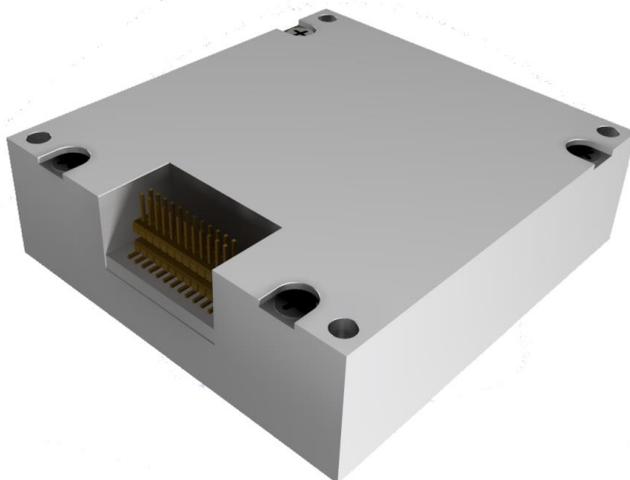


# SSI-MU99HP

Инерциальный измерительный блок



### КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- 3 оси угловых скоростей
- 3 оси линейных ускорений
- 3 оси магнитометр
- Барометрический высотомер
- Интерфейс: однонаправленный UART, SPI, CAN
- Аналог на ADIS 16488

**1 Основные технические характеристики**

Таблица 1. Параметры гироскопа

Параметр	Условия испытаний	Значение
Диапазон измерения		500 °/с (стандартный) 2000 °/с (максимум)
Стабильность смещения	По вариации Аллана, ось Z	0.8°/ч
	По вариации Аллана, оси X и Y	1.6°/ч
	10 с средняя (-40°C~+80°C постоянная температура) ось Z	3°/ч
	1 с средняя (-40°C~+80°C постоянная температура) ось Z	4.5 °/ч
	10 с средняя (-40°C~+80°C постоянная температура) ось X и ось Y	4.5 °/ч
	1 с средняя (-40°C~+80°C постоянная температура) ось X и Y	9°/ч
Смещение	Диапазон Z	±0.07 °/с
	Диапазон XY	±0.2 °/с
	Изменение на всем рабочем диапазоне температур Z	±0.02 °/с
	Изменение на всем рабочем диапазоне температур XY	±0.06 °/с
	Успешное повторное включение Z	0.002 °/с
	Успешное повторное включение XY	0.006 °/с
	Каждодневное включение Z	0.003 °/с
	Каждодневное включение XY	0.009 °/с
	Эффект линейного ускорения на смещение	0.002 °/с/g
	Влияние вибрации на смещение до и во время вибрации	0.002 °/с/g

Таблица 1. Параметры гироскопа (продолжение)

Параметр	Условия испытаний	Значение
Масштабный коэффициент	Точность масштабного коэффициента	0.3%
	Точность масштабного коэффициента	0.6%
	Нелинейность масштабного коэффициента	0.01%
	Нелинейность масштабного коэффициента	0.02 %
Коэффициент случайного блуждания		0.15 °/√ч
Шум		0.001 °/c/LSB
Разрешение		3.052*10 <sup>-7</sup> °/c/LSB
Полоса пропускания		200 Гц

Таблица 2. Параметры акселерометра

Параметр	Условия испытаний	Значение
Диапазон измерения		16 g (стандартный) 200 g (максимум)
Стабильность смещения	По вариации Аллана	0.03 mg
	10 с средняя (-40°C~+80°C постоянная температура)	0.2 mg
	1 с средняя (-40°C~+80°C постоянная температура)	0.3 mg
Смещение	Диапазон	5 mg
	Изменение на всем рабочем диапазоне температур	5 mg
	Повторяемость при корректных повторных запусках	0.5 mg
	Повторяемость при ежедневном корректном запуске	0.8 mg
	Коэффициент температурного смещения	0.05 mg/°C (стандартный) 0.1 mg/°C (максимум)
Масштабный коэффициент	Точность масштабного коэффициента	0.5 %
	Нелинейность масштабного коэффициента	0.1 %
Коэффициент случайного блуждания измерения скорости		0.029 м/с/√ч

Таблица 2. Параметры акселерометра (продолжение)

Параметр	Условия испытаний	Значение
Шум		0.025 mg/ $\sqrt{\text{Гц}}$
Разрешение		1.221*10 <sup>-8</sup> g/LSB
Полоса пропускания		200 Гц

