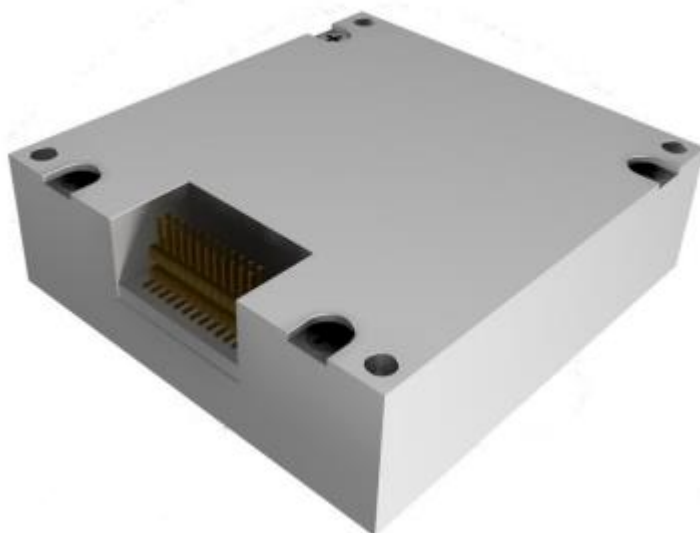


# SSI-MU98HP

Инерциальный Измерительный Блок



### КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- Высокоточный БЧЭ на MEMS датчиках
- Диапазон измерений: гироскоп  $\pm 450$  °/с, акселерометр  $\pm 16g$
- Стабильность смещение: Гироскоп:  $1$  °/ч, акселерометр 30мкg
- Широкая полоса пропускания до 200 Гц
- Температурная компенсация
- Стабильность смещения нуля гироскопа  $3$  °/ч
- Рабочий диапазон температур:  $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$

**1. Технические характеристики**

Таблица 1. Параметры гироскопа

Параметр	Условия	Значения			Ед.изм
		Мин.	Тип.	Макс	
Диапазон измерений			±450		°/с
Стабильность смещения	По вариации Аллана		1		°/ч
	10 с средн. (-40~+85°С, фикс. темп.)		3		°/ч
Коэффициент случайного блуждания		2	3	4	°/√ч
Повторяемость смещения нуля			2		°/ч
Смещение	Изменение смещения при полном темп. диапазоне		±0.04		°/с
	Изменение смещения в условиях вибрации		6		°/ч
Нелинейность масштабного коэффициента			100		ppm
Разрешения			3.052*10 <sup>-7</sup>		%/LSB
Полоса пропускания			200		Гц

Таблица 2. Параметры акселерометра

Параметр	Условия	Значения			Ед.изм
		Мин.	Тип.	Макс	
Диапазон измерений			±16		g
Стабильность смещения	По вариации Аллана		0.03	0.045	mg
	10 с средн. (-40~+85°С, фикс. темп.)		0.06		mg
Коэффициент случайного блуждания			0.01		mg/с/√ч
Повторяемость смещения нуля			0.06		mg
Нелинейность масштабного коэффициента			100		ppm
Разрешения			1.221*10 <sup>-8</sup>		g/LSB
Полоса пропускания			200		Гц

Таблица 3. Параметры магнетометра

Параметр	Условия	Значения			Ед.изм
		Мин.	Тип.	Макс	
Диапазон измерений		±2			Гс
Разрешение			120		мкГс
Шум (СКВ)	10 Гц		50		мкГс
Полоса пропускания			200		Гц

Таблица 4. Параметра барометрического высотомера

Параметр	Условия	Значения			Ед.изм
		Мин.	Тип.	Макс	
Диапазон давления		450		1100	мбар
Разрешение			0.1		мбар
Абсолютная погрешность			1.5		мбар

Таблица 5. Параметры интерфейса

Параметр	Условия	Значения			Ед.изм
		Мин.	Тип.	Макс	
1 канал SPI	скорость передачи данных			25	МГц
1 канал UART	скорость передачи данных		230.4		кбит/с
Частота дискретизации	SPI		2000		Гц
	UART		200		Гц

