO_2.x_en](#), [ANYMO_2.y_en](#) а также [ANYMO_2.z_en](#) соответственно для каждой оси.

Any-motion обеспечивает прерывание, когда абсолютное значение наклона превышает конфигурируемый [ANYMO_1.threshold](#) для последовательных [ANYMO_2.duration](#) образцы по крайней мере для одной из включенных осей восприятия.

Эталонная выборка ускорения обновляется только при срабатывании прерывания любого движения. Состояние прерывания сбрасывается, как только крутизна падает ниже установленной [ANYMO_1.threshold](#) ценить. Сигналы и тайминги, относящиеся к функции прерывания при любом движении, показаны на рисунке ниже:



Сигнальная и временная диаграмма для обнаружения прерывания любого движения

Параметры конфигурации:

1. [ANYMO_1.enable](#) - Включите функцию.
2. [ANYMO_1.threshold](#) - наклонный порог.
3. [ANYMO_2.duration](#) количество последовательных точек данных, для которых должно соблюдаться пороговое условие, для утверждения прерывания.
4. [ANYMO_2.x_en](#) - указывает, включена ли эта функция для оси x
5. [ANYMO_2.y_en](#) - указывает, включена ли эта функция для оси Y
6. [ANYMO_2.z_en](#) - указывает, включена ли эта функция для оси z.

Детали вывода:

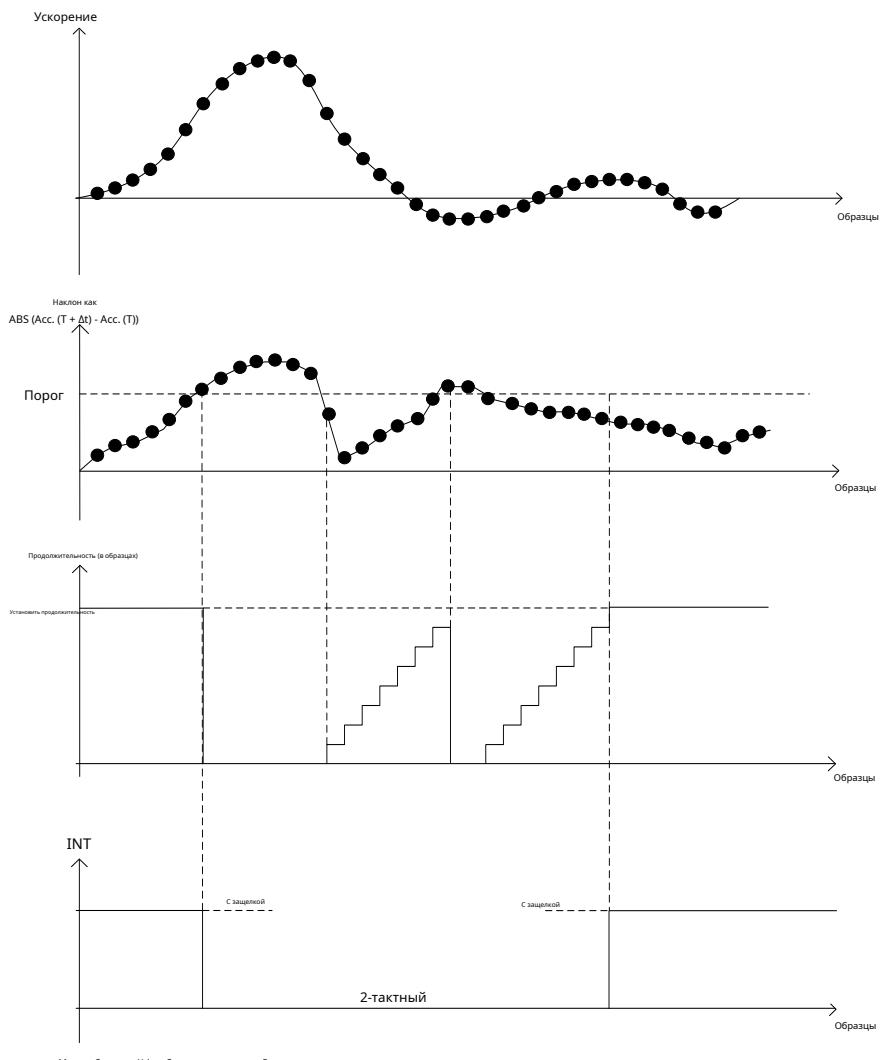
1. [ACC_INT_STAT_0.any_motion_out](#)- Устанавливается в 1, когда устройство генерирует прерывание движения.

Нет обнаружения движения:

Обнаружение отсутствия движения использует наклон между двумя последовательными отсчетами сигнала ускорения для определения статического состояния устройства. Прерывание настраивается установкой флага включения [NOMO_1.enable](#) вместе с хотя бы одним из следующих флагов: [NOMO_2.x_en](#), FEATURES_IN.no_motion.NOMO_2.y_en и [NOMO_2.z_en](#) соответственно для каждой оси.

Прерывание отсутствия движения срабатывает, когда наклон на всех задействованных осях измерения остается меньше, чем конфигурируемый [NOMO_1.threshold](#) на время, настроенное [NOMO_2.duration](#). Прерывание отсутствия движения сбрасывается, как только крутизна ускорения превышает установленный порог. Сигналы и тайминги, относящиеся к функции прерывания при отсутствии движения, показаны на рисунке ниже.

Сигнальная и временная диаграмма для обнаружения прерывания при отсутствии движения



регистр [NOMO_2.duration](#) определяет количество последовательных точек данных, для которых наклон разрешенной оси должен быть меньше порогового значения для прерывания, которое должно быть заявлено.

Параметры конфигурации:

1. [NOMO_1.enable](#) - включить функцию.
2. [NOMO_1.threshold](#) - наклонный порог.
3. [NOMO_2.duration](#) - количество последовательных точек данных, для которых должно соблюдаться пороговое условие, для подтверждения прерывания.
4. [NOMO_2.x_en](#) - указывает, включена ли эта функция для оси x
5. [NOMO_2.y_en](#) - указывает, включена ли эта функция для оси Y
6. [NOMO_2.z_en](#) - указывает, включена ли эта функция для оси z.

Детали вывода:

1. [ACC_INT_STAT_0.no_motion_out](#)- Установите в 1, если устройство не генерирует прерывание движения.

4.11.3 Обнаружение High_g / low_g

Обнаружение High_g

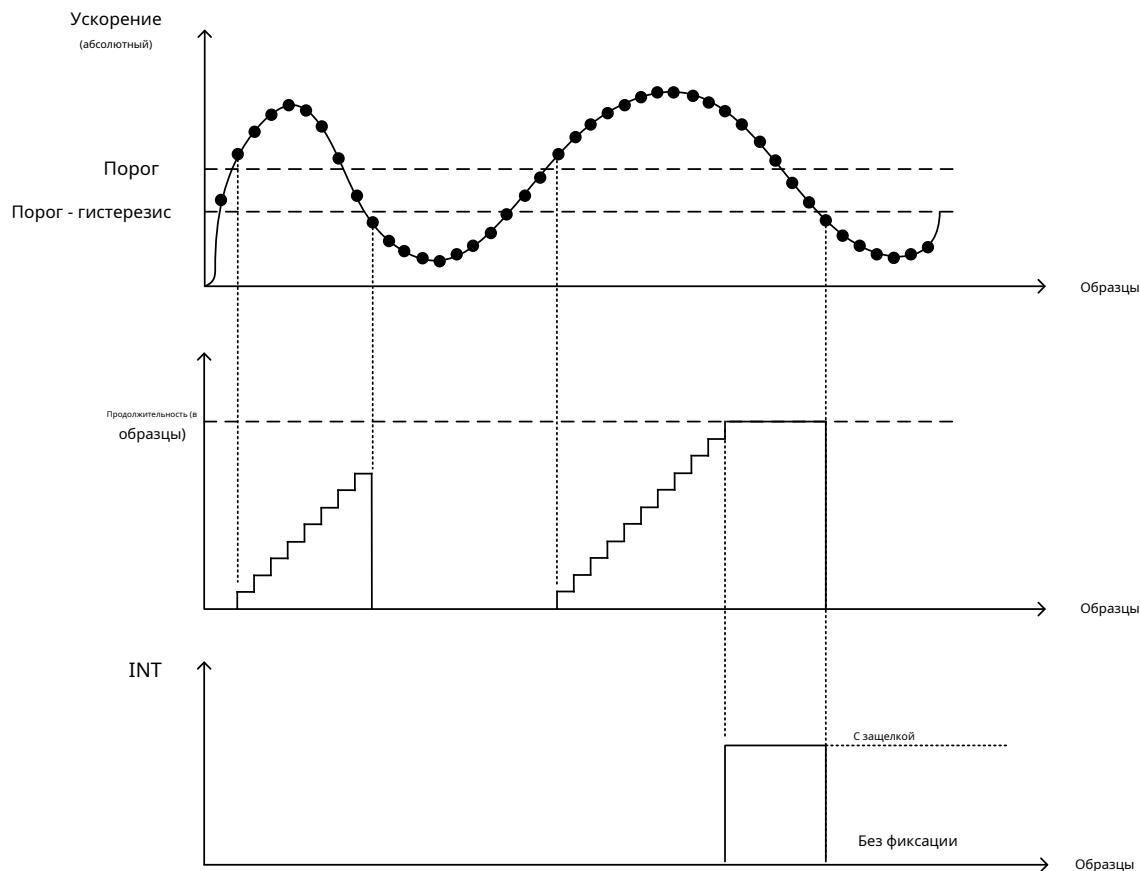
Это прерывание включается установкой флага включения. [HI_G_2.enable](#) вместе с хотя бы одной осью.

Прерывание выдается, если абсолютное значение данных ускорения хотя бы одной разрешенной оси превышает запрограммированное. [HI_G_1.threshold](#) и знак значения не меняется минимум [HI_G_3.duration](#).

Условие прерывания сбрасывается, когда абсолютное значение данных ускорения всех выбранных осей падает ниже [HI_G_1.threshold](#) минус [HI_G_2.гистерезис](#) или при изменении знака значения ускорения.

Если какая-либо ось устройства параллельна гравитационному вектору, то на выходе эта ось будет выдавать $\pm 1g$. В этом случае рекомендуется (порог - гистерезис) больше 1 г. Если (порог - гистерезис) меньше 1g, то после срабатывания прерывания с высоким g, прерывание не будет очищено, если какая-либо ось параллельна гравитационному вектору, поскольку эта ось уже будет на 1g.

Оси X, Y и Z активируются с помощью [HI_G_2.en_x](#), [HI_G_2.en_y](#), [HI_G_2.en_z](#) биты.



Масштаб: по оси X, 1 отсчет = 5 мс.

Сигнальная и временная диаграмма для обнаружения высоких g

Параметры конфигурации:

- HI_G_3.duration** - 12-битное целое число без знака (допустимые значения 0 ... 4095) с длительностью в 200 Гц выборки (5 мс), для которых необходимо превышение порога; значение по умолчанию 4 = 20 мсек. Диапазон составляет от 0 до 20 секунд.
- HI_G_2.гистерезис** - 12-битное целое число без знака (допустимые значения 0 ... 4095), содержащее гистерезис. Значение по умолчанию 1000 = 0,49 г. Диапазон составляет от 0 до 2 г.
- HI_G_2.en_x** - Выбирает элемент для оси x
- HI_G_2.en_y** - Выбирает элемент для оси Y
- HI_G_2.en_z** - Выбирает элемент для оси Z
- HI_G_2.enable** - Включает функцию
- HI_G_1.threshold** - Порог ускорения, выше которого сигнализируется движение high_g. 15-битное целое число без знака (допустимые значения 0 ... 32767), содержащее порог. По умолчанию 10000 = 4,9 г. Диапазон составляет от 0 до 16 г.

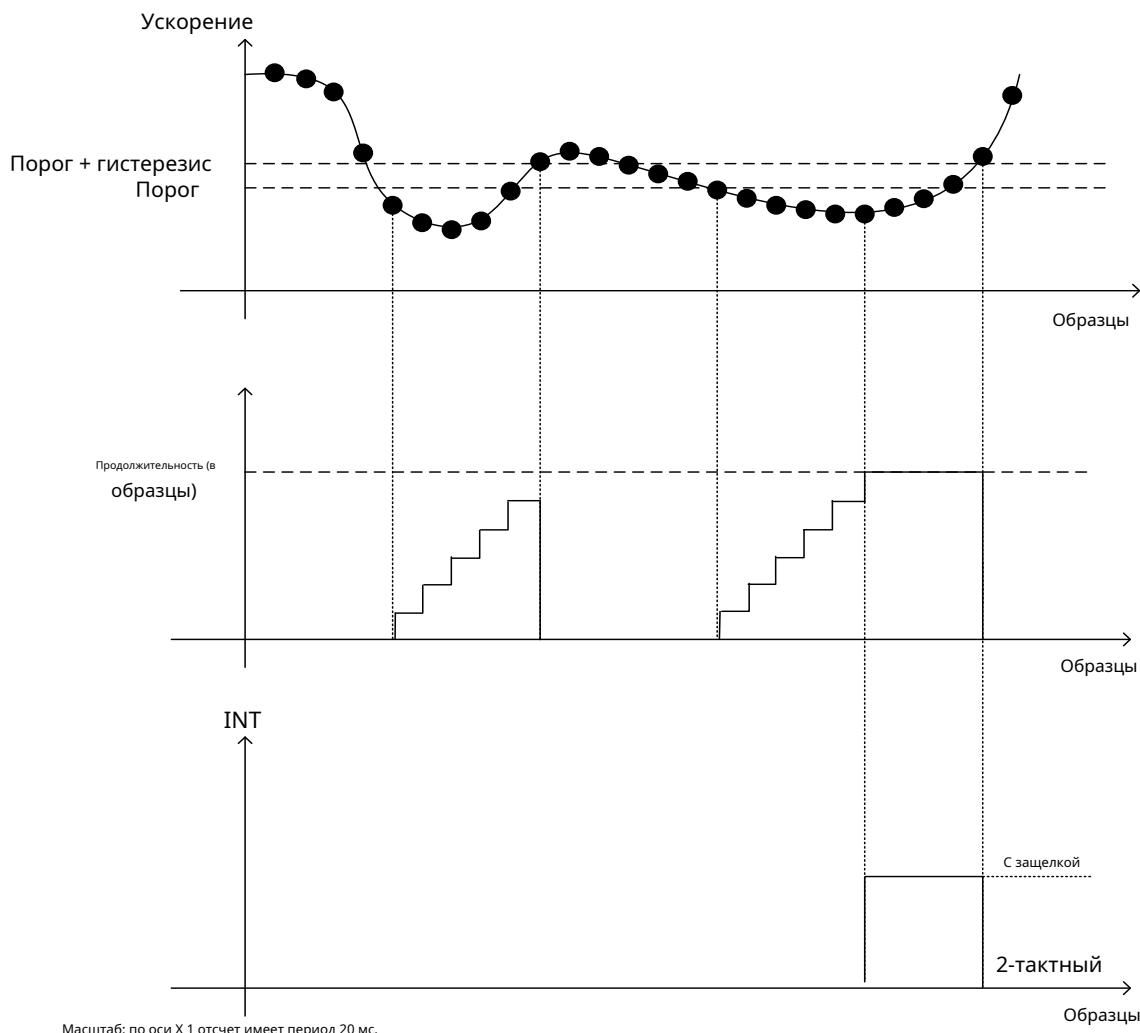
Детали вывода:

- Бит 3 (ORIENT_HIGHG_OUT.high_g_detect_x), это устанавливается, если по оси x было обнаружено высокое g.
- Бит 4 (ORIENT_HIGHG_OUT.high_g_detect_y), это устанавливается, если по оси Y было обнаружено высокое g.
- Бит 5 (ORIENT_HIGHG_OUT.high_g_detect_z), это устанавливается, если по оси z было обнаружено высокое g.
- Бит 6 (ORIENT_HIGHG_OUT.high_g_detect_sign), это отражает знак ускорения, при котором было обнаружено большое g; 1 - отрицательно, 0 - положительно.
- ACC_INT_STAT_0_high_g_out - Устанавливается в 1, когда устройство генерирует прерывание с высоким ускорением.

Обнаружение low_g

Для обнаружения малых ускорений наблюдаются абсолютные значения данных ускорения по всем осям. Длина вектора всех ускорений $\sqrt{(\text{acc}_x^2 + \text{acc}_y^2 + \text{acc}_z^2)}$ сравнивается с [LO_G_1.threshold](#).

Прерывание будет сгенерировано, когда ускорение будет меньше порогового значения для минимального количества выборок ([LO_G_3.duration](#)). Прерывание сбрасывается, когда ускорение превышает значение «Порог + гистерезис».



Сигнальная и временная диаграмма для обнаружения низкого g

Параметры конфигурации:

1. [LO_G_1.threshold](#) - 15-битное целое число без знака (допустимые значения 0 ... 32767), содержащее пороговое значение. По умолчанию 512 = 0,25 г. Диапазон составляет от 0 до 16 г. Рекомендуемый диапазон для покупателя: 0...1 г
2. [LO_G_2.гистерезис](#) - 12-битное целое число без знака (допустимые значения 0 ... 4095), содержащее значение гистерезиса. Значение по умолчанию 256 = 0,125 г. Диапазон составляет от 0 до 2 г. Рекомендуемый диапазон для покупателя: 0...0,5 г
3. [LO_G_3.duration](#) - 12-битное целое число без знака (допустимые значения 0 ... 4095), содержащее длительность в выборках 50 Гц (20 мс), для которой необходимо превышение порога; по умолчанию: 0 = 0 мс. Диапазон равен 0 до 82 сек.
4. [LO_G_2.enable](#) - Включает функцию

Детали вывода:

1. [ACC_INT_STAT_0_low_g_out](#) - Устанавливается в 1, когда устройство генерирует прерывание из-за низкого ускорения.

4.11.4 Обнаружение ориентации

Функция распознавания ориентации сообщает об изменении ориентации датчика относительно вектора гравитационного поля g. Имеются ориентации лицевой стороной вверх / вниз и перпендикулярно этому вертикальному портрету, левому пейзажу, нижнему портрету и правому пейзажу. Прерывание для игры лицом вверх / вниз может быть включен отдельно через [ORIENT_1.ud_en](#).

Ориентация датчика определяется углами phi и theta (phi – вращение вокруг стационарной z ось, тета – есть вращение вокруг неподвижной оси y).