Таблица 3. Параметры магнитометра

Параметр	Условия испытаний	Значение
Диапазон магнитного излучения	$B_{\text{rg, xy}}$	$\pm 1300$ мкТл
	$B_{\text{rg, z}}$	$\pm 2500$ мкТл
Разрешение		0.3 мкТл
Курс и долгота	30 мкТл горизонтальная геомагнитная составляющая, 25°C	2.5°
Диапазон динамического измерения		2.5 Гс
Смещение	Немагнитная среда	15 мГс

Таблица 4. Параметры высотомера

Параметр	Условия испытаний	Значение
Диапазон динамических измерений		300~1100 мбар
Смещение		4.5 мбар

Таблица 5. Параметры интерфейса

Параметр	Условия испытаний	Значение
Однонаправленный SPI	Скорость передачи	15 МГц
Однонаправленный UART	Скорость передачи	230.4 КБ/с
Однонаправленный CAN	Скорость передачи	1 МГц
Частота дискретизации	SPI	200~1000 Гц
	UART	200~1000 Гц
	CAN	200 Гц

Таблица 6. Технические параметры

Параметр	Условия испытаний	Мин.	Тип.	Макс.
Напряжение питания		3.0 В	3.3 В	3.6 В
Потребляемая мощность				1.5 Вт
Пульсации	P-P			100 мВ
Время запуска	от 0 В до 3.3 В			80 мс
Габариты			47 мм * 44 мм * 14 мм	
Вес			50 г	
Диапазон рабочих температур		-40°C		80°C
Температура хранения		-45°C		85°C
Вибрации			20~2000Гц, 6.06 g	
Удар			1000 g, 0.5 мс	
MTBF			20 000 ч	
Продолжительность работы			120 часов	

## 2. Подключение

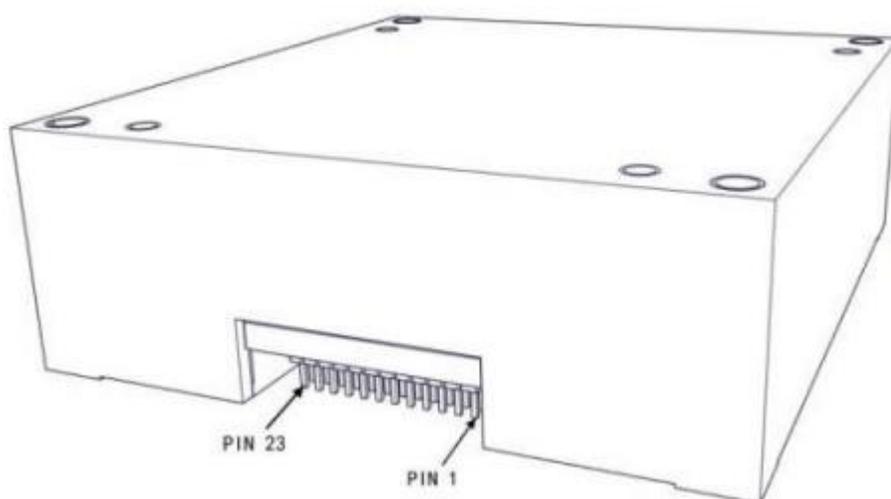
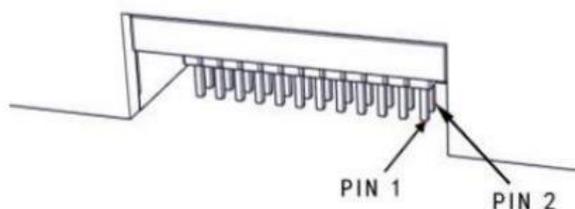


Рисунок 1. Конфигурация выходного интерфейса


**Рисунок 2.** Конфигурация выходного интерфейса

*Таблица 7. Описание выходного интерфейса*

Номер пина	Название	Тип	Описание
10,11,12	VDD	Питание	
13,14,15	GND	Питание	
9	DIO2	Выход	Сигнал готовности, индикация обновления данных
3	SPI-CLK	Вход/выход	SPI, ведомый
4	SPI-MISO	Вход/выход	
5	SPI-MOSI	Вход/выход	
6	SPI-CS	Вход/выход	
19	UART-TXD	Выход	UART, возможна настройка скорости передачи данных. По умолчанию 230400 бит/с
21	UART-RXF	Вход	
18	CAN-T	Выход	
20	CAN-R	Вход	
8	RST	Вход	Сброс
23	VDDRTC	Питание	
Остальные	NC		Нет подключения

