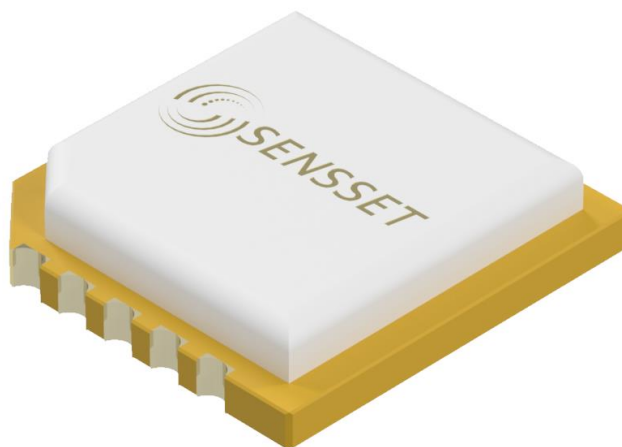


# SSAH-RS220

АHRS модуль



## 1. Описание продукта

SSAH-RS220 - это высокоточный датчик ориентации, который измеряет трехмерные углы ориентации объекта (включая статические и динамические углы наклона), ускорение, угловую скорость и интенсивность магнитного поля.

SSAH-RS220 интегрирует трехосевой MEMS гироскоп, трехосевой MEMS акселерометр и трехосевой магнитный датчик высокого уровня надежности и промышленного стандарта. Благодаря встроенным алгоритмам высокой производительности, алгоритмам компенсации ошибок высокой точности и строгим тестированиям и калибровкам на заводе, датчик обеспечивает точность измерения  $0.1^\circ$  для крена и тангажа и  $0.5^\circ$  для безотносительного путевого угла и  $1^\circ$  для магнитного путевого угла.

SSAH-RS220 имеет ультрамалый размер  $9.3 \times 9.5 \times 3$  мм и поддерживает поверхностный монтаж (SMT). Датчик поддерживает коммуникацию через интерфейсы UART и I2C, а также вход синхронизации, что облегчает интеграцию в приложения и сокращает сроки разработки.

### 1.1 Ключевые особенности

- Точность крена и тангажа:  $0.1^\circ$
- Точность безотносительного путевого угла:  $0.5^\circ$
- Точность магнитного путевого угла:  $1^\circ$
- Компактный размер:  $9.3 \times 9.5 \times 3$  мм
- Поддержка интерфейсов UART и I2C
- Поддержка синхронного входного сигнала
- Поддержка поверхностного монтажа (SMT)

## 2. Основные параметры и характеристики

*Таблица 1. Параметры углов ориентации*

Параметр		Тип. значение	Примечание
Крен	Точность <sup>1,2</sup>	0.1°	1σ СКВ, 25°C
	Диапазон	±180°	
Тангаж	Точность <sup>2</sup>	0.1°	1σ СКВ, 25°C
	Диапазон	±90°	
Курс <sup>3</sup>	Точность <sup>4</sup>	0.5°	1σ СКВ, 25°C
	Диапазон	±180°	
Магнитный курс <sup>5</sup>	Точность <sup>6</sup>	1°	1σ СКВ, 25°C
	Диапазон	±180°	
Разрешение <sup>7</sup>		0.01	

*Таблица 2. Параметры гироскопа*

Параметр	Тип. значение	Примечание
Диапазон измерений	±2000°/с	
Нелинейность	±0.05%FS	
Плотность шума	0.005°/с/√Гц	
Нестабильность смещения нуля	4 °/ч	По вариации Алана @ 25°C (1σ)
Полоса пропускания (-3дБ)	49 Гц	
Смещение нуля	±1 °/с	
Температурный дрейф нуля	±1 °/с	

1. В этом руководстве точность означает среднеквадратичную (СКВ) ошибку между измеренным углом и фактическим углом, полученным после множественных измерений.

2. Измерения проводились в условиях средней динамики без длительного ускорения.

3. По умолчанию, данный продукт при включении выводит безотносительный путевой угол. Безотносительный путевой угол представляет собой изменение путевого угла относительно момента включения. В режиме вывода безотносительного путевого угла, путевой угол в момент включения по умолчанию составляет 0°.

4. Погрешность, возникающая при вращении вокруг оси Z со скоростью 100°/с и прохождении полного оборота на 360°, при производстве составляет менее 0.15%. В связи со свойственными устройству дрейфовыми характеристиками, этот показатель может увеличиваться со временем и достигать не более 0.5%.