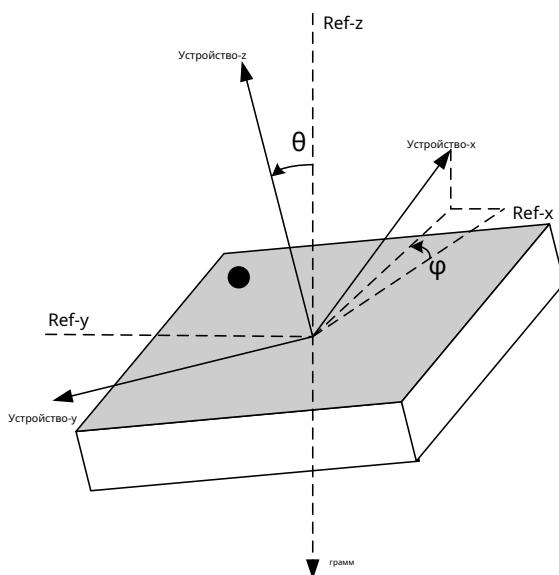


Рис.: Определение системы координат относительно маркера штифта 1

Эта функция использует гравитационное поле Земли в качестве справочных координат. Измеренное ускорение компоненты вектора выглядят следующим образом:

$$\text{acc}_x = 1g * \text{грех} * \text{потому что} \quad (1)$$

$$\text{acc}_y = -1g * \text{грех} * \text{грех} \quad (2)$$

$$\text{acc}_z = 1g * \cos \quad (3)$$

$$(2) / (1): \text{acc}_y / \text{acc}_x = -\tan$$

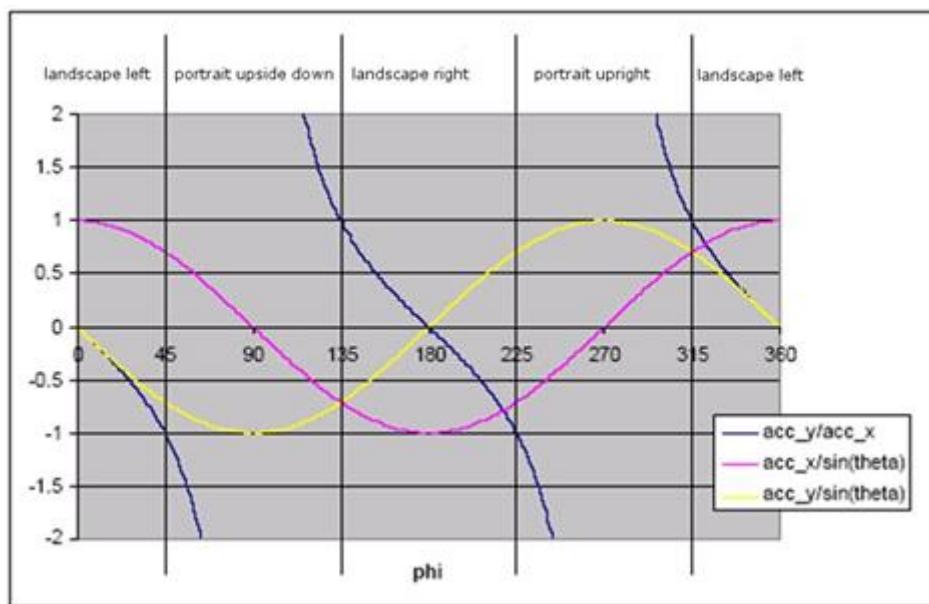
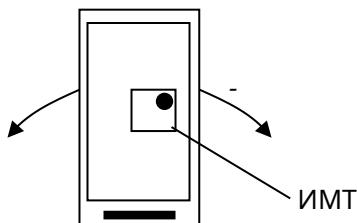


Рис.: Сопоставление угла и ориентации

Обратите внимание, что датчик измеряет направление силы, которая должна быть приложена, чтобы удерживать датчик в состоянии покоя (т. е. Направление противоположное, чем сам g).

Рис.: Если смотреть на телефонное устройство спереди / в вертикальном положении ($\phi = 90^\circ, \psi = 270^\circ$)

Значение ориентации сохраняется в выходном регистре.. Существует три режима расчета ориентации: симметричный, высокоасимметричный и малоасимметричный. Режим выбирается регистром [ORIENT_1.mode](#) следующее:

<u>ORIENT_1.mode</u>	Режим ориентации
00	Симметричный
01	Высокая асимметричность
10	Низкий асимметричный
11	Симметричный

Режим ориентации: симметричный или асимметричный

Выход имеет следующие значения в зависимости от режима переключения:

Восточное имя		Угол	Состояние
x01	пейзаж слева	$315^\circ < \phi < 45^\circ$	$ acc_y / acc_x < 1 \&& acc_x \geq 0$
x11	пейзаж справа	$135^\circ < \phi < 225^\circ$	$acc_y / acc_x < 1 \&& acc_x < 0$
x10	портрет вверх ногами	$45^\circ < \phi < 135^\circ$	$acc_y / acc_x \geq 1 \&& acc_y < 0$
x00	вертикальный портрет	$225^\circ < \phi < 315^\circ$	$acc_y / acc_x \geq 1 \&& acc_y \geq 0$

Симметричный режим

Восточное имя		Угол	Состояние
x01	пейзаж слева	$297^\circ < \phi < 63^\circ$	$ acc_y / acc_x < 2 \&& acc_x \geq 0$
x11	пейзаж справа	$117^\circ < \phi < 243^\circ$	$acc_y / acc_x < 2 \&& acc_x < 0$
x10	портрет вверх ногами	$63^\circ < \phi < 117^\circ$	$acc_y / acc_x \geq 2 \&& acc_y < 0$
x00	вертикальный портрет	$243^\circ < \phi < 297^\circ$	$acc_y / acc_x \geq 2 \&& acc_y \geq 0$

Высокий асимметричный режим

Восточное имя		Угол	Состояние
x01	пейзаж слева	$333^\circ < \phi < 27^\circ$	$ acc_y / acc_x < 0,5 \&& acc_x \geq 0$
x11	пейзаж справа	$153^\circ < \phi < 207^\circ$	$acc_y / acc_x < 0,5 \&& acc_x < 0$
x10	портрет вверх ногами	$27^\circ < \phi < 153^\circ$	$acc_y / acc_x \geq 0,5 \&& acc_y < 0$
x00	вертикальный портрет	$207^\circ < \phi < 333^\circ$	$acc_y / acc_x \geq 0,5 \&& acc_y \geq 0$

Низкий асимметричный режим

Для ориентации вверх или вниз соответствующий бит вывода имеет определение:

<u>ORIENT_HIGHG_OUT.orientation_faceup_dow</u>	acc_z
Значение 0 = рост	$(270^\circ < \phi < 90^\circ) acc_z = 0$
Значение 1 = снижение	$(90^\circ < \phi < 270^\circ) acc_z < 0$

Верхнее / нижнее определение

Как портрет / пейзаж, так и распознавание перевернутой / обратной стороны используют [ORIENT_2. Гистерезис](#). В гистерезис для обнаружения портретной / альбомной ориентации настраивается и применяется ко всем условиям, как описано в таблицы ниже.

Восточное имя		Угол	Состояние
x01	пейзаж слева	$315^\circ + hy < \phi < 45^\circ -hy$	$ acc_y < acc_x -hyst \&& acc_x \geq 0$
x11	пейзаж справа	$135^\circ + hy < \phi < 225^\circ -hy$	$acc_y < acc_x -hyst \&& acc_x < 0$
x10	портрет вверх ногами	$45^\circ + hy < \phi < 135^\circ -hy$	$acc_y > acc_x + hyst \&& acc_y < 0$
x00	портрет вертикально	$225^\circ + hy < \phi < 315^\circ -hy$	$acc_y > acc_x + hyst \&& acc_y \geq 0$

Симметричный режим

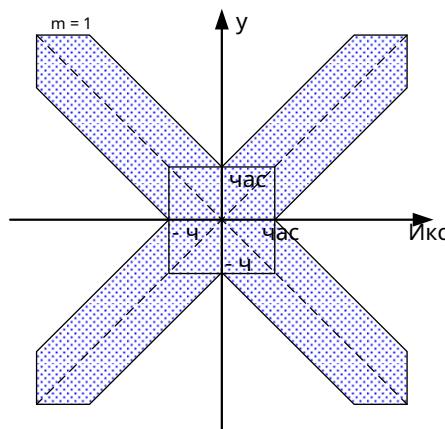


Рис.: Гистерезис в симметричном режиме

ориентироваться	Имя	Угол	Состояние
x01	пейзаж слева	$297^\circ + hy < \phi < 63^\circ - hy$ $ acc_y < 2 * (acc_x - hyst)$ && $acc_x \geq 0$	117
x11	пейзаж справа	$^\circ + hy < \phi < 243^\circ - hy$ $ acc_y < 2 * (acc_x - hyst)$ && $acc_x < 0$	
портрет x10 вверх ногами	63° + hy < phi < 117° - hy	$ acc_y > 2 * acc_x + hyst$ && $acc_y < 0$	
x00	вертикальный портрет	$243^\circ + hy < \phi < 297^\circ - hy$ $ acc_y > 2 * acc_x + hyst$ && $acc_y \geq 0$	

Высокий асимметричный режим

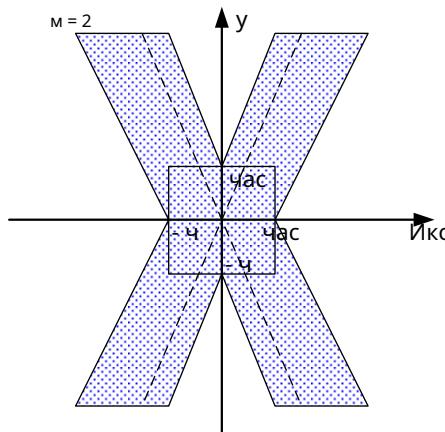


Рис.: Гистерезис в высоко асимметричном режиме

ориентироваться	Имя	Угол	Состояние
x01	пейзаж слева	$333^\circ + hy < \phi < 27^\circ - hy$ $ acc_y < (acc_x - hyst) / 2$ && $acc_x \geq 0$	153
x11	пейзаж справа	$^\circ + hy < \phi < 207^\circ - hy$ $ acc_y < (acc_x - hyst) / 2$ && $acc_x < 0$	
х10 портрет вверх ногами	27° + hy < phi < 153° - hy	$ acc_y > acc_x / 2 + hyst$ && $acc_y < 0$	x00
портрет вертикально	207° + hy < phi < 333° - hy	$ acc_y > acc_x / 2 + hyst$ && $acc_y \geq 0$	

Низкий асимметричный режим

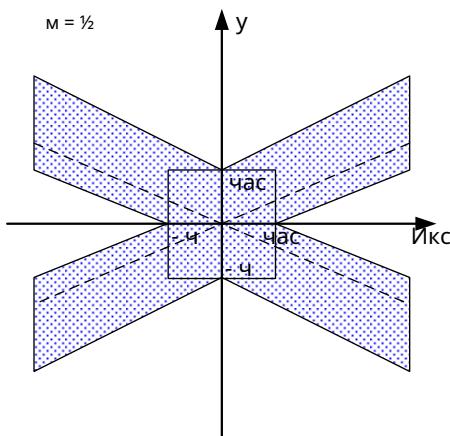


Рис.: Гистерезис в режиме низкой асимметрии

Гистерезис для обнаружения вверх / вниз зафиксирован на 11,5 °, что составляет ~ 200 мг.

Оrient	Имя	Угол	Состояние
0xx	вверх	281,5 ° <Тета <78,5 °	acc_z> 200 мг (acc_z > 200 мг и acc_z≥0)
1xx	обратная сторона	101,5 ° <фи <258 °	acc_z <-200 мг (acc_z > 200 мг и acc_z<0)

Верхний / нижний гистерезис

Режим блокировки

Функция режима блокировки ориентации может использоваться, чтобы избежать обнаружения нежелательного изменения ориентации.

например, если устройство почти плоское или находится в движении. Настройка режима блокировки осуществляется через [ORIENT_1.blocking](#) параметр:

Блокировка	Условия
00	Блокировка прерывания отключена
01	Прерывание заблокировано, если устройство близко к горизонтальному положению (theta_flat) ИЛИ ускорение любой оси> 1,5g
10	Прерывание заблокировано, если устройство близко к горизонтальному положению (theta_flat) ИЛИ ускорение любой оси> 1,5g ИЛИ наклон> 0,2 г
11	Прерывание заблокировано, если устройство близко к горизонтальному положению (theta_flat) ИЛИ ускорение любой оси> 1,5g ИЛИ наклон> 0,4 г ИЛИ другое изменение в пределах 100 мс

Таблица: Блокировка ориентации

Если включена блокировка прерывания на 100 мс (режим блокировки «11»), для срабатывания прерывания обнаруженная ориентация должна оставаться той же (стабильной), пока не истечет таймер на 100 мс. Таймер начинает

считать, когда ориентация меняется между двумя последовательными образцами. Если ориентация меняется, пока таймер еще ведет отсчет, таймер перезапускается.

Параметры конфигурации:

1. [ORIENT_1.mode](#) - Устанавливает режим: симметричный (значения 0 или 3), высокий асимметричный (значение 1) или низкий асимметричный (значение 2).
2. [ORIENT_1.blocking](#) - Устанавливает режим блокировки. Если установлена блокировка, прерывание ориентации не запускается. Значение по умолчанию 3 - самый строгий режим блокировки.
3. [ORIENT_1.theta](#) - Кодированное значение угла порога с горизонталью, используемое в режимах блокировки; тета = $64 * (\text{тангенс}(\text{угол}) ^ 2)$; значение по умолчанию - 40, что эквивалентно углу 38 градусов.
4. [ORIENT_2.гистерезис](#) - Гистерезис ускорения для определения ориентации. Разрешение поля 4,8 мг (значение 2048 = 1 г). Значение по умолчанию 128 = 0,0625 г. Диапазон от 0 до 1 г.
5. [ORIENT_1.enable](#) - Включает функцию.
6. [ORIENT_1.ud_en](#) - Включает обнаружение верхней / нижней стороны в дополнение к обнаружению альбомной / портретной ориентации.

Детали вывода:

Есть 3 бита:

1. Бит 2 ([ORIENT_HIGHG_OUT.orientation_faceup_down](#)) отражает лицевой стороной вверх (значение 0), соответственно лицевой стороной вниз (значение 1), только если включен `ud_en`. Если хост отключает эту функцию с `ud_en = 0`, то выходной бит недействителен, пока `ud_en` снова не будет установлен в 1.
2. Бит 0-1 ([ORIENT_HIGHG_OUT.orientation_portrait_landscape](#)) имеют значение:
 - о `Portrait_upright` = 0
 - о `landscape_left` = 1
 - о `портрет_upside_down` = 2
 - о `landscape_right` = 3
3. [ACC_INT_STAT_0.orientation_out](#) - Установите в 1, когда устройство обнаруживает изменение ориентации. Смена ориентации означает:
 - о Выходной бит 2 изменен, т.е. лицевой стороной вверх на лицевой стороной вниз или наоборот.
 - о Выходные биты 0-1 изменены, т.е. Изменение книжной / альбомной ориентации

5. Зарегистрируйте карту

5.1 Связь с датчиком

Вся связь с устройством осуществляется путем чтения и записи в регистры. Регистры имеют ширину 8 бит; они отображаются в 8-битное адресное пространство. Акселерометр и гироскоп имеют индивидуальные карты регистров. Выбор соответствующей карты регистров выполняется на уровне цифрового интерфейса путем выбора соответствующего вывода выбора микросхемы (режим SPI) или I₂C режим). Подробнее о цифровом интерфейсе см. В главе 6.

Функциональные регистры и адреса регистров, содержащие функциональные биты, отмечены на следующих картах регистров. Все нефункциональные регистры помечены как зарезервированные и должны полностью игнорироваться пользователем.

Рекомендуется замаскировать (логический *a* также с нулем) нефункциональные биты (отмеченные знаком '-') регистров, которые частично содержат функциональные биты (т. е. сначала считывают содержимое регистра, изменяя бит с помощью мудрых операций и записать измененный байт обратно в регистр).

5.2 Карта регистров: акселерометр

читай пиши	только чтение	писать только	зарезервированный
------------	---------------	---------------	-------------------

Соответствует BMI090L_main.tbin, версия 1.5, версия карты регистров 1.2

Адресс	Имя	Сброс настроек ценить	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	бит2	бит1	бит0
0x7E	<u>ACC_SO</u> <u>FTRESE</u> <u>I</u>	0x00								softreset_cmd (0xb6)
0x7D	<u>ACC_P</u> <u>WR_CT</u> <u>RL</u>	0x00						acc_en		зарезервированный
0x7C	<u>ACC_P</u> <u>WR_CO</u> <u>NF</u>	0x03								pwr_save _Режим
0x7B	-	-								зарезервированный
...	-	-								зарезервированный
0x74	-	-								зарезервированный
0x73	<u>КОМПЕНСИРОВАТЬ</u> <u>2</u>	0x00								off_acc_z
0x72	<u>КОМПЕНСИРОВАТЬ</u> <u>1</u>	0x00								off_acc_y
0x71	<u>КОМПЕНСИРОВАТЬ</u> <u>0</u>	0x00								off_acc_x
0x70	<u>NV_CON</u> <u>F</u>	0x00			зарезервированный	acc_off_en	i2c_wdt_en	i2c_wdt_cel		spi_en
0x6F	-	-								зарезервированный
0x6E	-	-								зарезервированный
0x6D	<u>ACC_SE</u> <u>LF_TES</u> <u>I</u>	0x00			зарезервированный	acc_self_acc_self_test_amp	acc_self_test_sign		зарезервированный	acc_self_test_en
0x6C	-	-								зарезервированный
0x6B	<u>IF_CON</u> <u>F</u>	0x00			зарезервированный	if_mode				spi3
0x6A	<u>NVM_C</u> <u>HA_F</u>	0x00				зарезервированный		nvm_pro_g_en		зарезервированный
0x69	-	-								зарезервированный
...	-	-								зарезервированный
0x60	-	-								зарезервированный
0x5F	<u>ВНУТРЕННИЙ</u> <u>AL_ERR</u> <u>ИЛИ</u>	0x00				зарезервированный	int_err_2	int_err_1	зарезервировано	
0x5E	<u>ХАРАКТЕРИСТИКА</u> <u>ES_IN</u>	0x00								features_in
0x5D	-	-								зарезервированный
...	-	-								зарезервированный
0x5A	-	-								зарезервированный

0x59	<u>INIT_CT</u> <u>RL</u>	0x90	init_ctrl														
0x58	<u>INT_MA</u> <u>P_DATA</u>	0x00	зарезервировано	int2_drdy	int2_fwm	int2_ffull	зарезервировано	int1_drdy	int1_fwm	int1_ffull							
0x57	<u>INT2_MA</u> <u>П</u>	0x00	error_int _из	зарезервированный	no_motion	orientation_low_g_out	high_g_out	any_motion	Data_sync_out								
0x56	<u>INT1_MA</u> <u>П</u>	0x00	error_int _из	зарезервированный	no_motion	orientation_low_g_out	high_g_out	any_motion	Data_sync_out	c_out							
0x55	<u>INT_LAT</u> <u>CH</u>	0x00	зарезервированный														
0x54	<u>INT2_IO</u> <u>CTRL</u>	0x00	зарезервированный			input_en	output_en	od	lvl	edge_ctrl							
0x53	<u>INT1_IO</u> <u>CTRL</u>	0x00	зарезервированный			input_en	output_en	od	lvl	edge_ctrl							
0x52	-	-	зарезервированный														
...	-	-	зарезервированный														
0x50	-	-	зарезервированный														
0x4F	<u>AUX_W</u> <u>R_DATA</u>	0x02	write_data														
0x4E	<u>AUX_W</u> <u>R_ADDR</u>	0x4C	write_addr														
0x4D	<u>AUX_RD</u> <u>ADDR</u>	0x42	read_addr														
0x4C	<u>AUX_IF</u> <u>КОНФ</u>	0x83	aux_main ual_en	зарезервированный						aux_rd_burst							
0x4B	<u>AUX_DE</u> <u>V_ID</u>	0x20	i2c_device_addr														
0x4A	-	-	зарезервированный														
0x49	<u>FIFO_C</u> <u>ONFIG</u> <u>1</u>	0x10	зарезервированный	fifo_acc_en	fifo_aux_en	fifo_head_en	fifo_tag_in1_en	fifo_tag_in2_en	зарезервированный								
0x48	<u>FIFO_C</u> <u>ONFIG</u> <u>0</u>	0x02	зарезервированный							fifo_time_en							
0x47	<u>FIFO_W</u> <u>TM_1</u>	0x02	зарезервированный			fifo_water_mark_12_8											
0x46	<u>FIFO_W</u> <u>TM_0</u>	0x00	fifo_water_mark_7_0														
0x45	<u>FIFO_D</u> <u>свойственный</u>	0x80	acc_fifo_filter_data	acc_fifo_downs				зарезервированный									
0x44	<u>AUX_CO</u> <u>NF</u>	0x46	aux_offset					aux_odr									
0x43	-	-	зарезервированный														
0x42	-	-	зарезервированный														
0x41	<u>ACC_RA</u> <u>NGE</u>	0x01	зарезервированный						acc_range								
0x40	<u>ACC_CO</u> <u>NF</u>	0xA8	acc_perf _Режим	acc_bwp				acc_odr									
0x3F	-	-	зарезервированный														