3. Размеры габаритные и соединительные

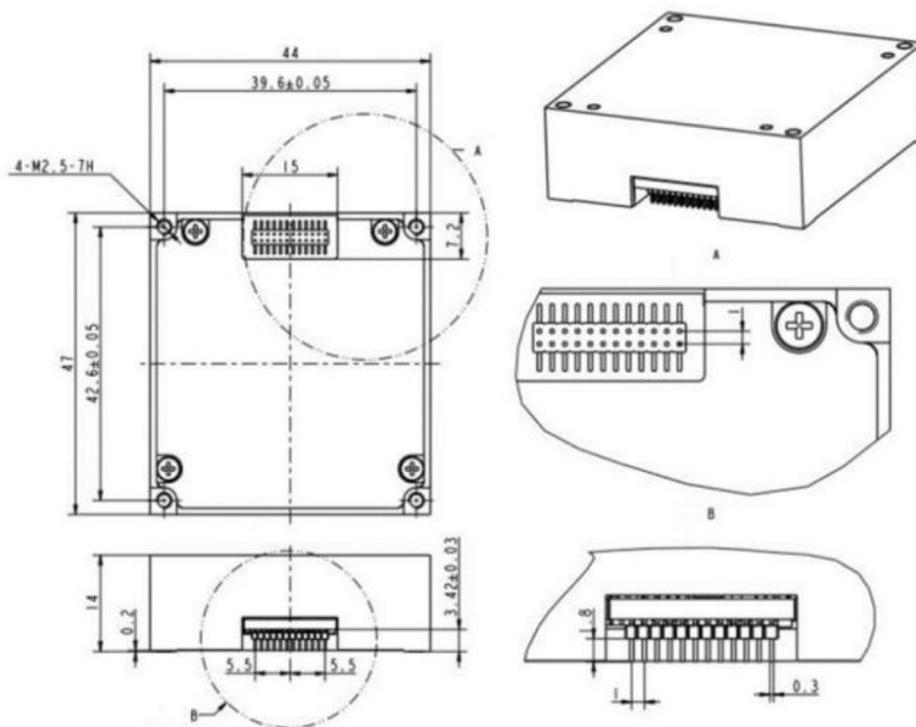


Рисунок 3. Габаритные и соединительные размеры

## 4. Инструкция по использованию

### 4.1 Определение системы координат

Определение направлений осей акселерометров и гироскопов следует выполнить так, как показано на рисунке 4. Направление стрелки указывает положительное направление оси.

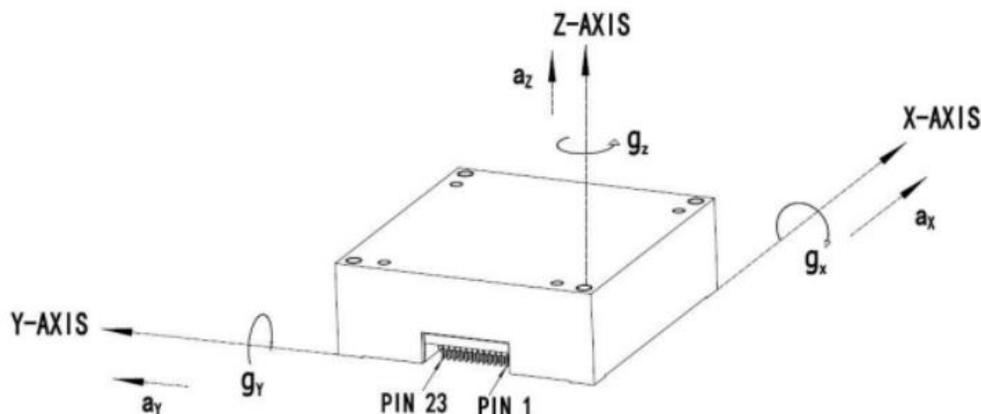


Рисунок 4. Направление осей датчиков

### 4.2 Чтение и запись данных по SPI

SSI-MU99HP представляет собой блок чувствительных элементов, который автоматически запускается при наличии действующего источника питания. После завершения процесса инициализации начинается выборка, обработка и загрузка откалиброванных данных датчика в выходные регистры, доступ к которым осуществляется через порт SPI. Порт SPI обычно подключается к совместимому порту встраиваемого процессора, схема подключения приведена на рис. 5. Четыре сигнала SPI поддерживают синхронную последовательную передачу данных. В заводской конфигурации по умолчанию вывод DIO2 обеспечивает сигнал готовности данных. Этот вывод становится высоким, когда в регистре выходных данных появляются новые данные.

