

Самое экономичное в мире 9-осевое MEMS-устройство MotionTracking™

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

ICM-20948 — это самое экономичное в мире 9-осевое устройство отслеживания движения, которое идеально подходит для смартфонов, планшетов, носимых устройств и приложений Интернета вещей.

- 3-осевой гироскоп, 3-осевой акселерометр, 3-осевой компас и цифровой процессор движения™ (DMPTM) в корпусе 3 мм x 3 мм x 1 мм (24-контактный QFN) • DMP разгружает вычисление алгоритмов обработки движения от главного процессора, повышая производительность системы
- Программные драйверы полностью соответствуют требованиям Google последняя версия Android
- Поддержка EIS FSYNC

ICM-20948 поддерживает вспомогательный интерфейс I2C для внешних датчиков, 16-битные АЦП на кристалле, программируемые цифровые фильтры, встроенный датчик температуры и программируемые прерывания. Устройство имеет рабочий диапазон напряжения до 1,71 В. Порты связи включают I²C и высокий

2°C и высокий

скорость SPI на 7 МГц.

Примечание: диапазон VDDIO ICM-20948 составляет от 1,71 В до 1,95 В, что отличается от диапазона 9-осевого устройства MPU-9250.

ПРИЛОЖЕНИЯ

- Смартфоны и планшеты
- Носимые датчики
- Приложения Интернета вещей

ФУНКЦИИ

- 9-осевое устройство с самой низкой мощностью 2,5 мВт
- 3-осевой гироскоп с программируемым FSR ±250 дпс, ±500 дпс, ±1000 дпс и ±2000 дпс
- 3-осевой акселерометр с программируемым FSR ±2g, ±4g, ±8g и ±16g
- 3-осевой компас с широким диапазоном до ±4900 мкТл
- Встроенный цифровой процессор движения (DMP)
- Поддержка Android
- Дополнительный интерфейс I2C для внешних датчиков
- Встроенные 16-битные АЦП и программируемые фильтры
- 7 МГц SPI или 400 кГц Fast Mode I²C
- Датчик температуры с цифровым выходом
- Рабочий диапазон VDD от 1,71 В до 3,6 В
- Структура MEMS герметично запечатана и скреплена
- уровень пластины
- Соответствует RoHS и Green

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

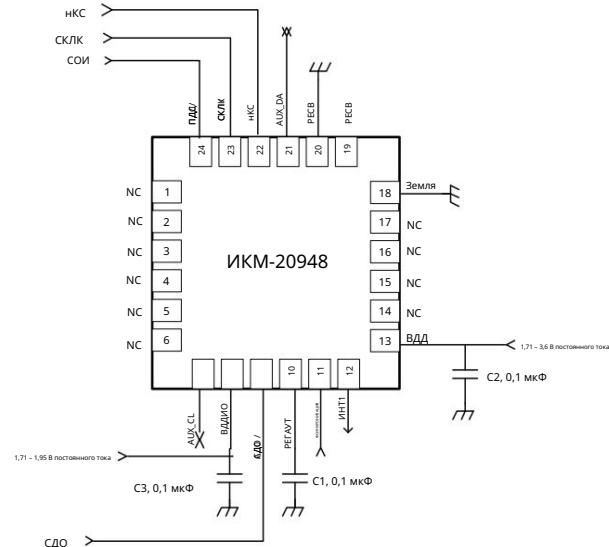
ЧАСТЬ	ПАКЕТ ДИАПАЗОНА ТЕМПЕРАТУР
ИКМ-20948†	от 40°C до +85°C 24-контактный QFN-разъем

†Обозначает соответствие RoHS и экологически чистым нормам.

БЛОК-СХЕМА



ТИПИЧНАЯ РАБОЧАЯ СХЕМА



ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ.....	1
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА	1
БЛОК -СХЕМА.....	1
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	1
ОСОБЕННОСТИ	1
ТИПОВАЯ РАБОЧАЯ СХЕМА	1
 1 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ.....	9
1.1 ЦЕЛЬ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	9
1.2 ОБЗОР ПРОДУКТА	9
1.3 ПРИЛОЖЕНИЯ.....	9
 2 ОСОБЕННОСТИ	10
2.1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИРОСКОПА	10
2.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ АКСЕЛЕРОМЕТРА	10
2.3 ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТОМЕТРА	10
2.4 ВОЗМОЖНОСТИ DMP	10
2.5 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	10
 3 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	11
3.1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИРОСКОПА	11
3.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ АКСЕЛЕРОМЕТРА	12
3.3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТОМЕТРА	13
3.4 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	13
Электрические характеристики постоянного тока	13
Электрические характеристики переменного тока	14
Другие электрические характеристики.....	15
3.5 ХАРАКТЕРИСТИКА ВРЕМЕНИ С	16
3.6 ХАРАКТЕРИСТИКА ВРЕМЕНИ SPI	17
3.7 АБСОЛЮТНЫЕ МАКСИМАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ	18
 4 ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЯВКАХ.....	19
4.1 СХЕМА ВЫВОДОВ И ОПИСАНИЕ СИГНАЛОВ	19
4.2 ТИПОВАЯ СХЕМА РАБОТЫ	20
4.3 СПЕЦИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВНЕШНИХ КОМПОНЕНТОВ	20
4.4 МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ОТКРЫТЫМИ МАТРИЦАМИ	20
4.5 БЛОК -СХЕМА.....	21
4.6 ОБЗОР	21
4.7 ТРЕХОСЕВОЙ MEMS - ГИРОСКОП С 16-БИТНЫМ АЦП И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ СИГНАЛА	22
4.8 ТРЕХОСЕВОЙ MEMS - АКСЕЛЕРОМЕТР С 16-БИТНЫМ АЦП И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ СИГНАЛА	22
4.9 ТРЕХОСЕВОЙ МЭМС - МАГНИТОМЕТР С 16-БИТНЫМ АЦП И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ СИГНАЛА	22
4.10 ЦИФРОВОЙ ПРОЦЕССОР ДВИЖЕНИЯ	22
4.11 НАЧАЛЬНАЯ ШКОЛА ¹ ИНТЕРФЕЙСЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ С И SPI	22
Решение ICM-20948 с использованием интерфейса I2 C	22
Решение ICM-20948 с использованием интерфейса SPI	23
4.12 вспомогательный ^{1,2} ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС С	24
4.13 САМОПРОВЕРКА	24
4.14 СИНХРОНИЗАЦИЯ	25
4.15 РЕГИСТРЫ ДАННЫХ ДАТЧИКОВ	25

4.16 ФИФО.....	25
4.17 FSYNC.....	25
4.18 ПРЕРЫВАНИЯ.....	25
4.19 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ.....	26
4.20 СМЕЩЕНИЕ И LDOS	26
4.21 ЗАРЯДНЫЙ НАСОС.....	26
4.22 РЕЖИМЫ ПИТАНИЯ	26
5 ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ПРЕРЫВАНИЯ.....	27
6 ЦИФРОВОЙ ИНТЕРФЕЙС.....	28
6.1 .^2ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ С И SPI	28
6.2 .^2ИНТЕРФЕЙС С	28
6.3 .^2ПРОТОКОЛ СВЯЗИ С	28
6.4 .^2С ТЕРМИНЫ	30
6.5 ИНТЕРФЕЙС SPI	31
7 КАРТА РЕГИСТРА ДЛЯ ГИРОСКОПА И АКСЕЛЕРОМЕТРА	32
7.1 БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 0 РЕГИСТР КАРТА	32
7.2 БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ 1 КАРТА РЕГИСТРА	33
7.3 КАРТА РЕГИСТРА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ БАНК 2	34
7.4 БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ 3 КАРТА РЕГИСТРА	34
8 ОПИСАНИЕ РЕГИСТРА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ БАНК 0.....	36
8.1 KTO_AM_Я.....	36
8.2 USER_CTRL.....	36
8.3 LP_CONFIG.....	37
8.4 PWR_MGMT_1	37
8.5 PWR_MGMT_2	38
8.6 INT_PIN_CFG	38
8.7 INT_ENABLE	39
8.8 INT_ENABLE_1.....	39
8.9 INT_ENABLE_2.....	39
8.10 INT_ENABLE_3.....	40
8.11 I2C_MST_STATUS	40
8.12 INT_STATUS.....	40
8.13 INT_STATUS_1	41
8.14 INT_STATUS_2	41
8.15 INT_STATUS_3	41
8.16 DELAY_TIMEH.....	41
8.17 DELAY_TIMEL.....	42
8.18 ACCEL_XOUT_H	42
8.19 ACCEL_XOUT_L	42
8.20 ACCEL_YOUT_H	42
8.21 ACCEL_YOUT_L	43
8.22 ACCEL_ZOUT_H	43
8.23 ACCEL_ZOUT_L	43
8.24 GYRO_XOUT_H	43
8.25 GYRO_XOUT_L	44
8.26 GYRO_YOUT_H	44
8.27 GYRO_YOUT_L	44
8.28 GYRO_ZOUT_H	44

8.29 GYRO_ZOUT_L	45 8.30
TEMP_OUT_H	45 8.31
TEMP_OUT_L	45 8.32
EXT_SLV_SENS_DATA_00	45 8.33
EXT_SLV_SENS_DATA_01	46 8.34
EXT_SLV_SENS_DATA_02	46 8.35
EXT_SLV_SENS_DATA_03	46 8.36
EXT_SLV_SENS_DATA_04	46 8.37
EXT_SLV_SENS_DATA_05	47 8.38
EXT_SLV_SENS_DATA_06	47 8.39
EXT_SLV_SENS_DATA_07	47 8.40
EXT_SLV_SENS_DATA_08	47 8.41
EXT_SLV_SENS_DATA_09	48 8.42
EXT_SLV_SENS_DATA_10	48 8.43
EXT_SLV_SENS_DATA_11	48 8.44
EXT_SLV_SENS_DATA_12	48 8.45
EXT_SLV_SENS_DATA_13	49 8.46
EXT_SLV_SENS_DATA_14	49 8.47
EXT_SLV_SENS_DATA_15	49 8.48
EXT_SLV_SENS_DATA_16	49 8.49
EXT_SLV_SENS_DATA_17	50 8.50
EXT_SLV_SENS_DATA_18	50 8.51
EXT_SLV_SENS_DATA_19	50 8.52
EXT_SLV_SENS_DATA_20	50 8.53
EXT_SLV_SENS_DATA_21	51 8.54
EXT_SLV_SENS_DATA_22	51 8.55
EXT_SLV_SENS_DATA_23	51 8.56
FIFO_EN_1	52 8.57
FIFO_EN_2	52 8.58
FIFO_RST	53 8.59
FIFO_MODE	53 8.60
FIFO_COUNTH	53 8.61
FIFO_COUNTL	53 8.62
FIFO_R_W	54 8.63
DATA_RDY_STATUS	54 8.64
FIFO_CFG	54 8.65
REG_BANK_SEL	54
9 ОПИСАНИЕ РЕГИСТРА USR BANK 1	55
9.1 SELF_TEST_X_GYRO	55
9.2 SELF_TEST_Y_GYRO	55 9.3
SELF_TEST_Z_GYRO	55 9.4
SELF_TEST_X_ACCEL	55 9.5
SELF_TEST_Y_ACCEL	56 9.6
SELF_TEST_Z_ACCEL	56 9.7
XA_OFFS_H	56 9.8
XA_OFFS_L	56 9.9
YA_OFFS_H	56 9.10
YA_OFFS_L	57 9.11
ZA_OFFS_H	57 9.12
ZA_OFFS_L	57

9.13 TIMEBASE_CORRECTION_PLL	57
9.14 REG_BANK_SEL	58
10 USR BANK 2 РЕГИСТР КАРТА	59
10.1 GYRO_SMPLRT_DIV	59
10.2 GYRO_CONFIG_1	59
10.3 GYRO_CONFIG_2	60
10.4 XG_OFFSET_USRH	61
10.5 XG_OFFSET_USRL	62
10.6 YG_OFFSET_USRH	62
10.7 YG_OFFSET_USRL	62
10.8 ZG_OFFSET_USRH	62
10.9 ZG_OFFSET_USRL	62
10.10 ODR_ALIGN_EN	63
10.11 ACCEL_SMPLRT_DIV_1	63
10.12 ACCEL_SMPLRT_DIV_2	63
10.13 ACCEL_INTEL_CTRL	63
10.14 ACCEL_WOM_THR	64
10.15 ACCEL_CONFIG	64
10.16 ACCEL_CONFIG_2	65
10.17 FSYNC_CONFIG	66
10.18 TEMP_CONFIG	67
10.19 MOD_CTRL_USR	67
10.20 REG_BANK_SEL	67
11 USR BANK 3 РЕГИСТР КАРТА	68
11.1 I2C_MST_ODR_CONFIG	68
11.2 I2C_MST_CTRL	68
11.3 I2C_MST_DELAY_CTRL	69
11.4 I2C_SLV0_ADDR	69
11.5 I2C_SLV0_REG	69
11.6 I2C_SLV0_CTRL	70
11.7 I2C_SLV0_DO	70
11.8 I2C_SLV1_ADDR	70
11.9 I2C_SLV1_REG	71
11.10 I2C_SLV1_CTRL	71
11.11 I2C_SLV1_DO	72
11.12 I2C_SLV2_ADDR	72
11.13 I2C_SLV2_REG	72
11.14 I2C_SLV2_CTRL	73
11.15 I2C_SLV2_DO	73
11.16 I2C_SLV3_ADDR	73
11.17 I2C_SLV3_REG	74
11.18 I2C_SLV3_CTRL	74
11.19 I2C_SLV3_DO	74
11.20 I2C_SLV4_ADDR	75
11.21 I2C_SLV4_REG	75
11.22 I2C_SLV4_CTRL	75
11.23 I2C_SLV4_DO	75
11.24 I2C_SLV4_DI	76
11.25 REG_BANK_SEL	76

12	РЕГИСТРАЦИЯ КАРТЫ ДЛЯ МАГНИТОМЕТРА	77
12.1	ОПИСАНИЕ КАРТЫ РЕГИСТРА	77
13	ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ РЕГИСТРОВ МАГНИТОМЕТРА.....	78
13.1	WIA: ИДЕНТИФИКАТОР УСТРОЙСТВА	78
13.2	ST1: СТАТУС 1	78
13.3	HXL - HZH: ДАННЫЕ ИЗМЕРЕНИЙ	78
13.4	ST2: СТАТУС 2	79
13.5	CNTL2: УПРАВЛЕНИЕ 2	79
13.6	CNTL3: УПРАВЛЕНИЕ 3	80
13.7	TS1, TS2: ТЕСТ 1, 2.....	80
14	ПРИМЕЧАНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ	81
14.1	ПЕРЕХОД В РЕЖИМ ГИРОСКОПА	81
14.2	НАСТРОЙКА РЕГИСТРА УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЕМ 1	81
14.3	ДОСТУП К ПАМЯТИ DMP	81
14.4	КОРРЕКЦИЯ ВРЕМЕННОЙ БАЗЫ	81
14.5	Я ² С ГЛАВНАЯ ТАКТОВАЯ ЧАСТОТА.....	81
14.6	СИНХРОНИЗАЦИЯ	82
14.7	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИТОВОГО ПОЛЯ LP_EN	82
14.8	ДОСТУП К РЕГИСТРАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРФЕЙСА SPI	82
15	ОРИЕНТАЦИЯ ОСЕЙ	83
16	РАЗМЕРЫ УПАКОВКИ	84
17	НОМЕР ДЕТАЛИ МАРКИРОВКА ДЕТАЛЕЙ.....	86
18	ССЫЛКИ.....	87
19	ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ	88
19.1	ИСТОРИЯ ПЕРЕСМОТРОВ	88
	ОТКАЗ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ДЕКЛАРАЦИЮ О СООТВЕТСТВИИ	89

СПИСОК РИСУНКОВ Рисунок 1.

Временная диаграмма шины I2 C	16
Рисунок 2. Временная диаграмма шины SPI	17
Рисунок 3. Схема расположения выводов для ICM-20948 3 мм x 3 мм x 1 мм QFN	19
Рисунок 4. Схема применения ICM-20948 (a) Работа I2 C (b) Работа SPI	20
Рисунок 5. Блок-схема ICM-20948	21
Рисунок 6. Решение ICM-20948 с использованием интерфейса I2 C	23
Рисунок 7. Решение ICM-20948 с использованием интерфейса SPI	24
Рисунок 8. Условия START и STOP	28
Рисунок 9. Подтверждение на шине I2 C	29
Рисунок 10. Полная передача данных I2 C	29
Рисунок 11. Типичная конфигурация SPI Master / Slave	31
Рисунок 12. Ориентация осей чувствительности и полярность вращения	83
Рисунок 13. Ориентация осей чувствительности для магнитометра	83
Рисунок 14. Размеры корпуса	84
Рисунок 15. Номер детали Маркировка деталей	86

СПИСОК ТАБЛИЦ Таблица 1.

Характеристики гироскопа.....	11
акселерометра.....	12
магнитометра.....	13
тока.....	13
Таблица 5. Электрические характеристики переменного тока.....	15
характеристики.....	15
С.....	16
МГц).....	17
Таблица 9. Абсолютные максимальные значения.....	18
сигналов.....	19
материалов.....	20
ICM-20948.....	26
Таблица 13. Источники прерываний.....	27
интерфейс.....	28
С.....	30
1.....	60
2.....	61
ускорителя.....	64
2.....	66
магнитометра.....	77
магнитометра.....	77
магнитометра.....	79
С	82
упаковки	85
детали	86
	Таблица 10. Описания
	Таблица 11. Спецификация
	Таблица 12. Режимы питания для
	Таблица 14. Последовательный
	И2
	Таблица 15. Термины I2
	Таблица 16. Конфигурация гироскопа
	Таблица 17. Конфигурация гироскопа
	Таблица 18. Конфигурация
	Таблица 19. Конфигурация ускорителя
	Таблица 20. Таблица регистров для
	Таблица 21. Карта регистров для
	Таблица 22. Формат данных измерений
	Таблица 23. Частота главного тактового генератора I2
	Таблица 24. Размеры
	Таблица 26. Номер детали Маркировка

1 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

1.1 ЦЕЛЬ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данный документ представляет собой предварительный технический паспорт, содержащий описание, технические характеристики и информацию о конструкции устройства отслеживания движения ICM-20948.

Ссылки на карту регистров и описания отдельных регистров см. в документе ICM-20948 «Карта регистров и описания регистров» .

1.2 ОБЗОР ПРОДУКТА

ICM-20948 — это многокристальный модуль (MCM), состоящий из двух кристаллов, интегрированных в один корпус QFN. Один кристалл содержит 3-осевой гироскоп, 3-осевой акселерометр и цифровой процессор движения Digital Motion Processor™ (DMP). Другой кристалл содержит 3-осевой магнитометр AK09916 от Asahi Kasei Microdevices Corporation. ICM-20948 — это 9-осевое устройство MotionTracking, все в небольшом корпусе QFN размером 3x3x1 мм. Устройство поддерживает следующие функции:

- FIFO размером 512 байт (размер FIFO будет зависеть от набора функций DMP)
- Калибровка во время выполнения
- Расширенная функциональность FSYNC для улучшения синхронизации таких приложений, как EIS

Устройства ICM-20948 с их 9-осевой интеграцией, встроенным цифровым процессором обработки изображений и встроенным программным обеспечением для калибровки во время выполнения позволяют производителям исключить дорогостоящий и сложный выбор, квалификацию и интеграцию на системном уровне дискретных устройств, гарантируя потребителям оптимальные характеристики движения.

Гироскоп имеет программируемый диапазон полной шкалы ± 250 dps, ± 500 dps, ± 1000 dps и ± 2000 dps. Акселерометр имеет программируемый пользователем диапазон полной шкалы акселерометра $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$ и $\pm 16g$. Начальная чувствительность обоих датчиков, откалиброванная на заводе, снижает требования к калибровке на производственной линии.

Другие ключевые особенности включают в себя 16-битные АЦП на кристалле, программируемые цифровые фильтры, встроенный датчик температуры и программируемые прерывания. Устройство имеет следующие особенности: 2-линейные интерфейсы I²C и SPI, рабочий диапазон VDD от 1,71 В до 3,6 В, и отдельный источник цифрового ввода-вывода, VDDIO от 1,71 В до 1,95 В.

Связь со всеми регистрами устройства осуществляется с помощью I²C на частоте до 100 кГц (стандартный режим) или до 400 кГц (быстрый режим) или SPI до 7 МГц.

Используя свою запатентованную и проверенную в массовом масштабе платформу изготовления CMOS-MEMS, которая интегрирует пластины MEMS с сопутствующей электроникой CMOS посредством склеивания на уровне пластины, InvenSense удалось уменьшить размер корпуса до размера и толщины 3 мм x 3 мм x 1 мм (24-контактный QFN), чтобы обеспечить очень маленький, но высокопроизводительный и недорогой корпус. Устройство обеспечивает высокую прочность, поддерживая ударную прочность 20 000 г.

1.3 ПРИЛОЖЕНИЯ

- Смартфоны и планшеты
- Носимые датчики
- Приложения Интернета вещей
- Дроны

2 ОСОБЕННОСТИ

2.1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИРОСКОПА

Трехосевой MEMS-гироскоп в ICM-20948 обладает следующими характеристиками:

- Датчики угловой скорости осей X, Y и Z с цифровым выходом (гироскопы) с программируемым пользователем полным диапазоном шкалы ± 250 dps, ± 500 dps, ± 1000 dps и ± 2000 dps, а также встроенные 16-битные АЦП • Выбираемый пользователем ODR; Выбираемые пользователем фильтры низких частот
- Самопроверка

2.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ АКСЕЛЕРОМЕТРА

Трехосевой MEMS-акселерометр в ICM-20948 включает в себя следующие функции:

- Акселерометр с цифровым выходом по осям X, Y и Z с программируемым полным диапазоном шкалы $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$ и $\pm 16g$ и интегрированные 16-битные АЦП
- Выбираемый пользователем ODR; Выбираемые пользователем фильтры низких частот
- Прерывание пробуждения по движению для маломощной работы процессора приложений
- Самопроверка

2.3 ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТОМЕТРА

Трехосевой MEMS-магнитометр ICM-20948 обладает широким спектром функций:

- 3-осевой кремниевый монолитный магнитный датчик Холла с магнитным концентратором
- Широкий динамический диапазон измерений и высокое разрешение при меньшем потреблении тока.
- Разрешение выходных данных 16 бит
- Диапазон измерений полной шкалы составляет ± 4900 мкТл.
- Функция самотестирования с внутренним источником магнитного поля для подтверждения работы магнитного датчика на конечных изделиях

2.4 ВОЗМОЖНОСТИ DMP

DMP в ICM-20948 включает в себя следующие возможности:

- Разгружает вычисление алгоритмов обработки движения с главного процессора. DMP может использоваться для минимизации мощности, упрощения синхронизации, упрощения архитектуры программного обеспечения и экономии ценных MIPS на главном процессоре для использования в приложениях.
- DMP обеспечивает сверхнизкое энергопотребление во время работы и фоновую калибровку акселерометра, гироскопа и компаса, поддерживая оптимальную производительность данных датчиков как для физических, так и для виртуальных датчиков, полученных путем слияния датчиков. Это обеспечивает наилучший пользовательский опыт для всех приложений с поддержкой датчиков в течение всего срока службы устройства.
- Функции DMP упрощают архитектуру программного обеспечения, что сокращает время выхода на рынок. • Функции DMP не зависят от ОС, платформы и архитектуры, поддерживая практически любые AP, MCU или другие Встроенная архитектура.

2.5 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

ICM-20948 включает в себя следующие дополнительные функции:

- I²C на частоте до 100 кГц (стандартный режим) или до 400 кГц (быстрый режим) или SPI на частоте до 7 МГц для связи с регистрами
- Вспомогательная главная шина I²C для считывания данных с внешних датчиков (например, магнитометра)
- Датчик температуры с цифровым выходом
- Ударопрочность 20 000 г • Структура MEMS герметично запечатана и скреплена на уровне пластины
- Соответствует RoHS и Green

3 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИРОСКОПА

Типовая рабочая схема раздела 4.2, VDD = 1,8 В, VDDIO = 1,8 В, TA = 25 °C, если не указано иное.

ПРИМЕЧАНИЕ: Все характеристики применимы к режиму низкого энергопотребления и режиму низкого шума, если не указано иное.