Таблица 6. Основные технические параметры модуля

Параметр	Условия	Значения			Ед.изм
		Мин.	Тип.	Макс	
Напряжение питания		3	3.3	3.6	В
Потребляемая мощность				1.5	Вт
Габариты			47*44*14		мм
Вес			50		г
Диапазон рабочих температур		-40		85	°С
Устойчивость к вибрациям			20~2000 Гц, 6.06 g		
Сопротивление удару			1000 g, 0.5 мс		
MTBF			20000		ч
Продолжительность работы			120		ч

## 2. Описание контактов

DNC	DNC	DNC	DNC	DNC	GND	VDD	VDD	RST	CS	DOUT	DIO4
24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1
□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
VDDRTC	UARTXRD	UARTTXD	DNC	GND	GND	VDD	DIO2	DIO1	DIN	SCLK	DIO3

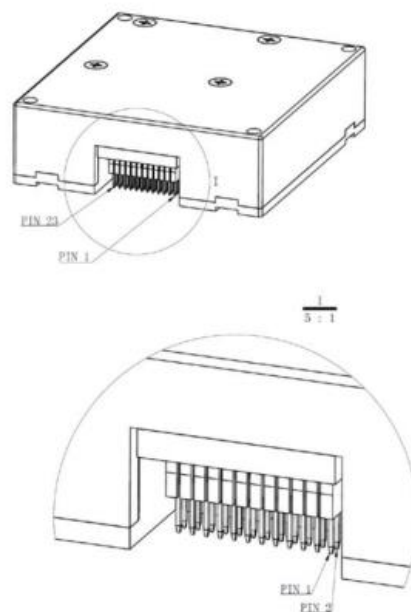


Рисунок 1. Конфигурация контактов

Таблица 7. Описание контактов

Номер контакта	Обозначение	Тип выхода	Описание
10,11,12	VDD	Питание	
13,14,15	GND	Питание	
7	DIO1	I/O	Установите DIO3 (вывод 1) в качестве порта разрешения вывода последовательного порта, когда DIO3 имеет высокий уровень, последовательный порт не будет выводить данные Установите DIO4 (вывод 2) в качестве порта готовности данных
9	DIO2	I/O	
1	DIO3	I/O	
2	DIO4	I/O	
3	SPI-CLK	Вход	SPI, может быть установлен режим ведущего/ведомого, по умолчанию - ведомый режим для CS, только когда порт CS подтягивается к низкому уровню, тогда он выводит данные, когда он высокий, данные не выводятся.
4	SPI-MISO	Выход	
5	SPI-MISI	Вход	
6	SPI-CS	Вход	
19	UART-0-TXD	Выход	UART0, скорость передачи данных может быть установлена, по умолчанию 230400bps
21	UART-0-RXD	Вход	
8	RST	Вход	Сброс
23	VDDRTC	Питание	
16~18,20,21, 24	NC	Зарезервирован	