...	-	-	зарезервированный											
0x2B	-	-	зарезервированный											
0x2A	<u>ВНУТРЕННИЙ</u> <u>AL_STAT</u> <u>нас</u>	0x00	зарезервированный		axes_re map_erro р	сообщение								
0x29	<u>ОРИЕНТ</u> <u>HIGHG</u> <u>ИЗ</u>	0x00	зарезервировано	high_g_d etect_sig п	high_g_d etect_z	high_g_d etect_y	high_g_d etect_x	ориентация n_faceup _вниз	Ориентация_портрет_1 и побег					
0x28	-	-	зарезервированный											
0x27	-	-	зарезервированный											
0x26	<u>FIFO_DA</u> <u>TA</u>	0x00	fifo_data											
0x25	<u>FIFO LE</u> <u>NGTH_1</u>	0x00	зарезервированный		fifo_byte_counter_13_8									
0x24	<u>FIFO LE</u> <u>NGTH_0</u>	0x00	fifo_byte_counter_7_0											
0x23	-	-	зарезервированный											
0x22	<u>ХАРАКТЕР</u> <u>ATURE</u>	0x00	температура											
0x21	-	-	зарезервированный											
...	-	-	зарезервированный											
0x1E	-	-	зарезервированный											
0x1D	<u>ACC IN</u> <u>T_STAT</u> <u>1</u>	0x00	acc_drdy _int	зарезервированный					fwm_int ffull_int					
0x1C	<u>ACC IN</u> <u>T_STAT</u> <u>0</u>	0x00	error_int _из	зарезервированный	no_motion_out	ориентация n_out	low_g_out T	high_g_out уT	any_motion_out Data_sync_out					
0x1B	<u>МЕРОПРИЯТИЕ</u>	0x01	зарезервированный											
0x1A	<u>ДАТЧИК</u> <u>ВРЕМЯ_2</u>	0x00	sensor_time_23_16											
0x19	<u>ДАТЧИК</u> <u>TIME_1</u>	0x00	sensor_time_15_8											
0x18	<u>ДАТЧИК</u> <u>TIME_0</u>	0x00	sensor_time_7_0											
0x17	<u>ACC_Z</u> <u>MSB</u>	0x00	acc_z_11_4											
0x16	<u>ACC_Z</u> <u>LSB</u>	0x00	acc_z_3_0			зарезервированный								
0x15	<u>ACC_Y</u> <u>MSB</u>	0x00	acc_y_11_4											
0x14	<u>ACC_Y</u> <u>LSB</u>	0x00	acc_y_3_0			зарезервированный								
0x13	<u>ACC_X</u> <u>MSB</u>	0x00	acc_x_11_4											
0x12	<u>ACC_X</u> <u>LSB</u>	0x00	acc_x_3_0			зарезервированный								
0x11	<u>DATA_7</u>	0x00	aux_r_11_4											

0x10	<u>DATA_6</u>	0x00	aux_r_3_0				зарезервированный			
0x0F	<u>DATA_5</u>	0x00	aux_z_11_4							
0x0E	<u>DATA_4</u>	0x00	aux_z_3_0				зарезервированный			
0x0D	<u>ДАННЫЕ_3</u>	0x00	aux_y_11_4							
0x0C	<u>ДАННЫЕ_2</u>	0x00	aux_y_3_0				зарезервированный			
0x0B	<u>ДАННЫЕ_1</u>	0x00	aux_x_11_4							
0x0A	<u>DATA_0</u>	0x00	aux_x_3_0				зарезервированный			
0x09	-	-	зарезервированный							
...	-	-	зарезервированный							
0x04	-	-	зарезервированный							
0x03	<u>ACC_ST НА НАС</u>	0x10	drdy_acc зарезервировано	drdy_aux cmd_rdy зарезервировано	зарезервировано	aux_man_op	зарезервированный			
0x02	<u>ACC_ER R_REG</u>	0x00	aux_err	fifo_err	зарезервированный	код ошибки			cmd_err	fatal_err
0x01	-	-	зарезервированный							
0x00	<u>ACC_CH IP_ID</u>	0x1A	chip_id							

FEATURES_IN

регистр Адрес	регистр Имя	Дефолт	7		6	5	4	3	2	1	0
		Ценить									
0x5E: 0x1D	<u>Общее параметр S.AXIS РЕМАП _1 [1]</u>	0x00									<u>map_z_axis_sig п</u>
0x5E: 0x1C	<u>Общее параметр S.AXIS РЕМАП _1 [0]</u>	0x88		map_z_axis	map_y_axis	map_y_axis	map_x_axis	map_x_axis			
0x5E: 0x1B	<u>Общее параметр S.Reser вей [1]</u>	0x00									
0x5E: 0x1A	<u>Общее параметр S.Reser вей [0]</u>	0x00									
0x5E: 0x19	<u>no_moti оп.NOM O_2 [1]</u>	0xE0	z_en		y_en	x_en					продолжительность
0x5E: 0x18	<u>no_moti оп.NOM O_2 [0]</u>	0x05									продолжительность
0x5E: 0x17	<u>no_moti оп.NOM O_1 [1]</u>	0x00									<u>включить</u> <u>порог</u>

0x5E: 0x16	no_moti оп.NOM _O_1[0]	0xAA		порог									
0x5E: 0x15	Ориентати на.ORI ENT_2[1]	0x00		зарезервированный					гистерезис				
0x5E: 0x14	Ориентати на.ORI ENT_2[0]	0x80		гистерезис									
0x5E: 0x13	Ориентати на.ORI ENT_1[1]	0x0A		зарезервированный			тета						
0x5E: 0x12	Ориентати на.ORI ENT_1[0]	0x30		тета	блокировка	Режим	ud_en	включить					
0x5E: 0x11	low_q.L O_G_3[1]	0x00		зарезервированный			продолжительность						
0x5E: 0x10	low_q.L O_G_3[0]	0x00		продолжительность									
0x5E: 0x0F	low_q.L O_G_2[1]	0x01		зарезервированный	включить	гистерезис							
0x5E: 0x0E	low_q.L O_G_2[0]	0x00		гистерезис									
0x5E: 0x0D	low_q.L O_G_1[1]	0x02	бронировать d		порог								
0x5E: 0x0C	low_q.L O_G_1[0]	0x00		порог									
0x5E: 0x0B	high_q. HI_G_3[1]	0x00		зарезервированный			продолжительность						
0x5E: 0x0A	high_q. HI_G_3[0]	0x04		продолжительность									
0x5E: 0x09	high_q. HI_G_2[1]	0x73	включить		en_z	en_y	en_x	гистерезис					
0x5E: 0x08	high_q. HI_G_2[0]	0xE8		гистерезис									

0x5E: 0x07	high_g. HI_G_1[1]	0x0C	бронировать d		порог		
0x5E: 0x06	high_g. HI_G_1[0]	0x00			порог		
0x5E: 0x05	-	-			зарезервированный		
0x5E: 0x04	-	-			зарезервированный		
0x5E: 0x03	any_mo tion.AN YMO_2[1]	0xE0	z_en		y_en	x_en	продолжительность
0x5E: 0x02	any_mo tion.AN YMO_2[0]	0x05			продолжительность		
0x5E: 0x01	any_mo tion.AN YMO_1[1]	0x00			зарезервированный	включить	порог
0x5E: 0x00	any_mo tion.AN YMO_1[0]	0xAA			порог		

5.3 Описание регистра: акселерометр

5.3.1 Регистр (0x00) ACC_CHIP_ID

ОПИСАНИЕ: идентификационный код чипа

СБРОС: 0x1E

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x00		ACC_CHIP_ID		0x1A	
	7 ... 0	chip_id	Идентификационный код чипа для BMI090L	0x1A	p

5.3.2 Регистр (0x02) ACC_ERR_REG

ОПИСАНИЕ: Сообщает о состояниях ошибки датчика

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сбросить	доступ
0x02		ACC_ERR_REG		0x00	
	0	fatal_err	Неустранимая ошибка, микросхема не в рабочем состоянии (загрузка, система питания). Этот флаг будет сброшен только при включении питания или программном сбросе. Ошибка	0x0	p
	1	cmd_err	выполнения команды.	0x0	p
	4 ... 2	код_ошибки	Коды ошибок для постоянных ошибок Значение Имя Описание 0x00 no_error об ошибке не сообщается 0x01 ошибка acc_err в регистре ACC_CONF	0x0	p
	6	fifo_err	Обнаружена ошибка в FIFO: входные данные были отбрасываются в потоковом режиме. Этот флаг будет сброшен при чтении.	0x0	p
	7	aux_err	Обнаружена ошибка в I2C-Master. Этот флаг будет сбрасываться при чтении.	0x0	p

5.3.3 Регистр (0x03) ACC_STATUS

ОПИСАНИЕ: Флаги состояния датчика

СБРОС: 0x10

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить	доступ	
0x03		ACC_STATUS	0x10		
	2	aux_man_op	«1» («0») означает, что (нет) выполняется ручное управление дополнительным интерфейсом.	0x0	p
	4	cmd_rdy	Статус декодера CMD. `0` -> Команда в progress `1` -> Декодер команд готов принять новую команду	0x1	p

	5	drdy_aux	Данные готовы для дополнительного датчика. Он сбрасывается, когда один вспомогательный регистр DATA считывает данные,	0x0	p
	7	drdy_acc	готовые для акселерометра. Он сбрасывается при чтении одного регистра ДАННЫХ акселерометра из	0x0	p

5.3.4 Регистр (0x0A) DATA_0

ОПИСАНИЕ: AUX_X (LSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x0A		DATA_0		0x00	
	7 ... 4	aux_x_3_0		0x0	p

5.3.5 Регистр (0x0B) DATA_1

ОПИСАНИЕ: AUX_X (MSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x0B		ДАННЫЕ_1		0x00	
	7 ... 0	aux_x_11_4		0x0	p

5.3.6 Регистр (0x0C) DATA_2

ОПИСАНИЕ: AUX_Y (LSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x0C		ДАННЫЕ_2		0x00	
	7 ... 4	aux_y_3_0		0x0	p

5.3.7 Регистр (0x0D) DATA_3

ОПИСАНИЕ: AUX_Y (MSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x0D		ДАННЫЕ_3		0x00	
	7 ... 0	aux_y_11_4		0x0	p

5.3.8 Регистр (0x0E) DATA_4

ОПИСАНИЕ: AUX_Z (LSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x0E		DATA_4		0x00	
	7 ... 4	aux_z_3_0		0x0	p

5.3.9 Регистр (0x0F) DATA_5

ОПИСАНИЕ: AUX_Z (MSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x0F		DATA_5		0x00	
	7 ... 0	aux_z_11_4		0x0	p

5.3.10 Регистр (0x10) DATA_6

ОПИСАНИЕ: AUX_R (LSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x10		DATA_6		0x00	
	7 ... 4	aux_r_3_0		0x0	p

5.3.11 Регистр (0x11) DATA_7

ОПИСАНИЕ: AUX_R (MSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x11		DATA_7		0x00	
	7 ... 0	aux_r_11_4		0x0	p

5.3.12 Регистр (0x12) ACC_X LSB

ОПИСАНИЕ: ACC_X (LSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x12		ACC_X LSB		0x00	
	7 ... 4	acc_x_3_0		0x0	p

5.3.13 Регистр (0x13) ACC_X_MSB

ОПИСАНИЕ: ACC_X (MSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x13		ACC_X_MSB		0x00	
	7 ... 0	acc_x_11_4		0x0	p

5.3.14 Регистр (0x14) ACC_Y_LSB

ОПИСАНИЕ: ACC_Y (LSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x14		ACC_Y_LSB		0x00	
	7 ... 4	acc_y_3_0		0x0	p

5.3.15 Регистр (0x15) ACC_Y_MSB

ОПИСАНИЕ: ACC_Y (MSB)

RESET: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x15		ACC_Y_MSB		0x00	
	7 ... 0	acc_y_11_4		0x0	p

5.3.16 Регистр (0x16) ACC_Z_LSB

ОПИСАНИЕ: ACC_Z (LSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x16		ACC_Z_LSB		0x00	
	7 ... 4	acc_z_3_0		0x0	p

5.3.17 Регистр (0x17) ACC_Z_MSB

ОПИСАНИЕ: ACC_Z (MSB)

RESET: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x17		ACC_Z_MSB		0x00	
	7 ... 0	acc_z_11_4		0x0	p

5.3.18 Регистр (0x18) SENSORTIME_0

ОПИСАНИЕ: Время датчика <7: 0>

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

<u>Адрес</u>	<u>Немного</u>	<u>Имя</u>	<u>Описание</u>	<u>Сбросить</u>	<u>доступ</u>
0x18		<u>SENSORTIME_0</u>		0x00	
	7 ... 0	<u>sensor_time_7_0</u>	Время датчика <7: 0> в единицах 39,0625 мкс.	0x0	p

5.3.19 Регистр (0x19) SENSORTIME_1

ОПИСАНИЕ: Время датчика <15: 8>

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

<u>Адрес</u>	<u>Немного</u>	<u>Имя</u>	<u>Описание</u>	<u>Сбросить</u>	<u>доступ</u>
0x19		<u>SENSORTIME_1</u>		0x00	
	7 ... 0	<u>sensor_time_15_8</u>	Время датчика <15: 8> с шагом 10 мс.	0x0	p

5.3.20 Регистр (0x1A) SENSORTIME_2

ОПИСАНИЕ: Время датчика <23:16>

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

<u>Адрес</u>	<u>Немного</u>	<u>Имя</u>	<u>Описание</u>	<u>Сбросить</u>	<u>доступ</u>
0x1A		<u>SENSORTIME_2</u>		0x00	
	7 ... 0	<u>sensor_time_23_16</u>	Время датчика <23:16> с шагом 2,56 с.	0x0	p

5.3.21 Регистр (0x1B) СОБЫТИЕ

ОПИСАНИЕ: Флаги состояния датчика

СБРОС: 0x01

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

<u>Бит адреса</u>	<u>Имя</u>	<u>Описание</u>	<u>Сбросить</u>	<u>доступ</u>
	МЕРОПРИЯТИЕ		0x01	
0x1B	0 por_detected	«1» после включения устройства или программного сброса. Ясно-написать	0x1	p

5.3.22 Регистр (0x1C) ACC_INT_STAT_0

ОПИСАНИЕ: Состояние прерывания / функции. Этот регистр будет очищен при чтении.

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

<u>Адрес</u>	<u>Немного</u>	<u>Имя</u>	<u>Описание</u>	<u>Сброс настроек</u>	<u>Доступ</u>
0x1C		ACC_INT_STAT_0		0x00	
	0	Data_sync_out	Выход синхронизации данных Выход	0x0	p
	1	any_motion_out	обнаружения любого движения	0x0	p

	2	high_g_out	Обнаружение High_g	0x0	p
	3	low_g_out	Обнаружение Low_g	0x0	p
	4	Ориентация_выход	Выход определения ориентации	0x0	p
	5	no_motion_out	Выход обнаружения отсутствия движения	0x0	p
	7	error_int_out	Выход прерывания ошибки	0x0	p

5.3.23 Регистр (0x1D) ACC_INT_STAT_1

ОПИСАНИЕ: Состояние прерывания. Этот регистр будет очищен при чтении.

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x1D		ACC_INT_STAT_1		0x00	
	0	ffull_int	Полное прерывание FIFO	0x0	p
	1	fwm_int	FIFO Watermark Interrupt Прерывание по	0x0	p
	7	acc_drdy_int	готовности данных акселерометра	0x0	p

5.3.24 Регистр (0x22) ТЕМПЕРАТУРА

ОПИСАНИЕ: Содержит значение температуры датчика.

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сбросить доступ
0x22		ТЕМПЕРАТУРА		0x00
	7 ... 0	температура	Значение температуры в двухкомпонентном представлении в единицах 1 Кельвина: 0x00 соответствует 23 градусам Цельсия.	0x0 p

5.3.25 Регистр (0x24) FIFO_LENGTH_0

ОПИСАНИЕ: Регистр подсчета байтов FIFO (LSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x24		FIFO_LENGTH_0		0x00	
	7 ... 0	fifo_byte_counter_7_0	Текущий уровень заполнения буфера FIFO.	0x0	p

5.3.26 Регистр (0x25) FIFO_LENGTH_1

ОПИСАНИЕ: регистр подсчета байтов FIFO (MSB)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x25		FIFO_LENGTH_1		0x00	
	5 ... 0	fifo_byte_counter_13_8	Биты счетчика байтов FIFO 13..8	0x0	p

5.3.27 Регистр (0x26) FIFO_DATA

ОПИСАНИЕ: Регистр вывода данных FIFO

RESET: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x26		FIFO_DATA		0x00	
	7 ... 0	fifo_data	данные чтения FIFO.	0x0	p

5.3.28 Регистр (0x29) ORIENT_HIGHG_OUT

ОПИСАНИЕ: описывает ориентацию и высокую производительность

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x29		ORIENT_HIGHG_OUT		0x00	
	1 ... 0	Ориентация_портрет_лэндс мыс	Выходное значение функции определения ориентации. Значение после инициализации устройства - 0b00, т.е. портрет в вертикальном положении		
	0		Valu Имя e 0x00 portrait_upright	Портрет	
			0x01 landscape_left	ориентация Пейзаж левый	0x0
			0x02 portrait_upside_ ВНИЗ	ориентация Портрет вверх ногами	p
			0x03 landscape_right	ориентация Пейзаж Правильно	
	2	direction_faceup_down	ориентация		
			Выходное значение для ориентации лицевой стороной вниз лицевой стороной вверх (только если id_en включено). Значение после инициализации устройства - 0b0, т.е. лицевой стороной вверх.		
			Имя значения 0x00 face_up	Описание лицевой стороной вверх ориентация	0x0
	3	high_g_detect_x	Высокое g было обнаружено на оси X	0x0	p
	4	high_g_detect_y	Высокое g было обнаружено на оси Y	0x0	p
	5	high_g_detect_z	Высокое g было обнаружено на оси Z	0x0	p

	6	high_g_detect_sign	Направление оси, для которого было обнаружено высокое g. 1 для отрицательной оси, 0 для положительной оси.	0x0	p
--	---	--------------------	--	-----	---

5.3.29 Регистр (0x2A) INTERNAL_STATUS

ОПИСАНИЕ:

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес Немного	Имя	Описание	Сбросить	доступ												
	<u>INTERNAL_STATUS</u>		0x00													
0x2A	4 ... 0 сообщение	<p>Сообщение о внутреннем состоянии</p> <table> <thead> <tr> <th>Имя значения</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x00 not_init</td> <td>ASIC не инициализирован</td> </tr> <tr> <td>0x01 init_ok</td> <td>ASIC инициализирован</td> </tr> <tr> <td>0x02 init_err</td> <td>Ошибка инициализации</td> </tr> <tr> <td>0x03 dvr_err</td> <td>Неверный драйвер</td> </tr> <tr> <td>0x04 sns_stop</td> <td>Датчик остановлен. Оси</td> </tr> </tbody> </table>	Имя значения	Описание	0x00 not_init	ASIC не инициализирован	0x01 init_ok	ASIC инициализирован	0x02 init_err	Ошибка инициализации	0x03 dvr_err	Неверный драйвер	0x04 sns_stop	Датчик остановлен. Оси	0x0	p
Имя значения	Описание															
0x00 not_init	ASIC не инициализирован															
0x01 init_ok	ASIC инициализирован															
0x02 init_err	Ошибка инициализации															
0x03 dvr_err	Неверный драйвер															
0x04 sns_stop	Датчик остановлен. Оси															
	5 axes_remap_error	переназначены неправильно, поскольку исходная ось не назначена более чем одной целевой оси.	0x0	p												

5.3.30 Регистр (0x40) ACC_CONF

ОПИСАНИЕ: Устанавливает скорость выходных данных, полосу пропускания и режим чтения ускорения.