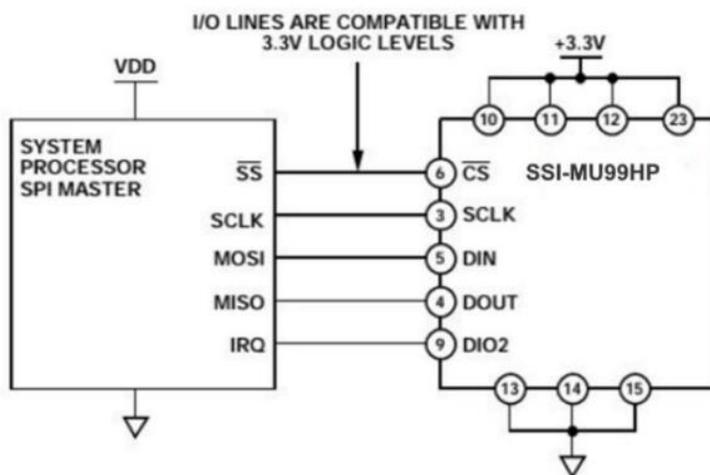


Рисунок 5. Схема подключение к внешнему устройству

## 4.2.1 Основные настройки хоста процессора SPI

Таблица 8. Основные настройки хоста процессора SPI

Настройки процессора	Описание
Хост	SSI-MU99HP – как ведомое устройство
SCLK < 15 MHz	Максимальная частота
SPI Mode 3	CPOL = 1. CPHA = 1
MSB first mode	Bit Order
16-bit mode	Сдвиговый регистр/длина данных

## 4.2.2 Общение по SPI

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

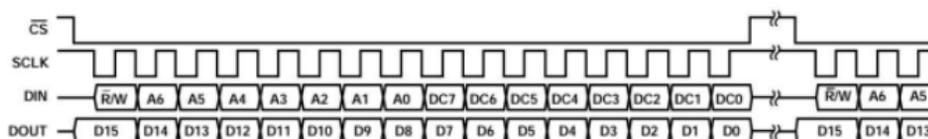


Рисунок 6. Схема временной диаграммы для чтения и записи по SPI

## 4.2.3 Чтение данных с датчиков

SSI-MU99HP автоматически запускается и активизирует Page 0 для доступа к регистрам 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, 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.

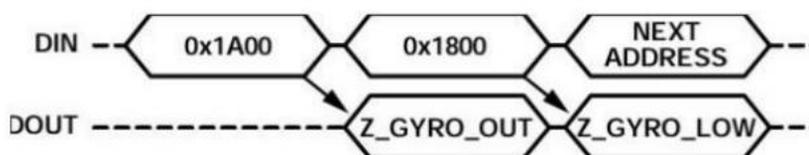


Рисунок 7. Пример чтения данных по SPI

**4.2.3 Чтение данных с датчиков**

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

*Таблица 9. Регистры памяти для пользователя*

Имя	R/W	PAGE_ID	Адрес	По умолчанию	Описание регистра
DIAG_STS	R	0x00	0x0A	0x0000	Вывод флага ошибки самотестирования
ALM_STS	R	0x00A	0x0C	0x0000	Выход флага ошибки аварийного сигнала
TEMP_OUT	R	0x00	0x0E	N/A	Температура
X_GYRO_LOW	R	0x00	0x10	N/A	Угловая скорость X. Младшее слово.
X_GYRO_OUT	R	0x00	0x12	N/A	Угловая скорость X. Старшее слово.
Y_GYRO_LOW	R	0x00	0x14	N/A	Угловая скорость Y. Младшее слово.
Y_GYRO_OUT	R	0x00	0x16	N/A	Угловая скорость Y. Старшее слово.
Z_GYRO_LOW	R	0x00	0x18	N/A	Угловая скорость Z. Младшее слово.
Z_GYRO_OUT	R	0x00	0x1A	N/A	Угловая скорость Z. Старшее слово.
X_ACCL_LOW	R	0x00	0x1C	N/A	Линейное ускорение X. Младшее слово.
X_ACCL_OUT	R	0x00	0x1E	N/A	Линейное ускорение X. Старшее слово.
Y_ACCL_LOW	R	0x00	0x20	N/A	Линейное ускорение Y. Младшее слово
Y_ACCL_OUT	R	0x00	0x22	N/A	Линейное ускорение Y. Старшее слово
Z_ACCL_LOW	R	0x00	0x24	N/A	Линейное ускорение Z. Младшее слово
Z_ACCL_OUT	R	0x00	0x26	N/A	Линейное ускорение Z. Старшее слово
X_MAGN_OUT	R	0x00	0x28	N/A	Выход с магнитометра X. Старшее слово.
Y_MAGN_OUT	R	0x00	0x2A	N/A	Выход с магнитометра Y. Старшее слово.
Z_MAGN_OUT	R	0x00	0x2C	N/A	Выход с магнитометра . Z Старшее слово.
BARROM_LOW	R	0x00	0x2E	N/A	Баррометрическая высота. Младшее слово
BARROM_OUT	R	0x00	0x30	N/A	Баррометрическая высота. Старшее слово.
PROD_ID	R	0x00	0x7E	102	Вывод идентификации продукта (102)