### 3. Габаритные и присоединительные размеры

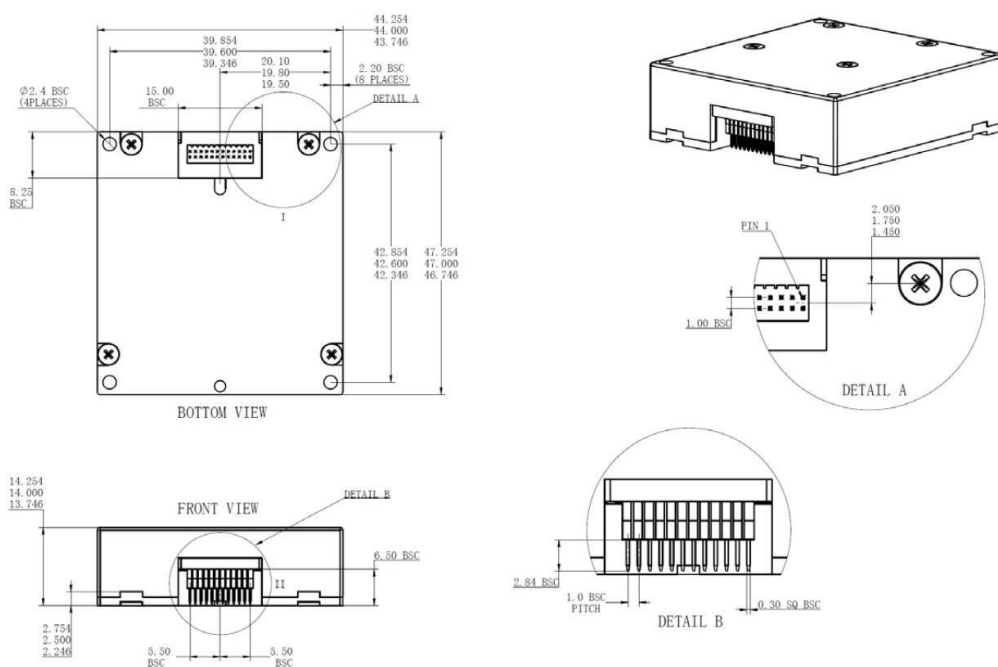


Рисунок 2. Габаритные размеры

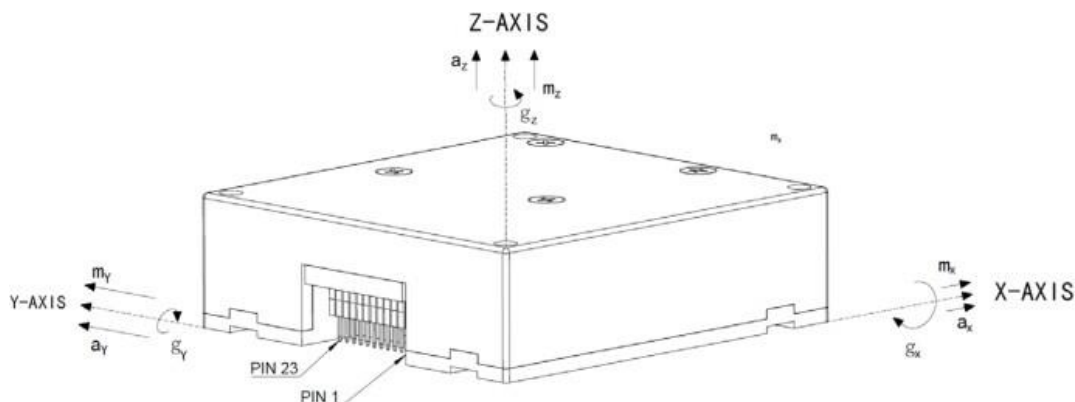


Рисунок 3. Описание системы координат

#### 4. SPI Чтение/запись данных

Чтение/запись данных по SPI SSI-IMU98HP - это автономная сенсорная система, которая автоматически запускается при наличии действующего источника питания. После завершения процесса инициализации начинается выборка, обработка и загрузка откалиброванных данных в выходной регистр, доступ к которому осуществляется через интерфейс SPI. Порт SPI обычно подключается к совместимому порту встроенного процессора. схема подключения приведена на рисунке. Четыре сигнала SPI поддерживают синхронную последовательную передачу данных. В заводской конфигурации по умолчанию вывод DIO4 обеспечивает сигнал готовности данных; при появлении новых данных в выходном регистре данных этот вывод переходит в высокий уровень.