ПАРАМЕТР	УСЛОВИЯ	МИН	ТИП	МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ЕДИНИЦ	ПРИМЕЧАНИЯ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ГИРОСКОПА					
Полный диапазон шкалы	GYRO_FS_SEL=0		±250		дпс
	GYRO_FS_SEL=1		±500		дпс
	GYRO_FS_SEL=2		±1000		дпс
	GYRO_FS_SEL=3		±2000		дпс
Длина слова АЦП гироскопа		16		биты	1
Коэффициент шкалы чувствительности	GYRO_FS_SEL=0	131		LSB/(дпс)	1
	GYRO_FS_SEL=1	65,5		LSB/(дпс)	1
	GYRO_FS_SEL=2	32.8		LSB/(дпс)	1
	GYRO_FS_SEL=3	16.4		LSB/(дпс)	1
Коэффициент шкалы чувствительности Допуск	25°C	±1,5		%	2
Изменение масштабного коэффициента чувствительности	-40°C до +85°C	±3		%	2
Температура					
Нелинейность	Оптимальная прямая линия; 25°C	±0,1		%	2, 3
Чувствительность по поперечной оси		±2		%	2, 3
ВЫХОД С НУЛЕВОЙ СТАВКОЙ (ZRO)					
Начальный допуск ZRO	25°C (уровень компонентов)	±5		дпс	2
Изменение ZRO в зависимости от температуры	-40°C до +85°C	±0,05		дпс/°C	2
ХАРАКТЕРИСТИКИ ШУМА ГИРОСКОПА (GYRO_FS_SEL=0)					
Спектральная плотность шума	На основе ширины полосы шума = 10 Гц		0,015		дпс/ Гц
МЕХАНИЧЕСКИЕ ЧАСТОТЫ ГИРОСКОПА		25	27	29	кГц
ОТКЛИК ФИЛЬТРА НИЗКИХ ЧАСТОТ	Программируемый диапазон	5.7		197	Гц
ВРЕМЯ ЗАПУСКА ГИРОСКОПА	Из режима сна полного чипа		35		РС
СКОРОСТЬ ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ	Режим низкого энергопотребления	4.4		562.5	Гц
	Режим низкого шума GYRO_FCHOICE=1; GYRO_DLPCFG=x	4.4		1.125k	Гц
	Режим низкого шума GYRO_FCHOICE=0; GYRO_DLPCFG=x			9k	Гц
					1

Таблица 1. Характеристики гироскопа

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Гарантия заложена в конструкцию.
- Получено в результате проверки или характеристики деталей, не гарантированных в производстве.
- Характеристики режима низкого шума.

3.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ АКСЕЛЕРОМЕТРА

Типовая рабочая схема раздела 4.2, VDD = 1,8 В, VDDIO = 1,8 В, TA = 25 °C, если не указано иное.

ПРИМЕЧАНИЯ: Все характеристики применимы к режиму низкого энергопотребления и режиму низкого шума, если не указано иное.

ПАРАМЕТР	УСЛОВИЯ	МИН	ТИП	МАКСИМАЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ	ПРИМЕЧАНИЯ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ АКСЕЛЕРОМЕТРА					
Полный диапазон шкалы	ACCEL_FS=0		±2		Г 1
	ACCEL_FS=1		±4		Г 1
	ACCEL_FS=2		±8		Г 1
	ACCEL_FS=3		±16		Г 1
Длина слова АЦП	Вывод в формате дополнения до двух	16		Биты	1
Коэффициент шкалы чувствительности	ACCEL_FS=0	16,384		МЛСБ/г	1
	ACCEL_FS=1	8,192		МЛСБ/г	1
	ACCEL_FS=2	4,096		МЛСБ/г	1
	ACCEL_FS=3	2,048		МЛС/г	1
Начальная толерантность	Уровень компонента	±0,5		%	2
Изменение чувствительности в зависимости от температуры.	от -40°C до +85°C ACCEL_FS=0	±0,026		%/°C	2
	Лучшая прямая линия	±0,5		%	2, 3
		±2		%	2, 3
выход в невозвращающейся силе					
Начальная толерантность	Уровень компонентов, все оси	±25		мг	2
Начальная толерантность	Уровень платы, все оси	±50		мг	2
Изменение уровня невесомости в зависимости от температуры	от 0°C до +85°C	±0,80		мг/°C	2
ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКСЕЛЕРОМЕТРА					
Спектральная плотность шума	На основе ширины полосы шума = 10 Гц	230		мкг/ Гц	2
ОТКЛICK ФИЛЬТРА НИЗКИХ ЧАСТОТ	Программируемый диапазон	5.7	246	Гц	1, 3
ВРЕМЯ ЗАПУСКА АКСЕЛЕРОМЕТРА	Из спящего режима	20		PC	2, 3
	От холодного старта, 1 мс VDD ramp	30		PC	2, 3
СКОРОСТЬ ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ	Режим низкого энергопотребления	0,27	562.5	Гц	1
	Режим низкого шума ACCEL_FCHOICE=1; ACCEL_DLPFCFG=x	4.5	1.125k	Гц	
	Режим низкого шума ACCEL_FCHOICE=0; ACCEL_DLPFCFG=x		4.5 тыс.	Гц	

Таблица 2. Характеристики акселерометра

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Гарантия заложена в конструкцию.
2. Получено в результате проверки или характеристики деталей, не гарантированных в производстве.
3. Характеристики режима низкого шума.

3.3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТОМЕТРА

Типовая рабочая схема раздела 4.2, VDD = 1,8 В, VDDIO = 1,8 В, TA = 25 °C, если не указано иное.

ПАРАМЕТР	УСЛОВИЯ	МИН	ТИП	МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ЕДИНИЦ	ПРИМЕЧАНИЯ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МАГНИТОМЕТРА					
Полный диапазон шкалы		±4900		нТ	1
Выходное разрешение		16		биты	1
Коэффициент шкалы чувствительности		0,15		мкТл / младший бит 1	
ВЫХОД НУЛЕВОГО ПОЛЯ					
Первоначальный допуск калибровки		-2000		+2000	МЗП 2
ДРУГОЙ					
Скорость выходных данных				100	Гц 1

Таблица 3. Характеристики магнитометра

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Гарантия заложена в конструкцию.
2. Получено в результате проверки или характеристики деталей, не гарантированных в производстве.

3.4 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Электрические характеристики постоянного тока

Типовая рабочая схема раздела 4.2, VDD = 1,8 В, VDDIO = 1,8 В, TA = 25 °C, если не указано иное.

ПАРАМЕТР	УСЛОВИЯ	МИН	ТИП	МАКСИМАЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ	ПРИМЕЧАНИЯ
НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ					
VDD		1.71	1.8	3.6	В 1
VDDIO		1.71	1.8	1.95	В 1
ТОКИ ПИТАНИЯ					
9-осевой (DMP отключен)	Режим низкого шума; компас в непрерывном режиме Режим		3.11		МА 2
Только гироскоп (DMP, барометр и акселерометр отключены)	Режим низкого энергопотребления, частота обновления 102,3 Гц, 1x усредняющий фильтр		1.23		МА 2
Только акселерометр (DMP, барометр и гироскоп отключены)	Режим низкого энергопотребления, частота обновления 102,3 Гц, 1x усредняющий фильтр		68.9		мкА 2
Только магнитометр (DMP, акселерометр и гироскоп отключены)	Частота обновления 8 Гц		90		мкА 2
Режим сна полного чипа			8		мкА 2
ДИАПАЗОН ТЕМПЕРАТУР					
Указанный диапазон температур	Параметры производительности не применимы за пределами указанного диапазона температур.	-40		+85	°C 1

Таблица 4. Электрические характеристики постоянного тока

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Гарантия заложена в конструкцию.
2. Получено в результате проверки или характеристики деталей, не гарантированных в производстве.

Электрические характеристики переменного тока

Типовая рабочая схема раздела 4.2, VDD = 1,8 В, VDDIO = 1,8 В, TA = 25 °C, если не указано иное.

ПАРАМЕТР	УСЛОВИЯ	МИН	ТИП	МАКС	ЕДИНИЦЫ	ПРИМЕЧАНИЯ
ЗАПАСЫ						
Время увеличения поставок (TRAMP)	Монотонный наклон. Скорость наклона составляет от 10% до 90% от конечного значения.	0,01	20	100	PC	1
ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ						
Рабочий диапазон	Окружающий	-40		85	°C	1
Чувствительность	Необрзанный		333,87		Максимальный угол	
Смещение комнатной температуры	21°C		0		МЗП	
СБРОС ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ						
Время увеличения поставок (TRAMP)	Действительный сброс при включении питания	0,01	20	100	PC	1
Время запуска для чтения/записи регистра	От включения питания		11	100	PC	1
АДРЕС I2C	АД0 = 0 АД0 = 1		1101000 1101001			
ЦИФРОВЫЕ ВХОДЫ (FSYNC, AD0, SCLK, SDI, CS)						
VIH, Входное напряжение высокого уровня		0,7*VDDIO			В	1
VIL, низкоуровневое входное напряжение				0,3*VDDIO	В	
CI, Входная емкость			< 10		пФ	
ЦИФРОВОЙ ВЫХОД (SDO, INT)						
VOH, выходное напряжение высокого уровня	RHAGP=1 МОМ;	0,9*VDDIO			В	1
VOL1, выходное напряжение низкого уровня	RHAGP=1 МОМ;			0,1*VDDIO	В	
низкого уровня VOL.INT1, выходное напряжение низкого уровня INT OPEN=1, сток 0,3 мА	Текущий			0,1	В	
Выходной ток утечки tINT,	ОТКРЫТО=1		100		нА	
INT Ширина импульса	LATCH_INT_EN=0		50		мкс	
I2C ввод/вывод (SCL, SDA)						
VIL, НИЗКИЙ уровень входного напряжения		-0,5В		0,3*VDDIO	В	1
VIH, входное напряжение высокого уровня		0,7*VDDIO		ВДДИО + 0,5 В	В	
V _{hys} , Гистерезис			0,1*VDDIO		В	
VOL, выходное напряжение низкого уровня	Ток потребления 3 мА	0		0,4	В	
IOL, выходной ток низкого уровня	ОБЪЕМ=0,4В ОБЪЕМ=0,6В		3 6		мА мА	
Выходной ток утечки t _{of} ,			100		нА	
время спада выходного сигнала от VIH _{max} до VIL _{max}	Емкость шины C _b в пФ	20+0,1C _b		250	нс	
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ВВОД-ВЫВОД (AUX_CL, AUX_DA)						
VIL, НИЗКОУРОВНЕВОЕ ВХОДНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ		-0,5В		0,3*VDDIO	В	1
VIH, входное напряжение высокого уровня		0,7*VDDIO		ВДДИО + 0,5 В	В	
V _{hys} , Гистерезис			0,1*VDDIO		В	
VOL1, выходное напряжение низкого уровня	VDDIO > 2 В; ток потребления 1 мА	0		0,4	В	
VOL3, НИЗКОУРОВНЕВОЕ выходное напряжение	VDDIO < 2 В; 1 мА сток текущий	0		0,2*VDDIO	В	
IOL, выходной ток низкого уровня	ОБЪЕМ = 0,4 В ОБЪЕМ = 0,6 В		3 6		мА мА	
Выходной ток утечки t _{of} ,			100		нА	
время спада выходного сигнала от VIH _{max} до VIL _{max}	Емкость шины C _b в пФ	20+0,1C _b		250	нс	

ПАРАМЕТР	УСЛОВИЯ	МИН	ТИП	МАКС	ЕДИНИЦЫ	ПРИМЕЧАНИЯ
ВНУТРЕННИЙ ИСТОЧНИК ЧАСОВ						
Начальный допуск тактовой частоты	Режим «Только акселерометр»	-5		+5	%	1
	Гироскоп или 6-осевой режим БЕЗ временной базы Исправление	-9		+9	%	1
	Гироскоп или 6-осевой режим С коррекцией временной базы	-1		+1		
Изменение частоты по Температуре	Режим «Только акселерометр»	-10		+10	%	1
	Гироскоп или 6-осевой режим		±1		%	1

Таблица 5. Электрические характеристики переменного тока

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Получено в результате проверки или характеристики деталей, не гарантированных в производстве.

Другие электрические характеристики

Типовая рабочая схема раздела 4.2, VDD = 1,8 В, VDDIO = 1,8 В, TA = 25 °C, если не указано иное.

ПАРАМЕТР	УСЛОВИЯ	МИН	ТИП	МАКСИМАЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ	ПРИМЕЧАНИЯ
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС					
Рабочая частота SPI, все Регистры чтения/записи	Характеристика низкой скорости		100 ±10%		кГц
	Высокоскоростная характеристика		7 ±10%		МГц
Рабочая частота I 2С	Все регистры, быстрый режим		400	кГц	
	Все регистры, стандартный режим		100	кГц	

Таблица 6. Другие электрические характеристики

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Получено в результате проверки или характеристики деталей, не гарантированных в производстве.

3.5 ХАРАКТЕРИСТИКА ВРЕМЕНИ I 2C

Типовая рабочая схема раздела 4.2, VDD = 1,8 В, VDDIO = 1,8 В, TA = 25 °C, если не указано иное.

ПАРАМЕТРЫ	УСЛОВИЯ	МИН	ТИПИЧНЫЕ	МАКСИМАЛЬНЫЕ	ЕДИНИЦЫ ПРИМЕЧАНИЯ
Я 2С РАСЧЕТ	I 2C БЫСТРЫЙ РЕЖИМ				
fSCL, Частота синхронизации SCL				400	кГц
tHD.STA, (Повторяющееся) Время удержания условия START		0,6			мкс 1,2
tLOW, период низкого уровня		1.3			мкс 1,2
SCL tHIGH, период высокого уровня SCL tSU.STA, время настройки условия повторного ПУСКА		0,6			мкс 1,2
tHD.DAT, время удержания данных		0			мкс 1,2
SDA tSU.DAT, время установки данных SDA tr, время нарастания	Емкость шины Cb от 10 до 400 пФ 20+0,1Cb	100			нс 1,2
SDA и SCL tf, время спада SDA и SCL tSU.STO, время установки условия СТОП	шины Cb от 10 до 400 пФ 20+0,1Cb			300	нс 1,2
tBUF, свободное время автобуса между ОСТАНОВКОЙ и СТАРТ Состояние			0,6		мкс 1,2
Cb, емкостная нагрузка для каждой линии шины				< 400	пФ 1,2
tVD.DAT, время достоверности данных tVD.ACK, время подтверждения достоверности данных				0.9	мкс 1,2
				0.9	мкс 1,2

Таблица 7. Временные характеристики I 2C

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Временные характеристики применимы как к первичной, так и к вспомогательной шине I2C .
2. На основе характеристики 5 деталей по температуре и напряжению, установленных на оценочной плате или в разъемах.

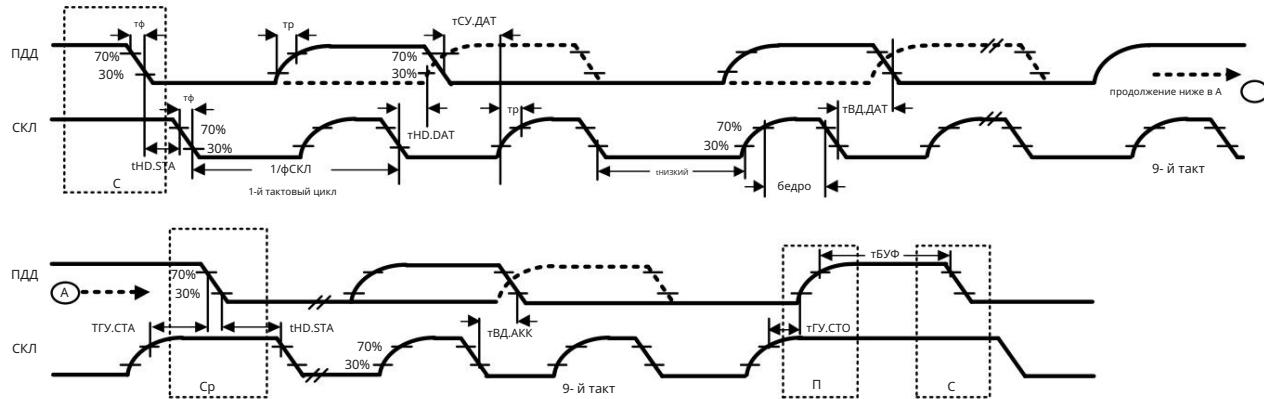


Рисунок 1. Временная диаграмма шины I 2C

3.6 ХАРАКТЕРИСТИКА ВРЕМЕНИ SPI

Типовая рабочая схема раздела 4.2, VDD = 1,8 В, VDDIO = 1,8 В, TA = 25 °C, если не указано иное.

ПАРАМЕТРЫ	УСЛОВИЯ	МИН	ТИПИЧНЫЕ	МАКСИМАЛЬНЫЕ	ЕДИНИЦЫ ПРИМЕЧАНИЯ
SPI-ВРЕМЯ					
fSCLK, тактовая частота SCLK				7	МГц
tLOW, низкий период SCLK		64			нс
tHIGH, SCLK Высокий период		64			нс
tSU.CS, время настройки CS		8			нс
tHD.CS, Время удержания CS		500			нс
tSU.SDI, время настройки SDI		5			нс
tHD.SDI, время удержания SDI		7			нс
tD.SDO, действительное время SDO	Снагрузка = 20 пФ			59	нс
tHD.SDO, Время удержания SDO	Снагрузка = 20 пФ	6			нс
tDIS.SDO, Время отключения выхода SDO				50	нс

Таблица 8. Временные характеристики SPI (7 МГц)

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. На основе характеристики 5 деталей по температуре и напряжению, установленных на оценочной плате или в гнездах.

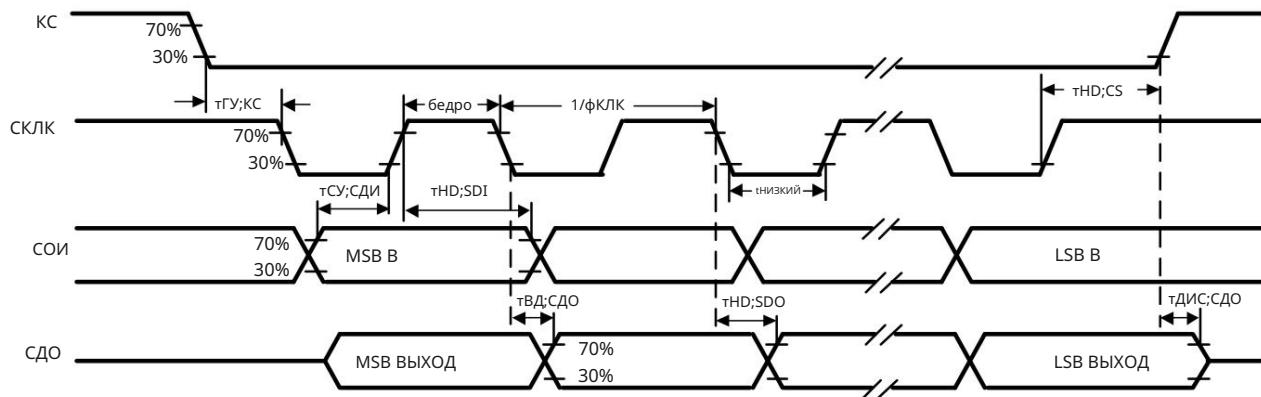


Рисунок 2. Временная диаграмма шины SPI

3.7 АБСОЛЮТНО МАКСИМАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ

Напряжение выше значений, указанных как «абсолютные максимальные значения», может привести к необратимому повреждению устройства. Это только значения напряжения, и функциональная работа устройства в этих условиях не подразумевается. Воздействие условий абсолютных максимальных значений в течение длительного времени может повлиять на надежность устройства.

ПАРАМЕТР	РЕЙТИНГ
Напряжение питания, VDD	-0,5В до +4В
Напряжение питания, VDDIO	-0,3В до +2,5В
РЕГАУТ	-0,5В до 2В
Уровень входного напряжения (AUX_DA, ADO, FSYNC, INT, SCL, SDA)	-0,5 В к VDD + 0,5 В
Ускорение (любая ось, без двигателя)	20 000 г за 0,2 мс
Диапазон рабочих температур	-40°C до +105°C
Диапазон температур хранения	-40°C до +125°C
Защита от электростатического разряда (ESD)	2кВ (HBM); 200В (MM)
Зашелка	JEDEC Класс II (2), 125°C ±100 мА

Таблица 9. Абсолютные максимальные рейтинги

4 ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЯВКАХ

4.1 СХЕМА ВЫВОДОВ И ОПИСАНИЕ СИГНАЛОВ

НОМЕР ПИН-КОДА	Имя PIN-кода	ОПИСАНИЕ ПИН-КОДА
7	AUX_CL	I 2C Master последовательные часы, для подключения к внешним датчикам
8	ВДДИО	Напряжение питания цифрового ввода/вывода
9	АДО / СДО	I 2C Адрес подчиненного устройства LSB (АДО); Последовательный вывод данных SPI (СДО)
10	РЕГАУТ	Подключение конденсатора фильтра регулятора
11	ФИСИРОВАНИЕ	Цифровой вход синхронизации кадров. Подключите к GND, если не используется
12	ИНТ1	Прерывание 1
13	ВДД	Напряжение питания
18	Земля	Заземление источника питания
19	РЕСВ	Зарезервировано. Не подключаться.
20	РЕСВ	Зарезервировано. Подключите к GND.
21	AUX_DA	I 2C master последовательные данные, для подключения к внешним датчикам
22	НКС	Выбор чипа (только режим SPI)
23	СКЛ / СКЛК	Последовательный тактовый сигнал I 2C (SCL); последовательный тактовый сигнал SPI (SCLK)
24	ПДД/ПДС	Последовательные данные I 2C (SDA); последовательный ввод данных SPI (SDI)
1 - 6, 14 - 17	NC	Не подключаться

Таблица 10. Описания сигналов

ПРИМЕЧАНИЕ: Включение питания с SCL/SCLK и выводами nCS, удерживаемыми на низком уровне, не поддерживается. В случае использования этого подхода к включению питания требуется программный сброс с использованием регистра PWR_MGMT_1 перед инициализацией.

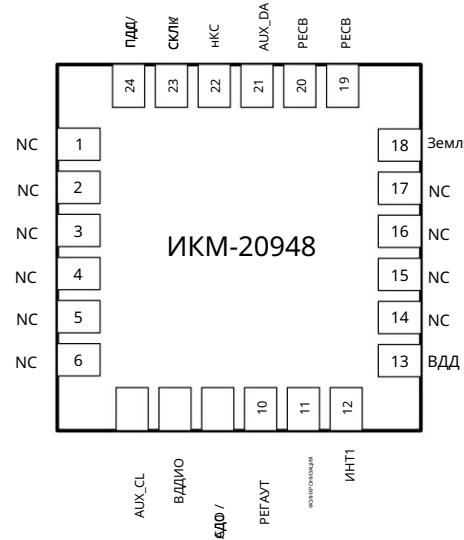


Рисунок 3. Схема расположения выводов для ICM-20948 3 мм x 3 мм x 1 мм QFN

4.2 ТИПОВАЯ РАБОЧАЯ СХЕМА

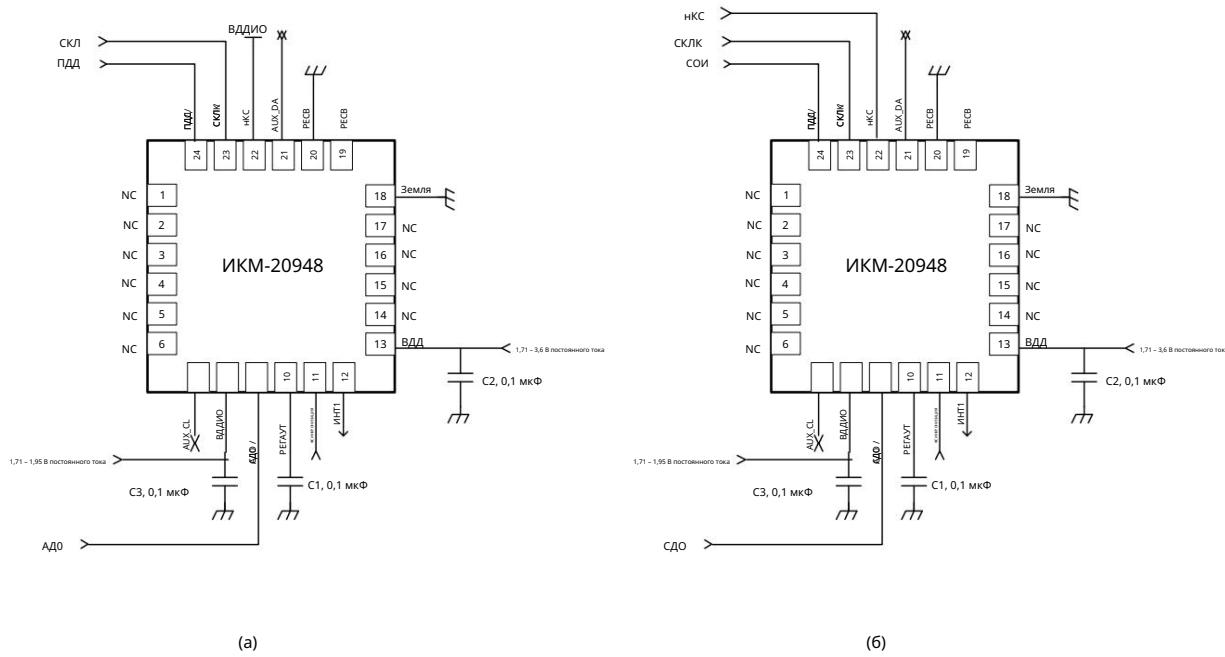


Рисунок 4. Схема применения ICM-20948 (a) Работа I2C (b) Работа SPI

Обратите внимание, что вывод INT должен быть подключен к выводу GPIO на системном процессоре, который способен выводить системный процессор из режима ожидания.