5. Для использования магнитного путевого угла, см. раздел 6.8.2.

6. Тестирование производилось в стабильной магнитной среде с проведением дополнительной калибровки магнитного датчика на месте.

7. Минимальная изменение, которую сенсор может обнаружить и разрешить в пределах рабочего диапазона.

**Таблица 3. Параметры акселерометр**

Параметр	Тип. значение	Примечание
Диапазон ускорений	±16g	
Нелинейность	±0.5%FS	
Плотность шума	60µg/√Hz	
Нестабильность смещения нуля	0.035mg	По вариации Аллана @ 25°C (1σ)
Полоса пропускания (-3дБ)	42 Гц	
Смещение нуля	±10 мг	1σ СКВ, 25°C
Температурный дрейф нуля	±20 мг	1σ СКВ, -40~85°C

**Таблица 4. Параметры магнитометр**

Параметр	Тип. значение	Примечание
Диапазон измерений	±49 Гс	
Нелинейность	±0.2%FS	FS = ±8 Гс
Шум	3мГс	СКВ

**Таблица 5. Параметры модуля**

Параметр	Тип. значение	Примечание
Напряжение питания	3.3 В DC	
Потребляемая мощность	48 мВт	@3.3 В
Интерфейс	UART, I2C	
Частота выдачи данных	100 Гц	200 Гц макс.
Размеры	9.3 x 9.5 x 3 мм	
Вес	0.5 грамм	

**Таблица 6. Параметры модуля**

Параметр	Тип. значение	Примечание
Диапазон рабочих температур	-40~85°C	
Оптимальная рабочая температура	-10~85°C	
Температура хранения	-45~85°C	Оптимальная влажность <65 %
Ударостойкость	2000 g	