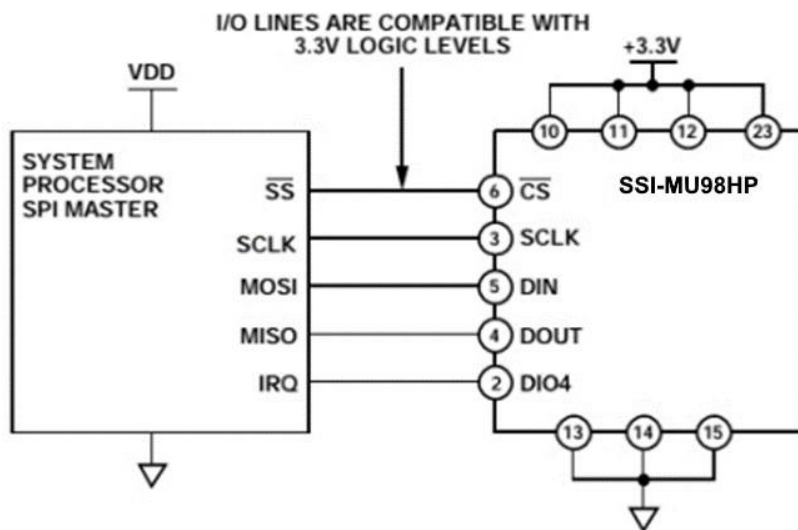


Рисунок 4. Схема подключения к внешнему устройству

### 4.1 Настройки SPI хост-процессора общего назначения

Таблица 8. Основные настройки SPI хост-процессора общего назначения

Настройка процессора	Описание
Host	SSI-MU99HP как ведомое устройство
SCLK < 15 МГц	Максимальный коэффициент последовательной синхронизации
SPI Mode 3	CPOL = 1 (полярный), CPHA = 1 (фазовый)
MSB first mode	Порядок следования битов
16-bit mode	Длина сдвигового регистра/данных

### 4.2 Настройки SPI хост-процессора общего назначения

Если предыдущая команда является запросом на чтение, то порт SPI поддерживает полнодуплексную связь, и внешний процессор может записывать DIN, одновременно считывая DOUT, как показано на следующем рисунке.

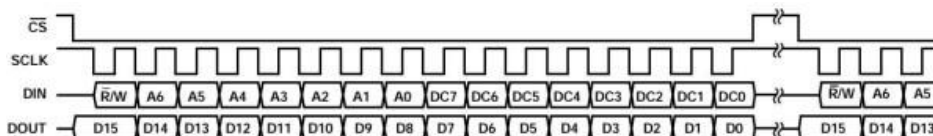


Рисунок 5. Временная диаграмма чтения и записи данных через SPI

### 4.3 Чтение данных с датчиков

SSI-MU99HP автоматически запускает и активизирует страницу 0 для доступа к регистру данных. После обращения к любой другой странице следует записать 0x00 в регистр PAGE\_ID (DIN = 0x8000), чтобы активизировать страницу 0 для подготовки к последующим обращениям к данным. Чтение одного регистра требует двух 16-битных SPI-циклов. В первом цикле запрашивается чтение содержимого регистра с помощью функции назначения битов, приведенной на рис. 1; во втором цикле содержимое регистра выводится на DOUT. Первый бит команды DIN равен 0, за ним следует старший или младший адрес регистра. Последние восемь битов не имеют значения, но для приема запроса SPI требуется целых 16 SCLK. На следующем рисунке показаны два последовательных чтения регистров, одно из которых с DIN = 0x1A00 запрашивает содержимое регистра Z\_GYRO\_OUT, а другое с DIN = 0x1800 запрашивает содержимое регистра Z\_GYRO\_LOW.

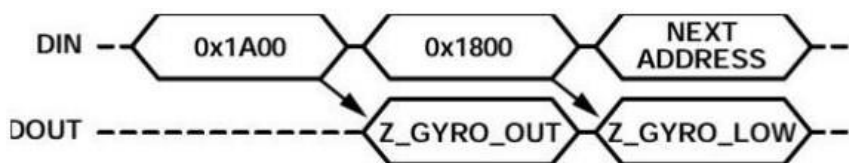


Рисунок 6. Пример чтения данных через SPI



#### 4.4 Карта памяти регистров пользователя (N/A = Не применимо)

Между чтением двух регистров данных должна быть установлена задержка не менее 5 мкс.