²Линии С имеют открытый сток и требуют подтягивающих резисторов (например, 10 кОм).

4.3 СПЕЦИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВНЕШНИХ КОМПОНЕНТОВ

КОМПОНЕНТ	ЭТИКЕТКА	СПЕЦИФИКАЦИЯ	КОЛИЧЕСТВО
Конденсатор фильтра регулятора	C1	Керамика, X7R, 0,1 мкФ ±10%, 2 В	1
Конденсатор байпаса VDD	C2	Керамика, X7R, 0,1 мкФ ±10%, 4 В	1
Конденсатор байпаса VDDIO	C3	Керамика, X7R, 0,1 мкФ ±10%, 4 В	1

Таблица 11. Спецификация материалов

4.4 МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ МАТРИЦЫ

Продукция InvenSense имеет очень низкое потребление тока в активном и дежурном режимах. Открытая площадка кристалла не требуется для теплоотвода и не должна припаиваться к печатной плате. Несоблюдение этого правила может привести к изменению производительности из-за термомеханического напряжения корпуса. Между площадкой и КМОП нет электрического соединения.

4.5 БЛОЧНАЯ СХЕМА

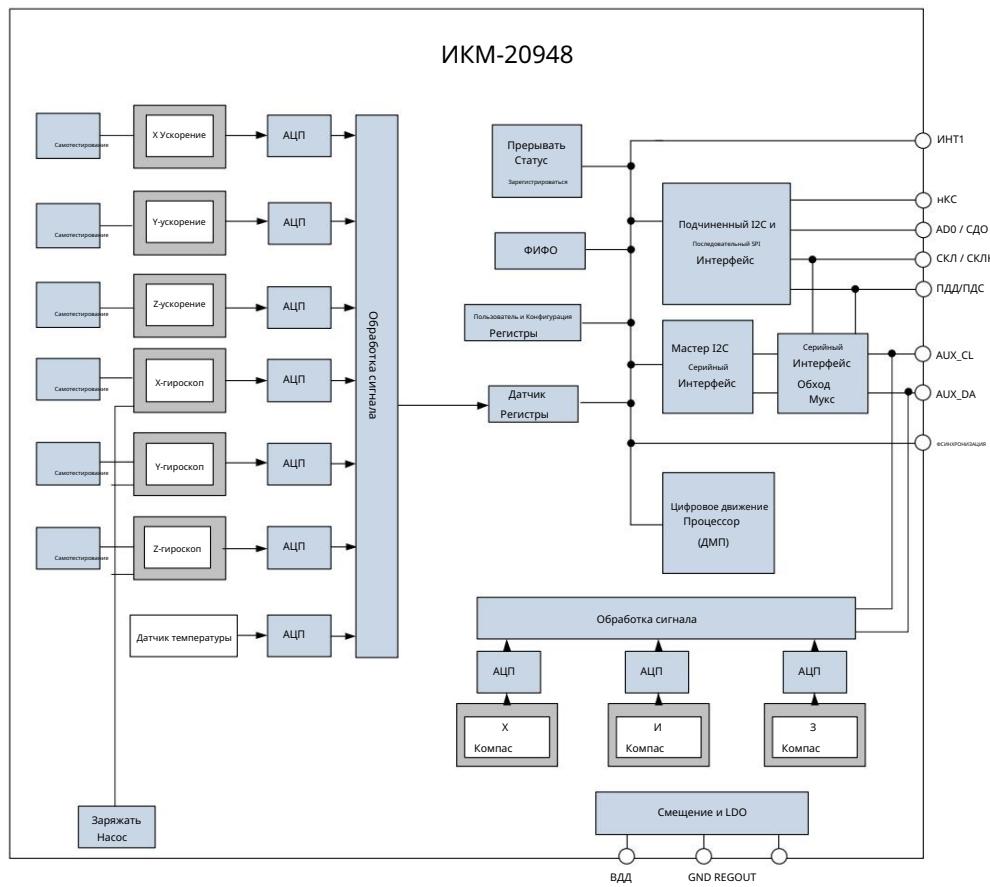


Рисунок 5. Блок-схема ICM-20948

4.6 ОБЗОР

ICM-20948 состоит из следующих основных блоков и функций:

- Трехосевой датчик скорости MEMS-гироскопа с 16-битными АЦП и преобразованием сигнала
- Трехосевой датчик акселерометра MEMS с 16-битными АЦП и преобразованием сигнала
- Трехосевой датчик магнитометра MEMS с 16-битными АЦП и преобразованием сигнала
 - Двигатель цифрового процессора движения (DMP)
- Основные последовательные интерфейсы связи I2 C и SPI
- Вспомогательный I² последовательный интерфейс C
- Самотестирование гироскопа, акселерометра и магнитометра
- Хронометраж
- Регистры данных датчиков
- ФИФО
- фсинхронизация
- Прерывания •
- Датчик температуры с цифровым выходом
 - Смещение и LDO
- Насос заряда
- Режимы мощности

4.7 ТРЕХОСЕВОЙ MEMS-ГИРОСКОП С 16-БИТНЫМ АЦП И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ СИГНАЛА

ICM-20948 состоит из трех независимых вибрационных гироскопов скорости MEMS, которые обнаруживают вращение вокруг осей X, Y и Z. Когда гироскопы вращаются вокруг любой из осей считывания, эффект Кориолиса вызывает вибрацию, которая обнаруживается емкостным датчиком. Результирующий сигнал усиливается, демодулируется и фильтруется для получения напряжения, пропорционального угловой скорости. Это напряжение оцифровывается с помощью отдельных 16-битных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) на кристалле для выборки каждой оси. Полный диапазон гиродатчиков может быть запрограммирован в цифровом виде на ± 250 , ± 500 , ± 1000 или ± 2000 градусов в секунду (dps).

4.8 ТРЕХОСЕВОЙ MEMS-АКСЕЛЕРОМЕТР С 16-БИТНЫМ АЦП И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ СИГНАЛА

3-осевой акселерометр ICM-20948 использует отдельные испытуемые массы для каждой оси. Ускорение вдоль определенной оси вызывает смещение соответствующей испытуемой массы, а емкостные датчики обнаруживают смещение по-разному.

Архитектура ICM-20948 снижает восприимчивость акселерометров к производственным изменениям, а также к тепловому дрейфу. Когда устройство помещается на плоскую поверхность, оно будет измерять 0g по осям X и Y и +1g по оси Z. Масштабный коэффициент акселерометров калибруется на заводе и номинально не зависит от напряжения питания. Каждый датчик имеет выделенный сигма-дельта АЦП для обеспечения цифровых выходов. Полный диапазон шкалы цифрового выхода может быть настроен на $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$ или $\pm 16g$.

4.9 ТРЕХОСЕВОЙ МЭМС-МАГНИТОМЕТР С 16-БИТНЫМ АЦП И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ СИГНАЛА

3-осевой магнитометр использует высокочувствительную технологию датчика Холла. Магнитометрическая часть ИС включает в себя магнитные датчики для обнаружения земного магнетизма по осям X, Y и Z, схему управления датчиком, цепь усилителя сигнала и арифметическую схему для обработки сигнала от каждого датчика. Каждый АЦП имеет 16-битное разрешение и полный диапазон шкалы ± 4900 мкТл.

4.10 ЦИФРОВОЙ ПРОЦЕССОР ДВИЖЕНИЯ

Встроенный цифровой процессор движения (DMP) в ICM-20948 разгружает вычисление алгоритмов обработки движения от главного процессора. DMP получает данные от акселерометров, гироскопов и дополнительных сторонних датчиков, таких как магнитометры, и обрабатывает данные. Полученные данные можно считывать из FIFO. DMP имеет доступ к внешним контактам, которые можно использовать для генерации прерываний.

Целью DMP является разгрузка центрального процессора от требований по времени и вычислительной мощности.

Обычно алгоритмы обработки движения должны работать на высокой частоте, часто около 200 Гц, чтобы обеспечить точные результаты с низкой задержкой. Это требуется, даже если приложение обновляется с гораздо более низкой частотой; например, маломощный пользовательский интерфейс может обновляться всего с 5 Гц, но обработка движения все равно должна работать на частоте 200 Гц. DMP можно использовать для минимизации мощности, упрощения синхронизации, упрощения архитектуры программного обеспечения и экономии ценных MIPS на главном процессоре для использования в приложениях.

4.11 ОСНОВНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СВЯЗИ I₂C И SPI

ICM-20948 взаимодействует с системным процессором с помощью SPI или I²C

²Последовательный интерфейс С. ICM-20948

всегда действует как подчиненное устройство при взаимодействии с системным процессором. LSB адреса подчиненного устройства I₂C устанавливается выводом 1 (AD0).

Решение ICM-20948 с использованием интерфейса I₂C

На рисунке 6 системный процессор является ведущим устройством I₂C для ICM-20948. Кроме того, ICM-20948 является ведущим устройством I₂C для дополнительного внешнего датчика. ICM-20948 имеет ограниченные возможности в качестве ведущего устройства I₂C и зависит от системного процессора для управления начальной конфигурацией любых вспомогательных датчиков. ICM-20948 имеет обходной мультиплексор интерфейса, который подключает контакты шины I₂C с системного процессора 23 и 24 (SCL и SDA) непосредственно к вспомогательному датчику

² Контакты шины С 7 и 21 (AUX_CL и AUX_DA).

После настройки дополнительных датчиков системным процессором следует отключить обходной мультиплексор интерфейса, чтобы вспомогательный мастер I2 C ICM-20948 мог взять под контроль шину I2 C датчика и собирать данные со вспомогательных датчиков.

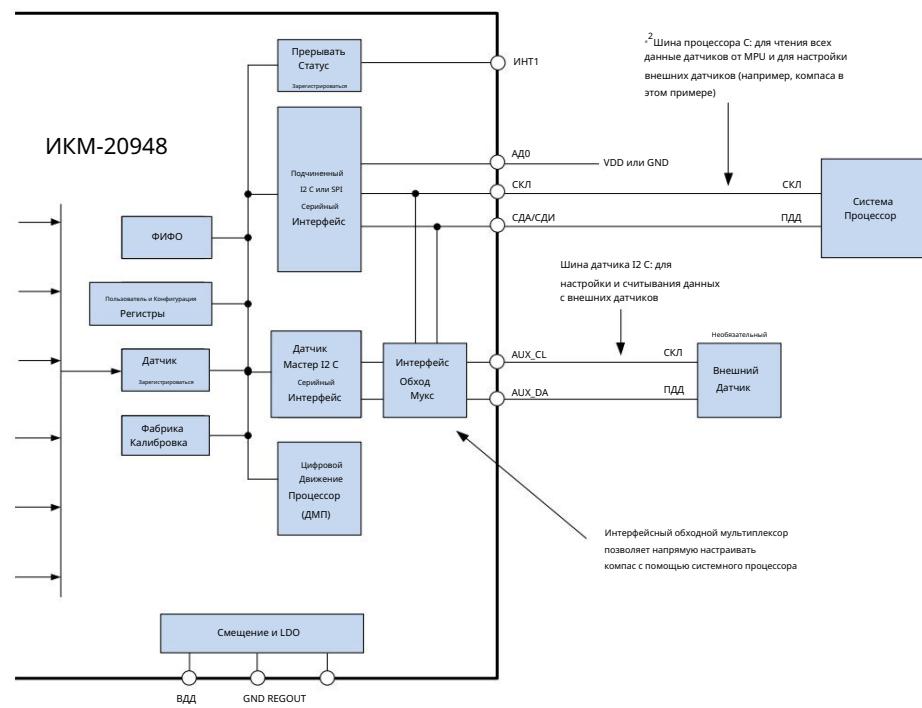


Рисунок 6. Решение ICM-20948 с использованием интерфейса I2C

Решение ICM-20948 с использованием интерфейса SPI

На рисунке 7 системный процессор является ведущим устройством SPI для ICM-20948. Контакты 9, 22, 23 и 24 используются для поддержки сигналов SDO, nCS, SCLK и SDI для связи по SPI. Поскольку эти контакты SPI используются совместно с подчиненными контактами I2 C (9, 23 и 24), системный процессор не может получить доступ к вспомогательной шине I2 C через обходной мультиплексор интерфейса, который соединяет контакты интерфейса I2 C процессора с контактами интерфейса I2 C датчика. Поскольку ICM-20948 имеет ограниченные возможности в качестве ведущего устройства I2 C и зависит от системного процессора для управления начальной конфигурацией любых вспомогательных датчиков, необходимо использовать другой метод для программирования датчиков на контактах шины I2 C вспомогательного датчика 7 и 21 (AUX_CL и AUX_DA).

При использовании связи SPI между ICM-20948 и системным процессором конфигурация устройств на вспомогательном I

²Шину датчика С можно реализовать с помощью ведомых устройств I2 C 0-4 для выполнения транзакций чтения и записи на любом устройстве.

и регистр на вспомогательнойшине I2 C. Интерфейс I2 C Slave 4 может использоваться для выполнения только однобайтовых транзакций чтения и записи.

После настройки внешних датчиков ICM-20948 может выполнять одно- или многобайтовые чтения с использованием шины датчика I2 C. Результаты чтения с контроллеров Slave 0-3 могут быть записаны в буфер FIFO, а также в регистры внешних датчиков.

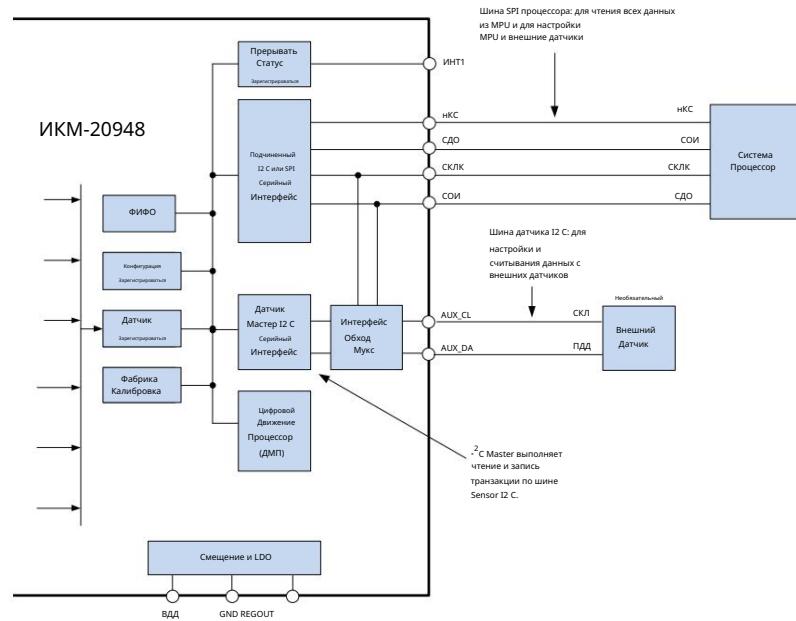


Рисунок 7. Решение ICM-20948 с использованием интерфейса SPI

4.12 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС I2C

ICM-20948 имеет вспомогательный вход I²Шина С для связи с внешними датчиками. Эта шина имеет два режима работы:

- Режим С Master: ICM-20948 действует как мастер для любых внешних датчиков, подключенных к вспомогательному I²автобусу С
- Режим сквозного пропускания: ICM-20948 напрямую соединяет первичный и вспомогательный входы С автобусы вместе, что позволяет системный процессор для прямой связи с любыми внешними датчиками.

Режимы работы вспомогательной шины I2C:

- Режим С Master: позволяет ICM-20948 напрямую обращаться к регистрам данных внешних датчиков. В этом режиме ICM-20948 напрямую получает данные от вспомогательных датчиков без вмешательства со стороны процессора системных приложений. I2C Master можно настроить на чтение до 24 байтов от 4 вспомогательных датчиков. Пятый датчик можно настроить на работу в режиме чтения/записи по одному байту.
- Режим Pass-Through: позволяет внешнему системному процессору выступать в качестве ведущего устройства и напрямую взаимодействовать с внешними датчиками, подключенными к вспомогательным контактам шины I2C (AUX_DA и AUX_CL). В этом режиме логика управления вспомогательной шиной I2C ICM-20948 отключена, а вспомогательные контакты I2C AUX_CL и AUX_DA (контакты 7 и 21) подключены к основной шине I2C (контакты 23 и 24) через аналоговые переключатели внутри. Режим Pass-Through полезно для настройки внешних датчиков.

4.13 САМОПРОВЕРКА

Самотестирование позволяет тестировать механические и электрические части датчиков. Самотестирование для каждой оси измерения может быть активировано с помощью регистров самотестирования гироскопа и акселерометра.

При активации самотестирования электроника активирует датчики и выдает выходной сигнал. Выходной сигнал используется для наблюдения за реакцией самотестирования.

Ответ самопроверки определяется следующим образом:

РЕАКЦИЯ САМОПРОВЕРКИ – ВЫХОД ДАТЧИКА С ВКЛЮЧЕННОЙ САМОПРОВЕРКОЙ – ВЫХОД ДАТЧИКА БЕЗ ВКЛЮЧЕННОЙ САМОПРОВЕРКИ

Реакция самотестирования для каждой оси гироскопа определена в таблице спецификаций гироскопа, тогда как реакция для каждой оси акселерометра определена в таблице спецификаций акселерометра.

Если значение ответа самотестирования находится в пределах указанных мин/макс пределов, деталь прошла самотестирование. Если значение ответа самотестирования превышает мин/макс значения, деталь считается не прошедшей самотестирование. Для выполнения самотестирования рекомендуется использовать программное обеспечение InvenSense MotionApps.

4.14 СИНХРОНИЗАЦИЯ

Внутренние источники системных часов включают: (1) внутренний релаксационный генератор и (2) PLL с MEMS-генератором гироскопа в качестве опорных часов. При рекомендуемой настройке выбора часов (CLKSEL = 1) лучший источник часов для оптимальной производительности датчика и энергопотребления будет автоматически выбран на основе режима питания.

В частности, внутренний релаксационный генератор будет выбран при работе в режиме «только акселерометр», в то время как ФАПЧ будет выбран всякий раз, когда включен гироскоп, что включает в себя режимы гироскопа и 6-осевой режим.

Поскольку точность часов имеет решающее значение для точности расчетов расстояния и угла, выполняемых DMP, следует отметить, что внутренний релаксационный генератор и PLL демонстрируют разные характеристики в некоторых аспектах. Внутренний релаксационный генератор подстраивается для обеспечения постоянной рабочей частоты при комнатной температуре, в то время как тактовая частота PLL варьируется от детали к детали. Отклонение частоты PLL от номинального значения в процентах фиксируется в регистре TIMEBASE_CORRECTION_PLL (подробно описано в разделе 12.5), и пользователи могут учитывать его при расчетах расстояния и угла, чтобы не жертвовать точностью. Помимо этого, PLL имеет лучшую стабильность частоты и меньшее изменение частоты в зависимости от температуры, чем внутренний релаксационный генератор.

4.15 РЕГИСТРЫ ДАННЫХ ДАТЧИКОВ

Регистры данных датчиков содержат последние данные гироскопа, акселерометра, вспомогательного датчика и измерения температуры. Это регистры только для чтения, доступ к которым осуществляется через последовательный интерфейс. Данные из этих регистров могут быть прочитаны в любое время.

4.16 ФИФО

ICM-20948 содержит FIFO размером 512 байт (размер FIFO будет зависеть от набора функций DMP), доступ к которому осуществляется через последовательный интерфейс. Регистр конфигурации FIFO определяет, какие данные записываются в FIFO. Возможные варианты включают данные гироскопа, данные акселерометра, показания температуры, показания вспомогательного датчика и вход FSYNC.

Счетчик FIFO отслеживает, сколько байтов допустимых данных содержится в FIFO. Регистр FIFO поддерживает пакетное чтение. Функция прерывания может использоваться для определения доступности новых данных.

Дополнительную информацию о FIFO см. в разделе 7.

4.17 ФСИНХРОНИЗАЦИЯ

Вывод FSYNC может использоваться из внешнего источника прерывания для пробуждения устройства из спящего режима. Он особенно полезен в приложениях EIS для синхронизации гироскопа ODR с внешними входами от датчика изображения. Подключение вывода VSYNC или HSYNC подсистемы датчика изображения к FSYNC на ICM-20948 позволяет синхронизировать по времени две неподключенные подсистемы.

Регистр времени задержки FSYNC_ODR используется для фиксации задержки между импульсом FSYNC и следующим импульсом готовности данных гироскопа.

4.18 ПРЕРЫВАНИЯ

Функционал прерывания настраивается через регистр конфигурации прерывания. Настраиваемые элементы включают конфигурацию вывода INT, метод фиксации и очистки прерывания и триггеры для прерывания. Раздел 5 содержит сводку источников прерывания. Статус прерывания можно прочитать из регистра статуса прерывания.

Дополнительную информацию о прерываниях см. в разделе 7.

4.19 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ

Датчик температуры на кристалле и АЦП используются для измерения температуры кристалла ICM-20948. Показания АЦП можно считывать из FIFO или регистров данных датчика.

4.20 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И LDOS

Секция смещения и LDO генерирует внутреннее питание и опорные напряжения и токи, необходимые для ICM-20948. Его два входа — нерегулируемое напряжение питания VDD и опорное напряжение логики VDDIO. Выход LDO шунтируется конденсатором на REGOUT. Более подробную информацию о конденсаторе см. в спецификации внешних компонентов.

4.21 ЗАРЯДНЫЙ НАСОС

Встроенный в кристалл зарядовый насос генерирует высокое напряжение, необходимое для генераторов МЭМС.

4.22 РЕЖИМЫ ПИТАНИЯ

В таблице 12 перечислены доступные пользователю режимы питания для ICM-20948.

РЕЖИМ	ИМЯ	ГИРОСКОП	АКСЕЛ	МАГНИТОМЕТР	ДМП
1	Спящий режим	Высокий	Высокий	Высокий	Высокий
2	Режим маломощного акселерометра	Высокий	Рабочий цикл	Высокий	Вкл или Выкл
3	Режим малошумного акселерометра	Высокий	На	Высокий	Вкл или Выкл
4	Режим гироскопа	На	Высокий	Высокий	Вкл или Выкл
5	Режим магнитометра	Высокий	Высокий	На	Вкл или Выкл
6	Режим ускорения + гироскопа	На	На	Высокий	Вкл или Выкл
7	Режим акселерометра + магнитометра	Высокий	На	На	Вкл или Выкл
8	9-осевой режим	На	На	На	Вкл или Выкл

Таблица 12. Режимы питания для ICM-20948

5 ПРОГРАММИРУЕМЫХ ПРЕРЫВАНИЙ

ICM-20948 имеет программируемую систему прерываний, которая может генерировать сигнал прерывания на выводе INT. Флаги состояния указывают источник прерывания. Источники прерываний могут быть включены и выключены по отдельности. В таблице 13 перечислены источники прерываний.

ИСТОЧНИК ПРЕРЫВАНИЯ
Прерывание DMP
Пробуждение при прерывании движения
Прерывание PLL RDY
Мастер прерываний I2C
Прерывание готовности необработанных данных
Прерывание переполнения FIFO
Прерывание водяного знака FIFO

Таблица 13. Источники прерываний

6 ЦИФРОВОЙ ИНТЕРФЕЙС

6.1 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ I2C И SPI

Доступ к внутренним регистрам и памяти ICM-20948 можно получить с помощью I2C на частоте 400 кГц или SPI на частоте 7 МГц. SPI работает в четырехпроводном режиме.

НОМЕР ПИН-КОДА	НАЗВАНИЕ ПИН-КОДА	ОПИСАНИЕ ПИН-КОДА
9	AD0 / SDO I2C Адрес подчиненного устройства LSB (AD0); Последовательный вывод данных SPI (SDO)	
22	НКС	Выбор чипа (только режим SPI)
23	СКЛ / СКЛК	Последовательный тактовый сигнал I2C (SCL); последовательный тактовый сигнал SPI (SCLK)
24	ПДД/ПДС	Последовательные данные I2C (SDA); последовательный ввод данных SPI (SDI)

Таблица 14. Последовательный интерфейс

ПРИМЕЧАНИЕ: Чтобы предотвратить переключение в режим I2C при использовании SPI, интерфейс I2C следует отключить, установив бит конфигурации I2C_IF_DIS. Установка этого бита должна быть выполнена сразу после окончания времени, указанного в «Времени запуска чтения/записи регистра» в разделе 6.3.

Дополнительную информацию о бите I2C_IF_DIS см. в разделе 7.

6.2 ИНТЕРФЕЙС I2C

I²C — это двухпроводной интерфейс, состоящий из сигналов последовательных данных (SDA) и последовательных часов (SCL). В общем случае линии являются открытыми и двунаправленными. В обобщенной реализации интерфейса I2C подключенные устройства могут быть ведущими или ведомыми. Ведущее устройство помещает адрес ведомого на шину, а ведомое устройство с соответствующим адресом подтверждает ведущее устройство.