### 3. Габаритные размеры модуля

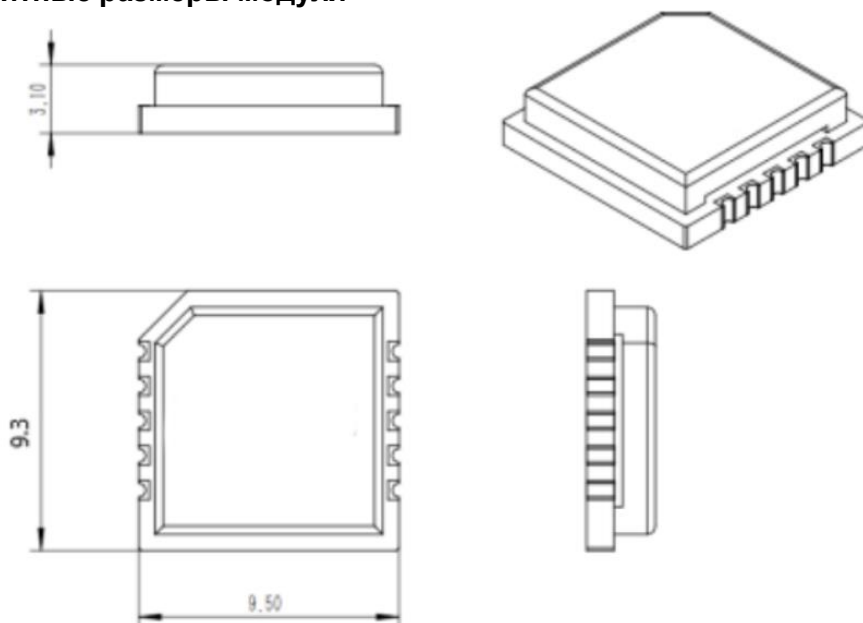


Рисунок 1. Габаритные размеры

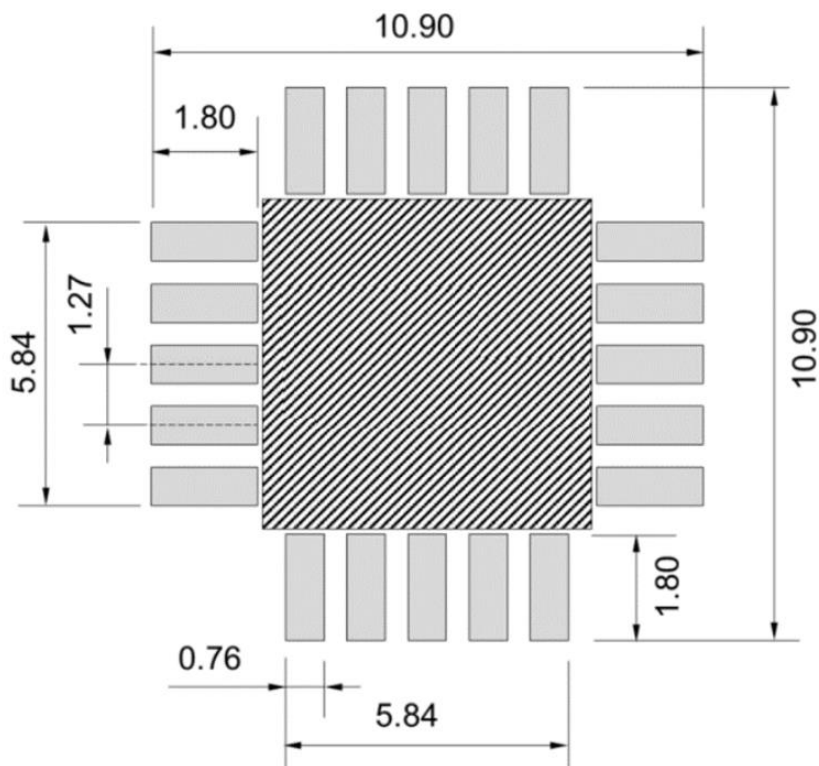


Рисунок 2. Размеры контактов

## 4. Определение системы координат и инструкции по установке.

### 4.1 Определение системы координат.

Определение системы координат SSAH-RS220 показано на рисунке ниже. Поворот вокруг оси X соответствует крену, вокруг оси Y соответствует тангажу, вокруг оси Z соответствует рысканию. Правило правой руки: указательный палец указывает в направлении оси вращения, при повороте в положительном направлении угол увеличивается.

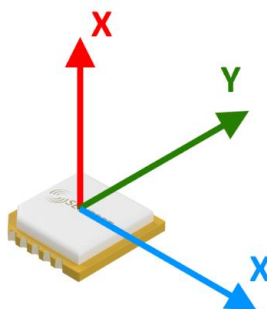


Рисунок 3. Определение СК

### 4.2 Рекомендации по установке.

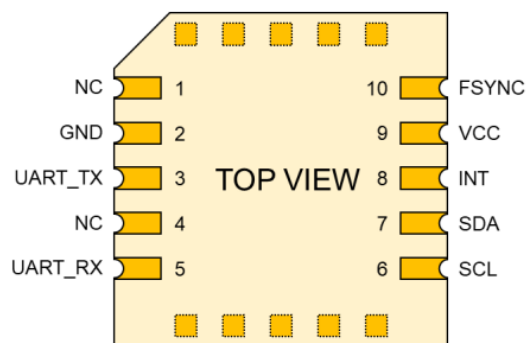
Датчик ориентации SSAH-RS220 содержит компоненты MEMS, которые чувствительны к напряжениям. Для снижения воздействия напряжений следует соблюдать следующие принципы при разработке платы и корпуса:

- Избегать расположения компонентов, оказывающих механическое воздействие на плату вокруг датчика SSAH-RS220, таких как кнопки, разъемы и т. д.
- Избегать размещения модуля SSAH-RS220 рядом с источниками тепла.
- Избегать воздействия вибраций на модуль SSAH-RS220, например, от динамиков, сигнализаций и т. д.

## 5. Обзор

### 5.1 Описание контактов

Определение контактов SSAH-RS220 представлено на следующей схеме.



**Рисунок 4.** Конфигурация контактов

*Таблица 7. Конфигурация контактов*

Номер контакта	Имя	Описание
1	NC	
2	GND	Земля
3	UART_TX	Контакт для отправки данных по последовательному порту
4	NC	Отсутствует определение контактов
5	UART_RX	Контакт для получения данных по последовательному порту
6	SCL	I2C - контакт синхронизации
7	SDA	I2C - контакт данных
8	INT	Контакт с синхронным выводом
9	VCC	Контакт постоянного напряжения DC
10	FSYNC	Контакт с синхронным входом

### 5.2 Интерфейс связи.

#### 5.2.1 UART.

SSAH-RS220 поддерживает интерфейс UART и поддерживает следующие скорости передачи данных:

- 9600 bps
- 19200 bps
- 38400 bps
- 57600 bps
- 115200 bps
- 230400 bps
- 460800 bps (по умолчанию)
- 921600 bps