датчик

СБРОС: 0xA8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес Немного	Имя	Описание	Сбросить	доступ																																							
	<u>ACC_CONF</u>		0xA8																																								
0x40	3 ... 0 acc_odr	<p>ODR в Гц. Скорость выходных данных не зависит от настройки режима мощности для датчика, но не все настройки поддерживаются во всех режимах мощности.</p> <table> <thead> <tr> <th>Значение</th> <th>Имя</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x00</td> <td>зарезервировано</td> <td>Зарезервировано</td> </tr> <tr> <td>0x01</td> <td>odr_0p78</td> <td>25/32</td> </tr> <tr> <td>0x02</td> <td>odr_1p5</td> <td>25/16</td> </tr> <tr> <td>0x03</td> <td>odr_3p1</td> <td>25/8</td> </tr> <tr> <td>0x04</td> <td>odr_6p25</td> <td>25/4</td> </tr> <tr> <td>0x05</td> <td>odr_12p5</td> <td>25/2</td> </tr> <tr> <td>0x06</td> <td>odr_25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>0x07</td> <td>odr_50</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>0x08</td> <td>odr_100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>0x09</td> <td>odr_200</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>0x0a</td> <td>odr_400</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>0x0b</td> <td>odr_800</td> <td>800</td> </tr> </tbody> </table>	Значение	Имя	Описание	0x00	зарезервировано	Зарезервировано	0x01	odr_0p78	25/32	0x02	odr_1p5	25/16	0x03	odr_3p1	25/8	0x04	odr_6p25	25/4	0x05	odr_12p5	25/2	0x06	odr_25	25	0x07	odr_50	50	0x08	odr_100	100	0x09	odr_200	200	0x0a	odr_400	400	0x0b	odr_800	800	0x8	RW
Значение	Имя	Описание																																									
0x00	зарезервировано	Зарезервировано																																									
0x01	odr_0p78	25/32																																									
0x02	odr_1p5	25/16																																									
0x03	odr_3p1	25/8																																									
0x04	odr_6p25	25/4																																									
0x05	odr_12p5	25/2																																									
0x06	odr_25	25																																									
0x07	odr_50	50																																									
0x08	odr_100	100																																									
0x09	odr_200	200																																									
0x0a	odr_400	400																																									
0x0b	odr_800	800																																									

		0x0c odr_1k6 1600 0x0d odr_3k2 Зарезервированный 0x0e odr_6k4 Зарезервированный 0x0f odr_12k8 Зарезервировано																				
6 ... 4	acc_bwp	<p>Параметр полосы пропускания, определяет конфигурацию фильтра (acc_perf_mode = 1) и усреднение для режима недостаточной дискретизации (acc_perf_mode = 0)</p> <table> <thead> <tr> <th>Имя значения</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x00 osr4_avg1</td> <td>acc_perf_mode = 1 -> Режим OSR4; acc_perf_mode = 0 -> без усреднения</td> </tr> <tr> <td>0x01 osr2_avg2</td> <td>acc_perf_mode = 1 -> Режим OSR2; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 2 образца</td> </tr> <tr> <td>0x02 norm_avg4 acc_perf_mode = 1 -</td> <td>> нормальный режим; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 4 образца</td> </tr> <tr> <td>0x03 cic_avg8</td> <td>acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 8 выборок</td> </tr> <tr> <td>0x04 res_avg16</td> <td>acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 16 образцы</td> </tr> <tr> <td>0x05 res_avg32</td> <td>acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 32 образцы</td> </tr> <tr> <td>0x06 res_avg64</td> <td>acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 64 образцы</td> </tr> <tr> <td>0x07 res_avg128 acc_perf_mode = 1 -</td> <td>> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 128 образцы</td> </tr> </tbody> </table>	Имя значения	Описание	0x00 osr4_avg1	acc_perf_mode = 1 -> Режим OSR4; acc_perf_mode = 0 -> без усреднения	0x01 osr2_avg2	acc_perf_mode = 1 -> Режим OSR2; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 2 образца	0x02 norm_avg4 acc_perf_mode = 1 -	> нормальный режим; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 4 образца	0x03 cic_avg8	acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 8 выборок	0x04 res_avg16	acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 16 образцы	0x05 res_avg32	acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 32 образцы	0x06 res_avg64	acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 64 образцы	0x07 res_avg128 acc_perf_mode = 1 -	> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 128 образцы	0x2	RW
Имя значения	Описание																					
0x00 osr4_avg1	acc_perf_mode = 1 -> Режим OSR4; acc_perf_mode = 0 -> без усреднения																					
0x01 osr2_avg2	acc_perf_mode = 1 -> Режим OSR2; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 2 образца																					
0x02 norm_avg4 acc_perf_mode = 1 -	> нормальный режим; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 4 образца																					
0x03 cic_avg8	acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 8 выборок																					
0x04 res_avg16	acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 16 образцы																					
0x05 res_avg32	acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 32 образцы																					
0x06 res_avg64	acc_perf_mode = 1 -> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 64 образцы																					
0x07 res_avg128 acc_perf_mode = 1 -	> Зарезервировано; acc_perf_mode = 0 -> в среднем 128 образцы																					
7	acc_perf_mode	<p>Выберите режим работы фильтра акселерометра:</p> <table> <thead> <tr> <th>Имя значения</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x00 режим усреднения cic_avg.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0x01 продолжение</td> <td>функция непрерывного фильтра.</td> </tr> </tbody> </table>	Имя значения	Описание	0x00 режим усреднения cic_avg.		0x01 продолжение	функция непрерывного фильтра.	0x1	RW												
Имя значения	Описание																					
0x00 режим усреднения cic_avg.																						
0x01 продолжение	функция непрерывного фильтра.																					

5.3.31 Регистр (0x41) ACC_RANGE

ОПИСАНИЕ: Выбор акселерометра g-range

СБРОС: 0x01

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
		ACC_RANGE		0x01	
0x41	1 ... 0	acc_range	Акселерометр g-range Значение Имя Описание 0x00 диапазон_3g +/- 3g 0x01 диапазон_6 г +/- 6 г 0x02 диапазон_12 г +/- 12 г 0x03 диапазон_24 г +/- 24 г	0x1	RW

5.3.32 Регистр (0x44) AUX_CONF

ОПИСАНИЕ: Устанавливает скорость вывода данных вспомогательного

интерфейса. СБРОС: 0x46.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сбросить доступ
		AUX_CONF		0x46
0x44	3 ... 0	aux_odr	Выберите частоту опроса для датчика, подключенного к дополнительному интерфейсу. Значение Имя Описание 0x00 зарезервировано Зарезервировано 0x01 odr_0p78 25/32 0x02 odr_1p5 25/16 0x03 odr_3p1 25/8 0x04 odr_6p25 25/4 0x05 odr_12p5 25/2 0x06 odr_25 25 0x07 odr_50 50 0x08 odr_100 100 0x09 odr_200 200 0x0a odr_400 400 0x0b odr_800 800 0x0c odr_1k6 Зарезервировано 0x0d odr_3k2 Зарезервировано 0x0e odr_6k4 Зарезервировано 0x0f odr_12k8 Зарезервировано	0x6 RW
	7 ... 4	aux_offset	смещение показаний триггера в единицах 2,5 мс. Если установлено в ноль, смещение будет максимальным, т.е. после считывания триггер выдается немедленно.	0x4 RW

5.3.33 Регистр (0x45) FIFO_DOWNS

ОПИСАНИЕ: Настройте частоту понижающей дискретизации акселерометра для FIFO

СБРОС: 0x80

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сбросить доступ
0x45		FIFO_DOWNS		0x80
	6 ... 4	acc_fifo_downs	Понижение частоты дискретизации данных акселерометра ($2^{**} \text{acc_fifo_downs}$)	0x0 RW
	7	acc_fifo_filt_data	выбирает отфильтрованный или нефильтрованный акселерометр данные для FIFO Имя значения Описание 0x00 нефильтрованные Нефильтрованные данные 0x01 отфильтровано Отфильтрованные данные	0x1 RW

5.3.34 Регистр (0x46) FIFO_WTM_0

ОПИСАНИЕ: FIFO Уровень водяного знака LSB

RESET: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x46		FIFO_WTM_0		0x00	

5.3.35 Регистр (0x47) FIFO_WTM_1

ОПИСАНИЕ: FIFO Уровень водяного знака

MSB RESET: 0x02

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x47	4 ... 0	fifo_water_mark_12_8		0x2	RW

5.3.36 Регистр (0x48) FIFO_CONFIG_0

ОПИСАНИЕ: Конфигурация содержимого кадра FIFO

СБРОС: 0x02

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить доступ
0x48	FIFO_CONFIG_0		0x02
	0	fifo_stop_on_full Значение Имя Описание 0x00 отключить не прекращать запись в FIFO при заполнении	0x0 RW

		0x01 включить Остановить запись в FIFO когда полный.		
1	fifo_time_en	Возврат временного кадра датчика после последнего действительного фрейм данных. Значение Имя Описание 0x00 отключить, не возвращать сенсорное время Рамка 0x01 включить таймфрейм датчика возврата	0x1	RW

5.3.37 Регистр (0x49) FIFO_CONFIG_1

ОПИСАНИЕ: Конфигурация содержимого кадра FIFO

СБРОС: 0x10

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить	доступ
0x49	FIFO_CONFIG_1		0x10	
	fifo_tag_int2_en	Разрешение тега прерывания 2 FIFO Значение Имя Описание 0x00 отключить тег отключения 0x01 включить тег включить	0x0	RW
	fifo_tag_int1_en	прерывание FIFO 1 тег включить Значение Имя Описание 0x00 отключить тег отключения 0x01 включить тег включить	0x0	RW
	fifo_header_en	заголовок кадра FIFO включить Значение Имя Описание 0x00 отключить, заголовок не сохраняется (скорость передачи данных всех включенных датчиков должна быть одинаковой) 0x01 заголовок включения сохраняется Сохранение	0x1	RW
	fifo_aux_en	вспомогательных данных в FIFO (все 3 оси) Значение Имя Описание 0x00 запретить нет Вспомогательные данные сохранены 0x01 разрешены Вспомогательные данные сохранены	0x0	RW
	fifo_acc_en	Сохранение данных акселерометра в FIFO (все 3 оси) Значение Имя Описание 0x00 отключить нет данных акселерометра хранится 0x01 включить данные акселерометра хранятся	0x0	RW

5.3.38 Регистр (0x4B) AUX_DEV_ID

ОПИСАНИЕ: Идентификатор ведомого устройства вспомогательного интерфейса

СБРОС: 0x20

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x4B	7 ... 1	AUX_DEV_ID i2c_device_addr	Адрес устройства I2C вспомогательного ведомого устройства	0x20	0x10 RW

5.3.39 Регистр (0x4C) AUX_IF_CONF

ОПИСАНИЕ: Конфигурация дополнительного интерфейса

СБРОС: 0x83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сбросить	доступ
0x4C		AUX_IF_CONF		0x83	
	1 ... 0	aux_rd_burst	Длина пакета данных (1,2,6,8 байт) Значение Имя Описание 0x00 BL1 Длина пакета 1 0x01 BL2 Длина пакета 2 0x02 BL6 Длина серии 6 0x03 BL8 Длина серии 8	0x3	RW
	7	aux_manual_en	Включите ручной режим дополнительного интерфейса. Значение Имя Описание 0x00 отключить режим данных 0x01 включить режим настройки	0x1	RW

5.3.40 Регистр (0x4D) AUX_RD_ADDR

ОПИСАНИЕ: Адрес регистра чтения дополнительного интерфейса

СБРОС: 0x42

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x4D		AUX_RD_ADDR		0x42	
	7 ... 0	read_addr	Адрес для чтения	0x42	RW

5.3.41 Регистр (0x4E) AUX_WR_ADDR

ОПИСАНИЕ: Адрес регистра записи дополнительного интерфейса

СБРОС: 0x4C

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x4E		AUX_WR_ADDR		0x4C	
	7 ... 0	write_addr	Адрес для записи	0x4C	RW

5.3.42 Регистр (0x4F) AUX_WR_DATA

ОПИСАНИЕ: Вспомогательный интерфейс записывает
данные СБРОС: 0x02

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x4F		AUX_WR_DATA		0x02	
	7 ... 0	write_data	данные для записи	0x2	RW

5.3.43 Регистр (0x53) INT1_IO_CTRL

ОПИСАНИЕ: Настройте электрическое поведение контактов прерывания.
СБРОС: 0x00.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить	доступ
0x53	INT1_IO_CTRL		0x00	
		Настроить условие триггера вывода INT1 (вход)		
		Имя значения Описание		
		0x00 level_tr Уровень	0x0	RW
		0x01 edge_tr Край		
		Настроить уровень вывода INT1	0x0	RW
1	lvl	Значение Имя Описание		
		0x00 active_low активный низкий 0x01 active_high активный высокий Настроить		
2	od	поведение вывода INT1 для открытия осушать.	0x0	RW
		Имя значения Описание		
3	output_en	0x00 push_pull тяни-Толкай	0x0	RW
		0x01 open_drain открытый сток		
4	input_en	Разрешение выхода для вывода INT1	0x0	RW
		Значение Имя Описание		
5	int2_en	0x00 выкл. Выход отключен	0x0	RW
		0x01 на Выход включен		

5.3.44 Регистр (0x54) INT2_IO_CTRL

ОПИСАНИЕ: Настройте электрическое поведение контактов прерывания.
СБРОС: 0x00.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить	доступ
0x54	INT2_IO_CTRL		0x00	
		Настроить условие срабатывания пина INT2 (вход)	0x0	RW
0	edge_ctrl	Имя значения Описание		
		0x00 level_tr Уровень		

		0x01 edge_tr Край		
1	lvl	Настроить уровень вывода INT2 Значение Имя Описание 0x00 active_low активный низкий 0x01 active_high активный высокий Настроить	0x0	RW
2	od	поведение вывода INT2 для открытия осушать. Имя значения Описание 0x00 push_pull тяни-Толкай 0x01 open_drain открытый сток	0x0	RW
3	output_en	Разрешение выхода для вывода INT2 Значение Имя Описание 0x00 выкл. Выход отключен 0x01 на Выход включен	0x0	RW
4	input_en	Разрешение входа для вывода INT2 Значение Имя Описание 0x00 выкл. Вход отключен 0x01 на Вход включен	0x0	RW

5.3.45 Регистр (0x55) INT_LATCH

ОПИСАНИЕ: Настроить режимы прерывания

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить	доступ
	INT_LATCH		0x00	
0x55	0 int_latch	Режимы с тактильным / 2-тактным / временным прерыванием Имя значения Описание 0x00 нет без фиксации 0x01 с постоянной фиксацией	0x0	RW

5.3.46 Регистр (0x56) INT1_MAP

ОПИСАНИЕ: Прерывание / отображение функций на INT1

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
		INT1_MAP		0x00	
0x56	0	Data_sync_out	Выход синхронизации данных Выход	0x0	RW
	1	any_motion_out	обнаружения любого движения	0x0	RW
	2	high_g_out	Обнаружение High_g	0x0	RW
	3	low_g_out	Обнаружение Low_g	0x0	RW
	4	Ориентация_выход	Выход определения ориентации	0x0	RW
	5	no_motion_out	Выход обнаружения отсутствия	0x0	RW
	7	error_int_out	движения Выход прерывания ошибки	0x0	RW

5.3.47 Регистр (0x57) INT2_MAP

ОПИСАНИЕ: Прерывание / отображение функций на INT2

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x57		INT2_MAP		0x00	
	0	Data_sync_out	Выход синхронизации данных Выход	0x0	RW
	1	any_motion_out	обнаружения любого движения	0x0	RW
	2	high_g_out	Выход обнаружения High_g	0x0	RW
	3	low_g_out	Обнаружение Low_g	0x0	RW
	4	Ориентация_выход	Выход определения ориентации	0x0	RW
	5	no_motion_out	Выход обнаружения отсутствия	0x0	RW
	7	error_int_out	движения Выход прерывания ошибки	0x0	RW

5.3.48 Регистр (0x58) INT_MAP_DATA

ОПИСАНИЕ: Прерывание отображения аппаратных прерываний

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить доступ
0x58	<u>INT_MAP_DATA</u>		0x00
	int1_ffull	FIFO Полное прерывание сопоставлено с INT1	0x0
	int1_fwm	Прерывание FIFO Watermark, сопоставленное с INT1,	0x0
	int1_drdy	прерывание по готовности данных, сопоставленное с INT1	0x0
	int2_ffull	FIFO, полное прерывание, сопоставленное с INT2	0x0
	int2_fwm	Прерывание FIFO Watermark, сопоставленное с	0x0
	int2_drdy	прерыванием INT2 Data Ready, сопоставлено с INT2	0x0
			RW

5.3.49 Регистр (0x59) INIT_CTRL

ОПИСАНИЕ: Начать инициализацию

СБРОС: 0x90

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x59		INIT_CTRL		0x90	
	7 ... 0	init_ctrl	Начать инициализацию	0x90	RW

5.3.50 Регистр (0x5E) FEATURES_IN

ОПИСАНИЕ: Порт чтения / записи конфигурации функции

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
0x5E		FEATURES_IN		0x00	
	7 ... 0	features_in	Данные конфигурации функции чтения / записи	0x0	RW

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	Доступ
any_motion					
		ANYMO_1	Флаги общей конфигурации обнаружения любого движения - часть 1	0x00AA	
0x5E: 0x00	10 ... 0	порог	Пороговое значение наклона для обнаружения любого движения. Диапазон составляет от 0 до 1,5 г. Значение по умолчанию - 0xAA = 124 мг.	0xAA	RW
	11	включить	Включает функцию	0x0	RW
		ANYMO_2	Флаги общей конфигурации обнаружения любого движения - часть 2 Определяет	0xE005	
0x5E: 0x02	12 ... 0	длительность	количество последовательных точек данных, для которых должно соблюдаться пороговое условие для подтверждения прерывания. Он выражается в выборках с частотой 50 Гц (20 мс). Диапазон составляет от 0 до 163 с. Значение по умолчанию 5 = 100 мс.	0x5	RW
	13	x_en	Включает функцию для каждой оси 0x1		RW
	14	y_en	Включает функцию для каждой оси 0x1		RW
	15	z_en	Включает функцию для каждой оси 0x1		RW
high_g					
		HI_G_1	Порог ускорения, выше которого сигнализируется движение high_g. Порог	0x0C00	
0x5E: 0x06	14 ... 0	порог	ускорения, выше которого сигнализируется движение high_g 15 бит, целое число со знаком (допустимые значения 0 ... 32767) с порогом в формате 5,11 г. По умолчанию 3072 = 2,25 г. Диапазон составляет от 0 до 24 г.	0xC00	RW
		HI_G_2	Включить флаги и конфигурацию гистерезиса	0x73E8	
0x5E: 0x08	11 ... 0	гистерезис	Значение гистерезиса для функции high_g. Диапазон составляет от 0 до 3 г. Значение по умолчанию 1000 = 0,74 г.	0x3E8	RW
	12	en_x	Включает функцию для каждой оси 0x1		RW
	13	en_y	Включает функцию для каждой оси 0x1		RW
	14	en_z	Включает функцию для каждой оси 0x1		RW
	15	включить	Включает функцию 0x0		RW
		HI_G_3	Интервал продолжительности	0x0004	
0x5E: 0x0A	11 ... 0	длительность	12-битный знаковый символ (допустимые значения 0 ... 4095) с удержанием длительности в выборках 200 Гц (5 мс), для которых необходимо превышение порога; значение по умолчанию 4 = 20 мсек. Диапазон составляет от 0 до 20 секунд.	0x4	RW
low_g					
0x5E: 0x0C		LO_G_1	Порог ускорения, ниже которого сигнализируется движение low_g.	0x0200	