ICM-20948 всегда работает как подчиненное устройство при взаимодействии с системным процессором, который, таким образом, выступает в качестве главного. Линии SDA и SCL обычно требуют подтягивающих резисторов к VDD. Максимальная скорость шины составляет 400 кГц.

Адрес подчиненного устройства ICM-20948 — b110100X, длина которого составляет 7 бит. Бит LSB 7-битного адреса определяется логическим уровнем на выводе AD0. Это позволяет подключать два устройства ICM-20948 к одной шине I2C. При использовании в этой конфигурации адрес одного из устройств должен быть b1101000 (вывод AD0 — логически низкий), а адрес другого — b1101001 (вывод AD0 — логически высокий).

6.3 ПРОТОКОЛ СВЯЗИ I2C

Условия СТАРТ (S) и СТОП (P)

Связь по шине I2C начинается, когда мастер устанавливает на шине условие START (S), которое определяется как переход с HIGH на LOW линии SDA, пока линия SCL находится в состоянии HIGH (см. рисунок ниже). Шина считается занятой до тех пор, пока мастер не устанавливает на шине условие STOP (P), которое определяется как переход с LOW на HIGH линии SDA, пока линия SCL находится в состоянии HIGH (см. рисунок ниже).

Кроме того, шина остается занятой, если вместо условия STOP генерируется повторный START (Sr).

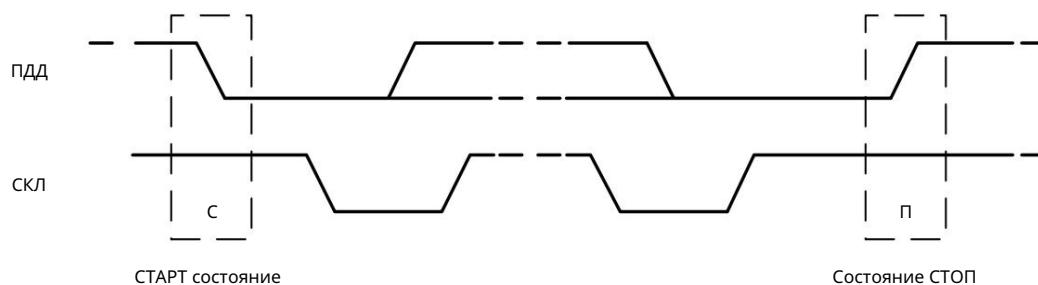


Рисунок 8. Условия СТАРТ и СТОП

Формат данных / Подтверждение

²Байты данных С определяются как 8-битные. Ограничений на количество байтов, передаваемых за одну передачу данных, нет. Каждый переданный байт должен сопровождаться сигналом подтверждения (ACK). Такт для сигнала подтверждения генерируется ведущим устройством, в то время как приемник генерирует фактический сигнал подтверждения, понижая SDA и удерживая его на низком уровне во время ВЫСОКОЙ части тактового импульса подтверждения.

Если подчиненное устройство занято и не может передать или получить еще один байт данных, пока не будет выполнена какая-либо другая задача, оно может удерживать SCL LOW, тем самым заставляя ведущее устройство перейти в состояние ожидания. Нормальная передача данных возобновляется, когда подчиненное устройство готово и освобождает линию синхронизации (см. следующий рисунок).

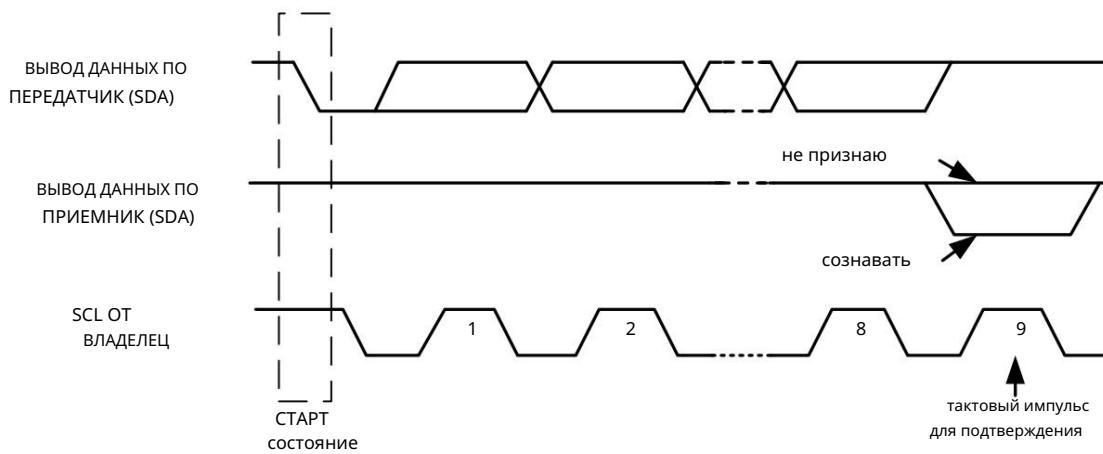


Рисунок 9. Подтверждение на шине I2C

Коммуникации

После начала связи с условием START (S) мастер отправляет 7-битный адрес подчиненного устройства, за которым следует 8-й бит, бит чтения/записи. Бит чтения/записи указывает, получает ли мастер данные от подчиненного устройства или пишет на него. Затем мастер освобождает линию SDA и ждет сигнала подтверждения (ACK) от подчиненного устройства.

За каждым переданным байтом должен следовать бит подтверждения. Для подтверждения ведомое устройство переводит линию SDA в НИЗКИЙ уровень и удерживает его НИЗКИМ в течение высокого периода линии SCL. Передача данных всегда завершается ведущим устройством с условием STOP (P), тем самым освобождая линию связи. Однако ведущее устройство может сгенерировать повторное условие START (Sr) и обратиться к другому ведомому устройству без предварительного генерирования условия STOP (P). Переход от НИЗКОГО к ВЫСОКОМУ уровню на линии SDA, когда SCL находится в ВЫСОКОМ уровне, определяет условие остановки. Все изменения SDA должны происходить, когда SCL находится в низком состоянии, за исключением условий запуска и остановки.

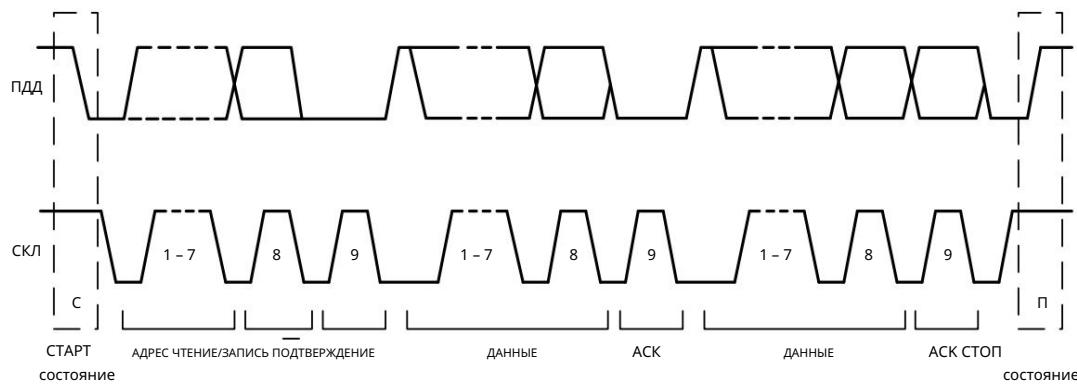


Рисунок 10. Полная передача данных I2C



Для записи внутренних регистров ICM-20948 мастер передает начальное условие (S), за которым следует адрес I2 С и бит записи (0). На 9-м тактовом цикле (когда тактовый сигнал высокий) ICM-20948 подтверждает передачу. Затем мастер помещает адрес регистра (RA) на шину. После того, как ICM-20948 подтверждает прием адреса регистра, мастер помещает данные регистра на шину. Затем следует сигнал ACK и передача данных может быть завершена условием остановки (P). Для записи нескольких байтов после последнего сигнала ACK мастер может продолжить вывод данных вместо передачи сигнала остановки. В этом случае ICM-20948 автоматически увеличивает адрес регистра и загружает данные в соответствующий регистр. На следующих рисунках показана одно- и двухбайтовая запись

последовательности.

Последовательность записи одного байта

Мастер S	AD+W			РА		ДАННЫЕ		П
Раб			ACK		ACK		ACK	

Последовательность пакетной записи

Мастер S	AD+W			РА		ДАННЫЕ		ДАННЫЕ		П
Раб			ACK		ACK		ACK		ACK	

Для чтения внутренних регистров ICM-20948 мастер отправляет начальное условие, за которым следует адрес I2 С и бит записи, а затем адрес регистра, который будет считан. Получив сигнал ACK от ICM-20948, мастер отправляет начальный сигнал, за которым следует адрес подчиненного устройства и бит чтения. В результате ICM-20948 отправляет сигнал ACK и данные. Связь завершается сигналом неподтверждения (NACK) и стоповым битом от мастера. Условие NACK определяется таким образом, что линия SDA остается высокой на 9-м тактовом цикле. На следующих рисунках показаны одно- и двухбайтовые последовательности чтения.

Последовательность чтения одного байта

Мастер S	AD+W			РА		С АД+Р			НАК П	
Раб			ACK		ACK		ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ДАННЫХ			

Последовательность пакетного считывания

Мастер S	AD+W			РА		С АД+Р			ACK		НАК П	
Раб			ACK		ACK		ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ДАННЫХ			ДАННЫЕ		

6.4 УСЛОВИЯ I2C

СИГНАЛ	ОПИСАНИЕ
C	Начальное состояние: SDA переходит от высокого к низкому, в то время как SCL высок
ОДИНАДЦАТЬ	Адрес подчиненного I2C
W Запись	бита (0)
P	Прочитать бит (1)
ACK	Подтверждение: линия SDA имеет низкий уровень, а линия SCL имеет высокий уровень на 9-м такте
НЕТ	Неподтверждение: линия SDA остается на высоком уровне на 9-м такте
РА	Внутренний адрес регистра ICM-20948
ДАННЫЕ	Передача или получение данных
П	Условие остановки: SDA переходит от низкого к высокому, в то время как SCL находится на высоком уровне

Таблица 15. Термины I2C

6.5 SPI-ИНТЕРФЕЙС

SPI — это 4-проводной синхронный последовательный интерфейс, который использует две линии управления и две линии данных. ICM-20948 всегда работает как ведомое устройство во время стандартной работы Master-Slave SPI.

Что касается Master, последовательный выход синхронизации (SCLK), последовательный выход данных (SDO) и последовательный вход данных (SDI) являются общими для Slave-устройств. Каждое подчиненное устройство SPI требует собственной линии выбора чипа (CS) от master.

CS переходит в низкое состояние (активен) в начале передачи и возвращается в высокое состояние (неактивен) в конце. Только одна линия CS активна в каждый момент времени, гарантируя, что в любой момент времени выбран только один ведомый. Линии CS невыбранных ведомых устройств удерживаются на высоком уровне, заставляя их линии SDO оставаться в состоянии высокого импеданса (high-z), чтобы они не мешали никаким активным устройствам.

Эксплуатационные характеристики SPI

1. Данные передаются сначала MSB, а затем LSB.
2. Данные фиксируются по переднему фронту SCLK.
3. Данные должны передаваться по заднему фронту SCLK.
4. Максимальная частота SCLK составляет 7 МГц.
5. Операции чтения и записи SPI выполняются за 16 или более тактов (два или более байта). Первый байт содержит адрес SPI, а следующие байты содержат данные SPI. Первый бит первого байта содержит бит чтения/записи и указывает операцию чтения (1) или записи (0). Следующие 7 бит содержат адрес регистра. В случаях многобайтовых операций чтения/записи данные представляют собой два или более байта:

Формат адреса SPI

МСБ							МЗП
Ч/Б A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	

Формат данных SPI

МСБ							МЗП
Д7	Д6	Д5	Д4	Д3	Д2	Д1	Д0

6. Поддерживает одиночное или пакетное чтение/запись.

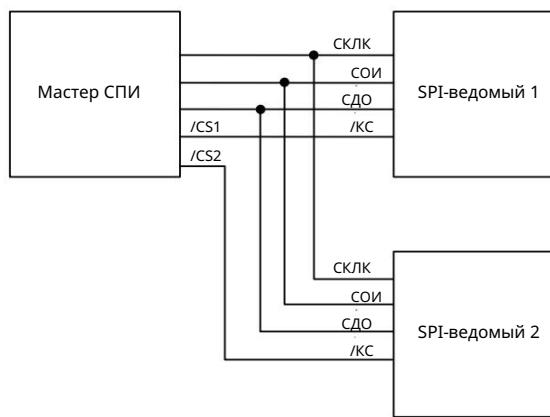


Рисунок 11. Типичная конфигурация SPI Master/Slave

7 РЕГИСТР КАРТА ДЛЯ ГИРОСКОПА И АКСЕЛЕРОМЕТРА

В следующей таблице приведена карта регистров для ICM-20948 для пользовательских банков 0, 1, 2, 3.

7.1 БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ О РЕГИСТР КАРТА

АДР	АДР (ДЕК.)	РЕГИСТР ИМЯ	СЕРИЙНЫЙ ЕСЛИ	БИТ7	БИТ6	БИТ5	БИТ4	БИТ3	БИТ2	БИТ1	БИТО
00	0	KTO_Я_Я	P	KTO_Я_Я[7:0]							
03	3	USER_CTRL	4/3	DMP_EN	FIFO_EN	I2C_MST_EN	I2C_IF_DIS	DMP_RST	SRAM_RST	I2C_MST_RST	-
05	5	LP_CONFIG	4/3		I2C_MST_CY КЛЕ	ACCEL_CYCLE	ГИРО_ЦИКЛ	-			
06	6	PWR_MGMT_1	4/3	DEVICE_RESET	СПАТЬ	LP_EN	-	TEMP_DIS	КЛКСЕЛ[2:0]		
07	7	PWR_MGMT_2	4/3	-		ОТКЛЮЧИТЬ_УСКОРЕНИЕ			ОТКЛЮЧИТЬ_ГИРОСКОП		
0Ф	15	INT_PIN_CFG	4/3	INT1_ACTL	INT1_OPEN	INT1_LATCH_ INT_EN	INT_ANYRD_ 20ЧИСТИТЬ	ACTL_FSYNC	FSYNC_INT_ MODE_EN	ОВХОД_EN	-
10	16	INT_ENABLE	4/3	REG_WOF_E H	-			WOM_INT_E H	PLL_RDY_EN	DMP_INT1_E H	I2C_MST_INT _EN
11	17	INT_ENABLE_1	4/3	-							НЕОБРАБОТАННЫЕ_ДАННЫЕ, 0_RDY_EN
12	18	INT_ENABLE_2	4/3	-			FIFO_OVERFLOW_EN[4:0]				
13	19	INT_ENABLE_3	4/3	-			FIFO_WM_EN[4:0]				
17	23	I2C_MST_STATUS	P/Y	PASS_THROU ГГ	I2C_SLV4_D0 CB	I2C_LOST_AR Б	I2C_SLV4_NA CK	I2C_SLV3_NA CK	I2C_SLV2_NA CK	I2C_SLV1_NA CK	I2C_SLV0_NA CK
19	25	INT_STATUS	P/Y	-				WOM_INT	PLL_RDY_INT	DMP_INT1	I2C_MST_INT
1A	26	INT_STATUS_1	P/Y	-							НЕОБРАБОТАННЫЕ_ДАННЫЕ, 0_RDY_INT
1Б	27	INT_STATUS_2	P/Y	-			FIFO_OVERFLOW_INT[4:0]				
1C	28	INT_STATUS_3	P/Y	-			FIFO_WM_INT[4:0]				
28	40	DELAY_TIMEH	P	DELAY_TIMEH[7:0]							
29	41	DELAY_TIMEL	P	DELAY_TIMEL[7:0]							
2D	45	ACCEL_XOUT_H	P	ACCEL_XOUT_H[7:0]							
2E	46	ACCEL_XOUT_L	P	ACCEL_XOUT_L[7:0]							
29.	47	ACCEL_YOUT_H	P	ACCEL_YOUT_H[7:0]							
30	48	ACCEL_YOUT_L	P	ACCEL_YOUT_L[7:0]							
31	49	ACCEL_ZOUT_H	P	ACCEL_ZOUT_H[7:0]							
32	50	ACCEL_ZOUT_L	P	ACCEL_ZOUT_L[7:0]							
33	51	GYRO_XOUT_H	P	GYRO_XOUT_H[7:0]							
34	52	GYRO_XOUT_L	P	GYRO_XOUT_L[7:0]							
35	53	GYRO_YOUT_H	P	GYRO_YOUT_H[7:0]							
36	54	GYRO_YOUT_L	P	GYRO_YOUT_L[7:0]							
37	55	GYRO_ZOUT_H	P	GYRO_ZOUT_H[7:0]							
38	56	GYRO_ZOUT_L	P	GYRO_ZOUT_L[7:0]							
39	57	TEMP_OUT_H	P	TEMP_OUT_H[7:0]							
3A	58	TEMP_OUT_L	P	TEMP_OUT_L[7:0]							
3Б	59	EXT_SLV_SENS_DATA_00	P	EXT_SLV_SENS_DATA_00[7:0]							
3C	60	EXT_SLV_SENS_DATA_01	P	EXT_SLV_SENS_DATA_01[7:0]							
3D	61	EXT_SLV_SENS_DATA_02	P	EXT_SLV_SENS_DATA_02[7:0]							
3E	62	EXT_SLV_SENS_DATA_03	P	EXT_SLV_SENS_DATA_03[7:0]							
39.	63	EXT_SLV_SENS_DATA_04	P	EXT_SLV_SENS_DATA_04[7:0]							
40	64	EXT_SLV_SENS_DATA_05	P	EXT_SLV_SENS_DATA_05[7:0]							
41	65	EXT_SLV_SENS_DATA_06	P	EXT_SLV_SENS_DATA_06[7:0]							
42	66	EXT_SLV_SENS_DATA_07	P	EXT_SLV_SENS_DATA_07[7:0]							
43	67	EXT_SLV_SENS_DATA_08	P	EXT_SLV_SENS_DATA_08[7:0]							

АДР	АДР (ДЕКАДРЫ)	РЕГИСТР ИМЯ	СЕРИЙНЫЙ ЕСЛИ	БИТ7	БИТ6	БИТ5	БИТ4	БИТ3	БИТ2	БИТ1	БИТ0
44	68	EXT_SLV_SENS_DATA_09	P	EXT_SLV_SENS_DATA_09[7:0]							
45	69	EXT_SLV_SENS_DATA_10	P	EXT_SLV_SENS_DATA_10[7:0]							
46	70	EXT_SLV_SENS_DATA_11	P	EXT_SLV_SENS_DATA_11[7:0]							
47	71	EXT_SLV_SENS_DATA_12	P	EXT_SLV_SENS_DATA_12[7:0]							
48	72	EXT_SLV_SENS_DATA_13	P	EXT_SLV_SENS_DATA_13[7:0]							
49	73	EXT_SLV_SENS_DATA_14	P	EXT_SLV_SENS_DATA_14[7:0]							
4A	74	EXT_SLV_SENS_DATA_15	P	EXT_SLV_SENS_DATA_15[7:0]							
4B	75	EXT_SLV_SENS_DATA_16	P	EXT_SLV_SENS_DATA_16[7:0]							
4C	76	EXT_SLV_SENS_DATA_17	P	EXT_SLV_SENS_DATA_17[7:0]							
4D	77	EXT_SLV_SENS_DATA_18	P	EXT_SLV_SENS_DATA_18[7:0]							
4E	78	EXT_SLV_SENS_DATA_19	P	EXT_SLV_SENS_DATA_19[7:0]							
4F	79	EXT_SLV_SENS_DATA_20	P	EXT_SLV_SENS_DATA_20[7:0]							
50	80	EXT_SLV_SENS_DATA_21	P	EXT_SLV_SENS_DATA_21[7:0]							
51	81	EXT_SLV_SENS_DATA_22	P	EXT_SLV_SENS_DATA_22[7:0]							
52	82	EXT_SLV_SENS_DATA_23	P	EXT_SLV_SENS_DATA_23[7:0]							
66	102	FIFO_EN_1	Ч/З	-				SLV_3_FIFO_RU	SLV_2_FIFO_RU	SLV_1_FIFO_RU	SLV_0_FIFO_RU
67	103	FIFO_EN_2	Ч/З	-			ACCEL_FIFO_RU	GYRO_Z_FIFO_EH	GYRO_Y_FIFO_EH	GYRO_X_FIFO_EH	ТЕМП_ФИФО_RU
68	104	FIFO_RST	Ч/З	-			FIFO_RESET[4:0]				
69	105	FIFO_MODE	Ч/З	-			FIFO_MODE[4:0]				
70	112	FIFO_COUNTH	P	-			FIFO_CNT[12:8]				
71	113	FIFO_COUNTL	P	FIFO_CNT[7:0]							
72	114	FIFO_R_W	Ч/З	FIFO_R_W[7:0]							
74	116	DATA_RDY_STATUS	Р/У	WOF_STATUS	-			RAW_DATA_RDY[3:0]			
76	118	FIFO_CFG	Ч/З	-							FIFO_CFG
7Ф	127	REG_BANK_SEL	Ч/З	-		USER_BANK[1:0]	-				

7.2 КАРТА РЕГИСТРА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ БАНК 1

Адрес	Адрес (дек.)	Имя регистра	Серийный если	Бит7	Бит6	Бит5	Бит4	Бит3	Бит2	Бит1	Бит0
02	2	SELF_TEST_X_GYRO	Ч/З					XG_ST_DATA[7:0]			
03	3	SELF_TEST_Y_GYRO	Ч/З					YG_ST_DATA[7:0]			
04	4	SELF_TEST_Z_GYRO	Ч/З					ZG_ST_DATA[7:0]			
09	14	SELF_TEST_X_ACCEL	Ч/З					XA_ST_DATA[7:0]			
0Ф	15	SELF_TEST_Y_ACCEL	Ч/З					YA_ST_DATA[7:0]			
10	16	SELF_TEST_Z_ACCEL	Ч/З					ZA_ST_DATA[7:0]			
14	20	XA_OFFSET_H	Ч/З					XA_OFFSET[14:7]			
15	21	XA_OFFSET_L	Ч/З					XA_OFFSET[6:0]			-
17	23	YA_OFFSET_H	Ч/З					YA_OFFSET[14:7]			
18	24	YA_OFFSET_L	Ч/З					YA_OFFSET[6:0]			-
1A	26	ZA_OFFSET_H	Ч/З					ZA_OFFSET[14:7]			
1B	27	ZA_OFFSET_L	Ч/З					ZA_OFFSET[6:0]			-

Адрес	Адрес (Декабрь)	Имя регистра	Серийный если	Бит7	Бит6	Бит5	Бит4	Бит3	Бит2	Бит1	Бит0
28	40	TIMEBASE_CORRECTION_PLL	Ч/З					TBC_PLL[7:0]			
7Ф	127	REG_BANK_SEL	Ч/З				USER_BANK[1:0]				

7.3 КАРТА РЕГИСТРА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ БАНК 2

АДР	АДР (ДЕКАРЬ)	РЕГИСТР ИМЯ	СЕРИЙНЫЙ ЕСЛИ	БИТ7	БИТ6	БИТ5	БИТ4	БИТ3	БИТ2	БИТ1	БИТО
00	0	GYRO_SMPLRT_DIV	Ч/З	GYRO_SMPLRT_DIV[7:0]							
01	1	GYRO_CONFIG_1	Ч/З			GYRO_DLPCFG[2:0]			GYRO_FS_SEL[1:0]		GYRO_FCHOICE
02	2	GYRO_CONFIG_2	Ч/З			XGYRO_CTN YGYRO_CTN ZGYRO_CTN			GYRO_AVGCFG[2:0]		
03	3	XG_OFFSETS_USRH	Ч/З	X_OFFSETS_USER[15:8]							
04	4	XG_OFFSETS_USRL	Ч/З	X_OFFSETS_USER[7:0]							
05	5	YG_OFFSETS_USRH	Ч/З	Y_OFFSETS_USER[15:8]							
06	6	YG_OFFSETS_USRL	Ч/З	Y_OFFSETS_USER[7:0]							
07	7	ZG_OFFSETS_USRH	Ч/З	Z_OFFSETS_USER[15:8]							
08	8	ZG_OFFSETS_USRL	Ч/З	Z_OFFSETS_USER[7:0]							
09	9	ODR_ALIGN_EN	Ч/З								ODR_ALIGN_RU
10	16	ACCEL_SMPLRT_DIV_1	Ч/З				ACCEL_SMPLRT_DIV[11:8]				
11	17	ACCEL_SMPLRT_DIV_2	Ч/З	ACCEL_SMPLRT_DIV[7:0]							
12	18	ACCEL_INTEL_CTRL	Ч/З						ACCEL_INTEL_EN	ACCEL_INTEL_MODE_INT	
13	19	ACCEL_WOM_THR	Ч/З	WOM_THRESHOLD[7:0]							
14	20	ACCEL_CONFIG	Ч/З			ACCEL_DLPCFG[2:0]			ACCEL_FS_SEL[1:0]		ACCEL_FCHOICE
15	21	ACCEL_CONFIG_2	Ч/З				AX_ST_EN_R	AY_ST_EN_R	AZ_ST_EN_R		DEC3_CFG[1:0]
52	82	FSYNC_CONFIG	Ч/З	DELAY_TIME_EN		WOF_DEGLITCH_EN	WOF_EDGE_IHT	EXT_SYNC_SET[3:0]			
53	83	TEMP_CONFIG	Ч/З						TEMP_DLPCFG[2:0]		
54	84	MOD_CTRL_USR	Ч/З								REG_LP_DMP_EN
7Ф	127	REG_BANK_SEL	Ч/З			USER_BANK[1:0]					