Таблица 7. Параметры интерфейса UART

Параметр	Значение параметра
Бит данных	8
Стоповый бит	1
Бит контроля четности	-

Таблица 8. Параметры интерфейса UART

Параметр	Мин.	Тип	Макс	Ед. изм
TXD Порог низкого уровня	0		0.4	В
TXD Порог высокого уровня	2.4		3.3	В
RXD Порог низкого уровня	-0.3		0.8	В
RXD Порог высокого уровня	1.7		3.6	В

## 5.2.2 I2C

SSAH-RS220 работает только в роли подчиненного устройства по протоколу I2C, и в настоящее время поддерживает только функцию чтения данных по I2C. Максимальная частота синхронизации для I2C составляет 400 кГц, а адрес устройства равен 0110101b. При передаче данных адрес устройства является старшими 7 битами первого байта, а младший бит указывает на чтение (1b) или запись (0b).

Для I2C-коммуникации с SSAH-RS220 необходимо использовать вывод INT (синхронный вывод) модуля. Сигнал "готовности данных" (data ready) будет выходить на вывод INT (нарастающим фронтом), что будет служить сигналом для инициации чтения данных через I2C со стороны управляющего устройства. SSAH-RS220 не будет передавать данные по I2C, пока INT не выдаст сигнал "готовности данных", что указывает на завершение выполнения алгоритма и обновление данных. См. схему ниже для более подробной информации.



Рисунок 5. Демонстрация связи с выводом INT



Рисунок 6. Схема чтения кадра данных в I2C

Диаграмма временных интервалов для I2C-коммуникации по шине:



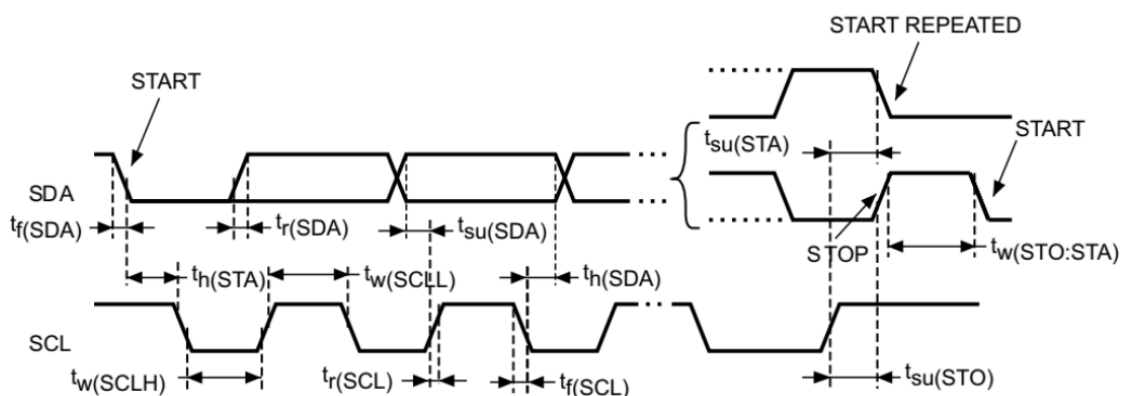


Рисунок 7. Диаграмма временных интервалов

Таблица 9. Временные параметры для I2C

Параметр	Значение	Стандартный режим		Быстрый режим		Ед.изм.
		Мин	Макс	Мин	Макс	
$t_{w(SCLL)}$	Время низкого уровня тактового сигнала SCL	4.7	-	1.3	-	мкс
$t_{w(SCLH)}$	Время высокого уровня тактового сигнала SCL	4.0	-	0.6	-	
$t_{su(SDA)}$	Время установки SDA	250	-	100	-	нс
$t_h(SDA)$	Время удержания данных SDA	0	3450	0	900 <sup>10</sup>	
$t_r(SDA)$ $t_r(SCL)$	Время нарастания SDA и SCL	-	1000	-	300	
$t_f(SDA)$ $t_f(SCL)$	Время спада SDA и SCL	-	300	-	300	мкс
$t_h(STA)$	Время удержания стартового состояния	4.0	-	0.6	-	
$t_{su(STA)}$	Повторная установка условия запуска время	4.7	-	0.6	-	
$t_{su(STO)}$	Время установки состояния останова	4.0	-	0.6	-	мкс
$t_w(STO:STA)$	Время выполнения условия "Стоп - Старт"	4.7	-	1.3	-	мкс
$t_{SP}$	Ширина импульса пиков, подавляемых аналоговым фильтром, для стандартного быстрого режима	0	50	0	50	нс
$C_b$	Емкостная нагрузка для каждой линии шины	-	400	-	400	пкФ

### 5.3 Синхронизационные контакты

SSAH-RS220 поддерживает функцию синхронного входа и синхронного вывода.