	14 ... 0	порог	Пороговое значение для функции с низким g. Диапазон составляет от 0 до 1,5 г. Значение по умолчанию 512 = 0,375 г.	0x200	RW
0x5E: 0x0E		LO_G_2	Включить флаг и конфигурацию гистерезиса	0x0100	
	11 ... 0	гистерезис	Значение гистерезиса для функции low_g. Диапазон составляет от 0 до 0,75 г. Значение по умолчанию 256 = 0,187 г.	0x100	RW
	12	включить	Включает функцию	0x0	RW
0x5E: 0x10		LO_G_3	Интервал продолжительности	0x0000	
	11 ... 0	длительность	Продолжительность в выборках 50 Гц (20 мсек), для которых необходимо превышение порога. Диапазон составляет от 0 до 82 секунд. Значение по умолчанию: 0 = 0 мс.	0x0	RW

ориентация

		ORIENT_1	Флаги общей конфигурации ориентации	0x0A30	
0	включить	включает функцию		0x0	RW
1	ud_en	включает обнаружение перевернутого / перевернутого изображения, если установлено значение 1		0x0	RW
3 ... 2	Режим	Устанавливает режим: симметричный (значения 0 или 3), высокий асимметричный (значение 1) или низкий асимметричный (значение 2).		0x0	RW
0x5E: 0x12	5 ... 4	блокировка	Устанавливает режим блокировки. Если установлена блокировка, прерывание ориентации не выполняется. срабатывает. Значение по умолчанию 3 - самый строгий режим блокировки.	0x3	RW
	11 ... 6	тета	Кодированное значение угла порога с горизонталью, используемое в режимах блокировки; тета = 64 * (тангенс (угол) ^ 2); значение по умолчанию - 40, что эквивалентно углу 38 градусов.	0x28	RW
0x5E: 0x14		ORIENT_2	Гистерезис ускорения Гистерезис ускорения	0x0080	
	10 ... 0	гистерезис	для определения ориентации. Значение по умолчанию 128 = 0,09375 г. Диапазон от 0 до 1,5 г.	0x80	RW

no_motion

		NOMO_1	Флаги общей конфигурации обнаружения отсутствия движения - часть 1	0x00AA	
0x5E: 0x16	10 ... 0	порог	Пороговое значение наклона для обнаружения отсутствия движения. Диапазон составляет от 0 до 1,5 г. Значение по умолчанию - 0xAA = 124 мг.	0xAA	RW
	11	включить	включает функцию	0x0	RW
0x5E: 0x18		HOMO_2	Флаги общей конфигурации обнаружения отсутствия движения - часть 2 Определяет	0xE005	
	12 ... 0	длительность	количество последовательных точек данных, для которых пороговое значение	0x5	RW

			условие должно быть соблюдено для утверждения прерывания. Он выражается в выборках с частотой 50 Гц (20 мс). Диапазон составляет от 0 до 163 с. Значение по умолчанию 5 = 100 мс.		
13	x_en		Включает функцию для каждой оси 0x1		RW
14	y_en		Включает функцию для каждой оси 0x1		RW
15	z_en		Включает функцию для каждой оси 0x1		RW
<u>general_settings</u>					
0x5E: 0x1A		Зарезервированный 15 ... 0 Зарезервированный	Зарезервированный Зарезервированный	0x0000 0x0	p
0x5E: 0x1C	1 ... 0	AXIS_REMAP_1 map_x_axis	Описывает переназначение осей Сопоставьте ось x с желаемой осью Имя значения Описание 0x00 x_axis Сопоставить с осью абсцисс 0x01 y_axis Сопоставить с осью Y 0x02 z_axis Сопоставить с осью Z 0x03 зарезервировано Сопоставить с осью x	0x0088	
			Сопоставьте знак оси x с желаемым Значение Имя Описание 0x00 not_invert Сбросьте этот бит на не инвертировать ось x 0x01 перевернутый Установите этот бит на инвертировать ось x	0x0	RW
			Сопоставьте ось Y с желаемой осью Имя значения Описание 0x00 x_axis Сопоставить с осью абсцисс 0x01 y_axis Сопоставить с осью Y 0x02 z_axis Сопоставить с осью Z 0x03 зарезервировано Сопоставить с осью Y	0x1	RW
			Сопоставьте знак оси Y с желаемым Значение Имя Описание 0x00 not_invert Сбросьте этот бит на не инвертировать ось y 0x01 перевернутый Установите этот бит на инвертировать ось y	0x0	RW
	4 ... 3	map_y_axis	Сопоставьте ось z с желаемой осью Имя значения Описание 0x00 x_axis Сопоставить с осью абсцисс 0x01 y_axis Сопоставить с осью Y 0x02 z_axis Сопоставить с осью Z 0x03 зарезервировано Сопоставить с осью Z		
			Сопоставьте знак оси z с желаемым Значение Имя Описание 0x00 not_invert Сбросьте этот бит на не инвертировать ось z		
	7 ... 6	map_z_axis	Сопоставьте ось z с желаемой осью Имя значения Описание 0x00 x_axis Сопоставить с осью абсцисс 0x01 y_axis Сопоставить с осью Y 0x02 z_axis Сопоставить с осью Z 0x03 зарезервировано Сопоставить с осью Z	0x2	RW
			Сопоставьте знак оси z с желаемым Значение Имя Описание 0x00 not_invert Сбросьте этот бит на не инвертировать ось z	0x0	RW

			0x01 перевернутый Установите этот бит на инвертировать ось z		
--	--	--	--	--	--

5.3.51 Регистр (0x5F) ВНУТРЕННЯЯ_ОШИБКА

ОПИСАНИЕ: Флаги внутренней ошибки.

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить	доступ
0x5F	<u>ВНУТРЕННЯЯ ОШИБКА</u>		0x00	
	1 int_err_1	Флаг внутренней ошибки - длительное время обработки, обработка остановлена	0x0	p
	2 int_err_2	Флаг внутренней ошибки - фатальная ошибка, обработка остановлена	0x0	p

5.3.52 Регистр (0x6A) NVM_CONF

ОПИСАНИЕ: режим контроллера NVM (Prog / Erase или Read only)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	Сброс настроек	доступ
0x6A		NVM_CONF		0x00	
	1	nvm_prog_en	Включить программирование NVM Значение Имя Описание 0x00 отключить отключить 0x01 включить включить	0x0	RW

5.3.53 Регистр (0x6B) IF_CONF

ОПИСАНИЕ: Настройки последовательного

интерфейса СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить	доступ
0x6B	<u>IF_CONF</u>		0x00	
	0 spi3	Настройте режим интерфейса SPI для основного интерфейса Значение Имя Описание 0x00 spi4 4-проводный режим SPI 0x01 spi3 3-проводной режим SPI	0x0	RW
	4 if_mode	Конфигурация дополнительного интерфейса Значение Имя Описание 0x00 p_auto_s_off Вспомогательный интерфейс: выключен 0x01 p_auto_s_mag Вспомогательный интерфейс: магнитометр	0x0	RW

5.3.54 Регистр (0x6D) ACC_SELF_TEST

ОПИСАНИЕ: Настройки для конфигурации и запуска самотестирования сенсора.

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить	доступ
0x6D	0	<u>ACC_SELF_TEST</u> acc_self_test_en	0x00	
			Включить самотестирование акселерометра Значение Имя Описание 0x00 отключено отключено 0x01 включен включен	0x0 RW
	2	acc_self_test_sign	выбрать знак возбуждения самотестирования как Значение Имя Описание 0x00 отрицательный отрицательный 0x01 положительный положительный	0x0 RW
	3	acc_self_test_amp	выберите амплитуду прогиба самодиагностики: Значение Имя Описание 0x00 низкий низкий 0x01 высокий высокий	0x0 RW

5.3.55 Регистр (0x70) NV_CONF

ОПИСАНИЕ: биты конфигурации с поддержкой NVM.

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	Сбросить	доступ
0x70	0	<u>NV_CONF</u> spi_en	0x00	
			отключите I2C и включите SPI для основного интерфейса, когда он находится в режиме автонастройки Значение Имя Описание 0x00 отключен I2C включен 0x01 включен I2C отключен Выбор периода таймера для	0x0 RW
	1	i2c_wdt_sel	сторожевого таймера I2C Значение Имя Описание 0x00 wdt_short Тайм-аут сторожевого таймера I2C после 1,25 мс 0x01 wdt_long Тайм-аут сторожевого таймера I2C после 40 мс	0x0 RW
	2	i2c_wdt_en	I2C Watchdog на выводе SDI в режиме интерфейса I2C Имя значения Описание 0x00 Отключить Отключить сторожевой таймер I2C 0x01 Включить Включить сторожевой таймер I2C	0x0 RW
	3	acc_off_en	Добавить смещение, определенное в регистре off_acc_[xyz] OFFSET, в отфильтрованные и неотфильтрованные Данные акселерометра Значение Имя Описание 0x00 отключено Отключено 0x01 включено Включено	0x0 RW

5.3.56 Регистр (0x71) OFFSET_0

ОПИСАНИЕ: Компенсация смещения для оси X акселерометра (с поддержкой NVM)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	<u>Сброс настроек</u>	Доступ
0x71	7 ... 0	<u>OFFSET_0</u> off_acc_x	Компенсация смещения акселерометра (ось X).	0x00	0x0 RW

5.3.57 Регистр (0x72) OFFSET_1

ОПИСАНИЕ: Компенсация смещения для оси Y акселерометра (с поддержкой NVM)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	<u>Сбросить</u>	доступ
0x72	7 ... 0	<u>OFFSET_1</u> off_acc_y	Компенсация смещения акселерометра (ось Y).	0x00	0x0 RW

5.3.58 Регистр (0x73) OFFSET_2

ОПИСАНИЕ: Компенсация смещения для оси Z акселерометра (с поддержкой NVM)

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Адрес	Немного	Имя	Описание	<u>Сбросить</u>	доступ
0x73	7 ... 0	<u>OFFSET_2</u> off_acc_z	Компенсация смещения акселерометра (ось Z).	0x00	0x0 RW

5.3.59 Регистр (0x7C) ACC_PWR_CONF

ОПИСАНИЕ: Регистр конфигурации режима питания

СБРОС: 0x03

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

Бит адреса	Имя	Описание	<u>Сбросить</u>	доступ
0x7C	<u>ACC_PWR_CONF</u> pwr_save_mode	Имя значения Описание 0x00 aps_off расширенное энергосбережение отключен (быстрый клик всегда включен). 0x01 aps_on расширенный режим питания включен (медленный клик активен, когда нет измерение непрерывный.)	0x03	

5.3.60 Регистр (0x7D) ACC_PWR_CTRL

ОПИСАНИЕ: Регистр включения датчика

СБРОС: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

<u>Бит адреса</u>	<u>Имя</u>	<u>Описание</u>	<u>Сбросить</u>	<u>доступ</u>
	<u>ACC_PWR_CTRL</u>		0x00	
0x7D	2	<u>Значение</u> <u>Имя</u> <u>Описание</u> 0x00 acc_off Отключает Акселерометр. 0x01 acc_on Включает Акселерометр.	0x0	RW

5.3.61 Регистр (0x7E) ACC_SOFTRESET

ОПИСАНИЕ: СБРОС регистра

команд: 0x00

ОПРЕДЕЛЕНИЕ (Перейти к [зарегистрировать карту](#)):

<u>Адрес Немного</u>	<u>Имя</u>	<u>Описание</u>	<u>Сбросить</u>	<u>доступ</u>
	<u>ACC_SOFTRESET</u>		0x00	
0x7E	7 ... 0	<u>softreset_cmd</u> (0xb6) Запись в этот регистр значения 0xB6 сбрасывает датчик. Не пиши никаких другое содержимое этого реестра. После задержки в 1 мс все настройки конфигурации перезаписываются их значениями сброса. Мягкий сброс может быть запущен из любого режима работы.	0x0	RW

5.4 Карта регистров: гироскоп

читай пиши	только чтение	писать только	зарезервированный
Per. Адрес	Зарегистрируйте имя	сброс настроек членить	bit7 bit6 bit5 bit4 bit3 бит2 бит1 bit0
0x3F	FIFO_DATA	N/A	fifo_data_output_register
0x3E	FIFO_CONFIG_1	0x00	fifo_mode
0x3D	FIFO_CONFIG_0	0x00	fifo_water_mark_level_trigger_удерживать
0x3C	GYRO_SELF_TEST_HET		- rate_ok - bist_fail bist_rdy trig_bst
	0x3B - 0x35: зарезервировано		
0x34	FIFO_EXT_INT_S	0x00	ext_fifo_o_s_e_п ext_fifo_s_sel
	0x33 - 0x1F: зарезервировано		
0x1E	FIFO_WM_EN	0x00	fifo_watermark_enable
	0x1D - 0x19: зарезервировано		-
0x18	INT3_INT4_IO_MAP 0x00	Int4_data	Int4_fifo - Int3_fifo - Int3_data
	0x17: зарезервировано		-
0x16	INT3_INT4_IO_CON_F	0x0F	- Int4_od Int4_lv Int3_od Int3_lv
0x15	GYRO_INT_CTRL	0x00	data_en fifo_en -
0x14	GYRO_SOFTRESE_T	N/A	softreset
	0x13 - 0x12: зарезервировано		-
0x11	GYRO_LPM1	0x00	gyro_pm
0x10	GYRO_BANDWIDT_ЧАС	0x80	gyro_bw
0x0F	GYRO_RANGE	0x00	gyro_range
0x0E	FIFO_STATUS	N/A	fifo_overrun fifo_frame_counter
	0x0D - 0x0B: зарезервировано		-
0x0A	GYRO_INT_STAT_1_HET gyro_drdy		fifo_int -
	0x09 - 0x08: зарезервировано		-
0x07	RATE_Z_MSB	N/A	rate_z [15: 8]
0x06	RATE_Z_LSB	N/A	rate_z [7: 0]
0x05	RATE_Y_MSB	N/A	rate_y [15: 8]
0x04	RATE_Y_LSB	N/A	rate_y [7: 0]
0x03	RATE_X_MSB	N/A	rate_x [15: 8]
0x02	RATE_X_LSB	N/A	rate_x [7: 0]
0x01	Зарезервированный	N/A	-
0x00	GYRO_CHIP_ID	0x0F	gyro_chip_id

5.5 Описание регистра: гироскоп

5.5.1 Регистр 0x00: GYRO_CHIP_ID

Немного	Доступ	Сброс настроек ценить	Описание
[7: 0]	RO	0x0F	Содержит идентификационный код гироскопа.

5.5.2 Регистр 0x02 - 0x07: скорость передачи данных

Регистры, содержащие выходной сигнал датчика угловой скорости. Выходной сигнал датчика сохраняется в виде 16-битного числа со знаком в формате дополнения до 2 в каждом 2 регистрах. Из регистров значения гироскопа можно рассчитать следующим образом:

$$\text{Rate}_X: \text{RATE_X_MSB} * 256 + \text{RATE_X_LSB}$$

$$\text{Rate}_Y: \text{RATE_Y_MSB} * 256 + \text{RATE_Y_LSB}$$

$$\text{Rate}_Z: \text{RATE_Z_MSB} * 256 + \text{RATE_Z_LSB}$$

Когда считывается регистр, содержащий значение LSB значения скорости, соответствующий регистр MSB внутренне блокируется до тех пор, пока он не будет прочитан. Благодаря этому механизму гарантируется, что значения LSB и MSB принадлежат одному и тому же значению диапазона скорости и не обновляются между показаниями отдельных регистров.

Единица измерения - младший бит. Преобразование из LSB в угловую скорость (градусы в секунду) основано на настройках диапазона (см. 5.5.5). Например, для настройки диапазона по умолчанию 0x00 в регистре 0x0F применяется следующая таблица преобразования:

Выход датчика [LSB]	Угловая скорость (в режиме дальности 2000 ° / с)
+ 32767	+ 2000 ° / с
...	...
0	0 ° / с
...	...
- 32767	- 2000 ° / с

5.5.3 Регистр 0x0A: GYRO_INT_STAT_1

Немного	Имя	Доступ	Сброс настроек ценить	Описание
[7]	gyro_drdy	RO	N / A	Состояние прерывания готовности данных. Прерывание очищено автоматически через 280-400 мкс.
[6: 5]				зарезервированный
[4]	fifo_int	RO	N / A	Состояние прерывания FIFO
[3: 0]				зарезервированный

5.5.4 Регистр 0x0E: FIFO_STATUS

Реестр содержит информацию о статусе FIFO.

Немного	Имя	Доступ	Сброс настроек ценить	Описание
[7]	Fifo_overrun	RO	N / A	Если установлено, произошло условие переполнения FIFO. Примечание: флаг можно сбросить только записав в регистр конфигурации FIFO FIFO_CONFIG_1.
[6: 0]	Fifo_frame_counter	RO	N / A	Текущий уровень заполнения буфера FIFO. Пустой FIFO соответствует 0x00. Счетчик кадров может быть очищен путем считывания всех кадров из буфера FIFO или записи в регистр конфигурации FIFO FIFO_CONFIG_1.