7.4 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ БАНК 3 КАРТА РЕГИСТРА

АДР	АДР (ДЕК.)	РЕГИСТР ИМЯ	СЕРИЙНЫЙ ЕСЛИ	БИТ7	БИТ6	БИТ5	БИТ4	БИТ3	БИТ2	БИТ1	БИТО
00	0	I2C_MST_ODR_CONFIG	Ч/З					I2C_MST_ODR_CONFIG[3:0]			
01	1	I2C_MST_CTRL	Ч/З	MULT_MST_RU			I2C_MST_P_CMPI	I2C_MST_CLK[3:0]			
02	2	I2C_MST_DELAY_CTRL	Ч/З	DELAY_ES_S_XЭДОУ			I2C_SLV4_DELAY_EN	I2C_SLV3_DELAY_EN	I2C_SLV2_DELAY_EN	I2C_SLV1_DELAY_EN	I2C_SLV0_DELAY_EN
03	3	I2C_SLV0_ADDR	Ч/З	I2C_SLV0_RN_Bт	I2C_ID_0[6:0]						
04	4	I2C_SLV0_REG	Ч/З	I2C_SLV0_REG[7:0]							
05	5	I2C_SLV0_CTRL	Ч/З	I2C_SLV0_EN	I2C_SLV0_BY_TE_SW	I2C_SLV0_REG_DIS	I2C_SLV0_GRП	I2C_SLV0 LENG[3:0]			
06	6	I2C_SLV0_DO	Ч/З	I2C_SLV0_DO[7:0]							
07	7	I2C_SLV1_ADDR	Ч/З	I2C_SLV1_RN_Bт	I2C_ID_1[6:0]						
08	8	I2C_SLV1_REG	Ч/З	I2C_SLV1_REG[7:0]							
09	9	I2C_SLV1_CTRL	Ч/З	I2C_SLV1_EN	I2C_SLV1_BY_TE_SW	I2C_SLV1_REG_DIS	I2C_SLV1_GRП	I2C_SLV1 LENG[3:0]			

АДР	АДР (ДЕКАБРЬ)	РЕГИСТР ИМЯ	СЕРИЙНЫЙ ЕСЛИ	БИТ7	БИТ6	БИТ5	БИТ4	БИТ3	БИТ2	БИТ1	БИТ0
0A	10	I2C_SLV1_DO	4/3	I2C_SLV1_DO[7:0]							
0B	11	I2C_SLV2_ADDR	4/3	I2C_SLV2_RN Бт	I2C_ID_2[6:0]						
0C	12	I2C_SLV2_REG	4/3	I2C_SLV2_REG[7:0]							
0D	13	I2C_SLV2_CTRL	4/3	I2C_SLV2_EN	I2C_SLV2_BY TE_SW	I2C_SLV2_RE G_DIS	I2C_SLV2_GR П	I2C_SLV2 LENG[3:0]			
0E	14	I2C_SLV2_DO	4/3	I2C_SLV2_DO[7:0]							
0F	15	I2C_SLV3_ADDR	4/3	I2C_SLV3_RN Бт	I2C_ID_3[6:0]						
10	16	I2C_SLV3_REG	4/3	I2C_SLV3_REG[7:0]							
11	17	I2C_SLV3_CTRL	4/3	I2C_SLV3_EN	I2C_SLV3_BY TE_SW	I2C_SLV3_RE G_DIS	I2C_SLV3_GR П	I2C_SLV3 LENG[3:0]			
12	18	I2C_SLV3_DO	4/3	I2C_SLV3_DO[7:0]							
13	19	I2C_SLV4_ADDR	4/3	I2C_SLV4_RN Бт	I2C_ID_4[6:0]						
14	20	I2C_SLV4_REG	4/3	I2C_SLV4_REG[7:0]							
15	21	I2C_SLV4_CTRL	4/3	I2C_SLV4_EN	I2C_SLV4_BY TE_SW	I2C_SLV4_RE G_DIS	I2C_SLV4_DLY[4:0]				
16	22	I2C_SLV4_DO	4/3	I2C_SLV4_DO[7:0]							
17	23	I2C_SLV4_DI	P	I2C_SLV4_DI[7:0]							
7F	127	REG_BANK_SEL	4/3	-	USER_BANK[1:0]		-				

8 БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ О ОПИСАНИЯ РЕГИСТРА

В этом разделе описываются функции и содержимое карты регистров пользовательского банка 0 в ICM-20948.

ПРИМЕЧАНИЕ: После включения питания устройство перейдет в спящий режим.

8.1 КТО_Я_Я

Имя: WHO_AM_I Адрес: 0 (004) Тип: USR0 Банк: 0 <small>Последовательный IF: R</small> Значение сброса: 0xEA		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0 КТО_Я_Я[7:0]		Зарегистрируйтесь, чтобы указать пользователю, к какому устройству осуществляется доступ. Значение для ICM-20948 — 0xEA.

8.2 USER_CTRL

Имя: USER_CTRL Адрес: 3 (034) Тип: USR0 Банк: 0 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	DMP_EN	1 — Включает функции DMP. 0 — Функции DMP отключаются после завершения текущего раунда обработки.
6	FIFO_EN	1 — Включить режим работы FIFO. 0 — Отключить доступ FIFO из последовательного интерфейса. Чтобы отключить запись FIFO через DMA, используйте регистр FIFO_EN. Чтобы отключить возможную запись FIFO из DMP, отключите DMP.
5	I2C_MST_EN	1 — Включить модуль I2C Master I/F; контакты ES_DA и ES_SCL изолированы от контактов SDA/SDI и SCL/SCLK. 0 — Отключить модуль I2C Master I/F; контакты ES_DA и ES_SCL логически управляются контактами SDA/SDI и SCL/SCLK.
4	I2C_IF_DIS	1 — Сбросьте модуль I2C Slave и переведите последовательный интерфейс только в режим SPI.
3	DMP_RST	1 — Сброс модуля DMP. Сброс асинхронный. Этот бит автоматически очищается после одного такта внутреннего тактового генератора 20 МГц.
2	SRAM_RST	1 — Сброс модуля SRAM. Сброс асинхронный. Этот бит автоматически очищается после одного такта внутреннего тактового генератора 20 МГц.
1	I2C_MST_RST	1 — Сброс главного модуля I2C. Сброс асинхронный. Этот бит автоматически очищается после одного такта внутреннего тактового генератора 20 МГц. ПРИМЕЧАНИЕ: Этот бит должен быть установлен только в случае зависания главного устройства I2C. Если этот бит установлен во время активной транзакции главного устройства I2C, подчиненное устройство I2C зависнет, что потребует от хоста сброса подчиненного устройства.
0	-	Сдержаненный.

8.3 LP_КОНФИГУРАЦИЯ

Имя: LP_CONFIG		
Адрес: 5 (05ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x40		
КОДОВЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	-	Сдержаный.
6	I2C_MST_CYCLE	1 - Работа мастера I2C в циклическом режиме. ODR определяется регистром I2C_MST_ODR_CONFIG. 0 - Отключить режим циклического включения главного устройства I2C.
5	ACCEL_CYCLE	1 - Работа ACCEL в циклическом режиме. ODR определяется регистром ACCEL_SMPLRT_DIV. 0 - Отключить режим циклического включения ACCEL.
4	ГИРО_ЦИКЛ	1 - Работа гироскопа в циклическом режиме. ODR определяется регистром GYRO_SMPLRT_DIV. 0 - Отключить режим циклического включения гироскопа.
3:0	-	Сдержаный.

8.4 ПИТАНИЕ_MGMT_1

Имя: PWR_MGMT_1		
Адрес: 6 (06ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x41		
КОДОВЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	СБРОС_УСТРОЙСТВА	1 - Сброс внутренних регистров и восстановление настроек по умолчанию. Запишите 1, чтобы установить сброс, бит автоматически очистится.
6	СПАТЬ	При установке этого параметра чип переходит в спящий режим (в спящем режиме все аналоговые компоненты отключены). Очистка бита выводит чип из спящего режима.
5	LP_EN	LP_EN влияет только на цифровую схему, он помогает уменьшить цифровой ток, когда датчики находятся в режиме LP. Обратите внимание, что сами датчики установлены в режиме LP настройками регистра LP_CONFIG. Датчики в режиме LP и использование бита LP_EN вместе помогают снизить общий ток. Настройки бита следующие: 1: Включите функцию пониженного энергопотребления. 0: Отключить функцию низкого энергопотребления. LP_EN не оказывает никакого эффекта, когда датчики находятся в режиме низкого уровня шума.
4	-	Сдержаный.
3	TEMP_DIS	При установке значения 1 этот бит отключает датчик температуры.
2:0	КЛКСЕЛ[2:0]	Код: Источник часов 0: Внутренний генератор 20 МГц 1-5: Автоматический выбор наилучшего доступного источника синхронизации — ФАПЧ, если он готов, в противном случае используется внутренний генератор 6: Внутренний генератор 20 МГц 7: Останавливает часы и сохраняет генератор времени в состоянии сброса ПРИМЕЧАНИЕ: CLKSEL[2:0] следует установить на 1-5, чтобы добиться полной производительности гироскопа.

8.5 ПИТАНИЕ_МГМТ_2

Имя: PWR_MGMT_2 Адрес: 7 (07ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:6	-	Сдержаный.
5:3	ОТКЛЮЧИТЬ_УСКОРЕНИЕ	Применимы только следующие значения: 111 – Акселерометр (все оси) отключен. 000 – Акселерометр (все оси) включен.
2:0	ОТКЛЮЧИТЬ_ГИРОСКОП	Применимы только следующие значения: 111 – Гироскоп (все оси) отключен. 000 – Гироскоп (все оси) включен.

8.6 INT_PIN_CFG

Имя: INT_PIN_CFG Адрес: 15 (0Fh) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	INT1_ACTL	1 – Логический уровень для вывода INT1 активен как низкий. 0 – Логический уровень для вывода INT1 активен на высоком уровне.
6	INT1_OPEN	1 – вывод INT1 настроен как открытый сток. 0 – вывод INT1 настроен как двухтактный.
5	INT1_LATCH_EN	1 – Уровень вывода INT1 удерживается до тех пор, пока статус прерывания не будет очищен. 0 – вывод INT1 указывает, что импульс прерывания имеет ширину 50 мкс.
4	INT_ANYRD_2CLEAR	1 – Состояние прерывания в INT_STATUS очищается (устанавливается в 0), если выполняется какая-либо операция чтения. 0 – Состояние прерывания в INT_STATUS очищается (устанавливается в 0) только путем чтения регистра INT_STATUS. Этот бит влияет только на биты состояния прерывания, содержащиеся в регистре INT_STATUS, и на соответствующее аппаратное прерывание. Этот бит не влияет на биты состояния прерывания, содержащиеся в регистрах INT_STATUS_1, INT_STATUS_2, INT_STATUS_3 и соответствующее аппаратное прерывание.
3	ACTL_FSYNC	1 – Логический уровень для вывода FSYNC как прерывания для ICM-20948 имеет активный низкий уровень. 0 – Логический уровень для вывода FSYNC как прерывания для ICM-20948 имеет активный высокий уровень.
2	FSYNC_INT_MODE_EN	1 – Это позволяет использовать вывод FSYNC в качестве прерывания. Переход на активный уровень, описанный битом ACTL_FSYNC, вызовет прерывание. Статус прерывания считывается в регистре состояния мастера I2C бит PASS_THROUGH. 0 – отключает возможность прерывания выводом FSYNC.
1	ОБХОД_EN	При активации выводы интерфейса I2C_MASTER (ES_CL и ES_DA) перейдут в «режим обхода», когда главный интерфейс I2C отключен.
0	-	Сдержаный.

8.7 INT_ENABLE

Имя: INT_ENABLE		
Адрес: 16 (10ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	REG_WOF_EN	1 – Включить пробуждение по прерыванию FSYNC. 0 – Функция отключена.
6:4	-	Сдержанный.
3	WOM_INT_EN	1 – Включить прерывание для пробуждения при движении, чтобы распространить его на вывод прерывания 1. 0 – Функция отключена.
2	PLL_RDY_EN	1 – Включить прерывание PLL RDY (PLL RDY означает, что PLL работает и используется в качестве источника тактовой частоты для системы) для распространения на вывод прерывания 1. 0 – Функция отключена.
1	DMP_INT1_EN	1 – Включить распространение прерывания DMP на вывод прерывания 1. 0 – Функция отключена.
0	I2C_MST_INT_EN	1 – Включить передачу главного прерывания I2C на вывод прерывания 1. 0 – Функция отключена.

8.8 INT_ENABLE_1

Имя: INT_ENABLE_1		
Адрес: 17 (11ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:1	-	Сдержанный.
0	RAW_DATA_0_RDY_EN	1 — Включить прерывание готовности необработанных данных от любого датчика для распространения на прерывание штифт 1. 0 – Функция отключена.

8.9 INT_ENABLE_2

Имя: INT_ENABLE_2		
Адрес: 18 (12ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:5	-	Сдержанный.
4:0	FIFO_OVERFLOW_EN[4:0]	1 – Включить прерывание для распространения переполнения FIFO на вывод прерывания 1. 0 – Функция отключена.

8.10 INT_ENABLE_3

Имя: INT_ENABLE_3 Адрес: 19 (134) Тип: USRO Банк: 0 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись. Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:5	-	Сдержаный.
4:0	FIFO_WM_EN[4:0]	1 – Включить прерывание для распространения водяного знака FIFO на вывод прерывания 1. 0 – Функция отключена.

8.11 I2C_MST_STATUS

Имя: I2C_MST_STATUS Адрес: 23 (174) Тип: USRO Банк: 0 Последовательный IF: R/C Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	ПРОХОД_ТРЕТЬ	Статус прерывания FSYNC – используется как способ передачи внешнего прерывания через этот чип на хост. Если включено в регистре INT_PIN_CFG путем установки бита FSYNC_INT_MODE_EN, это вызовет прерывание. Чтение этого регистра очищает все биты состояния в этом регистре.
6	I2C_SLV4_DONE	Устанавливается после завершения передачи подчиненного устройства I2C 4 и вызывает прерывание, если установлен бит I2C_MST_INT_EN в регистре INT_ENABLE и если установлен бит SLV4_DONE_INT_EN в регистре I2C_SLV4_CTRL.
5	I2C_LOST_ARB	Устанавливается, когда ведомое устройство I2C теряет арбитраж шины I2C, вызывает прерывание, если установлен бит I2C_MST_INT_EN в регистре INT_ENABLE.
4	I2C_SLV4_NACK	Устанавливается, когда подчиненное устройство 4 получает NACK, вызывает прерывание, если установлен бит I2C_MST_INT_EN в регистре INT_ENABLE.
3	I2C_SLV3_NACK	Устанавливается, когда подчиненное устройство 3 получает NACK, вызывает прерывание, если установлен бит I2C_MST_INT_EN в регистре INT_ENABLE.
2	I2C_SLV2_NACK	Устанавливается, когда ведомое устройство 2 получает NACK, вызывает прерывание, если установлен бит I2C_MST_INT_EN в регистре INT_ENABLE.
1	I2C_SLV1_NACK	Устанавливается, когда ведомое устройство 1 получает NACK, вызывает прерывание, если установлен бит I2C_MST_INT_EN в регистре INT_ENABLE.
0	I2C_SLV0_NACK	Устанавливается, когда подчиненное устройство 0 получает NACK, вызывает прерывание, если установлен бит I2C_MST_INT_EN в регистре INT_ENABLE.

8.12 INT_STATUS

Имя: INT_STATUS Адрес: 25 (194) Тип: USRO Банк: 0 Последовательный IF: R/C Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:4	-	Сдержаный.
3	WOM_INT	1 – Произошло прерывание пробуждения при движении.
2	PLL_RDY_INT	1 – Указывает, что ФАПЧ включена и готова (задержка 4 мс обеспечивает блокировку).
1	DMP_INT1	1 – Указывает, что DMP сгенерировал прерывание INT1.
0	I2C_MST_INT	1 – Указывает, что мастер I2C сгенерировал прерывание.

8.13 INT_STATUS_1

Имя: INT_STATUS_1		
Адрес: 26 (1Aч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R/C		
Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:1	-	Сдержаный.
0	RAW_DATA_0_RDY_INT	1 – Необработанные данные регистра датчиков со всех датчиков обновлены и готовы к считыванию.

8.14 INT_STATUS_2

Имя: INT_STATUS_2		
Адрес: 27 (1Bh)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R/C		
Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:5	-	Сдержаный.
4:0	FIFO_OVERFLOW_INT[4:0]	1 – Произошло прерывание переполнения FIFO.

8.15 INT_STATUS_3

Имя: INT_STATUS_3		
Адрес: 28 (1C)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R/C		
Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:5	-	Сдержаный.
4:0	FIFO_WM_INT[4:0]	1 – Произошло прерывание водяного знака для FIFO.

8.16 DELAY_TIMEH

Имя: DELAY_TIMEH		
Адрес: 40 (28ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	DELAY_TIMEH[7:0]	Старший байт времени задержки между событием FSYNC и первым событием ODR гироскопа (после события FSYNC). Чтение DELAY_TIMEH заблокирует DELAY_TIMEH и DELAY_TIMEL от следующего обновления. Чтение DELAY_TIMEL разблокирует DELAY_TIMEH и DELAY_TIMEL для выполнения следующего обновления из-за события FSYNC.

8.17 DELAY_TIMEL

Имя: DELAY_TIMEL Адрес: 41 (29ч) Тип: USRO Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
кусочек	Имя	ФУНКЦИЯ
7:0	DELAY_TIMEL[7:0]	<p>Младший байт времени задержки между событием FSYNC и первым событием ODR гироскопа (после события FSYNC).</p> <p>Чтение DELAY_TIMEH заблокирует DELAY_TIMEH и DELAY_TIMEL от следующего обновления.</p> <p>Чтение DELAY_TIMEL разблокирует DELAY_TIMEH и DELAY_TIMEL для выполнения следующего обновления из-за события FSYNC.</p> <p>Время задержки в мкс = (DELAY_TIMEH * 256 + DELAY_TIMEL) *</p>

0,9645

8.18 УСКОРЕНИЕ_XOUT_H

Имя: ACCEL_XOUT_H Адрес: 45 (2Dh) Тип: USRO Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
кусочек	Имя	ФУНКЦИЯ
7:0	ACCEL_XOUT_H[7:0]	Старший байт данных акселерометра по оси X.

8.19 УСКОРЕНИЕ_ВЫХ_Л

Имя: ACCEL_XOUT_L Адрес: 46 (2Eh) Тип: USRO Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
кусочек	Имя	ФУНКЦИЯ
7:0	ACCEL_XOUT_L[7:0]	<p>Младший байт данных акселерометра по оси X.</p> <p>Для преобразования выходного сигнала акселерометра в измерение ускорения используйте следующую формулу:</p> <p>X_ускорение = ACCEL_XOUT/Accel_Sensitivity</p>

8.20 УСКОРЕНИЕ_МОЛОДОСТЬ_H

Имя: ACCEL_YOUT_H Адрес: 47 (2Fh) Тип: USRO Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
кусочек	Имя	ФУНКЦИЯ
7:0	ACCEL_YOUT_H[7:0]	Старший байт данных акселерометра по оси Y.

8.21 УСКОРЕНИЕ_ВЫ_Л

Имя: ACCEL_YOUT_L Адрес: 48 (30ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	ACCEL_YOUT_L[7:0]	Младший байт данных акселерометра по оси Y. Для преобразования выходного сигнала акселерометра в измерение ускорения используйте следующую формулу: $Y_{\text{ускорение}} = ACCEL_YOUT/\text{Accel_Sensitivity}$

8.22 УСКОРЕНИЕ_ЗВЫХОД_Н

Имя: ACCEL_ZOUT_H Адрес: 49 (31ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	ACCEL_ZOUT_H[7:0]	Старший байт данных акселерометра по оси Z.

8.23 УСКОРЕНИЕ_ВЫХОД_Л

Имя: ACCEL_ZOUT_L Адрес: 50 (32ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	ACCEL_ZOUT_L[7:0]	Младший байт данных акселерометра по оси Z. Для преобразования выходного сигнала акселерометра в измерение ускорения используйте следующую формулу: $Z_{\text{ускорение}} = ACCEL_ZOUT/\text{Accel_Sensitivity}$

8.24 ГИРОСКОП_XOUT_Н

Имя: GYRO_XOUT_H Адрес: 51 (33ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	GYRO_XOUT_H[7:0]	Старший байт данных оси X гироскопа.

8.25 ГИРО_XOUT_L

Имя: GYRO_XOUT_L Адрес: 52 (34ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	GYRO_XOUT_L[7:0]	Младший байт данных оси X гироскопа. Для преобразования выходного сигнала гироскопа в измерение угловой скорости используйте следующую формулу: $X_angular_rate = GYRO_XOUT/Gyro_Sensitivity$

8.26 ГИРО_ЮНОСТЬ_Ч

Имя: GYRO_YOUT_H Адрес: 53 (35ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0 ГИРО_ЮТ_X[7:0]		Старший байт данных оси Y гироскопа.

8.27 ГИРО_ВЫ_Л

Имя: GYRO_YOUT_L Адрес: 54 (36ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	GYRO_YOUT_L[7:0]	Младший байт данных оси Y гироскопа. Для преобразования выходного сигнала гироскопа в измерение угловой скорости используйте следующую формулу: $Y_angular_rate = GYRO_YOUT/Gyro_Sensitivity$

8.28 GYRO_ZOUT_H

Имя: GYRO_ZOUT_H Адрес: 55 (37h) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0 ГИРО_ZOUT_H[7:0]		Старший байт данных оси Z гироскопа.

8.29 GYRO_ZOUT_L

Имя: GYRO_ZOUT_L Адрес: 56 (38ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	GYRO_ZOUT_L[7:0]	Младший байт данных оси Z гироскопа. Для преобразования выходного сигнала гироскопа в измерение угловой скорости используйте следующую формулу: $Z_angular_rate = GYRO_ZOUT/Gyro_Sensitivity$

8.30 ТЕМП_ВЫХОД_Ч

Имя: TEMP_OUT_H Адрес: 57 (39h) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	TEMP_OUT_H[7:0]	Старший байт данных датчика температуры.

8.31 ТЕМП_ВЫХОД_Л

Имя: TEMP_OUT_L Адрес: 58 (3Ah) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	TEMP_OUT_L[7:0]	Младший байт данных датчика температуры. Для преобразования выходного сигнала датчика температуры в градусы Цельсия используйте следующую формулу: $TEMP_degC = ((TEMP_OUT - Смещение_температуры_в_комнате)/Чувствительность_температуры) + 21$ градус. С

8.32 EXT_SLV_SENS_DATA_00

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_00 Адрес: 59 (3B) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_00[7:0]	Данные датчикачитываются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляетя I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Registers CTRL.

8.33 EXT_SLV_SENS_DATA_01

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_01		
Адрес: 60 (34)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_01[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.34 EXT_SLV_SENS_DATA_02

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_02		
Адрес: 61 (3Dh)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_02[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.35 EXT_SLV_SENS_DATA_03

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_03		
Адрес: 62 (3Eh)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_03[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.36 EXT_SLV_SENS_DATA_04

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_04		
Адрес: 63 (3Fh)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_04[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.37 EXT_SLV_SENS_DATA_05

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_05 Адрес: 64 (40ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_05[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.38 EXT_SLV_SENS_DATA_06

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_06 Адрес: 65 (41h) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_06[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.39 EXT_SLV_SENS_DATA_07

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_07 Адрес: 66 (42ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_07[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.40 EXT_SLV_SENS_DATA_08

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_08 Адрес: 67 (43ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_08[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.41 EXT_SLV_SENS_DATA_09

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_09		
Адрес: 68 (44ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_09[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.42 EXT_SLV_SENS_DATA_10

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_10		
Адрес: 69 (45ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_10[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.43 EXT_SLV_SENS_DATA_11

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_11		
Адрес: 70 (46ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_11[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.44 EXT_SLV_SENS_DATA_12

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_12		
Адрес: 71 (47ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_12[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.45 EXT_SLV_SENS_DATA_13

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_13 Адрес: 72 (48ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_13[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.46 EXT_SLV_SENS_DATA_14

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_14 Адрес: 73 (49ч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_14[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.47 EXT_SLV_SENS_DATA_15

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_15 Адрес: 74 (4Aч) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_15[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.48 EXT_SLV_SENS_DATA_16

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_16 Адрес: 75 (4B) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_16[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.49 EXT_SLV_SENS_DATA_17

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_17 Адрес: 76 (4C) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_17[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.50 EXT_SLV_SENS_DATA_18

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_18 Адрес: 77 (4Dh) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_18[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.51 EXT_SLV_SENS_DATA_19

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_19 Адрес: 78 (4Eh) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_19[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.52 EXT_SLV_SENS_DATA_20

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_20 Адрес: 79 (4Fh) Тип: USR0 Банк: 0 Последовательный IF: R Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_20[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.53 EXT_SLV_SENS_DATA_21

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_21		
Адрес: 80 (50ч)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_21[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.54 EXT_SLV_SENS_DATA_22

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_22		
Адрес: 81 (51h)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_22[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.55 EXT_SLV_SENS_DATA_23

Имя: EXT_SLV_SENS_DATA_23		
Адрес: 82 (52h)		
Тип: USR0		
Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	EXT_SLV_SENS_DATA_23[7:0] Данные	датчика считаются с внешних устройств I2C через главный интерфейс I2C . Данные сохраненный управляет I2C_SLV(0-4)_ADDR, I2C_SLV(0-4)_REG и I2C_SLV(0-4)_Регистры CTRL.