#### 5.3.1 Синхронный вход

Контакт SYNC SSAH-RS220 используется как внешний канал синхронизации входа. Уровень срабатывания контакта SYNC - положительный фронт. При срабатывании модуль сразу же собирает данные ИМУ, временная метка этой группы данных будет равна нулю. Внутренняя частота съемки SSAH-RS220 составляет 200 Гц, при выводе данных с частотой ниже 200 Гц внутренние данные выводятся с привязкой к интервалам. Максимальная частота синхронизационного сигнала, которую может принять SYNC, составляет 20 Гц. В общем, рекомендуется использовать синхронный сигнал частотой 1 Гц. Параметры входа синхронизации следующие:

Таблица 10. Параметры контакта синхронизации

Параметр	Мин	Типичн.	Макс.	Ед.изм
Напряжение входное			3.6	В
Порог низкого уровня			1.0	В
Порог высокого уровня	2.3			В
Входное сопротивление	3	5	7	кОм
Входной ток			5	мА

#### 5.3.2 Синхронный вывод

Контакт DR SSAH-RS220 используется как канал синхронного вывода для указания об обновлении новых данных. Эффективный сигнал контакта DR - восходящий фронт импульса, и высокий уровень импульса будет поддерживаться в течение 200 мкс.

При использовании I2C данные могут быть считаны только в течение 5 мс после появления восходящего фронта DR.

Таблица 11. Параметры контакта синхронизации

Параметр	Мин	Типичн.	Макс.	Ед.изм
Высокий уровень выходного напряжения	2.0			В
Низкий уровень выходного напряжения			0.3	В
Ток			8	мА

### 5.4 Формат кадра

#### 5.4.1 Формат вывода данных через UART

В частном протоколе используется фиксированный формат кадра, который включает пять частей: заголовок кадра, номер кадра, длину данных, область данных, контрольную сумму.

Таблица 12. Формат кадра

Идентификатор	Длина	Описание
Заголовок кадра	2 байта	Заголовок кадра, 0x59, 0x53
Номер кадра	2 байта	Номер кадра данных (1 ~ 60 000)
Длина данных	1 байт	Длина данных, максимальная 255
Область данных	0-255 байт	Эффективные данные пакета
Контрольная сумма 1	1 байт	Контрольная сумма
Контрольная сумма 2	1 байт	

**5.4.1.1 Формат данных**

Формат области данных представлено в следующей таблице:

Таблица 13. Формат области данных

Пакет 1			....	Пакет N		
Data ID	LEN	DATA	....	DATA ID	LEN	DATA

Таблица 14. Формат области данных

Данные	DATA ID	LEN	DATA
Температура БЧЭ*	0x01	2	DATA1 – DATA2
Линейное ускорение	0x10	12	DATA1 – DATA12
Угловая скорость	0x20	12	DATA1 – DATA12
Нормализованное значение магнитного поля	0x30	12	DATA1 – DATA12
Интенсивность магнитного поля	0x31	12	DATA1 – DATA12
Угол Эйлера	0x40	12	DATA1 – DATA12
Кватернион	0x41	16	DATA1 – DATA16
Отметка времени сэмпла	0x51	4	DATA1 – DATA4
Отметка времени синхронного вывода	0x52	4	DATA1 – DATA4

Таблица 15. Соотношение преобразования данных

Данные	Номер	Преобразование	Ед. изм.
Температура БЧЭ	DATA1 (DATA[7:0])	temp_imu = DATA *0.01	°C
	DATA2 (DATA[15:8])		
Линейное ускорение	DATA1 (DATA[7:0])	ax = DATA *0.000001	м/с <sup>2</sup>
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	ay = DATA *0.000001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	az = DATA *0.000001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
Угловая скорость	DATA1 (DATA[7:0])	wx = DATA *0.000001	°/с
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	wy = DATA *0.000001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	wz = DATA *0.000001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		

Таблица 15. Соотношение преобразования данных (продолжение таблицы)