5.5.5 Регистр 0x0F: GYRO_RANGE

Немного	Доступ	Сброс настроек ценить	Описание																		
			Диапазон угловой скорости и разрешение. Возможные значения:																		
[7: 0]	RW	0x00	<table border="1"> <thead> <tr> <th>gyro_range</th> <th>Полная шкала [° / с]</th> <th>разрешение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x00</td><td>± 2000</td><td>16,384 LSB / ° / с 61,0 м ° / с / младший значащий бит</td></tr> <tr> <td>0x01</td><td>± 1000</td><td>32,768 LSB / ° / с 30,5 м ° / с / LSB</td></tr> <tr> <td>0x02</td><td>± 500</td><td>65,536 LSB / ° / с 15,3 м ° / с / LSB</td></tr> <tr> <td>0x03</td><td>± 250</td><td>131,072 LSB / ° / с 7,6 м ° / с / LSB</td></tr> <tr> <td>0x04</td><td>± 125</td><td>262,144 LSB / ° / с 3,8 м ° / с / младший значащий бит</td></tr> </tbody> </table>	gyro_range	Полная шкала [° / с]	разрешение	0x00	± 2000	16,384 LSB / ° / с 61,0 м ° / с / младший значащий бит	0x01	± 1000	32,768 LSB / ° / с 30,5 м ° / с / LSB	0x02	± 500	65,536 LSB / ° / с 15,3 м ° / с / LSB	0x03	± 250	131,072 LSB / ° / с 7,6 м ° / с / LSB	0x04	± 125	262,144 LSB / ° / с 3,8 м ° / с / младший значащий бит
gyro_range	Полная шкала [° / с]	разрешение																			
0x00	± 2000	16,384 LSB / ° / с 61,0 м ° / с / младший значащий бит																			
0x01	± 1000	32,768 LSB / ° / с 30,5 м ° / с / LSB																			
0x02	± 500	65,536 LSB / ° / с 15,3 м ° / с / LSB																			
0x03	± 250	131,072 LSB / ° / с 7,6 м ° / с / LSB																			
0x04	± 125	262,144 LSB / ° / с 3,8 м ° / с / младший значащий бит																			

5.5.6 Регистр 0x10: GYRO_BANDWIDTH

Немного	Доступ	Сброс настроек цениТЬ	Описание																											
[7: 0]	RW	0x80 ₂	<p>Регистр позволяет выбирать полосу пропускания фильтра данных скорости и скорость вывода данных (ODR). Возможные значения:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>gyro_bw</th> <th>ODR [Гц]</th> <th>Полоса пропускания фильтра [Гц]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x00</td> <td>2000 г.</td> <td>532</td> </tr> <tr> <td>0x01</td> <td>2000 г.</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>0x02</td> <td>1000</td> <td>116</td> </tr> <tr> <td>0x03</td> <td>400</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>0x04</td> <td>200</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>0x05</td> <td>100</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>0x06</td> <td>200</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>0x07</td> <td>100</td> <td>32</td> </tr> </tbody> </table>	gyro_bw	ODR [Гц]	Полоса пропускания фильтра [Гц]	0x00	2000 г.	532	0x01	2000 г.	230	0x02	1000	116	0x03	400	47	0x04	200	23	0x05	100	12	0x06	200	64	0x07	100	32
gyro_bw	ODR [Гц]	Полоса пропускания фильтра [Гц]																												
0x00	2000 г.	532																												
0x01	2000 г.	230																												
0x02	1000	116																												
0x03	400	47																												
0x04	200	23																												
0x05	100	12																												
0x06	200	64																												
0x07	100	32																												

5.5.7 Регистр 0x11: GYRO_LPM1

Выбор основных режимов мощности. Обратите внимание, что разрешено только переключение между нормальным режимом и режимами приостановки, невозможно переключаться между приостановкой и глубокой приостановкой и наоборот.

наоборот.

Немного	Доступ	Сброс настроек цениТЬ	Описание								
[7: 0]	RW	0x00	<p>Переключитесь на основные режимы мощности.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>gyro_pm</th> <th>Режим мощности</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x00</td> <td>обычный</td> </tr> <tr> <td>0x80</td> <td>приостановить</td> </tr> <tr> <td>0x20</td> <td>глубокая приостановка</td> </tr> </tbody> </table>	gyro_pm	Режим мощности	0x00	обычный	0x80	приостановить	0x20	глубокая приостановка
gyro_pm	Режим мощности										
0x00	обычный										
0x80	приостановить										
0x20	глубокая приостановка										

5.5.8 Регистр 0x14: GYRO_SOFTRESET

Немного	Доступ	Сброс настроек цениТЬ	Описание
[7: 0]	W	N / A	<p>Написание значения 0xB6 в этот регистр сбрасывает датчик. (Другие значения игнорируются.)</p> <p>После задержки в 30 мс все настройки конфигурации перезаписываются их значениями сброса.</p> <p>Программный сброс может быть запущен из любого рабочего режима.</p>

² Примечание: бит №7 доступен только для чтения и всегда равен «1», но не имеет функции и может быть проигнорирован.

5.5.9 Регистр 0x15: GYRO_INT_CTRL

Немного	Доступ	Сброс настроек ценить	Описание
[7]	RW	0x0	Позволяет запускать прерывание по новым данным для новых данных.
[6]	RW	0x0	Разрешает прерывание FIFO.
[5: 0]			зарезервированный

5.5.10 Регистр 0x16: INT3_INT4_IO_CONF

Устанавливает электрические и логические свойства контактов прерывания.

Немного	Имя	Доступ	Сброс настроек ценить	Описание						
[3]	Int4_od	RW	'1'	<table border="1"> <tr> <td><u>Int4 od</u></td> <td>Конфигурация вывода INT4</td> </tr> <tr> <td>'0'</td> <td>Тяни-Толкай</td> </tr> <tr> <td>'1'</td> <td>Открытый сток</td> </tr> </table>	<u>Int4 od</u>	Конфигурация вывода INT4	'0'	Тяни-Толкай	'1'	Открытый сток
<u>Int4 od</u>	Конфигурация вывода INT4									
'0'	Тяни-Толкай									
'1'	Открытый сток									
[2]	Int4_lvl	RW	'1'	<table border="1"> <tr> <td><u>Int4 lvl</u></td> <td>Активное состояние контакта INT4</td> </tr> <tr> <td>'0'</td> <td>Активный низкий</td> </tr> <tr> <td>'1'</td> <td>Активный высокий</td> </tr> </table>	<u>Int4 lvl</u>	Активное состояние контакта INT4	'0'	Активный низкий	'1'	Активный высокий
<u>Int4 lvl</u>	Активное состояние контакта INT4									
'0'	Активный низкий									
'1'	Активный высокий									
[1]	Int3_od	RW	'1'	<table border="1"> <tr> <td><u>Int3 od</u></td> <td>Конфигурация вывода INT3</td> </tr> <tr> <td>'0'</td> <td>Тяни-Толкай</td> </tr> <tr> <td>'1'</td> <td>Открытый сток</td> </tr> </table>	<u>Int3 od</u>	Конфигурация вывода INT3	'0'	Тяни-Толкай	'1'	Открытый сток
<u>Int3 od</u>	Конфигурация вывода INT3									
'0'	Тяни-Толкай									
'1'	Открытый сток									
[0]	Int3_lvl	RW	'1'	<table border="1"> <tr> <td><u>Int3 lvl</u></td> <td>Активное состояние контакта INT3</td> </tr> <tr> <td>'0'</td> <td>Активный низкий</td> </tr> <tr> <td>'1'</td> <td>Активный высокий</td> </tr> </table>	<u>Int3 lvl</u>	Активное состояние контакта INT3	'0'	Активный низкий	'1'	Активный высокий
<u>Int3 lvl</u>	Активное состояние контакта INT3									
'0'	Активный низкий									
'1'	Активный высокий									

5.5.11 Регистр 0x18: INT3_INT4_IO_MAP

Сопоставьте вывод прерывания готовности данных к одному из выводов прерывания INT3 и / или INT4.

Немного	Доступ	Сброс настроек ценить	Описание
[7]	RW	0x0	Прерывание готовности данных отображается на вывод INT4.
[6]			зарезервированный
[5]	RW	0x0	Прерывание FIFO отображается на INT4.
[4: 3]			зарезервированный
[2]	RW	0x0	Прерывание FIFO отображается на INT3.
[1]			зарезервированный
[0]	RW	0x0	Прерывание готовности данных отображается на вывод INT3.

5.5.12 Регистр 0x1E: FIFO_WM_ENABLE

Включает прерывание уровня водяного знака FIFO.

Немного	Доступ	Сброс настроек ценить	Описание	
[7: 0]	RW	0x08	Ценить	Описание
			0x08	Прерывание уровня водяного знака FIFO отключено
			0x88	Прерывание уровня водяного знака FIFO включено

5.5.13 Регистр 0x34: FIFO_EXT_INT_S

Немного	Доступ	Сброс настроек ценить	Описание	
[7: 6]	RW	0x00	зарезервированный	
[5]			Если установлено, включает режим внешней синхронизации	
[4]	RW	0x00	FIFO. Выбирает источник для внешней синхронизации FIFO.	
			ext fifo s sel	Поведение
			0x0	Источник - вывод INT3.
			0x1	Источник - вывод INT4.
[3: 0]			зарезервированный	

5.5.14 Регистр 0x3C: GYRO_SELF_TEST

Встроенное самотестирование гироскопа.

Немного	Доступ	Имя	Сброс настроек ценить	Описание
[4]	p	rate_ok	'0'	Индикация значения "1" имеет правильную функцию датчика .
[2]	p	bist_fail	'0'	Если '0' и bist_rdy = '1': встроенное самотестирование в порядке, датчик в порядке Если '1' и bist_rdy = '1': встроенное самотестирование не в порядке, значения датчика могут не находиться в ожидаемом диапазоне.
[1]	p	bist_rdy	'0'	Если бит равен «1», встроенное самотестирование выполнено и завершено.
[0]	W	trig_bist	N / A	Установка этого бита в «1» (т.е. запись 0x01 в этот регистр) запускает встроенную самопроверку.

5.5.15 Регистр 0x3D: GYR_FIFO_CONFIG_0

Немного	Доступ	Сброс настроек <u>ценить</u>	Описание
[7]			<i>зарезервированный</i>
[6: 0]	RW	0x00	<p>fifo_water_mark_level_trigger_retain <6: 0> определяет уровень водяного знака FIFO. Прерывание будет сгенерировано, когда количество количества записей в FIFO превышает значение fifo_water_mark_level_trigger_retain <6: 0>. Запись в этот регистр очищает буфер FIFO.</p>

5.5.16 Регистр 0x3E: GYR_FIFO_CONFIG_1

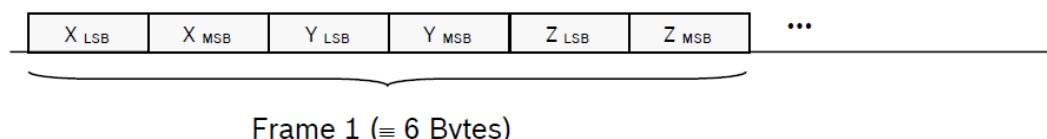
Содержит настройки конфигурации FIFO. При записи в регистр FIFO_CONFIG_1 очищается буферная память FIFO и сбрасывается флаг заполнения fifo. Кроме того, флаг переполнения FIFO (см. Соответствующий регистр) очищается (раньше было переполнение).

Немного	Доступ	Сброс настроек <u>ценить</u>	Описание		
			fifo_ <u>Режим</u>	Режим	описание
[7: 0]	RW	0x08	0x40	ФИФО	сбор данных прекращается после заполнения буфера (т. е. заполнено 100 кадрами) выборка
			0x80	TRANSLATE	продолжается, когда буфер заполнен (т.е. заполнен 99 кадрами); старый отбрасывается
			еще		<i>зарезервированный</i>

5.5.17 Регистр 0x3F: FIFO_DATA

Регистр чтения данных FIFO. Формат компонентов LSB и MSB соответствует формату регистров считывания данных угловой скорости. Доступ к пакетному чтению может использоваться, поскольку счетчик адреса не будет увеличиваться, когда пакет чтения начинается с адреса FIFO_DATA. Если слева прочитана только частично, отбрасывается весь кадр.

Формат считывания данных из регистра 0x3F следующий:



6. Цифровой интерфейс

BMI090L поддерживает два протокола последовательного цифрового интерфейса для связи в качестве ведомого с главным устройством: SPI и I²C. Активный интерфейс выбирается состоянием контакта # 07 (PS) 'выбор протокола':

PS = 'VDDIO' выбирает I²C

PS = 'GND' выбирает SPI

Важный:

Обратите внимание, что в случае протокола SPI процесс инициализации части акселерометра BMI090L требует дополнительных шагов (см. Главу 3).

Также обратите внимание, что, поскольку контакты пакета являются общими для акселерометра и гироскопа, не рекомендуется настраивать разные интерфейсы для этих двух частей.

Оба цифровых интерфейса частично имеют одни и те же контакты. Кроме того, каждый инерциальный датчик (акселерометр и гироскоп) снабжен специальными интерфейсными контактами, которые позволяют пользователю управлять инерциальными датчиками независимо друг от друга. Сопоставление для каждого интерфейса и каждого инерционного датчика приведено в следующей таблице:

Таблица 10: Назначение контактов интерфейса

Штырь#	Имя	использовать ж / SPI	использовать ж / I ² C	Описание
15	SDO1	SDO1	адрес	SPI: вывод данных ускорения I ² C: используется для установки LSB адреса Accel I ² C.
10	SDO2	SDO2	адрес	SPI: вывод данных гироскопа I ² C: используется для установки LSB адреса гироскопа I ² C.
9	ПДД / SDI	SDI	ПДД	SPI: данные ускорения и гироскопа в I ² C: последовательные данные
14	CSB1	CSB1	неиспользованный	SPI: Accel Chip Select (включить)
5	CSB2	CSB2	неиспользованный	SPI: Gyro Chip Select (включить)
8	SCL / SCK	SCK	SCL	SPI: последовательные часы SCK I ² C: последовательные часы SCL

В следующей таблице приведены электрические характеристики интерфейсных kontaktов:

Таблица 11: Электрические характеристики интерфейсных kontaktов

Параметр	Условное обозначение	Состояние	Мин.	Тип	Максимум	Единицы
Сопротивление подтягиванию, Штырь CSB	рэвер	Внутреннее подтягивание Устойчивость к VDDIO	75	100	125	кОм
Входная емкость	C _b			5	10	ПФ
Нагрузка шины I ² C ЕМКОСТЬ (макс. возможность привода)	C _{I2C_Load}				400	ПФ

Чтобы обеспечить правильную внутреннюю синхронизацию данных, записанных в BMI090L, **время ожидания** минимум 2 мкс (нормальный режим) или 1000 мкс (режим ожидания).

6.1 Последовательный периферийный интерфейс (SPI)

Поведение интерфейса SPI немного отличается между частью гироскопа и частью акселерометра:

Фаза инициализации: как описано в главе 3, интерфейс части гироскопа выбирается уровнем вывода PS. В отличие от этого, часть акселерометра всегда начинается в I₂Режим С (независимо от уровня вывода PS) и его необходимо активно переключить в режим SPI, посыпая нарастающий фронт на вывод CSB1 (выбор микросхемы акселерометра), на котором часть акселерометра переключается в режим SPI и остается в нем. этот режим до следующего включения-сброса. Чтобы переключить датчик в режим SPI на этапе инициализации, пользователь может выполнить фиктивную операцию чтения SPI, например, регистра (полученное значение будет недействительным).

В случае операций чтения интерфейс SPI части акселерометра не отправляет запрошенную информацию непосредственно после того, как ведущий отправляет соответствующий адрес регистра, а сначала отправляет фиктивный байт, содержимое которого непредсказуемо. Только после этого фиктивного байта отправляется желаемый контент. (Эта процедура фиктивного байта не применяется к части гироскопа.) Подробнее подробности ниже в разделе 6.1.2.

Спецификация синхронизации для SPI BMI090L приведена в следующей таблице:

Таблица 12: Время SPI

Параметр	Условное обозначение	Состояние	Мин.	Максимум	Единицы
Тактовая частота	ЖSPI	Максимум. Загрузить на SDI или SDO = 25 пФ		10	МГц
SCK Low Pulse	TSCKL		45		НС
SCK High Pulse	TSCKH		45		НС
Время установки SDI	TSDI_setup		20		НС
Время удержания SDI	TSDI_hold		20		НС
Задержка вывода SDO	TSDO_OD	Нагрузка = 25 пФ		30	НС
		Нагрузка = 250 пФ, VDDIO > 2,4 В		40	НС
Время установки CSB	TCSB_setup		40		НС
CSB время удержания	TCSB_hold		40		НС
Время простой между доступами на запись	TIDLE_wacc	нормальный режим	2		МКС

На следующем рисунке показано определение таймингов SPI:

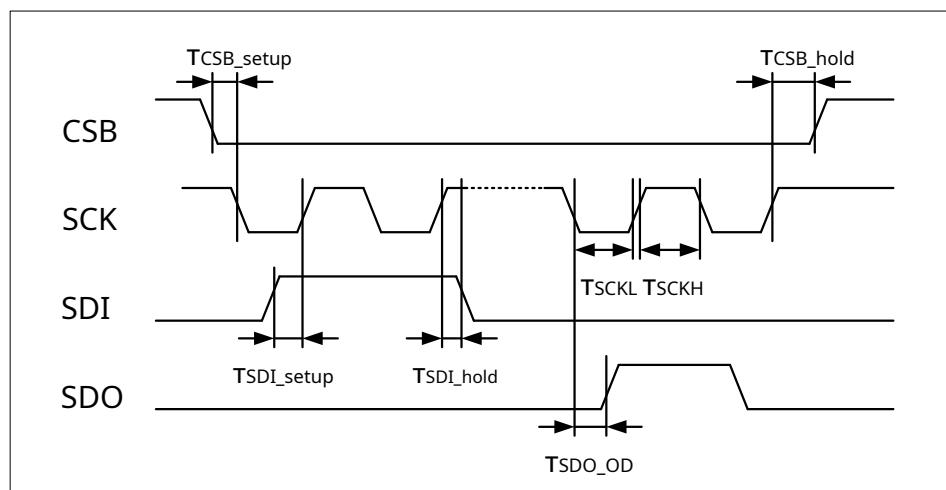


Рисунок 2: Временная диаграмма SPI

Интерфейс SPI BMI090L совместим с двумя режимами «00» и «11». Автоматический выбор между [CPOL = '0' и CPHA = '0'] и [CPOL = '1' и CPHA = '1'] управляетя на основе значения SCK после спада CSB (1 или 2).

6.1.1 Интерфейс SPI части гироскопа

Для однобайтовых операций чтения и записи используются 16-битные протоколы. Интерфейс SPI также поддерживает операции чтения нескольких байтов (пакетное чтение).

Связь начинается, когда CSB (1 или 2) переводится в низкий уровень мастером SPI, и останавливается, когда CSB (1 или 2) переводится в высокий уровень. SCK также управляется мастером SPI. SDI и SDO (1 или 2) управляются на заднем фронте SCK и должны быть захвачены на переднем фронте SCK.

В **биты данных** используются следующим образом:

Бит # 0: бит чтения / записи. Когда 0, SDI данных записывается в микросхему. Когда 1, данные SDOчитываются с микросхемы.

Бит # 1-7: адрес AD (6: 0).

Бит # 8-15: в режиме записи это SDI данных, которые будут записаны в адрес. В режиме чтения это данные SDO, которыечитываются с адреса.

Множественные операции чтения (**быстрое чтение**) возможны при поддержании низкого уровня CSB и продолжении передачи данных (т. е. продолжении переключения SCK). Необходимо записать только адрес первого регистра. Адреса автоматически увеличиваются после каждого доступа для чтения, пока CSB остается активным на низком уровне.

6.1.2 Интерфейс SPI части акселерометра

В случае операций чтения части акселерометра запрошенные данные не отправляются немедленно, а вместо этого сначала отправляется фиктивный байт, а после этого фиктивного байта передается фактическое запрошенное содержимое регистра.

Это означает, что - в отличие от описания в разделе 6.1.1 - операция чтения одного байта требует чтения 2 байтов в пакетном режиме, из которых первый принятый байт может быть отброшен, а второй байт содержит желаемые данные.

То же самое относится к операциям пакетного чтения. Например, чтобы прочитать значения акселерометра в режиме SPI, пользователь должен прочитать 7 байтов, начиная с адреса 0x12 (данные ACC). Из этих байтов пользователь должен отбросить первый байт и найти информацию об ускорении в байтах # 2 - # 7 (соответствующих содержимому адресов 0x12 - 0x17).

В **биты данных** используются следующим образом:

Бит # 0: бит чтения / записи. Когда 0, SDI данных записывается в микросхему. Когда 1, данные SDOчитываются с микросхемы.

Бит # 1-7: адрес AD (6: 0).

Бит № 8-15:

о В режиме записи это SDI данных, которые будут записаны в адрес.

о В режиме чтения эти биты содержат непредсказуемые значения, и у пользователя есть прочитать бит # 16-23, чтобы получить фактические данные из адреса чтения.

6.2 Межинтегральная схема (I²C)

Шина I²C использует сигнальные линии SCL (= вывод SCx, последовательные часы) и SDA (= вывод SDx, ввод и вывод последовательных данных). Обе линии подключены к VDDIO внешне через подтягивающие резисторы, так что они подтягиваются высоко, когда шина свободна.