Таблица 9. Таблица регистров

Название	R/W	PAGE_ID	Адрес	По умолчанию	Описание регистра
TEMP_OUT	R	0X00	0X0E	N/A	Температура
X_GYRO_LOW	R	0X00	0X10	N/A	Гироскоп X, старшее слово
X_GYRO_OUT	R	0X00	0X12	N/A	Гироскоп X, младшее слово
Y_GYRO_LOW	R	0X00	0X14	N/A	Гироскоп Y, старшее слово
Y_GYRO_OUT	R	0X00	0X16	N/A	Гироскоп Y, младшее слово
Z_GYRO_LOW	R	0X00	0X18	N/A	Гироскоп Z, старшее слово
Z_GYRO_OUT	R	0X00	0X1A	N/A	Гироскоп Z, младшее слово
X_ACCL_LOW	R	0X00	0X1C	N/A	Акселерометр X, младшее слово
X_ACCL_OUT	R	0X00	0X1E	N/A	Акселерометр X, старшее слово
Y_ACCL_LOW	R	0X00	0X20	N/A	Акселерометр Y, младшее слово
Y_ACCL_OUT	R	0X00	0X22	N/A	Акселерометр Y, старшее слово
Z_ACCL_LOW	R	0X00	0X24	N/A	Акселерометр Z, младшее слово
Z_ACCL_OUT	R	0X00	0X26	N/A	Акселерометр Z, старшее слово
X_MAGN_OUT	R	0X00	0X28	N/A	Магнетометр X, старшее слово
Y_MAGN_OUT	R	0X00	0X2A	N/A	Магнетометр Y, старшее слово
Z_MAGN_OUT	R	0X00	0X2C	N/A	Магнетометр Z, старшее слово
BARROM_LOW	R	0X00	0X2E	N/A	Барометр, младшее слово
BARROM_OUT	R	0X00	0X30	N/A	Барометр, старшее слово

#### 5. Формула преобразования

Текущая температура= 25+ TEMP\_OUT\* 0.00565

Угловая скорость X =0.02\* X\_GYRO\_OUT+0.02/65536\* X\_GYRO\_LOW

Угловая скорость Y =0.02\* Y\_GYRO\_OUT+0.02/65536\* Y\_GYRO\_LOW

Угловая скорость Z =0.02\* Z\_GYRO\_OUT+0.02/65536\* Z\_GYRO\_LOW

Линейное ускорение X = 0.8\*10<sup>-3</sup>\* X\_ACCL\_OUT+ 0.8\*10<sup>-3</sup>/65536\*X\_ACCL\_LOW

Линейное ускорение Y= 0.8\*10<sup>-3</sup>\* Y\_ACCL\_OUT+ 0.8\*10<sup>-3</sup>/65536\*Y\_ACCL\_LOW

Линейное ускорение Z= 0.8\*10<sup>-3</sup>\* Z\_ACCL\_OUT+ 0.8\*10<sup>-3</sup>/65536\*Z\_ACCL\_LOW

Выход магнитометра X =0.1\*X\_MAGN\_OUT

Выход магнитометра Y=0.1\*Y\_MAGN\_OUT

Выход магнитометра Z=0.1\*Z\_MAGN\_OUT

Барометр=40\*10<sup>-6</sup>\* BARO\_OUT+40\*10<sup>-6</sup>/65536\* BARO\_LOW

## 6. Чтение и запись данных через UART

### 6.1 Описание

В стандартной конфигурации: 230400 бит/с, 8 бит данных, нет бита четности

#### Формат данных

Он состоит из заголовка протокола, тела протокола и конца протокола; выход 200 Гц; система координат определена как правый фронт вверх; DIO3 (вывод 1) используется как порт разрешения выхода последовательного порта, когда DIO3 имеет высокий уровень, последовательный порт нормально выводит данные, если DIO3 имеет низкий уровень, последовательный порт не выводит данные.