Данные	Номер	Преобразование	Ед. изм.
Нормализованное магнитное поле	DATA1 (DATA[7:0])	mx = DATA * 0.000001	нормализованное значение
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	my = DATA * 0.000001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	mz = DATA * 0.000001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
Интенсивность магнитного поля	DATA1 (DATA[7:0])	mx = DATA * 0.001	мГс
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	my = DATA * 0.001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	mz = DATA * 0.001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
Угол Эйлера	DATA1 (DATA[7:0])	pitch = DATA * 0.000001	°
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	roll = DATA * 0.000001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	yaw = DATA * 0.000001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
Квантерион	DATA1 (DATA[7:0])	q0 = DATA * 0.000001	
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	q1 = DATA * 0.000001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	q2 = DATA * 0.000001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
	DATA13 (DATA[7:0])	q3 = DATA * 0.000001	
	DATA14 (DATA[15:8])		
	DATA15 (DATA[23:16])		
	DATA16 (DATA[31:24])		

Таблица 15. Соотношение преобразования данных (продолжение таблицы)

Данные	Номер	Преобразование	Ед. изм.
Отметка времени сэмпла	DATA1 (DATA[7:0])	Sampling_timestamp = DATA	мкс
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
Отметка времени синхронного вывода	DATA1 (DATA[7:0])	Sync_out_timestmp = DATA	мкс
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		

Как указано в таблице и на рисунке ниже, вычислительная формула представлена в следующем примере.

Заголовок	TID	LEN	MESSAGE	СК1	СК2
-----------	-----	-----	---------	-----	-----

Предполагая, что в диапазоне проверки имеется N байт (буфер[N]), формула расчета выглядит следующим образом :

```

СК1 = 0; СК2 = 0;
For(i=0;i<N;i++)
{
    СК1 = СК1 + buffer[i];
    СК2 = СК2 + СК1;
}
    
```

#### 5.4.2 Формат кадра протокола UART для взаимодействия

Формат протокола командного взаимодействия SSAH-RS220 отличается от формата вывода сообщений по умолчанию. Структура кадра включает: заголовок кадра, класс данных, оператор, длина данных, область данных, контрольная сумма. Представлено в следующей таблице:

Таблица 16. Формат кадра

Идентификатор	Длина	Описание
Заголовок кадра	2 байта	Начальный байт данных, 0x59, 0x53
Класс данных	1 байт	Категория данных
Оператор	3 бита	Запрос или запись
Длина данных	13 бит	Длина данных, максимальное значение 8191
Данные	0-8191 байт	Эффективные данные пакета
Контрольная сумма 1	1 байт	Контрольная сумма
Контрольная сумма 2	1 байт	

##### 5.4.2.1 Метод вычисления контрольной суммы

Полная кадр данных должна быть защищена контрольной суммой, которая вычисляется с учетом данных с класса данных до последнего байта данных. Представлено в следующей таблице:

Заголовок кадра	Класс данных	Оператор	Длина данных	Область данных	СК1	СК2
0x59 0x53	Диапазон, в пределах которого должна быть вычислена контрольная сумма					

```

CK1 = 0; CK2 = 0;
For(i=0;i<N;i++)
{
    CK1 = CK1 + buffer[i];
    CK2 = CK2 + CK1;
}
    
```

### 5.4.3 Формат протокола I2C для обмена данными

Шина I2C использует более компактную систему команд, используя адрес регистра выборки IMU, как в обычном методе чтения IMU.

Формат отправки данных по шине I2C представлен в следующей таблице:

Master	ST	SAD+	SUB	SR	SAD+	MAK	NMAK	SP
r		W			R			
Slave		SAK	SAK	SAK		SAK DATA	DATA	

#### Примечание

**SAD:** Slave address  
**ST:** START Condition  
**SR:** repeated START  
**SP:** STOP Condition

**MAK:** Master Acknowledge  
**NMAKL:** No Master Acknowledge  
**SAK:** Slave Acknowledge  
**SUB:** 8-bit sub-address, always is register address  
**W:** write operation  
**R:** read operation

Определение адреса регистра представлено в следующей таблице:

Таблица 17. Определение адреса регистра

Данные	DATA ID	LEN	DATA
Температура БЧЭ	0x01	2	DATA1 – DATA2
Линейное ускорение	0x10	12	DATA1 – DATA12
Угловая скорость	0x20	12	DATA1 – DATA12
Нормализованное значение магнитного поля	0x30	12	DATA1 – DATA12
Интенсивность магнитного поля	0x31	12	DATA1 – DATA12
Угол Эйлера	0x40	12	DATA1 – DATA12
Кватернион	0x41	16	DATA1 – DATA16
Отметка времени сэмпла	0x51	4	DATA1 – DATA4
Отметка времени синхронного вывода	0x52	4	DATA1 – DATA4

Таблица 18. Соотношение преобразования данных

Данные	Номер	Преобразование	Ед. изм.
Температура БЧЭ	DATA1 (DATA[7:0])	temp_imu = DATA *0.01	°C°
	DATA2 (DATA[15:8])		
Линейное ускорение	DATA1 (DATA[7:0])	ax = DATA *0.000001	м/с <sup>2</sup>
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	ay = DATA *0.000001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	az = DATA *0.000001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		

Таблица 18. Соотношение преобразования данных (Продолжение таблицы)

Данные	Номер	Преобразование	Ед. изм.
Угловая скорость	DATA1 (DATA[7:0])	$w_x = \text{DATA} * 0.000001$	°/с
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	$w_y = \text{DATA} * 0.000001$	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	$w_z = \text{DATA} * 0.000001$	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
Нормализованное магнитное поле	DATA1 (DATA[7:0])	$m_x = \text{DATA} * 0.000001$	нормализованное значение
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	$m_y = \text{DATA} * 0.000001$	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	$m_z = \text{DATA} * 0.000001$	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
Интенсивность магнитного поля	DATA1 (DATA[7:0])	$m_x = \text{DATA} * 0.001$	мГс
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	$m_y = \text{DATA} * 0.001$	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	$m_z = \text{DATA} * 0.001$	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
Угол Эйлера	DATA1 (DATA[7:0])	$\text{pitch} = \text{DATA} * 0.000001$	°
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	$\text{roll} = \text{DATA} * 0.000001$	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	$\text{yaw} = \text{DATA} * 0.000001$	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		

**Таблица 18. Соотношение преобразования данных (Продолжение таблицы)**

Данные	Номер	Преобразование	Ед. изм.
Квантерион	DATA1 (DATA[7:0])	q0 = DATA * 0.000001	
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	q1 = DATA * 0.000001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	q2 = DATA * 0.000001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
	DATA13 (DATA[7:0])	q3 = DATA * 0.000001	
	DATA14 (DATA[15:8])		
	DATA15 (DATA[23:16])		
	DATA16 (DATA[31:24])		
Отметка времени сэмпла	DATA1 (DATA[7:0])	Sampling_timestamp = DATA	мкс
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
Отметка времени синхронного вывода	DATA1 (DATA[7:0])	Sync_out_timestmp = DATA	мкс
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		

Все данные, кроме отметки времени сэмпла и времени синхронизации, являются знаковыми.

## 5.5 Конфигурация скорости передачи данных

SSAH-RS220 поддерживает следующие настройки скорости передачи данных:

**Таблица 19. Параметры настройки скорости передачи данных**

Описание	Команда	
Конфигурация скорости UART	9600 бит/с	59 53 01 0A 00 01 0D 27
	19200 бит/с	59 53 02 0A 00 06 12 2C
	38400 бит/с	59 53 02 0A 00 02 0E 28
	57600 бит/с	59 53 02 0A 00 07 13 2D
	115200 бит/с	59 53 02 0A 00 03 0F 29
	230400 бит/с	59 53 02 0A 00 09 15 2F
	460800 бит/с	59 53 02 0A 00 04 10 2A
	921600 бит/с	59 53 02 0A 00 05 11 2B

Настройка скорости передачи данных должна учитывать объем данных в одном фрейме и частоту вывода данных. При низкой скорости передачи данных может возникнуть проблема неполной передачи данных и невозможности успешной конфигурации без изменения содержания вывода данных. При настройке содержания вывода и частоты вывода данных, если коммуникационные параметры не соответствуют требованиям вывода, может возникнуть проблема неудачной конфигурации. Минимальную скорость передачи данных можно оценить с помощью следующей формулы:

1. Оценка времени передачи одного фрейма данных  $t = 1/f * 1000 - 1$  (мс)

f: частота вывода данных

2. Оценка скорости передачи данных  $baudrate = n * 10 * 1000 / t$

n: количество байтов в одном фрейме данных.

baudrate: для обеспечения успешного приема команд после изменения скорости передачи данных, рекомендуется выбрать значение не более 80% от требуемой настройки.