8.56 FIFO_EN_1

Имя: FIFO_EN_1 Адрес: 102 (66h) Тип: USR0 Банк: 0		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:4	-	Сдержаный.
3	SLV_3_FIFO_EN	1 – Записать регистры EXT_SENS_DATA, связанные с SLV_3 (как определено I2C_SLV2_CTRL, I2C_SLV1_CTRL и I2C_SL20_CTRL), в FIFO с частотой дискретизации; 0 – Функция отключена.
2	SLV_2_FIFO_EN	1 – Записать регистры EXT_SENS_DATA, связанные с SLV_2 (как определено I2C_SLV0_CTRL, I2C_SLV1_CTRL и I2C_SL20_CTRL), в FIFO с частотой дискретизации; 0 – Функция отключена.
1	SLV_1_FIFO_EN	1 – Записать регистры EXT_SENS_DATA, связанные с SLV_1 (как определено I2C_SLV0_CTRL и I2C_SLV1_CTRL), в FIFO с частотой дискретизации; 0 – Функция отключена.
0	SLV_0_FIFO_EN	1 – Записать регистры EXT_SENS_DATA, связанные с SLV_0 (как определено I2C_SLV0_CTRL), в FIFO с частотой дискретизации; 0 – Функция отключена.

8.57 FIFO_EN_2

Имя: FIFO_EN_2 Адрес: 103 (67h) Тип: USR0 Банк: 0		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:5	-	Сдержаный.
4	ACCEL_FIFO_EN	1 – Записать ACCEL_XOUT_H, ACCEL_XOUT_L, ACCEL_YOUT_H, ACCEL_YOUT_L, ACCEL_ZOUT_H и ACCEL_ZOUT_L в FIFO с частотой дискретизации; 0 – Функция отключена.
3	GYRO_Z_FIFO_EN	1 – Записать GYRO_ZOUT_H и GYRO_ZOUT_L в FIFO с частотой дискретизации. 0 – Функция отключена.
2	GYRO_Y_FIFO_EN	1 – Записать GYRO_YOUT_H и GYRO_YOUT_L в FIFO с частотой дискретизации. 0 – Функция отключена.
1	GYRO_X_FIFO_EN	1 – Записать GYRO_XOUT_H и GYRO_XOUT_L в FIFO с частотой дискретизации. 0 – Функция отключена.
0	TEMP_FIFO_EN	1 – Записать TEMP_OUT_H и TEMP_OUT_L в FIFO с частотой дискретизации. 0 – Функция отключена.

8.58 FIFO_RST

Имя: FIFO_RST Адрес: 104 (68h) Тип: USRO Банк: 0		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:5	-	Сдержаный.
4:0	FIFO_RESET[4:0]	Сброс S/W FIFO. Подтвердите и удерживайте, чтобы установить размер FIFO на 0. Подтвердите и снимите, чтобы сбросить FIFO.

8.59 РЕЖИМ_FIFO

Имя: FIFO_MODE Адрес: 105 (69h) Тип: USRO Банк: 0		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:5	-	Сдержаный.
4:0	FIFO_MODE[4:0]	0 – Поток. 1 – Снимок. Если установлено значение «1» , то при заполнении FIFO дополнительные записи в FIFO выполняться не будут. Если установлено значение «0» , то при заполнении FIFO в FIFO будут записываться дополнительные данные, заменяющие самые старые данные.

8.60 FIFO_COUNTH

Имя: FIFO_COUNTH Адрес: 112 (70ч) Тип: USRO Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:5	-	Сдержаный.
4:0	FIFO_CNT[12:8]	Старшие биты, количество указывает количество записанных байтов в FIFO. Чтение этого байта фиксирует данные как для FIFO_COUNTH, так и для FIFO_COUNTL.

8.61 FIFO_COUNTL

Имя: FIFO_COUNTL Адрес: 113 (71h) Тип: USRO Банк: 0		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	FIFO_CNT[7:0]	Младшие биты, счетчик указывает количество записанных байтов в FIFO.

8.62 FIFO_R_W

<p>Имя: FIFO_R_W</p> <p>Адрес: 114 (72h)</p> <p>Тип: USRO</p> <p>Банк: 0</p> <p>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</p> <p>Значение сброса: 0x00</p>		
КОСОВЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	FIFO_R_W[7:0]	Чтение из этого регистра или запись в него фактически считывает/записывает FIFO. Например, чтобы записать байт в FIFO, запишите желаемое значение байта в FIFO_R_W[7:0]. Чтобы прочитать байт из FIFO, выполните операцию чтения регистра и получите доступ к результату в FIFO_R_W[7:0].

8.63 DATA_RDY_STATUS

<p>Имя: DATA_RDY_STATUS</p> <p>Адрес: 116 (74h)</p> <p>Тип: USRO</p> <p>Банк: 0</p> <p>Последовательный IF: R/C</p> <p>Значение сброса: 0x00</p>		
КОСОВЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	WOF_STATUS	Пробуждение по статусу прерывания FSYNC. Очищается при чтении.
6:4	-	Сдержаный.
3:0	DATA_RDY[3:0]	Данные с датчиков копируются в FIFO или SRAM. Устанавливается, когда контроллер последовательности запускается при загрузке данных датчика. Только бит 0 имеет значение в конфигурации с одним FIFO. Очищается при чтении.

8.64 FIFO_CFG

<p>Имя: FIFO_CFG</p> <p>Адрес: 118 (76h)</p> <p>Тип: USRO</p> <p>Банк: 0</p> <p>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</p> <p>Значение сброса: 0x00</p>		
КОСОВЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:1	-	Сдержаный.
0	FIFO_CFG	Этот бит следует установить в 1, если требуется статус прерывания для каждого датчика.

8.65 РЕГ_БАНК_ВЫБОР

<p>Имя: REG_BANK_SEL</p> <p>Адрес: 127 (7Fh)</p> <p>Тип: BCE</p> <p>Банк: 0</p> <p>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</p> <p>Значение сброса: 0x00</p>		
КОСОВЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:6	-	Сдержаный.
5:4	USER_BANK[1:0]	Используйте следующие значения в этом битовом поле для выбора БАНКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. 0: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 0. 1: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 1. 2: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 2. 3: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 3.
3:0	-	Сдержаный.

9 ЕГР БАНК 1 РЕГИСТР ОПИСАНИЕ

В этом разделе описываются функции и содержимое карты регистров пользовательского банка 1 в ICM-20948.

ПРИМЕЧАНИЕ: После включения питания устройство перейдет в спящий режим.

9.1 SELF_TEST_X_GYRO

<p>Имя: SELF_TEST_X_GYRO Адрес: 2 (02ч) Тип: USR1 Банк: 1</p> <p>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</p> <p>Значение сброса: 0x00</p>		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	XG_ST_DATA[7:0]	Значение в этом регистре указывает на выход самотестирования, сгенерированный во время производственных испытаний. Это значение должно использоваться для проверки последующих выходов самотестирования, выполненных конечным пользователем.

9.2 SELF_TEST_Y_GYRO

<p>Имя: SELF_TEST_Y_GYRO Адрес: 3 (03ч) Тип: USR1 Банк: 1</p> <p>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</p> <p>Значение сброса: 0x00</p>		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	YG_ST_DATA[7:0]	Значение в этом регистре указывает на выход самотестирования, сгенерированный во время производственных испытаний. Это значение должно использоваться для проверки последующих выходов самотестирования, выполненных конечным пользователем.

9.3 САМОПРОВЕРКА_Z_ГИРОСКОПА

<p>Имя: SELF_TEST_Z_GYRO Адрес: 4 (04ч) Тип: USR1 Банк: 1</p> <p>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</p> <p>Значение сброса: 0x00</p>		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	ZG_ST_DATA[7:0]	Значение в этом регистре указывает на выход самотестирования, сгенерированный во время производственных испытаний. Это значение должно использоваться для проверки последующих выходов самотестирования, выполненных конечным пользователем.

9.4 SELF_TEST_X_ACCEL

<p>Имя: SELF_TEST_X_ACCEL Адрес: 14 (0Eh) Тип: USR1 Банк: 1</p> <p>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</p> <p>Значение сброса: 0x00</p>		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	XA_ST_DATA[7:0]	Содержит данные самотестирования акселерометра X.

9.5 CAMO_TECT_Y_ACCEL

Имя: SELF_TEST_Y_ACCEL		
Адрес: 15 (0Fh)		
Тип: USR1		
Банк: 1		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	YA_ST_DATA[7:0]	Содержит данные самотестирования акселерометра Y.

9.6 SELF_TEST_Z_ACCEL

Имя: SELF_TEST_Z_ACCEL		
Адрес: 16 (10ч)		
Тип: USR1		
Банк: 1		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	ZA_ST_DATA[7:0]	Содержит данные самотестирования акселерометра Z.

9.7 XA_OFFSET_H

Имя: XA_OFFSET_H		
Адрес: 20 (14ч)		
Тип: USR1		
Банк: 1		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: обрезается для каждой детали отдельно для оптимальной производительности		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	XA_OFFSET[14:7]	Отмена смещения акселерометра X в старших битах.

9.8 XA_OFFSET_L

Имя: XA_OFFSET_L		
Адрес: 21 (15ч)		
Тип: USR1		
Банк: 1		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: обрезается для каждой детали отдельно для оптимальной производительности		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:1	XA_OFFSET[6:0]	Нижние биты отмены смещения акселерометра X.
0	-	Сдержаненный.

9.9 YA_OFFSET_X

Имя: YA_OFFSET_H		
Адрес: 23 (17ч)		
Тип: USR1		
Банк: 1		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: обрезается для каждой детали отдельно для оптимальной производительности		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	YA_OFFSET[14:7]	Старшие биты отмены смещения акселерометра Y.

9.10 Я_ОФФС_Л

Имя: YA_OFFSETS_L		
Адрес: 24 (18ч)		
Тип: USR1		
Банк: 1		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: обрезается для каждой детали отдельно для оптимальной производительности		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:1	YA_OFFSETS[6:0]	Нижние биты отмены смещения акселерометра Y.
0	-	Сдержаненный.

9.11 ZA_OFFSETS_H

Имя: ZA_OFFSETS_H		
Адрес: 26 (1Aч)		
Тип: USR1		
Банк: 1		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: обрезается для каждой детали отдельно для оптимальной производительности		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	ZA_OFFSETS[14:7]	Отмена смещения акселерометра по оси Z старшими битами.

9.12 ZA_OFFSETS_L

Имя: ZA_OFFSETS_L		
Адрес: 27 (1Bh)		
Тип: USR1		
Банк: 1		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: обрезается для каждой детали отдельно для оптимальной производительности		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:1	ZA_OFFSETS[6:0]	Нижние биты отмены смещения акселерометра Z.
0	-	Сдержаненный.

9.13 TIMEBASE_CORRECTION_PLL

Имя: TIMEBASE_CORRECTION_PLL		
Адрес: 40 (28ч)		
Тип: USR1		
Банк: 1		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	TBC_PLL[7:0]	Ошибка периода тактовой частоты системы ФАПЧ (со знаком, [-10%, +10%]).

9.14 REG_BANK_SEL

Имя: REG_BANK_SEL Адрес: 127 (7Fh) Тип: Банк: 1 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
ЮСОННЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:6	-	Сдержаненный.
5:4	USER_BANK[1:0]	Используйте следующие значения в этом битовом поле для выбора БАНКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. 0: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 0. 1: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 1. 2: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 2. 3: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 3.
3:0	-	Сдержаненный.

10USR BANK 2 РЕГИСТР КАРТА

В этом разделе описываются функции и содержимое карты регистров пользовательского банка 2 в ICM-20948.

ПРИМЕЧАНИЕ: После включения питания устройство перейдет в спящий режим.

10.1 GYRO_SMPLRT_DIV

<p>Имя: GYRO_SMPLRT_DIV Адрес: 0 (00ч) Тип: USR2 Банк: 2</p> <p>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</p> <p>Значение сброса: 0x00</p>		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	GYRO_SMPLRT_DIV[7:0]	<p>Делитель частоты дискретизации гироскопа. Делит внутреннюю частоту дискретизации для генерации частоты дискретизации, которая управляет скоростью вывода данных датчика, частотой дискретизации FIFO и частотой последовательности DMP.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ: Этот регистр эффективен только тогда, когда FCHOICE = 1'b1 (бит регистра FCHOICE_B равен 1'b0) и (0 < DLPF_CFG < 7).</p> <p>ODR рассчитывается следующим образом:</p> $1,1 \text{ кГц}/(1+GYRO_SMPLRT_DIV[7:0])$

10.2 ГИРОСКОП_1

<p>Имя: GYRO_CONFIG_1 Адрес: 1 (01ч) Тип: USR2 Банк: 2</p> <p>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</p> <p>Значение сброса: 0x01</p>		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:6	-	Сдержаненный.
5:3	GYRO_DLPCFG[2:0]	Конфигурация фильтра нижних частот гироскопа показана в таблице 16.
2:1	GYRO_FS_SEL[1:0]	<p>Выбор полной шкалы гироскопа:</p> <p>00 = ±250 дпс 01 = ±500 дпс 10 = ±1000 дпс 11 = ±2000 дпс</p>
0	GYRO_FCHOICE	<p>0 – Обход гироскопа DLPF.</p> <p>1 – Включить гироскоп DLPF.</p>

Гироскоп DLPF настраивается с помощью GYRO_DLPCFG, когда GYRO_FCHOICE = 1. Данные гироскопа фильтруются в соответствии со значением GYRO_DLPCFG и GYRO_FCHOICE, как показано в таблице 16.

GYRO_FCHOICE	GYRO_DLPFCFG	ВЫХОД		
		ЗДБ ЧБ [Гц]	НБВ [Гц]	СТАВКА [Гц]
0	x	12106	12316	9000
1	0	196.6	229,8	1125/(1+GYRO_SMPLRT_DIV) Гц, где GYRO_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...255
1	1	151,8	187,6	1125/(1+GYRO_SMPLRT_DIV) Гц, где GYRO_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...255
1	2	119,5	154,3	1125/(1+GYRO_SMPLRT_DIV) Гц, где GYRO_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...255
1	3	51,2	73,3	1125/(1+GYRO_SMPLRT_DIV) Гц, где GYRO_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...255
1	4	23,9	35,9	1125/(1+GYRO_SMPLRT_DIV) Гц, где GYRO_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...255
1	5	11,6	17,8	1125/(1+GYRO_SMPLRT_DIV) Гц, где GYRO_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...255
1	6	5,7	8,9	1125/(1+GYRO_SMPLRT_DIV) Гц, где GYRO_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...255
1	7	361,4	376,5	1125/(1+GYRO_SMPLRT_DIV) Гц, где GYRO_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...255

Таблица 16. Конфигурация гироскопа 1

10.3 ГИРОСКОП_2

Имя: GYRO_CONFIG_2		
Адрес: 2 (02ч)		
Тип: USART		
Банк: 2		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОДИНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:6	-	Сдержаненный.
5	XGYRO_CTEN	Включение самотестирования гироскопа X.
4	YGYRO_CTEN	Включение самотестирования гироскопа Y.
3	ZGYRO_CTEN	Включение самотестирования гироскопа Z.
2:0	GYRO_AVGCFG[2:0]	Параметры конфигурации усредняющего фильтра для режима пониженного энергопотребления. 0: 1x усреднение. 1: 2-кратное усреднение. 2: 4-кратное усреднение. 3: 8-кратное усреднение. 4: 16-кратное усреднение. 5: 32-кратное усреднение. 6: 64-кратное усреднение. 7: 128-кратное усреднение.

В таблице 17 перечислены полосы пропускания фильтра гироскопа, доступные в режиме работы с низким энергопотреблением. В режиме работы с низким энергопотреблением гироскоп работает в циклическом режиме.

	СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ	1X	2X	4X	8X	16X	32X	64X	128X
GYRO_FCHOICE		1	1	1	1	1	1	1	1
GYRO_AVGCFG		0	1	2	3	4	5	6	7
ТОННА [МС]		1.15	1.59	2.48	4.26	7.82	14.93	29.15	57.59
НБВ [ГЦ]		773,5	469,8	257,8	134,8	68,9	34,8	17,5	8,8
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКИЙ ШУМ [DPS-RMS] ТИП (НА ОСНОВЕ ШУМА ГИРОСКОПА: 0,011 DPS/ ГЦ)		0,31	0,24	0,18	0,13	0,09	0,06	0,05	0,03
GYRO_SMPLRT_DIV	ОДР [ГЦ]								
255	4.4	1.04	1.05	1.05	1.06	1.09	1.14	1.24	1.45
64	17.3	1.07	1.08	1.10	1.15	1.25	1.45	1.85	
63	17.6	1.07	1.08	1.11	1.16	1.26	1.46	1.87	
32	34.1	1.10	1.12	1.17	1.27	1.47	1.86		
31	35.2	1.10	1.13	1.18	1.28	1.48	1.89		
22	48.9	1.13	1.16	1.23	1.37	1.66	2.22		
16	66.2	1.16	1.21	1.30	1.49	1.88			
15	70.3	1.17	1.22	1.32	1.52	1.93			
10	102.3	1.23	1.30	1.45	1.74	2.34			
8	125.0	1.27	1.36	1.54	1.90				
7	140,6	1.30	1.40	1.60	2.01				
5	187,5	1.38	1.52	1.79	2.33				
4	225.0	1.45	1.62	1.94					
3	281.3	1.56	1.76	2.17					
2	375.0	1.74	2.00						
1	562.5	2.09							

Таблица 17. Конфигурация гироскопа 2

ПРИМЕЧАНИЕ: То — это время включения для измерения движения, когда гироскоп находится в режиме рабочего цикла.

10.4 XG_OFFSETS_USRH

Имя: XG_OFFSETS_USRH		
Адрес: 3 (03ч)		
Тип: USR2		
Банк: 2		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	X_OFFSETS_USER[15:8]	Старший байт отмены смещения гироскопа X.

10.5 XG_OFFSETS_USRL

Имя: XG_OFFSETS_USRL		
Адрес: 4 (04ч)		
Тип: USR2		
Банк: 2		
<small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small>		
Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	X_OFFSETS_USER[7:0]	Младший байт отмены смещения гироскопа X.

10.6 YG_OFFSETS_USRH

Имя: YG_OFFSETS_USRH		
Адрес: 5 (05ч)		
Тип: USR2		
Банк: 2		
<small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small>		
Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	Y_OFFSETS_USER[15:8]	Старший байт отмены смещения гироскопа Y.

10.7 YG_OFFSETS_USRL

Имя: YG_OFFSETS_USRL		
Адрес: 6 (06ч)		
Тип: USR2		
Банк: 2		
<small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small>		
Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	Y_OFFSETS_USER[7:0]	Младший байт отмены смещения гироскопа Y.

10.8 ZG_OFFSETS_USRH

Имя: ZG_OFFSETS_USRH		
Адрес: 7 (07ч)		
Тип: USR2		
Банк: 2		
<small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small>		
Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	Z_OFFSETS_USER[15:8]	Старший байт отмены смещения гироскопа по оси Z.

10.9 ZG_OFFSETS_USRL

Имя: ZG_OFFSETS_USRL		
Адрес: 8 (08ч)		
Тип: USR2		
Банк: 2		
<small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small>		
Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	Z_OFFSETS_USER[7:0]	Младший байт отмены смещения гироскопа Z.

10.10 ODR_ALIGN_EN

Параметры		
Биты	Имя	Функция
7:1	-	Сдержаный.
0	ODR_ALIGN_EN	0: Отключает выравнивание времени начала ODR. 1: Включает выравнивание времени запуска ODR при записи любого из следующих регистров (с одинаковым значением или с разными значениями): GYRO_SMPLRT_DIV, ACCEL_SMPLRT_DIV_1, ACCEL_SMPLRT_DIV_2, I2C_MST_ODR_CONFIG.

10.11 УСКОРЕНИЕ_SMPLRT_DIV_1

Параметры		
Биты	Имя	Функция
7:4	-	Сдержаный.
3:0	ACCEL_SMPLRT_DIV[11:8]	MSB для частоты дискретизации ACCEL.

10.12 УСКОРЕНИЕ_SMPLRT_DIV_2

Параметры		
Биты	Имя	Функция
7:0	ACCEL_SMPLRT_DIV[7:0]	LSB для частоты дискретизации ACCEL. ODR рассчитывается следующим образом: 1,125 кГц/(1+ACCEL_SMPLRT_DIV[11:0])

10.13 УСКОРЕНИЕ_ИНТЕЛ_УПРАВЛЕНИЕ

Параметры		
Биты	Имя	Функция
7:2	-	Сдержаный.
1	ACCEL_INTEL_EN	Включите логику WOM.
0	ACCEL_INTEL_MODE_INT	Выбирает алгоритм WOM. 1 = Сравнить текущий образец с предыдущим образцом. 0 = Исходный образец сохраняется, все последующие образцы сравниваются с исходным образцом.

10.14ACCEL_WOM_THR

Имя: ACCEL_WOM_THR Адрес: 19 (13ч) Тип: USR2 Банк: 2 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	ЖЕНСКИЙ_ПОРОГ[7:0]	Этот регистр содержит пороговое значение для прерывания пробуждения по движению для осей ACCEL x/y/z. LSB = 4 мг. Диапазон от 0 мг до 1020 мг.

10.15 ACCEL_CONFIG

Имя: ACCEL_CONFIG Адрес: 20 (14ч) Тип: USR2 Банк: 2 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись Значение сброса: 0x01		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:6	-	Сдержаный.
5:3	ACCEL_DLPCFG[2:0]	Конфигурация фильтра низких частот акселерометра показана в таблице 18.
2:1	ACCEL_FS_SEL[1:0]	Выбор полной шкалы акселерометра: 00: ± 2 г 01: ± 4 г 10: ± 8 г 11: ± 16 г
0	ACCEL_FCHOICE	0: Обход ускорения DLPF, 1: Включить ускорение DLPF.

ACCEL_FCHOICE	ACCEL_DLPCFG	ВЫХОД		
		ЗДБ ЧБ [ГЦ]	НБВ [ГЦ]	СТАВКА [ГЦ]
0	x	1209	1248	4500
1	0	246.0	265.0	1125/(1+ACCEL_SMPLRT_DIV) Гц, где ACCEL_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...4095
1	1	246.0	265.0	1125/(1+ACCEL_SMPLRT_DIV) Гц, где ACCEL_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...4095
1	2	111.4	136.0	1125/(1+ACCEL_SMPLRT_DIV) Гц, где ACCEL_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...4095
1	3	50.4	68.8	1125/(1+ACCEL_SMPLRT_DIV) Гц, где ACCEL_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...4095
1	4	23.9	34.4	1125/(1+ACCEL_SMPLRT_DIV) Гц, где ACCEL_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...4095
1	5	11.5	17.0	1125/(1+ACCEL_SMPLRT_DIV) Гц, где ACCEL_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...4095
1	6	5.7	8.3	1125/(1+ACCEL_SMPLRT_DIV) Гц, где ACCEL_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...4095
1	7	473	499	1125/(1+ACCEL_SMPLRT_DIV) Гц, где ACCEL_SMPLRT_DIV равен 0, 1, 2,...4095

Таблица 18. Конфигурация ускорителя

Скорость передачи данных из блока фильтра DLPF может быть дополнительно уменьшена в 1,125 кГц/(1+ACCEL_SMPLRT_DIV[11:0]), где ACCEL_SMPLRT_DIV — 12-битное целое число.

10.16ACCEL_CONFIG_2

Имя: ACCEL_CONFIG_2		
Адрес: 21 (15ч)		
Тип: USR2		
Банк: 2		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:5	-	Сдержаный.
4	AX_ST_EN_REG	Включение самотестирования X Accel.
3	AY_ST_EN_REG	Y Включение самотестирования ускорения.
2	AZ_ST_EN_REG	Включение самотестирования Z Accel.
1:0	DEC3_CFG[1:0]	<p>Управляет числом выборок, усредненных в дециматоре акселерометра:</p> <p>0: Усреднение 1 или 4 выборок в зависимости от ACCEL_FCHOICE (см. Таблицу 19).</p> <p>1: Среднее значение 8 образцов.</p> <p>2: Среднее значение 16 образцов.</p> <p>3: Среднее значение 32 образцов.</p>

В таблице 19 перечислены полосы пропускания фильтра акселерометра, доступные в режиме работы с низким энергопотреблением. В режиме работы с низким энергопотреблением акселерометр работает в циклическом режиме.

	СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ	1X	4X	8X	16X	32X
	ACCEL_FCHOICE	0	1	1	1	1
	ACCEL_DLPCFG	x	7	7	7	7
	DEC3_CFG	0	0	1	2	3
	ТОННА (МС)	0,821	1.488	2.377	4.154	7.71
	НБВ (Гц)	1237.5	496.8	264,8	136,5	69.2
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКИЙ ШУМ						
[МГ-РМС] ТИП						
(НА ОСНОВАНИИ						
ШУМ АКСЕЛЕРОМЕТРА:						
190 мкГс/ Гц)		6.7	4.2	3.1	2.2	1.6
ACCEL_SMPLRT_DIV	ОДР [Гц]	ПОТРЕБЛЕНИЕ ТОКА [мА] ТИП				
4095	0,27	6.2	6.3	6.5	6.9	7.6
2044	0,55	6.3	6.6	7.0	7.7	9.2
1022	1.1	6.7	7.2	8.0	9.4	12.3
513	2.2	7.3	8.4	9.9	12.8	18.6
255	4.4	8.7	10.9	13.8	19.7	31.4
127	8.8	11.4	15.8	21.6	33.3	56.7
63	17.6	16.8	25.6	37.3	60,7	107.5
31	35.2	27.6	45.2	68.6	115.3	208.9
22	48.9	36.1	60,5	93.0	158.1	288.3
15	70.3	49.2	84.3	131.1	224,7	411.9
10	102.3	68.9	119,9	188.0	324.1	596.3
7	140,6	92.4	162.7	256.3	443.3	Н/Д

5	187.5	121.2	214.9	
3	281.3	178,9	319.3	Н/Д
1	562.5	351.7		Н/Д

Таблица 19. Конфигурация ускорителя 2

ПРИМЕЧАНИЕ: То — это время включения для измерения движения, когда акселерометр находится в режиме рабочего цикла.

10.17 FSYNC_CONFIG

Имя: FSYNC_CONFIG				
Адрес: 82 (52h)				
Тип: USR2				
Банк: 2				
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись				
Значение сброса: 0x00				
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ		
7	DELAY_TIME_EN	0: Отключает измерение времени задержки между событием FSYNC и первым событием ODR (после события FSYNC). 1: Включает измерение времени задержки между событием FSYNC и первым событием ODR (после события FSYNC).		
6	-	Сдержаный.		
5	WOF_DEGLITCH_EN	Включить цифровое устранение помех на входе FSYNC для функции Wake on FSYNC.		
4	WOF_EDGE_INT	0: FSYNC — это уровень прерывания для пробуждения по FSYNC. 1: FSYNC — это прерывание по фронту для пробуждения по FSYNC. ACTL_FSYNC используется для установки полярности прерывания.		
3:0	EXT_SYNC_SET[3:0]	Позволяет производить выборку данных контакта FSYNC. EXT_SYNC_SET Расположение бита FSYNC. 0: Функция отключена. 1: TEMP_OUT_L[0]. 2: GYRO_XOUT_L[0]. 3: GYRO_YOUT_L[0]. 4: GYRO_ZOUT_L[0]. 5: ACCEL_XOUT_L[0]. 6: ACCEL_YOUT_L[0]. 7: ACCEL_ZOUT_L[0].		

10.18 TEMP_CONFIG

Имя: TEMP_CONFIG Адрес: 83 (53h) Тип: USR2 Банк: 2 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ

10.19 MOD_CTRL_USR

Имя: MOD_CTRL_USR Адрес: 84 (54h) Тип: USR2 Банк: 2 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x03		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ

10.20 REG_BANK_ВЫБОР

Имя: REG_BANK_SEL Адрес: 127 (7Fh) Тип: USR2 Банк: 2 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ

11 ЕГР БАНК З РЕГИСТР КАРТА

В этом разделе описываются функции и содержимое карты регистров пользовательского банка 3 в ICM-20948.

ПРИМЕЧАНИЕ: После включения питания устройство перейдет в спящий режим.

11.1 I2C_MST_ODR_CONFIG

Имя: I2C_MST_ODR_CONFIG		
Адрес: 0 (004)		
Тип: USR3		
Банк: 3		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:4	-	Сдержаный
3:0	I2C_MST_ODR_CONFIG[3:0]	<p>Конфигурация ODR для внешнего датчика при отключенных гироскопе и акселерометре. ODR вычисляется следующим образом:</p> $1,1 \text{ кГц} / (2^{(odr_config[3:0])})$ <p>Когда гироскоп включен, все датчики (включая I2C_MASTER) используют ODR гироскопа. Если гироскоп отключен, то все датчики (включая I2C_MASTER) используют ODR акселерометра.</p>

11.2 I2C_MST_CTRL

Имя: I2C_MST_CTRL		
Адрес: 1 (014)		
Тип: USR3		
Банк: 3		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	MULT_MST_EN	Включает возможность работы с несколькими мастерами. При отключении тактирование I2C_MST_IF может быть отключено, когда оно не используется, а логика обнаружения потерянного арбитража отключена.
6:5	-	Сдержаный.
4	I2C_MST_P_NSR	<p>Этот бит управляет переходом ведущего устройства I2C от чтения одного ведомого устройства к чтению следующего ведомого устройства.</p> <p>читать.</p> <p>0 — Между чтениями происходит перезапуск.</p> <p>1 — Между чтениями есть остановка.</p>
3:0	I2C_MST_CLK[3:0]	Устанавливает основную тактовую частоту I2C, как показано в таблице 23.

11.3 I2C_MST_DELAY_CTRL

Имя: I2C_MST_DELAY_CTRL Адрес: 2 (024) Тип: USR3 Банк: 3 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	DELAY_ES_SHADOW	Задерживает копирование данных внешнего датчика до тех пор, пока не будут получены все данные.
6:5	-	Сдерганный.
4	I2C_SLV4_DELAY_EN	При включении ведомый 4 будет доступен только через 1/(1+I2C_SLC4_DLY) выборок, как определено I2C_MST_ODR_CONFIG.
3	I2C_SLV3_DELAY_EN	При включении ведомый 3 будет доступен только через 1/(1+I2C_SLC4_DLY) выборок, как определено I2C_MST_ODR_CONFIG.
2	I2C_SLV2_DELAY_EN	При включении ведомое устройство 2 будет получать доступ только к 1/(1+I2C_SLC4_DLY) выборкам, как определено I2C_MST_ODR_CONFIG.
1	I2C_SLV1_DELAY_EN	При включении ведомое устройство 1 будет получать доступ только к 1/(1+I2C_SLC4_DLY) выборкам, как определено I2C_MST_ODR_CONFIG.
0	I2C_SLV0_DELAY_EN	При включении ведомый 0 будет доступен только через 1/(1+I2C_SLC4_DLY) выборок, как определено I2C_MST_ODR_CONFIG.

11.4 I2C_SLV0_ADDR

Имя: I2C_SLV0_ADDR Адрес: 3 (034) Тип: USR3 Банк: 3 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	I2C_SLV0_RNW	1 – Передача – это чтение. 0 – Передача является записью.
6:0	I2C_ID_0[6:0]	Физический адрес ведомого устройства I2C 0.

11.5 I2C_SLV0_REG

Имя: I2C_SLV0_REG Адрес: 4 (044) Тип: USR3 Банк: 3 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись Значение сброса: 0x00		
КОСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV0_REG[7:0]	I2C slave 0 регистрирует адрес, с которого начинается передача данных.

11.6 I2C_SLV0_CTRL

Имя: I2C_SLV0_CTRL		
Адрес: 5 (05ч)		
Тип: USR3		
Банк: 3		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	I2C_SLV0_EN	1 — включить чтение данных с этого ведомого устройства с частотой дискретизации и сохранение данных в первом доступном регистре EXT_SENS_DATA, который всегда равен EXT_SENS_DATA_00 для ведомого устройства I2C 0. 0 – Функция отключена для данного ведомого устройства.
6	I2C_SLV0_BYTE_SW	1 – Поменять местами байты при чтении как младшего, так и старшего байта слова. Обратите внимание, что после чтения первого байта менять местами нечего, если I2C_SLV0_REG[0] = 1 или если последний прочитанный байт имеет адрес регистра lsb = 0. Например, если I2C_SLV0_REG = 0x1, а I2C_SLV0 LENG = 0x4: 1) Первый байт, считанный с адреса 0x1, будет сохранен в EXT_SENS_DATA_00, 2) второй и третий байты будут считаны и поменяны местами, поэтому данные, считанные с адреса 0x2, будут сохранены в EXT_SENS_DATA_02, а данные, считанные с адреса 0x3, будут сохранены в EXT_SENS_DATA_01, 3) Последний байт, считанный с адреса 0x4, будет сохранен в EXT_SENS_DATA_03. 0 – Перестановка не производится; байты записываются в порядке чтения.
5	I2C_SLV0_REG_DIS	Если установлено, транзакция не записывает значение регистра, она будет только считывать данные или записывать данные.
4	I2C_SLV0_GRP	Данные внешнего датчика обычно поступают в виде групп по два байта. Этот бит используется для определения, являются ли группы адресами регистра ведомого устройства 0 и 1, 2 и 3 и т. д., или группы являются адресами 1 и 2, 3 и 4 и т. д. 0 указывает, что адреса ведомых регистров 0 и 1 сгруппированы вместе (нечетный регистр завершает группу). 1 указывает, что адреса ведомых регистров 1 и 2 сгруппированы вместе (четный регистр завершает группу). Это позволяет производить обмен байтами регистров, которые сгруппированы, начиная с любого адреса.
3:0	I2C_SLV0 LENG[3:0]	Количество байтов, которые необходимо прочитать с подчиненного устройства I2C.

11.7 I2C_SLV0_DO

Имя: I2C_SLV0_DO		
Адрес: 6 (06ч)		
Тип: USR3		
Банк: 3		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV0_DO[7:0]	Данные выводятся, когда подчиненное устройство 0 настроено на запись.

11.8 I2C_SLV1_ADDR

Имя: I2C_SLV1_ADDR		
Адрес: 7 (07ч)		
Тип: USR3		
Банк: 3		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	I2C_SLV1_RNW	1 – Передача – это чтение. 0 – Передача является записью.
6:0	I2C_ID_1[6:0]	Физический адрес ведомого устройства I2C 1.

11.9 I2C_SLV1_REG

Имя: I2C_SLV1_REG Адрес: 8 (084) Тип: USR3 Банк: 3 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV1_REG[7:0]	I2C адрес регистра ведомого устройства 1, с которого начинается передача данных.

11.10 I2C_SLV1_CTRL

Имя: I2C_SLV1_CTRL Адрес: 9 (094) Тип: USR3 Банк: 3 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	I2C_SLV1_EN	<p>1 — Включить чтение данных с этого ведомого устройства с частотой дискретизации и сохранение данных в первом доступном регистре EXT_SENS_DATA, как определено I2C_SLV0_EN и I2C_SLV0 LENG.</p> <p>0 — Функция отключена для данного ведомого устройства.</p>
6	I2C_SLV1_BYTE_SW	<p>1 — Поменять местами байты при чтении как младшего, так и старшего байта слова. Обратите внимание, что после чтения первого байта менять нечего, если I2C_SLV1_REG[0] = 1 или если последний прочитанный байт имеет адрес регистра lsb = 0.</p> <p>Например, если I2C_SLV0_EN = 0x1 и I2C_SLV0 LENG = 0x3 (чтобы показать, что подкачка связана с адресом ведомого устройства I2C, а не с адресом EXT_SENS_DATA), и если I2C_SLV1_REG = 0x1 и I2C_SLV1 LENG = 0x4:</p> <p>1) Первый байт, считанный с адреса 0x1, будет сохранен в EXT_SENS_DATA_03 (данные подчиненного устройства 0 будут в EXT_SENS_DATA_00, EXT_SENS_DATA_01 и EXT_SENS_DATA_02), 2) второй и третий байты будут считаны и поменяны местами, поэтому данные, считанные с адреса 0x2, будут сохранены в EXT_SENS_DATA_04, а данные, считанные с адреса 0x3, будут сохранены в EXT_SENS_DATA_05, 3) Последний байт, считанный с адреса 0x4, будет сохранен в EXT_SENS_DATA_06.</p> <p>0 — Перестановка не производится, байты записываются в порядке чтения.</p>
5	I2C_SLV1_REG_DIS	Если установлено, транзакция не записывает значение регистра, она будет только считывать данные или записывать данные.
4	I2C_SLV1_GRP	<p>Данные внешнего датчика обычно поступают в виде групп по два байта. Этот бит используется для определения, являются ли группы адресами регистра ведомого устройства 0 и 1, 2 и 3 и т. д., или группы являются адресами 1 и 2, 3 и 4 и т. д.</p> <p>0 указывает, что адреса ведомых регистров 0 и 1 сгруппированы вместе (нечетный регистр завершает группу). 1 указывает, что адреса ведомых регистров 1 и 2 сгруппированы вместе (четный регистр завершает группу). Это позволяет производить обмен байтами регистров, которые сгруппированы, начиная с любого адреса.</p>
3:0	I2C_SLV1 LENG[3:0]	Количество байтов, которые необходимо прочитать с ведомого устройства I2C 1.

11.11I2C_SLV1_DO

Имя: I2C_SLV1_DO		
Адрес: 10 (0Aч)		
Тип: USR3		
Банк: 3		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV1_DO[7:0]	данные выводятся, когда подчиненное устройство 1 настроено на запись.

11.12I2C_SLV2_ADDR

Имя: I2C_SLV2_ADDR		
Адрес: 11 (0Bh)		
Тип: USR3		
Банк: 3		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	I2C_SLV2_RNW	1 – Передача – это чтение. 0 – Передача является записью.
6:0	I2C_ID_2[6:0]	Физический адрес подчиненного устройства I2C 2.

11.13I2C_SLV2_REG

Имя: I2C_SLV2_REG		
Адрес: 12 (04)		
Тип: USR3		
Банк: 3		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КУСОЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV2_REG[7:0]	I2C ведомый 2 регистрирует адрес, с которого начинается передача данных.

11.14I2C_SLV2_CTRL

Имя: I2C_SLV2_CTRL Адрес: 13 (0Dh) Тип: USR3 Банк: 3 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	I2C_SLV2_EN	1 — Включить чтение данных с этого ведомого устройства с частотой дискретизации и сохранение данных в первом доступном регистре EXT_SENS_DATA, как определено I2C_SLV0_EN, I2C_SLV0 LENG, I2C_SLV1_EN и I2C_SLV1 LENG. 0 – Функция отключена для данного ведомого устройства.
6	I2C_SLV2_BYTE_SW	1 – Поменять местами байты при чтении как младшего, так и старшего байта слова. Обратите внимание, что после чтения первого байта менять местами нечего, если I2C_SLV2_REG[0] = 1 или если последний прочитанный байт имеет адрес регистра lsb = 0. См. пример I2C_SLV1_CTRL. 0 – Перестановка не производится, байты записываются в порядке чтения.
5	I2C_SLV2_REG_DIS	Если установлено, транзакция не записывает значение регистра, она будет только считывать данные или записывать данные.
4	I2C_SLV2_GRP	Данные внешнего датчика обычно поступают в виде групп по два байта. Этот бит используется для определения, являются ли группы адресами регистра ведомого устройства 0 и 1, 2 и 3 и т. д., или группы являются адресами 1 и 2, 3 и 4 и т. д. 0 указывает, что адреса ведомых регистров 0 и 1 сгруппированы вместе (нечетный регистр завершает группу). 1 указывает, что адреса ведомых регистров 1 и 2 сгруппированы вместе (четный регистр завершает группу). Это позволяет производить обмен байтами регистров, которые сгруппированы, начиная с любого адреса.
3:0	I2C_SLV2 LENG[3:0]	Количество байтов, которые необходимо прочитать с подчиненного устройства I2C 2.

11.15I2C_SLV2_DO

Имя: I2C_SLV2_DO Адрес: 14 (0Eh) Тип: USR3 Банк: 3 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV2 DO[7:0]	Данные выводятся, когда подчиненное устройство 2 настроено на запись.

11.16I2C_SLV3_ADDR

Имя: I2C_SLV3_ADDR Адрес: 15 (0Fh) Тип: USR3 Банк: 3 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
КОДИЧЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	I2C_SLV3_RNW	1 – Передача – это чтение. 0 – Передача является записью.
6:0	I2C_ID_3[6:0]	Физический адрес ведомого устройства I2C 3.



11.17I2C_SLV3_REG

Имя: I2C_SLV3_REG Адрес: 16 (10ч) Тип: USR3 Банк: 3 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись Значение сброса: 0x00		
КОДСИК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV3_REG[7:0]	I2C slave 3 регистрирует адрес, с которого начинается передача данных.

11.18I2C_SLV3_CTRL

Имя: I2C_SLV3_CTRL Адрес: 17 (11ч) Тип: USR3 Банк: 3 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись Значение сброса: 0x00		
КОДСИК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	I2C_SLV3_EN	1 – Включить чтение данных с этого ведомого устройства с частотой дискретизации и сохранение данных в первом доступном регистре EXT_SENS_DATA, как определено I2C_SLV0_EN, I2C_SLV0 LENG, I2C_SLV1_EN, I2C_SLV1 LENG, I2C_SLV2_EN и I2C_SLV2 LENG. 0 – Функция отключена для данного ведомого устройства.
6	I2C_SLV3_BYTE_SW	1 – Поменять местами байты при чтении как младшего, так и старшего байта слова. Обратите внимание, что после чтения первого байта менять местами нечего, если I2C_SLV3_REG[0] = 1 или если последний прочитанный байт имеет адрес регистра lsb = 0. См. пример I2C_SLV1_CTRL. 0 – Перестановка не производится, байты записываются в порядке чтения.
5	I2C_SLV3_REG_DIS	Если установлено, транзакция не записывает значение регистра, она будет только считывать данные или записывать данные.
4	I2C_SLV3_GRP	Данные внешнего датчика обычно поступают в виде групп по два байта. Этот бит используется для определения, являются ли группы адресами регистра ведомого устройства 0 и 1, 2 и 3 и т. д., или группы являются адресами 1 и 2, 3 и 4 и т. д. 0 указывает, что адреса ведомых регистров 0 и 1 сгруппированы вместе (нечетный регистр завершает группу). 1 указывает, что адреса ведомых регистров 1 и 2 сгруппированы вместе (четный регистр завершает группу). Это позволяет производить обмен байтами регистров, которые сгруппированы, начиная с любого адреса.
3:0	I2C_SLV3 LENG[3:0]	Количество байтов, которые необходимо прочитать с ведомого устройства I2C 3.

11.19I2C_SLV3_DO

Имя: I2C_SLV3_DO Адрес: 18 (12ч) Тип: USR3 Банк: 3 Последовательный интерфейс: Чтение/Запись Значение сброса: 0x00		
КОДСИК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV3_DO[7:0]	Данные выводятся, когда подчиненное устройство 3 настроено на запись.

11.20I2C_SLV4_ADDR

Имя: I2C_SLV4_ADDR Адрес: 19 (13ч) Тип: USR3 Банк: 3 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	I2C_SLV4_RNW	1 – Передача – это чтение. 0 – Передача является записью.
6:0	I2C_ID_4[6:0]	Физический адрес подчиненного устройства I2C 4.

ПРИМЕЧАНИЕ. Интерфейс I2C Slave 4 можно использовать только для выполнения однобайтовых транзакций чтения и записи.

11.21I2C_SLV4_REG

Имя: I2C_SLV4_REG Адрес: 20 (14ч) Тип: USR3 Банк: 3 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV4_REG[7:0]	I2C slave 4 регистрирует адрес, с которого начинается передача данных.

11.22I2C_SLV4_CTRL

Имя: I2C_SLV4_CTRL Адрес: 21 (15ч) Тип: USR3 Банк: 3 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7	I2C_SLV4_EN	1 – Включить передачу данных с этим ведомым устройством с частотой дискретизации. Если команда чтения, сохранить данные в регистре I2C_SLV4_DI, если команда записи, записать данные, сохраненные в регистре I2C_SLV4_DO. Бит очищается, когда завершается одна передача. Обязательно сначала запишите I2C_SLV4_DO. 0 – Функция отключена для данного ведомого устройства.
6	I2C_SLV4_INT_EN	1 – разрешает завершение передачи данных подчиненного устройства I2C 4 для вызова прерывания. 0 – Завершение передачи данных подчиненного устройства I2C 4 не вызовет прерывания.
5	I2C_SLV4_REG_DIS	Если установлено, транзакция не записывает значение регистра, она будет только считывать данные или записывать данные.
4:0	I2C_SLV4_DLY[4:0]	При включении через I2C_MST_DELAY_CTRL эти ведомые устройства будут включаться только каждые 1/(1+I2C_SLV4_DLY) выборок, как определено I2C_MST_ODR_CONFIG.

11.23I2C_SLV4_DO

Имя: I2C_SLV4_DO Адрес: 22 (16ч) Тип: USR3 Банк: 3 <small>Последовательный интерфейс: Чтение/Запись</small> Значение сброса: 0x00		
ЮСОНЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV4_DO[7:0]	Данные выводятся, когда подчиненное устройство 4 настроено на запись.

11.24I2C_SLV4_DI

Имя: I2C_SLV4_DI		
Адрес: 23 (17ч)		
Тип: USR3		
Банк: 3		
Последовательный IF: R		
Значение сброса: 0x00		
КОДИКЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:0	I2C_SLV4_DI[7:0]	Данные считаны с I2C Slave 4.

11.25REG_BANK_SEL

Имя: REG_BANK_SEL		
Адрес: 127 (7Fh)		
Тип:		
Банк: 3		
Последовательный интерфейс: Чтение/Запись		
Значение сброса: 0x00		
КОДИКЕК	ИМЯ	ФУНКЦИЯ
7:6	-	Сдержаненный.
5:4	USER_BANK[1:0]	Используйте следующие значения в этом битовом поле для выбора БАНКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. 0: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 0. 1: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 1. 2: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 2. 3: Выберите БАНК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 3.
3:0	-	Сдержаненный.

12 РЕГИСТРАЦИЯ КАРТЫ ДЛЯ МАГНИТОМЕТРА

Карта регистров для секции магнитометра ICM-20948 (AK09916) приведена ниже.

ИМЯ АДРЕС	ЧТЕНИЕ/ЗАПИСЬ		ОПИСАНИЕ	ШИРИНА БИТА	ОБЪЯСНЕНИЕ
WIA2	01H	ЧИТАТЬ	Идентификатор устройства	8	
CT1	10H	ЧИТАТЬ	Статус 1	8	Статус данных
HXL	11H			8	
XXX	12H			8	Данные по оси X
ХИЛ	13ч			8	
ХЙХ	14ч			8	Данные по оси Y
ХЗЛ	15ч			8	
ХЖ	16H			8	Данные по оси Z
CT2	18ч	ЧИТАТЬ	Статус 2	8	Статус данных
CNTL2	31H	ЧТЕНИЕ/ЗАПИСЬ	Управление 2	8	Настройки управления
CNTL3	32H	ЧТЕНИЕ/ЗАПИСЬ	Управление 3	8	Настройки управления
TC1	33H	Тест ЧТЕНИЯ/ЗАПИСИ		8	НЕ ДОСТУП
TC2	34H	Тест ЧТЕНИЯ/ЗАПИСИ		8	НЕ ДОСТУП

Таблица 20. Таблица регистров для магнитометра

Адреса от 00h до 18h, от 30h до 32h соответствуют функции автоматического приращения последовательного интерфейса соответственно. В других режимах считанные данные неверны. Когда адрес находится в диапазоне от 00h до 18h, адрес увеличивается на 00h 01h 02h 03h 10h 11h ... 18h, и адрес возвращается к 00h после 18h. Когда адрес находится в диапазоне от 30h до 32h, адрес возвращается к 30h после 32h.

12.1 ОПИСАНИЕ КАРТЫ РЕГИСТРА

ИМЯ РЕГИСТРА АДРЕСА	Д7	Д6	Д5	Д4	Д3	Д2	Д1	Д0
РЕГИСТР ТОЛЬКО ДЛЯ ЧТЕНИЯ								
01H	WIA2	0	0	0	1	0	0	1
10H	CT1	0	0	0	0	0	ДОР	ДРДИ
11H	HXL	HX7	HX6	HX5	HX4	HX3	HX2	HX1
12H	XXX	HX15	HX14	HX13	HX12	HX11	HX10	HX9
13ч	ХИЛ	HY7	HY6	HY5	HY4	HY3	HY2	HY1
14ч	ХЙХ	HY15	HY14	HY13	HY12	HY11	HY10	HY9
15ч	ХЗЛ	X37	X36	X35	HZ4	X33	X32	X31
16H	ХЖ	X315	X314	X313	HZ12	HZ11	X310	HZ9
18ч	CT2	0	RSV30	RSV29	RSV28	ПЛАТА ПОРДОВ	0	0
РЕГИСТР ЗАПИСИ/ЧТЕНИЯ								
31H	CNTL2	0	0	0	РЕЖИМ4 РЕЖИМ3 РЕЖИМ2 РЕЖИМ1 РЕЖИМО			
32H	CNTL3	0	0	0	0	0	0	CPCT
33H	TC1	-	-	-	-	-	-	-
34H	TC2	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 21. Карта регистра для магнитометра

При включении VDD работает функция POR и инициализируются все регистры AK09916.