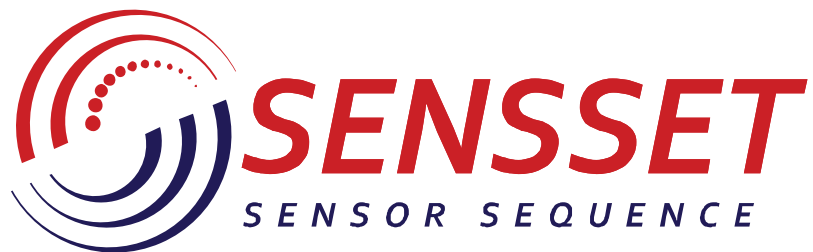
### 6.2 Формат данных

Таблица 10. Формат данных

Часть протокола	Последовательный номер байта	Данные	Ед.изм.	Тип данных	Примечание
Заголовок	0	0x5a			
	1	0x5a			
Тело	2~5	Гироскоп X	°/с	float	
	6~9	Гироскоп Y	°/с	Float	
	10~13	Гироскоп Z	°/с	Float	
	14~17	Акселерометр X	g	Float	
	18~21	Акселерометр Y	g	Float	
	22~25	Акселерометр Z	g	Float	
	26~29	Магнетометр X	мГс	Float	
	30~33	Магнетометр Y	мГс	Float	
	34~37	Магнетометр Z	мГс	Float	
	38~41	Запас		Float	
	42~45	Запас			
	46~39	Температура	°с	Float	
	50~53	Запас			
54~57	Запас				
Конец	58	Контрольная сумма			Накапливает и суммирует от 2 до 57 байт, берет младший байт.

Используется прерывание по нарастающему фронту импульса DIO4, и считывание данных с датчика завершается во время прерывания служебной подпрограммы.

```
void EXTI1_IRQHandler(void)
{
    uint8_t i;
    uint16_t temp;
    uint16_t TxBuffer[19] =
{0x0E00,0x1000,0x1200,0x1400,0x1600,0x1800,0x1A00,0x1C00,0x1E00,
0x2000,0x2200,0x2400,0x2600,0x2800,0x2A00,0x2C00,0x2E00,0x3000,0x0000}; //the address
of the sensor that is waiting to be read out its data, the last 0x0000 will assure
to read out the data of the last register's address
    if (LL_EXTI_IsActiveFlag_0_31(LL_EXTI_LINE_1) != RESET) //judge whether it
generates the interrupt { LL_EXTI_ClearFlag_0_31(LL_EXTI_LINE_1); //clear interrupt
flag bit
    LL_GPIO_ResetOutputPin(GPIOB,LL_GPIO_PIN_0); //pull down SPI select
for(uint8_t j=0;j<100;j++) {}; //wait for 5us
for(i=0;i<19;i++){ //recycled reading
    while(LL_SPI_IsActiveFlag_TXE(SPI1)==RESET){}; //waiting for the transmitting
buffer is empty
    LL_SPI_TransmitData16(SPI1,TxBuffer[i]); // transmit the register's address
while(LL_SPI_IsActiveFlag_RXNE(SPI1)==RESET){}; //waiting for the receiving
buffer is not empty
    rxDataFromSPI[i] = LL_SPI_ReceiveData16(SPI1); // receive the data, the first
reading data is
    invalid
for(int j=0;j<100;j++); //delay 5us, very important
}
    DataFromSPI.temp = 25+rxDataFromSPI[1]*0.00565f; // the sensor's data analysis
    DataFromSPI.gyro[0] = 0.02f*rxDataFromSPI[3];
    DataFromSPI.gyro[1] = 0.02f*rxDataFromSPI[5];
    DataFromSPI.gyro[2] = 0.02f*rxDataFromSPI[7];
    DataFromSPI.accel[0] =
(rxDataFromSPI[9]*65536+rxDataFromSPI[8])*0.00001220703125*0.001;
    DataFromSPI.accel[1] =
(rxDataFromSPI[11]*65536+rxDataFromSPI[10])*0.00001220703125*0.001;
    DataFromSPI.accel[2] =
(rxDataFromSPI[13]*65536+rxDataFromSPI[12])*0.00001220703125*0.001;
    DataFromSPI.mag[0] = rxDataFromSPI[14]*0.1;
    DataFromSPI.mag[1] = rxDataFromSPI[15]*0.1;
    DataFromSPI.mag[2] = rxDataFromSPI[16]*0.1;
    DataFromSPI.barometer = rxDataFromSPI[18]*40e-6f;
while(LL_SPI_IsActiveFlag_BSY(SPI1)==SET){}; //waiting for the transmitting
data is completed
for(uint8_t j=0;j<50;j++); // delay a certain period time
LL_GPIO_SetOutputPin(GPIOB,LL_GPIO_PIN_0); // chip select pull-up
}
}
```



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

8 (812) 309-58-32 доб. 150  
[info@sensset.ru](mailto:info@sensset.ru)

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



Development, production and supply of high-tech sensors