После настройки, пожалуйста, подключитесь к SSAH-RS220 с использованием обновленной скорости передачи данных.



## 5.6 Конфигурация частоты вывода данных

SSAH-RS220 поддерживает следующие настройки частоты вывода данных:

Таблица 20. Параметры настройки частоты вывода данных

Описание		Команда	Ответ (HEX)	
Конфигурация скорости UART	1 Гц	59 53 03 0A 00 01 0E 2B	Успех	59 53 03 0A 00 00 0D 2A
	2 Гц	59 53 03 0A 00 02 0F 2C		
	4 Гц	59 53 03 0A 00 03 10 2D		
	10 Гц	59 53 03 0A 00 04 11 2E		
	20 Гц	59 53 03 0A 00 05 12 2F	Ошибка	59 53 03 0A 00 FF 0C 29
	25 Гц	59 53 03 0A 00 06 13 30		
	50 Гц	59 53 03 0A 00 07 14 31		
	100 Гц	59 53 03 0A 00 08 15 32		
	200 Гц	59 53 03 0A 00 09 16 33		

## 5.7 Настройка выхода

SSAH-RS220 поддерживает настройку выходных данных и поддерживает следующие конфигурации выводимого содержания:

Таблица 21. Параметры настройки содержания выходных данных

Описание		Команда (HEX)	Ответ (HEX)	
Выходные данные	Ускорение, угловая скорость	59 53 04 12 00 C0 00 D6 DC	Успех	59 53 04 0A 00 00 0E 2E
	Ускорение, угловая скорость, температура	59 53 04 12 00 C0 04 DA E0		
	Ускорение, угловая скорость, кватернион, угол Эйлера	59 53 04 12 00 D8 00 EE 0C		
	Ускорение, угловая скорость, кватернион, угол Эйлера, временная метка	59 53 04 12 00 D8 80 6E 8C	Ошибка	59 53 04 0A 00 FF 0D 2D
	Нет выхода	59 53 04 12 00 00 00 16 5C		

## 5.8 Распространенные команды

### 5.8.1 Калибровка статического смещения

Из-за присутствия инерциальных датчиков MEMS с нулевым смещением, таких как дрейф в угловой скорости компаса из-за большого нулевого смещения гироскопа при первом включении, можно использовать функцию калибровки смещения. Эта команда позволяет корректировать нулевое смещение датчика в статическом состоянии, вычитая ошибку нулевого смещения из исходного значения датчика, что приводит к приближению угловой скорости датчика к нулю. При использовании этой команды после включения модуля примерно через 10 секунд после включения модуля следует отправить ему эту команду и подождать более 1 секунды в неподвижном состоянии.

Команда калибровки статического смещения: 59 53 4D 12 00 50 01 B0 6A

Значение возврата: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

### 5.8.2 Переключение режимов угла курса

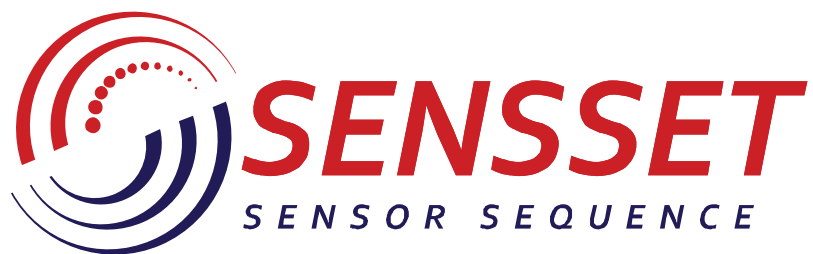
Чтобы соответствовать требованиям различных сценариев применения, SSAH-RS220 поддерживает функцию переключения между режимами угла курса без опорной точки и с магнитной опорной точкой.

Команда угла курса без опорной точки: 59 53 4D 12 00 02 02 63 CF

Значение возврата: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

Команда угла курса с магнитной опорной точкой: 59 53 4D 12 00 02 01 62 CE

Значение возврата: 59 53 4D 0A 00 FF 56 51



[www.sensset.ru](http://www.sensset.ru)

8 (812) 309-58-32 доб. 150  
info@sensset.ru

198099, г. Санкт-Петербург  
ул. Калинина, дом 2, корпус 4, литера А.



Development, production and supply of high-tech sensors