Интерфейс I²C BMI090L совместим со спецификацией I²C UM10204 Rev.03 (19 июня 2007), доступно на <http://www.nxp.com>. BMI090L поддерживает только стандартный режим I²C и быстрый режим. Поддерживается 7-битный адресный режим.

В адреса I²C по умолчанию находятся:

Акселерометр:

Вывод SDO1 выведен на 'GND': 0011000b (0x18)

Вывод SDO1 подтянут к 'VDDIO': 0011001b (0x19)

Гироскоп:

Вывод SDO2 выведен на 'GND': 1101000b (0x68)

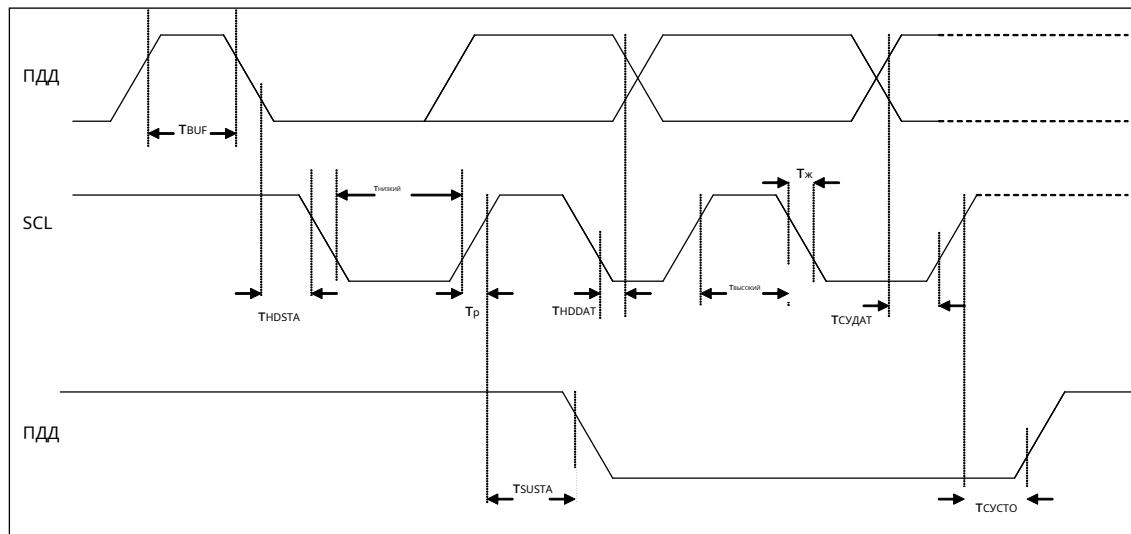
Вывод SDO2 вытянут к 'VDDIO': 1101001b (0x69)

Спецификация синхронизации для I²C BMI090L приведена в таблице 13:

Таблица 13: Тайминги I²C

Параметр	Условное обозначение	Мин.	Максимум	Единицы
Тактовая частота	JSCL		400	кГц
Низкий период SCL	тнизкий	1.3		
SCL High Period	твысокий	0,6		
Время установки SDA	TCUDAT	0,1		
Время удержания SDA	THDDAT	0,0		
Время настройки для повторяющихся условий запуска	TSUSTA	0,6		
Время удержания для условия запуска	THDSTA	0,6		
Время установки для условия останова	TCUSTO	0,6		
Время до начала новой передачи	TBUF	1.3		
Время простоя между доступами на запись, нормальный режим	TIDLE_wacc_n_m	2		MКС
Время простоя между доступами на запись, режим ожидания	TIDLE_wacc_sum	1000		MКС

На рисунке 3 показано определение таймингов I²C, приведенное в таблице 13:

Рисунок 3: Временная диаграмма I²C

Протокол I²C работает следующим образом:

НАЧНИТЕ: Передача данных по шине начинается с перехода с высокого уровня на низкий на линии SDA, в то время как SCL поддерживается на высоком уровне (условие запуска (S) указывается мастером шины I²C). Как только мастер передает сигнал START, шина считается занятой.

ОСТАНЯВЛИВАТЬСЯ: Каждая передача данных должна завершаться сигналом остановки (P), сгенерированным мастером. Состояние STOP - это переход от низкого уровня к высокому на линии SDA, в то время как SCL поддерживается на высоком уровне.

АСК: Каждый байт переданных данных должен быть подтвержден. На это указывает бит подтверждения, отправленный получателем. Передатчик должен освободить линию SDA (без понижения) во время импульса подтверждения, в то время как приемник должен затем переключить линию SDA на низкий уровень, чтобы он оставался стабильно низким в течение периода высокого периода тактового цикла подтверждения.

На следующих схемах используются эти сокращения:

S	Начинать
П	Стоп
ACKS	Подтверждение рабом
ACKM	Подтверждение мастером
HAKM	Не подтверждено мастером
RW	Чтение / Запись

ПУСК, за которым сразу следует СТОП (без переключения SCL с «VDDIO» на «GND»), не поддерживается. Если такая комбинация возникает, устройство не распознает СТОП.

Доступ для записи I²C:

Доступ на запись I²C может использоваться для записи байта данных в одной последовательности.

Последовательность начинается с условия запуска, сгенерированного ведущим устройством, за которым следуют 7-битный адрес ведомого устройства и бит записи (RW = 0). Подчиненное устройство отправляет бит подтверждения (ACK = 0) и освобождает шину. Затем мастер отправляет однобайтовый адрес регистра. Подчиненное устройство снова подтверждает передачу и ожидает 8 бит данных, которые должны быть записаны в указанный адрес регистра. После того, как ведомое устройство подтверждает байт данных, ведущее устройство генерирует сигнал остановки и завершает протокол записи.

Пример доступа I²C для записи в акселерометр, запись 0xA8 в адрес 0x40 (т. Е. Установка функции непрерывного фильтра, усреднение до 4 выборок, ODR до 100 Гц):

Начнать	Адрес ведомого (0x18)		RW	ACKS	Аурачок	Зарегистрируйте адрес (0x40)								ACKS	Данные (0xA8)								ACKS	Стоп
S	0	0	1	1	0	0	0	0	A	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	п

Рисунок 4: Запись I²C**Доступ для чтения I²C:**

Доступ для чтения I²C также может использоваться для чтения одного или нескольких байтов данных в одной последовательности.

Последовательность чтения состоит из однобайтовой фазы записи I²C, за которой следует фаза чтения I²C. Две части передачи должны быть разделены условием повторного запуска (Sr). Фаза записи I²C обращается к ведомому устройству и отправляет адрес регистра для чтения. После того, как ведомое устройство подтверждает передачу, ведущее устройство генерирует условие запуска и отправляет адрес ведомого вместе с битом чтения (RW = 1). Затем мастер освобождает шину и ждет, пока байты данных будут считаны из подчиненного устройства. После каждого байта данных мастер должен генерировать бит подтверждения (ACK = 0), чтобы разрешить дальнейшую передачу данных. NACKM (ACK = 1) от ведущего останавливает передачу данных от ведомого. Подчиненное устройство освобождает шину, так что ведущее устройство может сгенерировать состояние STOP и прекратить передачу. Адрес регистра автоматически увеличивается, и, следовательно, можно последовательно считывать более одного байта. Как только начинается новая передача чтения данных, начальный адрес будет установлен на адрес регистра, указанный в последней команде записи I²C. По умолчанию начальный адрес установлен на 0x00. Таким образом, возможны повторяющиеся многобайтовые чтения с одного и того же начального адреса.

Пример доступа I²C для чтения к акселерометру, чтение всех 6 байтов, содержащих данные ускорения (0x12-0x17):

Начнать	Адрес ведомого (0x18)		RW	ACKS	Аурачок	Зарегистрируйте адрес (0x12)								ACKS										
S	0	0	1	1	0	0	0	0	A	Икс	0	0	1	0	0	1	0	A						
Sr	0	0	1	1	0	0	0	1	A	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	А	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	А..
...	A	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	А	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	А..	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	А..
...	A	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	А	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	А..	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	Икс	НАР

Рис. 5. Множественное чтение I²C

7. Распиновка и схема подключения

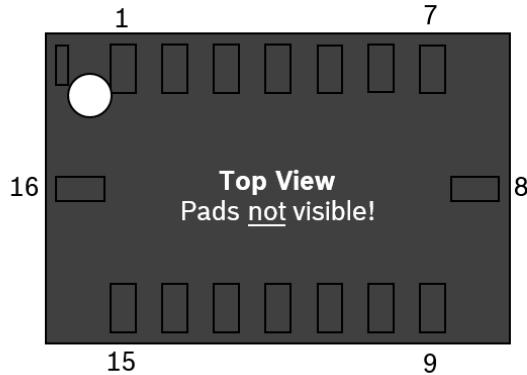


Рисунок 6: Расположение выводов сверху

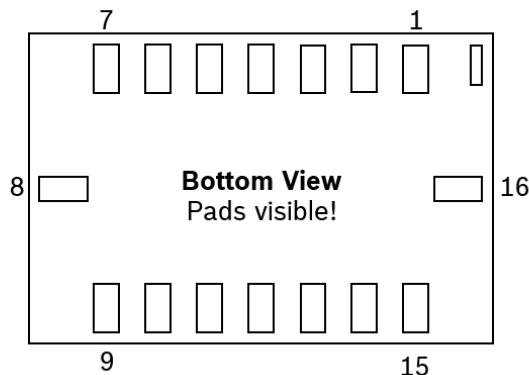


Рисунок 7: Схема расположения выводов снизу

7.1 Распиновка

Таблица 14: Описание контакта 1

Штырь#	Имя	Тип ввода / вывода	Описание	Режим SPI	я2Cmode
1 *	INT2	Цифровой ввод / вывод	Контакт прерывания 2 (Accel Int # 2)	INT2	INT2
2	NC	--	--	GND	GND
3	VDD	Поставка	Аналоговый и цифровой источник питания домен (2,4 - 3,6 В) Земля	VDD	VDD
4	GNDA	Земля	для аналогового домена	GND	GND
5	CSB2	Цифровой в	SPI Chip select Gyro	CSB2	DNC (с плавающей запятой)
6	<u>GNDIO</u>	Земля	Земля для ввода / вывода	GND	GND
7	PS	Цифровой в	Гироскоп выбора протокола (GND = SPI, VDDIO = I ² C)	GND	VDDIO
8	SCL / SCK	Цифровой в	SPI: последовательные часы SCK I ² C: последовательные часы SCL I ² C: SDA ввод /	SCK	SCL
9	ПДД / SDI	Цифровой ввод / вывод	вывод последовательных данных SPI 4W: последовательные данные SDI I SPI 3W: последовательные данные SDA ввод / вывод SPI	SDI	ПДД
10	SDO2	Цифровой выход	последовательные данные вывод Выбор адреса гироскопа в режиме I ² C СМ. главу 9.2	SDO2	GND для адреса по умолчанию.
11	VDDIO	Поставка	Напряжение питания цифровых входов / выходов (1,2... 3,6 В)	VDDIO	VDDIO
12 *	INT3	Цифровой ввод / вывод	Контакт прерывания 3 (вход гироскопа # 1)	INT3	INT3
13 *	INT4	Цифровой ввод / вывод	Контакт прерывания 4 (вход гироскопа # 2)	INT4	INT4
14	CSB1	Цифровой в	SPI Chip выберите Accel	CSB1	VDDIO или DNC (плавать)
15	SDO1	Цифровой выход	SPI Последовательный выход данных Accel Address выберите в I ² Cmode СМ. главу 9.2	SDO1	GND для адреса по умолчанию.
16 *	INT1	Цифровой ввод / вывод	Контакт прерывания 1 (Accel Int # 1)	INT1	INT1

* Если INT не используются, сделайте нет подключите их (DNC)!

7.2 Схема подключения SPI

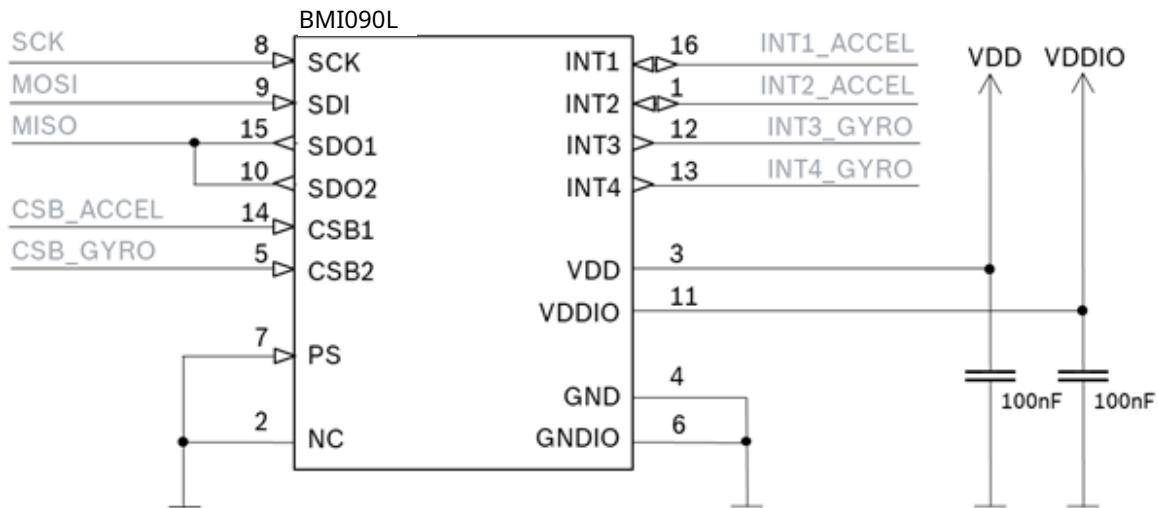


Рисунок 8: Подключение SPI

7.3 Схема подключения I₂C

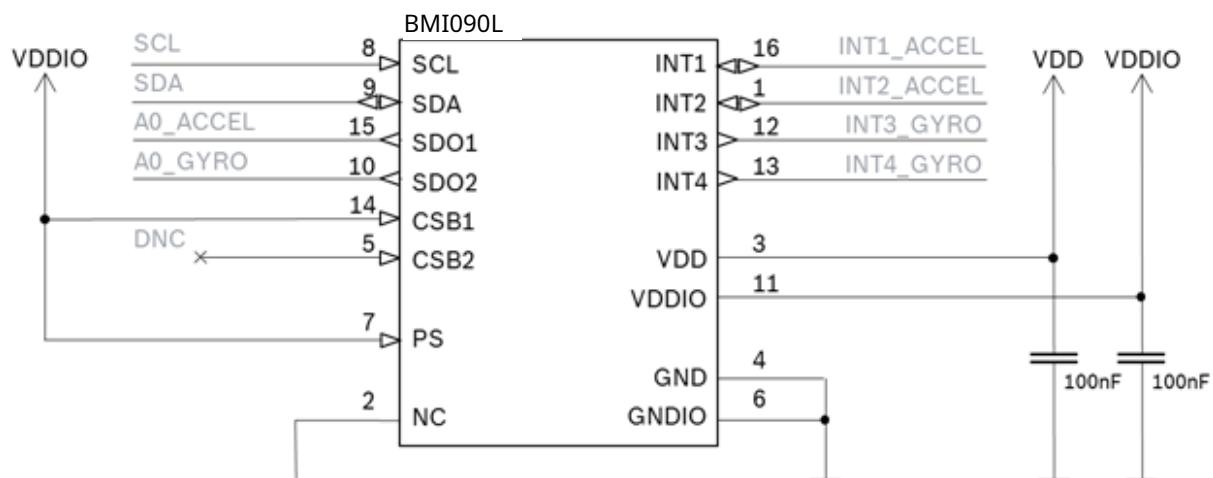


Рисунок 9: I₂C соединение

8. Пакет

8.1 Габаритные размеры

Корпус датчика представляет собой стандартный корпус LGA. Его размеры следующие.
Единица - мм. Примечание. Если не указано иное, допуск = десятичный $\pm 0,05$.

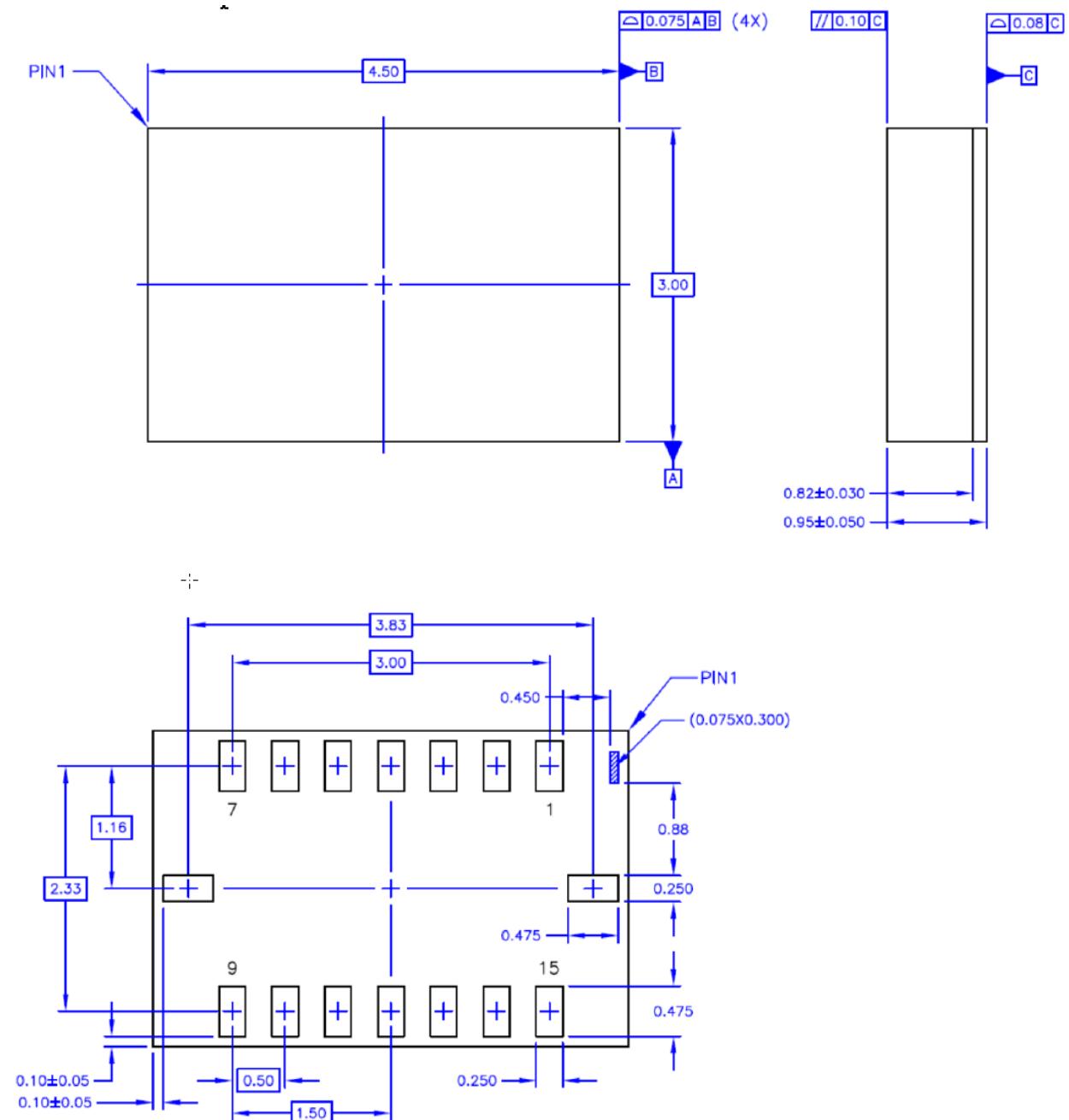


Рисунок 10: Размеры упаковки

8.2 Схема посадки

Для проектирования схем посадки мы рекомендуем следующие размеры:

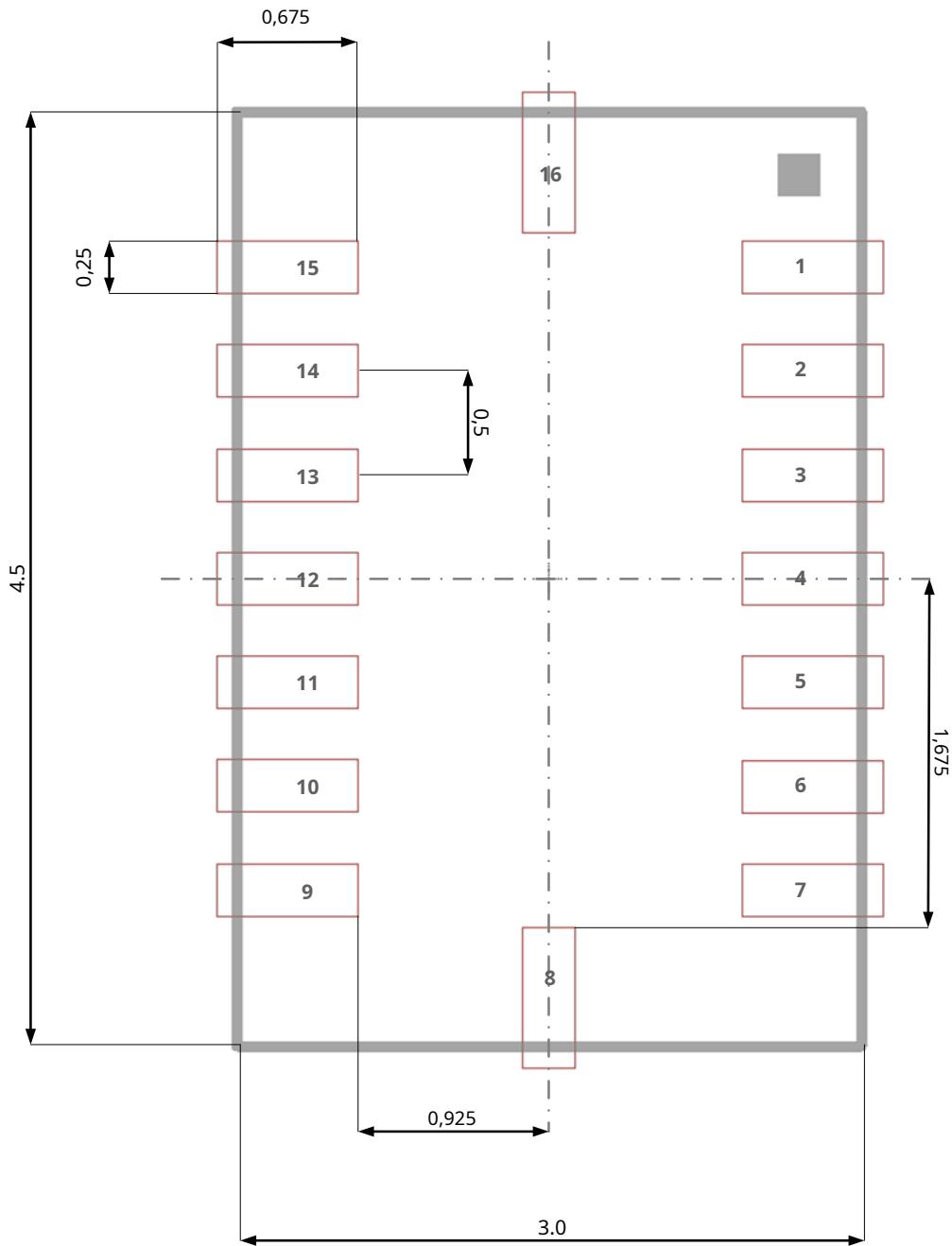


Рисунок 11: Рекомендации по схеме посадки

Следует принять те же допуски, что и для габаритных размеров в 8.1. Настоятельно рекомендуется наличие в верхнем слое печатной платы зоны, запрещенной для проводки, под датчиком (например, без переходных отверстий, проводов или другого металла). конструкции).

8.3 Ориентация осей датчиков

Если датчик ускоряется и / или вращается в указанных направлениях, соответствующие каналы устройства будут передавать положительный сигнал ускорения и / или скорости рыскания (динамическое ускорение). Если датчик находится в состоянии покоя без какого-либо вращения и сила тяжести действует вопреки указанным направлениям, выходной сигнал соответствующего канала ускорения будет положительным, а соответствующий канал гироскопа будет «нулевым» (статическое ускорение).

Пример: если датчик находится в состоянии покоя или равномерно движется в поле силы тяжести в соответствии с рисунком, приведенным ниже, **выходные сигналы:**

- 0 грамм для канала X ACC 0 ° / сек для $\Omega_{\text{Икс}}$ Канал GYR 0
- 1 грамм для канала Y ACC а также 0 ° / сек для Ω_y Канал GYR 0 ° / сек для Ω_y канала
- +1 грамм для канала Z ACC а также 0 ° / сек для Ω_z GYR канала

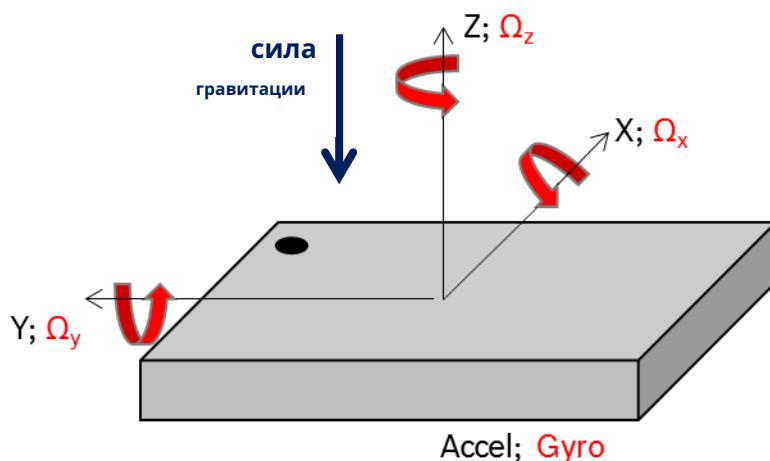


Рисунок 12: Ориентация оси восприятия

В следующей таблице перечислены все соответствующие выходные сигналы по осям X, Y, Z, когда датчик находится в состоянии покоя или при равномерном движении в поле силы тяжести при предположении вектора силы тяжести сверху вниз, как показано выше. Гироскоп сигнализирует $\Omega_{\text{Икс}}$, Ω_y , Ω_z показать выход 0 dps в этих статических условиях.

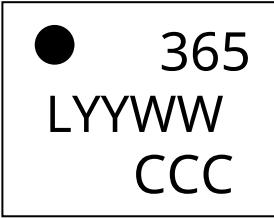
Таблица 15: Выходные сигналы в зависимости от ориентации устройства

Ориентация датчика (вектор гравитации)↓						
Выходной сигнал X	0грамм	+1грамм	0грамм	-1грамм	0грамм	0грамм
Выходной сигнал Y	-1грамм	0грамм	+1грамм	0грамм	0грамм	0грамм
Выходной сигнал Z	0грамм	0грамм	0грамм	0грамм	+1грамм	-1грамм

8.4 Маркировка

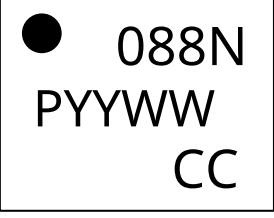
8.4.1 Образцы для массового производства

Таблица 16: Маркировка деталей массового производства

Маркировка	Имя	Условное обозначение	Замечание
	Номер продукта	365	3 цифры, фиксированные для идентификации Тип продукта
	ID суб-коносамента	L	1 буквенно-цифровая цифра, переменная для идентификации субконференции
	Код даты	YYWW	4 цифры, фиксированные для обозначения YY = «год». WW = «рабочая неделя»
	Счетчик лотов	CCC	3 буквенно-цифровых цифры, переменная для генерации трассировочного кода массового производства
	Идентификатор контакта 1	●	- -

8.4.2 Инженерные образцы

Таблица 17: Маркировка инженерных образцов

Маркировка	Имя	условное обозначение	Замечание
	Англ. ID образца	N	1 буквенно-цифровая цифра, фиксированная для обозначения инженерного образца, N = «+», «е» или «Е»
	ID образца	PYYWW	П: сборочный цех YYWW: год (последние 2 цифры) / рабочая неделя
	Идентификатор счетчика	CC	C-образцы; большое число (например, C5: C-образцы, 5 th много)
	Идентификатор контакта 1	●	- -

8.5 Руководство по разводке и пайке печатной платы

Следующие общие **правила верстки** рекомендуются

Ширина контактной площадки печатной платы = ширина паяного вывода LGA

Длина контакта на печатной плате = длина паяльного штыря LGA + 0,1 мм с каждой стороны

Ширина отверстия паяльной маски = ширина контактной площадки печатной платы + 0,05 мм с каждой стороны

Длина отверстия паяльной маски = длина контактной площадки печатной платы + 0,05 мм с каждой стороны

Рекомендация о **дизайн трафарета и нанесение паяльной пасты**

Рекомендуется, чтобы отверстия трафаретной маски для сигнальных площадок составляли 70%.

и 90% площади контактной площадки печатной платы.

Точное совмещение трафарета и печатной платы (в пределах 0,025 мм) возможно.
рекомендуемые.

Для трафаретной печати рекомендуется толщина трафарета 80 - 150 мкм.

В уровень чувствительности к влаге (MSL) датчиков BMI090L соответствует уровню 1 JEDEC. См. также:

IPC / JEDEC J-STD-020E «Совместный отраслевой стандарт: классификация чувствительности к влаге / оплавлению.

для негерметичных твердотельных устройств поверхностного монтажа»

IPC / JEDEC J-STD-033D «Единый отраслевой стандарт: обращение, упаковка, транспортировка и использование устройств для поверхностного монтажа, чувствительных к влаге / оплавлению»

Датчик соответствует требованиям к бессвинцовой пайке вышеупомянутого стандарта IPC / JEDEC, т.е. пайка оплавлением с максимальной температурой до 260 °C.

Дополнительные сведения см. В документе «Инструкции по обращению, пайке и установке», доступном по адресу https://www.bosch-sensortec.com/bst/support_tools/downloads/overview_downloads.

8.6 Инструкции по обращению

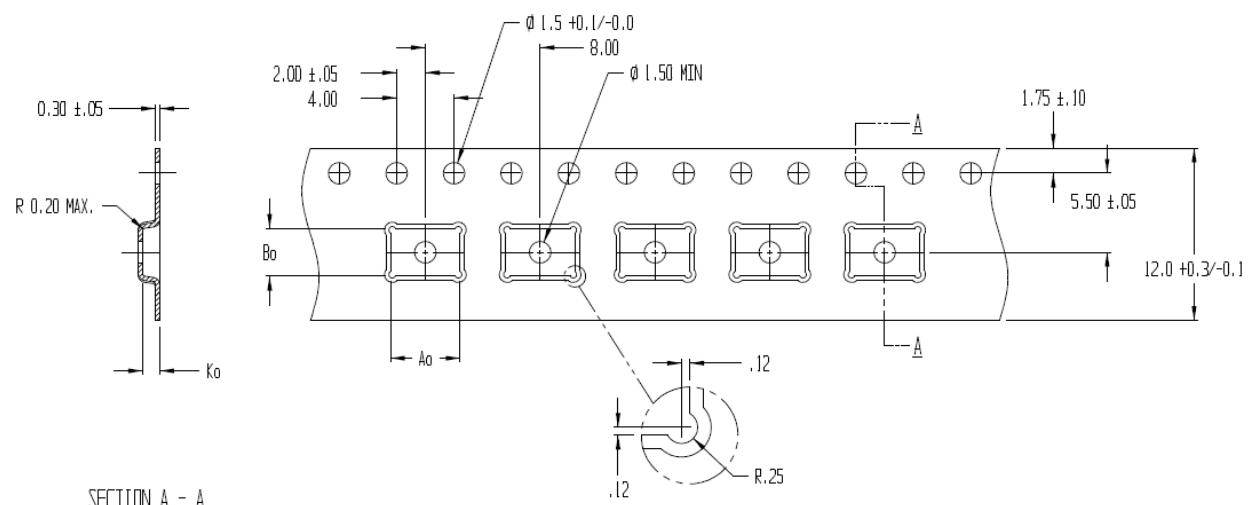
Микромеханические датчики предназначены для определения ускорения с высокой точностью даже при малых амплитудах и содержат высокочувствительные структуры внутри чувствительного элемента. Датчик MEMS выдерживает механические удары до нескольких тысяч граммс. Однако эти пределы могут быть превышены в условиях экстремальных ударных нагрузок, таких как, например, удар молотком по датчику или рядом с ним, падение датчика на твердые поверхности и т. д.

Рекомендуем избегать грамм-сила, превышающая указанные пределы, во время транспортировки, обращения и монтажа датчиков в рамках определенного и квалифицированного процесса установки.

Это устройство имеет встроенную защиту от сильных электростатических разрядов или электрических полей (например, 2 кВ HBM); однако следует соблюдать антistатические меры предосторожности, как и в отношении любого другого компонента CMOS. Если не указано иное, правильная работа возможна только тогда, когда все напряжения на клеммах находятся в пределах диапазона напряжения питания. Неиспользуемые входы всегда должны быть привязаны к определенному логическому уровню напряжения.

8.7 Спецификация ленты и катушки

BMI090L поставляется в стандартной картонной коробке. Размер коробки для каждой катушки составляет $\Delta \times \text{Ш} \times \text{В} = 35\text{cm} \times 35\text{cm} \times 5\text{cm}$. Каждая катушка содержит 2500 штук BMI090L.

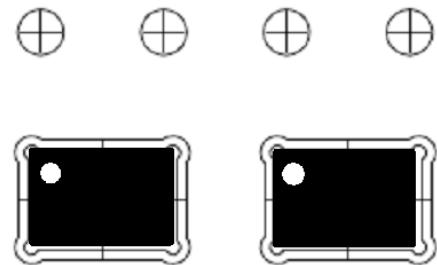


$$A_0 = 4,85; B_0 = 3,35; K_0 = 1,20$$

Размеры ленты и рулона в мм

8.7.1 Ориентация внутри барабана

→ Processing direction →



Ориентация приборов BMI090L относительно ленты

8.8 Экологическая безопасность

Датчик BMI090L соответствует требованиям директивы ЕС по ограничению использования опасных веществ (RoHS):

RoHS - Директива 2011/65 / EU и поправки к ней, включая поправку 2015/863 / EU об ограничении использования определенных опасных веществ в электрическом и электронном оборудовании.

8.8.1 Содержание галогенов

BMI090L не содержит галогенов. Для получения более подробной информации о результатах анализа свяжитесь с вашим представителем Bosch. Представитель Sensortec.

9. Правовая оговорка

9.1 Инженерные образцы

Технические образцы отмечены звездочкой (*), (E) или (e). Образцы могут отличаться от действующих технических характеристик серии продуктов, содержащихся в этом техническом паспорте. Поэтому они не предназначены и не подходят для перепродажи третьим лицам или для использования в конечных продуктах. Их единственная цель - внутреннее клиентское тестирование. Тестирование инженерного образца никоим образом не может заменить тестирование серии продуктов. Bosch Sensortec не несет ответственности за использование инженерных образцов. Покупатель освобождает Bosch Sensortec от всех претензий, связанных с использованием инженерных образцов.

9.2 Использование продукта

Продукция Bosch Sensortec разработана для легкой промышленности. Их можно использовать только в пределах параметров, указанных в данном паспорте продукта. Они не подходят для использования в системах жизнеобеспечения и безопасности. Критически важные для безопасности системы - это системы, неисправность которых может привести к телесным повреждениям, смерти или серьезному материальному ущербу. Кроме того, они не должны использоваться прямо или косвенно в военных целях (включая, помимо прочего, распространение ядерного, химического или биологического оружия или разработку ракетных технологий), ядерную энергетику, глубоководные или космические применения (включая, но не ограничиваясь, спутниковые технологии).

Продукты Bosch Sensortec выпускаются на основе юридических и нормативных требований, относящихся к продукту Bosch Sensortec для использования на следующих географических целевых рынках: BE, BG, DK, DE, EE, FI, FR, GR, IE, IT, HR, LV, LT, LU, MT, NL, AT, PL, PT, RO, SE, SK, SI, ES, CZ, HU, CY, US, CN, JP, KR, TW. Если вам нужна дополнительная информация или у вас есть дополнительные требования, обратитесь к местному торговому представителю.

Покупатель несет ответственность за перепродажу и / или использование продуктов Bosch Sensortec. Покупатель несет полную ответственность за проверку пригодности для использования по назначению. Покупатель должен освободить Bosch Sensortec от всех претензий третьих лиц, возникающих в связи с использованием продукта, не предусмотренным параметрами данного описания продукта или не одобреным Bosch Sensortec, и возместить Bosch Sensortec все расходы в связи с такими претензиями.

Покупатель принимает на себя ответственность следить за рынком приобретенных продуктов, особенно в отношении безопасности продуктов, и незамедлительно информировать Bosch Sensortec обо всех критических с точки зрения безопасности инцидентах.

9.3 Примеры применения и советы

В отношении любых примеров или подсказок, приведенных в настоящем документе, любых типичных значений, указанных в настоящем документе, и / или любой информации, касающейся применения устройства, Bosch Sensortec настоящим отказывается от каких-либо гарантий и обязательств любого рода, включая, помимо прочего, гарантии ненарушения прав права интеллектуальной собственности или авторские права третьих лиц. Информация, представленная в этом документе, ни в коем случае не может рассматриваться как гарантия условий или характеристик. Они предназначены только для иллюстративных целей и не предназначены для оценки нарушения прав интеллектуальной собственности, авторских прав или относительно функциональности, производительности или ошибки.

10. История и изменения документа.

Ред. №	Глава	Описание модификации / изменений	Дата
1.0	-	Первый выпуск	Апр-2020
1.1	4.10	Обновлено описание интегрированного набора функций	Сен-2020
2.0	9	Обновление заявления об отказе от ответственности	Ноя-2020
2.1	4.10.1	Включен набор функций переназначения осей	Март-2021
	5.3	Обновленная карта регистров акселерометра	
	5.3.1	Идентификатор чипа ACC обновлен	
	Все	Обновлено в соответствии с последним шаблоном	

:Отказ от ответственности за долголетие

Bosch Sensortec стремится поддерживать поставку продуктов с длительным сроком службы в течение 10 лет (с даты SOD / выпуска продукта), включая период уведомления. В течение этого периода, в случае значительного сокращения объема или производственных изменений, Bosch Sensortec может принять решение

- (i) заменить продукт другим (сопоставимым) продуктом и /
ИЛИ
(ii) изменить технологию, производственные мощности и / или процесс

О любых изменениях клиенты будут уведомлены, используя стандартную политику изменения продуктов / процессов (PCN) Bosch Sensortec.

Bosch Sensortec GmbH

Gerhard-Kindler-Straße 9 72770

Ройтлинген / Германия

contact@bosch-sensortec.com

www.bosch-sensortec.com

Мы оставляем за собой право на внесение изменений

Технические характеристики могут быть изменены без
предварительного уведомления Номер документа: BST-
BMI090L-DS000-03 Revision_2.1_032021