TS1 и TS2 — это тестовые регистры для проверки отгрузки. Не обращайтесь к этим регистрам.

13 ПОДРОБНЫХ ОПИСАНИЙ РЕГИСТРОВ МАГНИТОМЕТРА

В этом разделе подробно описан каждый регистр в разделе магнитометра ICM-20948.

13.1 WIA: ИДЕНТИФИКАТОР УСТРОЙСТВА

ИМЯ РЕГИСТРА АДРЕСА	Д7	Д6	Д5	Д4	Д3	Д2	Д1	Д0
РЕГИСТР ТОЛЬКО ДЛЯ ЧТЕНИЯ								
01H	WIA	0	0	0	0	1	0	1

Идентификатор устройства AK09916. Он описывается одним байтом и фиксированным значением.

09H: исправлено

13.2 ST1: СТАТУС 1

АДР	РЕГИСТР ИМЯ	Д7	Д6	Д5	Д4	Д3	Д2	Д1	Д0
РЕГИСТР ТОЛЬКО ДЛЯ ЧТЕНИЯ									
10H	ST1	0	0	0	0	0	0	ДОР	ДРДИ
Перезагрузить		0	0	0	0	0	0	0	0

DRDY: данные готовы

«0» : Нормально

«1» : Данные готовы

Бит DRDY становится равным «1» , когда данные готовы в режиме одиночного измерения, непрерывного измерения 1, 2, 3, 4 или режиме самотестирования. Он возвращается к «0» , когда считывается любой из регистров ST2 или регистров данных измерений (от HXL до TMPS).

DOR: Переполнение данных

«0» : Нормально

«1» : Переполнение данных

Бит DOR становится равным «1» , если данные пропущены в режиме непрерывного измерения 1, 2, 3, 4. Он возвращается к «0» , если считывается любой из регистров ST2 или регистров данных измерения (от HXL до TMPS).

13.3 HXL-HZH: ДАННЫЕ ИЗМЕРЕНИЙ

ИМЯ РЕГИСТРА АДРЕСА	Д7	Д6	Д5	Д4	Д3	Д2	Д1	Д0	
РЕГИСТР ТОЛЬКО ДЛЯ ЧТЕНИЯ									
11H	HXL	HX7	HX6	HX5	HX4	HX3	HX2	HX1	HX0
12H	XXX	HX15	HX14	HX13	HX12	HX11	HX10	HX9	HX8
13ч	ХИЛ	HY7	HY6	HY5	HY4	HY3	HY2	HY1	ХИ0
14ч	ХЙХ	HY15	HY14	HY13	HY12	HY11	HY10	HY9	HY8
15ч	ХЭЛ	X37	X36	X35	HZ4	X33	X32	X31	X30
16H	ХЖ	X315	X314	X313	HZ12	HZ11	X310	HZ9	HZ8
Перезагрузить	0	0	0	0	0	0	0	0	

Данные измерений магнитного датчика по осям X/Y/Z

HXL[7:0]: данные измерения по оси X, нижние 8 бит

HXH[15:8]: данные измерения по оси X выше 8 бит

HYH[7:0]: данные измерения оси Y, нижние 8 бит

HYH[15:8]: данные измерения оси Y выше 8 бит

HZL[7:0]: данные измерения оси Z, нижние 8 бит

HZH[15:8]: данные измерения по оси Z выше 8 бит

Данные измерений хранятся в формате дополнения до двух и Little Endian. Диапазон измерений каждой оси составляет от --32752 до 32752 в 16-битном выводе.

ДАННЫЕ ИЗМЕРЕНИЙ (КАЖДАЯ ОСЬ) [15:0]			МАГНИТНЫЙ ПОТОК ПЛОТНОСТЬ [мкТл]
ДОПОЛНЕНИЕ ДО ДВУХ	ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ	ДЕСЯТИЧНЫЙ	
0111 1111 1111 0000	7FF0	32752	4912(макс.)
0000 0000 0000 0001	0001	1	0,15
0000 0000 0000 0000	0000	0	0
1111 1111 1111 1111	ФФФФ	-1	-0,15
1000 0000 0001 0000	8010	-32752	-4912(мин.)

Таблица 22. Формат данных измерений магнитометра

13.4 ST2: СТАТУС 2

АДР	РЕГИСТР ИМЯ	Д7	Д6	Д5	Д4	Д3	Д2	Д1	Д0
РЕГИСТР ТОЛЬКО ДЛЯ ЧТЕНИЯ									
18ч	СТ2	0	RSV30	RSV29	RSV28	ПАЛАТЫ ПОДОВ	0	0	0
	Перезагрузить	0	0	0	0	0	0	0	0

Биты ST2[6:4]: зарезервированный регистр для АКМ.

HOFL: Переполнение магнитного датчика

«0» : Нормально

«1» : произошло переполнение магнитного датчика

В режиме одиночного измерения, режиме непрерывного измерения 1, 2, 3, 4 и режиме самотестирования магнитный датчик может переполниться, даже если регистр данных измерений не насыщен. В этом случае данные измерений неверны, и бит HOFL переходит в «1». При обновлении регистра данных измерений обновляется бит HOFL.

Регистр ST2 также играет роль регистра окончания чтения данных. Когда любой из регистров данных измерений (от HXL до TMP5) считывается в режиме непрерывного измерения 1, 2, 3, 4, это означает начало чтения данных и воспринимается как чтение данных до тех пор, пока не будет прочитан регистр ST2. Поэтому, когдачитываются любые данные измерений, обязательно считывайте регистр ST2 в конце.

13.5 CNTL2: УПРАВЛЕНИЕ 2

ИМЯ РЕГИСТРА АДРЕСА D7	Д6	Д5	Д4	Д3	Д2	Д1	Д0
РЕГИСТР ЧТЕНИЯ/ЗАПИСИ							
31Н	CNTL2	0	0	0	MPDE4 РЕЖИМ3	РЕЖИМ2	РЕЖИМ1 РЕЖИМ0
	Перезагрузить	0	0	0	0	0	0

MODE[4:0] биты: настройка режима работы

«00000» : Режим отключения питания

«00001» : режим одиночного измерения

«00010» : Режим непрерывного измерения 1

«00100» : Режим непрерывного измерения 2

«00110» : Режим непрерывного измерения 3

«01000» : Режим непрерывного измерения 4

«10000» : режим самотестирования

Другие настройки кода запрещены.

При установке каждого режима АК09916 переходит в установленный режим.

13.6 CNTL3: УПРАВЛЕНИЕ 3

ИМЯ РЕГИСТРА АДРЕСА D7		Д6	Д5	Д4	Д3	Д2	Д1	Д0
РЕГИСТР ЧТЕНИЯ/ЗАПИСИ								
32H	CNTL3	0	0	0	0	0	0	СРСТ
	Перезагрузить	0	0	0	0	0	0	0

SRST: Мягкий сброс

"0": Нормальный

"1": Перезагрузить

При установке «1» все регистры инициализируются. После сброса бит SRST автоматически становится «0».

13.7 TS1, TS2: ТЕСТ 1, 2

ИМЯ РЕГИСТРА АДРЕСА		Д7	Д6	Д5	Д4	Д3	Д2	Д1	Д0
РЕГИСТР ЧТЕНИЯ/ЗАПИСИ									
33H	TC1	-	-	-	-	-	-	-	-
34H	TC2	-	-	-	-	-	-	-	-
	Перезагрузить	0	0	0	0	0	0	0	0

Регистры TS1 и TS2 являются тестовыми регистрами для проверки отгрузки. Не используйте эти регистры.

14 ПРИМЕЧАНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

14.1 ПЕРЕХОД В РЕЖИМ ГИРОСКОПА

При переходе гироскопа из режима малой мощности в режим малого шума на выходе гироскопа будет наблюдаться несколько неустановившихся выходных выборок из-за переключения и установления фильтра. Количество неустановившихся выходных выборок гироскопа зависит от настроек фильтра и ODR.

14.2 УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ 1 НАСТРОЙКА РЕГИСТРА

Для достижения производительности, указанной в техническом описании, CLKSEL[2:0] необходимо установить на 001.

14.3 ДОСТУП К ПАМЯТИ DMP

Чтение/запись памяти DMP и FIFO через I2C в многопоточной среде может привести к считыванию неверных данных.

Чтобы избежать этой проблемы, можно использовать SPI вместо I2C или использовать I2C с мьютексами.

14.4 КОРРЕКЦИЯ ВРЕМЕННОЙ БАЗЫ

Частота системных часов при комнатной температуре в режиме гироскопа и 6-осевом режиме варьируется от детали к детали, а тактовые частоты, указанные в техническом описании, являются номинальными значениями. Процент отклонения частоты от номинальных значений для каждой детали регистрируется в регистре TIMEBASE_CORRECTION_PLL, а диапазон кода составляет $\pm 10\%$, при этом каждый младший бит представляет шаг 0,079%. Например, если на одной детали TIMEBASE_CORRECTION_PLL = 0x0C = d*12, это означает, что тактовая частота в режиме гироскопа и 6-осевом режиме на $\sim 0,94\%$ быстрее номинального значения.

При работе в режиме «только акселерометр» тактовая частота системы при комнатной температуре является номинальной частотой по частям и не зависит от значения, хранящегося в регистре TIMEBASE_CORRECTION_PLL.

14.5 ЧАСТОТА ГЛАВНОГО ТАКТОВОГО СИГНАЛА I2C

²Частота тактового генератора C может быть установлена регистром I2C_MST_CLK, как показано в Таблице 23. Из-за колебаний температуры и вариаций частоты тактового генератора системы от детали к детали в различных режимах питания I2C_MST_CLK следует устанавливать таким образом, чтобы при любых условиях частота тактового генератора не превышала поддерживаемую ведомым устройством. Для достижения целевой частоты тактового генератора 400 кГц, MAX, рекомендуется установить I2C_MST_CLK = 7 (345,6 кГц / 46,67% рабочего цикла).

I2C_MST_CLK	НОМИНАЛЬНЫЙ CLK ЧАСТОТА [КГЦ]	РАБОЧИЙ ЦИКЛ
0	370.29	50.00%
1	-	-
2	370.29	50.00%
3	432.00	50.00%
4	370.29	42.86%
5	370.29	50.00%
6	345.60	40.00%
7	345.60	46.67%
8	304.94	47.06%
9	432.00	50.00%
10	432.00	41,67%
11	432.00	41,67%
12	471.27	45.45%
13	432.00	50.00%

I2C_MST_CLK	НОМИНАЛЬНЫЙ CLK ЧАСТОТА [КГЦ]	РАБОЧИЙ ЦИКЛ
14	345.60	46.67%
15	345.60	46.67%

Таблица 23. Частота главного тактового сигнала I2C

14.6 СИНХРОНИЗАЦИЯ

Внутренние источники системных часов включают: (1) внутренний релаксационный генератор и (2) PLL с MEMS-генератором гироскопа в качестве опорных часов. При рекомендуемой настройке выбора часов (CLKSEL = 1) лучший источник часов для оптимальной производительности датчика и энергопотребления будет автоматически выбран на основе режима питания.

В частности, внутренний релаксационный генератор будет выбран при работе в режиме «только акселерометр», в то время как ФАПЧ будет выбран всякий раз, когда включен гироскоп, что включает в себя режимы гироскопа и 6-осевой режим.

Поскольку точность часов имеет решающее значение для точности расчетов расстояния и угла, выполняемых DMP, следует отметить, что внутренний релаксационный генератор и PLL демонстрируют разные характеристики в некоторых аспектах. Внутренний релаксационный генератор подстраивается для обеспечения постоянной рабочей частоты при комнатной температуре, в то время как тактовая частота PLL варьируется от детали к детали. Отклонение частоты PLL от номинального значения в процентах фиксируется в регистре TIMEBASE_CORRECTION_PLL, и пользователи могут учитывать его при расчетах расстояния и угла, чтобы не жертвовать точностью.

Помимо этого, PLL имеет лучшую стабильность частоты и меньшее изменение частоты в зависимости от температуры, чем внутренний релаксационный генератор.

14.7 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИТОВОГО ПОЛЯ LP_EN

Битовое поле LP_EN (пользовательский банк 0, регистр PWR_MGMT_1, бит [5] помогает уменьшить цифровой ток.

Рекомендуемая настройка для этого битового поля — 1, чтобы достичь минимально возможного тока. Однако, если LP_EN установлен в 1, пользователь не сможет записывать в следующие регистры. Если требуется записывать в регистры из этого списка, рекомендуется сначала установить LP_EN=0, записать требуемый регистр(ы), а затем снова установить LP_EN=1:

- USER BANK 0: Все регистры, кроме LP_CONFIG, PWR_MGMT_1, PWR_MGMT_2, INT_PIN_CFG, INT_ENABLE, FIFO_COUNTH, FIFO_COUNTL, FIFO_R_W, FIFO_CFG, REG_BANK_SEL
- USER BANK 1: Все регистры, кроме REG_BANK_SEL
- USER BANK 2: Все регистры, кроме REG_BANK_SEL
- USER BANK 3: Все регистры, кроме REG_BANK_SEL

14.8 ДОСТУП К РЕГИСТРАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРФЕЙСА SPI

При использовании интерфейса SPI, когда точка доступа/пользователь отключает датчик гироскопа (банк пользователя 0, регистр PWR_MGMT_2, биты [2:0]=111) в рамках последовательности команд чтения или записи регистра, точке доступа/пользователю потребуется впоследствии подождать 22 мкс перед любой из следующих операций:

(1) Запись в любой из следующих регистров:

- USER BANK 0: Все регистры, кроме LP_CONFIG, PWR_MGMT_1, PWR_MGMT_2, INT_PIN_CFG, INT_ENABLE, FIFO_COUNTH, FIFO_COUNTL, FIFO_R_W, FIFO_CFG, REG_BANK_SEL
- USER BANK 1: Все регистры, кроме REG_BANK_SEL
- USER BANK 2: Все регистры, кроме REG_BANK_SEL
- USER BANK 3: Все регистры, кроме REG_BANK_SEL

(2) Чтение данных из FIFO

(3) Чтение по памяти

15 ОРИЕНТАЦИЯ ОСЕЙ

Рисунок 12 и Рисунок 13 показывают ориентацию осей чувствительности и полярность вращения. Обратите внимание на идентификатор вывода 1 (*) на рисунках.

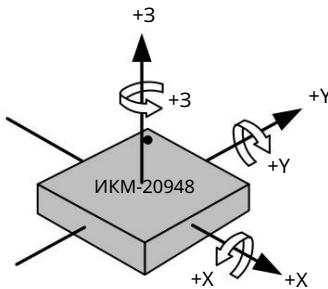


Рисунок 12. Ориентация осей чувствительности и полярность вращения

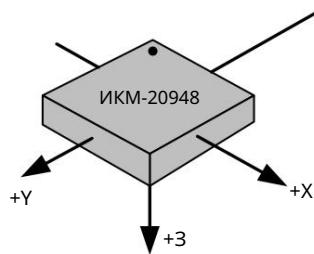


Рисунок 13. Ориентация осей чувствительности магнитометра

16 РАЗМЕРЫ УПАКОВКИ

В этом разделе приведены размеры корпуса для устройства. Информация для корпуса 24 Lead QFN 3.0x3.0x0.9 приведена на рисунке 14 и в таблице 24.

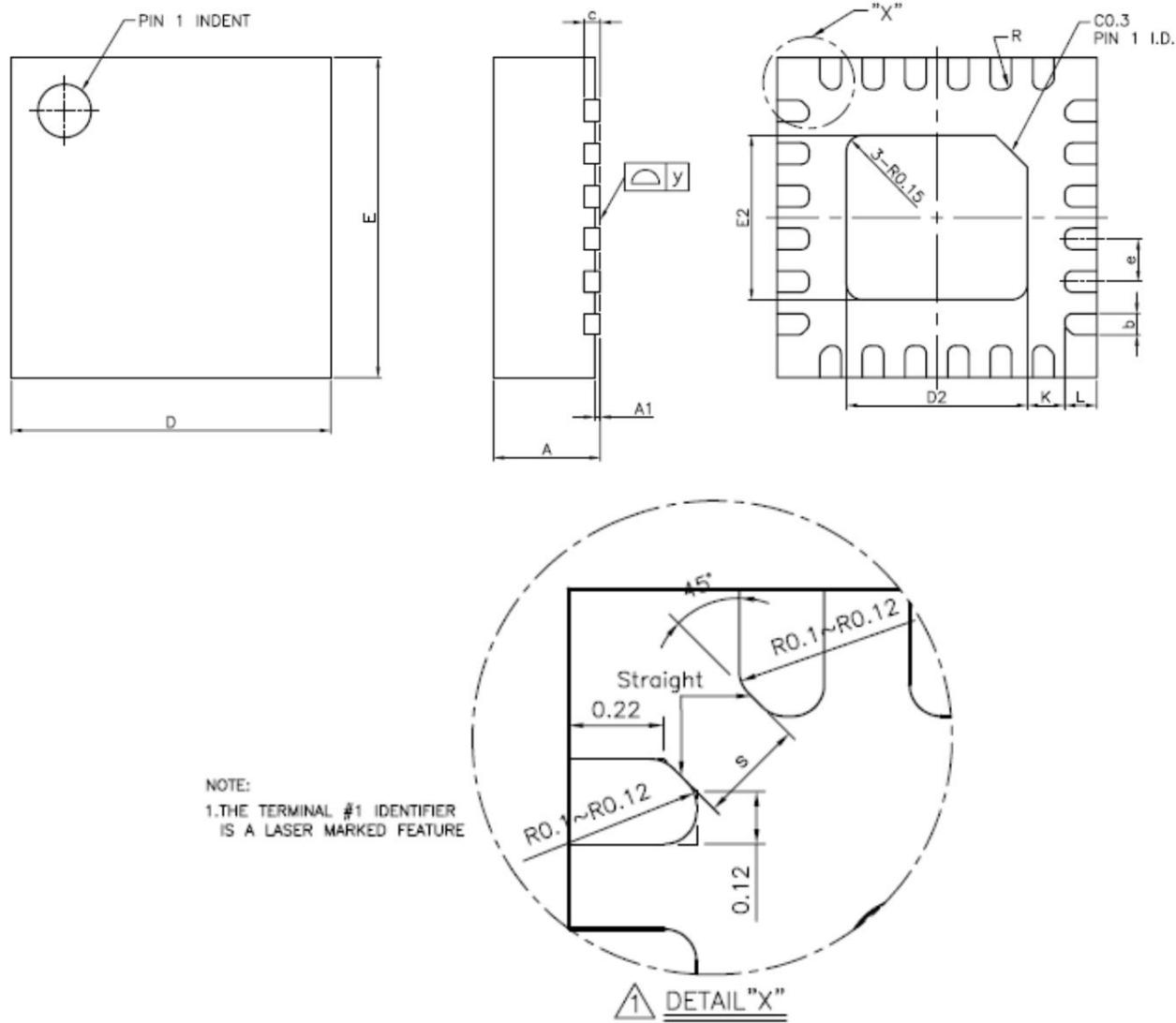


Рисунок 14. Размеры упаковки

СИМВОЛЫ	РАЗМЕРЫ В МИЛЛИМЕТРАХ		
	МИН.	НОМ.	МАКС.
А	0,95	1.00	1.05
А1	0.00	0,02	0,05
б	0,15	0,20	0,25
с	---	0,15 ССЫЛКА	---
д	2.90	3.00	3.10
д2	1.65	1.70	1.75
э	2.90	3.00	3.10
е2	1.49	1.54	1.59
е	---	0,40	---
к	---	0,35 ССЫЛКА	---
л	0,25	0,30	0,35
р	0,075	ССЫЛКА.	---
с	---	0,25 ССЫЛКА.	---
у	0.00	---	0,075

Таблица 24. Размеры упаковки

17 НОМЕР ДЕТАЛИ МАРКИРОВКА ДЕТАЛЕЙ

Ниже приведена сводка маркировки номеров деталей для устройств ICM-20948:

НОМЕР ДЕТАЛИ	НОМЕР ДЕТАЛИ МАРКИРОВКА ДЕТАЛИ
ИКМ-20948	И2948

Таблица 25. Номер детали Маркировка детали

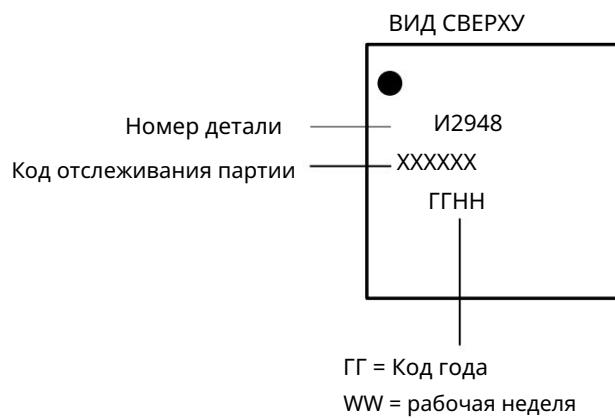


Рисунок 15. Номер детали Маркировка детали

18 ССЫЛОК

Для получения следующей информации обратитесь к «Примечанию по применению обработки MEMS InvenSense (AN-IVS-0002A-00)» :

- Рекомендации по производству о Руководство по сборке и рекомендации о Руководство по проектированию печатных плат о Инструкции по обращению с MEMS о Соображения, связанные с ESD о Спецификация оплавления о Спецификации хранения о Спецификация маркировки упаковки о Спецификация ленты и катушки о Этикетка катушки и коробки для пиццы о Упаковка о Представительная этикетка на транспортной коробке • Соответствие о Соответствие экологическим нормам о Соответствие DRC о Заявление о соответствии Отказ от ответственности

19 ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

19.1 ИСТОРИЯ ПЕРЕСМОТРОВ

ДАТА ПЕРЕСМОТРА	ПЕРЕСМОТРА	ОПИСАНИЕ
12/07/2016	1.0	Первоначальный выпуск
17.01.2017	1.1	Исправление форматирования
04/06/2017	1.2	Обновленный раздел 4
06/02/2017	1.3	Обновлены разделы 3, 4

ОТКАЗ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ДЕКЛАРАЦИЮ О СООТВЕТСТВИИ

InvenSense считает, что информация об охране окружающей среды и других требованиях, приведенная в этом документе, является корректной, но не может гарантировать ее точность или полноту. Документы о соответствии, подтверждающие спецификации и характеристики компонентов, находятся в архиве. InvenSense заключает субподрядные договоры на производство, и информация, содержащаяся в настоящем документе, основана на данных, полученных от поставщиков и продавцов, которые не были проверены InvenSense.

Эта информация, предоставленная InvenSense, Inc. («InvenSense»), считается точной и надежной. Однако InvenSense не несет ответственности за ее использование или за любые нарушения патентов или других прав третьих лиц, которые могут возникнуть в результате ее использования. Технические характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления. InvenSense оставляет за собой право вносить изменения в этот продукт, включая его схемы и программное обеспечение, с целью улучшения его конструкции и/или производительности без предварительного уведомления. InvenSense не дает никаких гарантий, ни явных, ни подразумеваемых, относительно информации и спецификаций, содержащихся в этом документе. InvenSense не несет ответственности за любые претензии или убытки, возникающие из информации, содержащейся в этом документе, или из использования продуктов и услуг, подробно описанных в нем. Это включает, помимо прочего, претензии или убытки, основанные на нарушении патентов, авторских прав, работы над масками и/или других прав интеллектуальной собственности.

Определенная интеллектуальная собственность, принадлежащая InvenSense и описанная в этом документе, защищена патентом. Никакая лицензия не предоставляется подразумеваемым образом или иным образом по любому патенту или патентным правам InvenSense. Эта публикация заменяет всю ранее предоставленную информацию. Товарные знаки, которые являются зарегистрированными товарными знаками, являются собственностью соответствующих компаний. Датчики InvenSense не должны использоваться или продаваться при разработке, хранении, производстве или использовании любого обычного или массового оружия или для любого другого оружия или опасных для жизни приложений, а также в любых других критически важных для жизни приложениях, таких как медицинское оборудование, транспорт, аэрокосмические и ядерные приборы, подводное оборудование, оборудование для электростанций, оборудование для предотвращения стихийных бедствий и предотвращения преступлений.

©2016—2017 InvenSense. Все права защищены. InvenSense, MotionTracking, MotionProcessing, MotionProcessor, MotionFusion, MotionApps, DMP, AAR и логотип InvenSense являются товарными знаками InvenSense, Inc. Логотип TDK является товарным знаком TDK Corporation. Другие названия компаний и продуктов могут быть товарными знаками соответствующих компаний, с которыми они связаны.