#### 4.2.5. Формулы

Текущая температура =  $25 + \text{TEMP\_OUT} * 0.00565$ .

Угловая скорость X =  $0.02 * X\_GYRO\_OUT$

Угловая скорость Y =  $0.02 * Y\_GYRO\_OUT$

Угловая скорость Z =  $0.02 * Z\_GYRO\_OUT$

Линейное ускорение X =  $(\text{long}) (X\_ACCL\_OUT * 65536 + X\_ACCL\_LOW) * 0.00001220703125 * 0.001$

Линейное ускорение Y =  $(\text{long}) (Y\_ACCL\_OUT * 65536 + Y\_ACCL\_LOW) * 0.00001220703125 * 0.001$

Линейное ускорение Z =  $(\text{long}) (Z\_ACCL\_OUT * 65536 + Z\_ACCL\_LOW) * 0.00001220703125 * 0.001$

Магнитометр X =  $0.01 * X\_MAGN\_OUT$

Магнитометр Y =  $0.01 * Y\_MAGN\_OUT$

Магнитометр Z =  $0.01 * Z\_MAGN\_OUT$

Барометр =  $0.0004 * \text{BAROM\_OUT}$ .

#### 4.3. Чтение и запись данных UART

##### 4.3.1 Параметры интерфейса

В стандартной конфигурации: 230400 бит/с, 8 бит данных, 1 стоповый бит, без бита четности

##### 4.3.2 Команды

1) \$GPENB

Разрешить автоматический выход на включение питания UART.

2) \$GPDIS

Закрывать автоматический выход включения питания UART.

3) \$GPSEB

Просмотр серийного номера.

4) \$GPCOM1

Настроить скорость передачи данных на 115 200 бит/с.

5) \$GPCOM2

Настроить скорость передачи данных на 230400 бит/с. 6) \$GPCOM9 Настроить скорость передачи данных на 921 600 бит/с.

7) \$GPRATIOxx

Настройка команды выходной частоты. Если частота дискретизации равна 200 Гц, то выходная частота =  $200/XX$ .

8) \$GPINF

Просмотр информации о конфигурации.

9) \$SETRANGE X (пробел перед X), где X - 1/2/3, как описано ниже

a)1: диапазон гироскопов 500 °/с (по умолчанию)

b)2: Диапазон гироскопов 1000 °/с

c)3: диапазон гироскопов 2000 °/с

10) \$SETGBW X (пробел перед X), где X - 0/1/2, как описано ниже

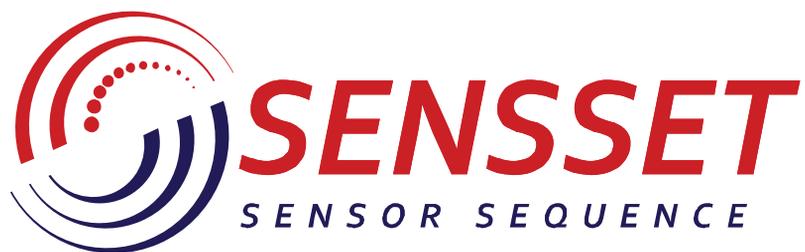
a)0: полоса пропускания фильтра 200 Гц

b)1: полоса пропускания фильтра 100 Гц

c)2: полоса фильтрации 50 Гц (по умолчанию)

**4.3.3 Стандартный формат протокола**
*Таблица 10. Стандартный формат протокола*

Структура	Порядковый номер байта	Данные	Ед.изм.	Тип данных	Примичание
Заголовок пакета	0	0x5a			
	1	0x5a			
Тело протокола	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	Магнитометр X	мГс	float	
	30~33	Магнитометр Y	мГс	float	
	34~37	Магнитометр Z	мГс	float	
	38~41	Резерв			
	42~45	Резерв			
	46~49	Температура	°C	float	
	50~53	Резерв			
54~57	Резерв				
Конец пакета	58	Контрольная сумма			Накопить и сложить 2 до 57 байт, взять младший байт



[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