

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### 1. Техническое описание

1.1. Назначение прибора .....	2
1.2. Принцип действия .....	2
1.3. Технические характеристики прибора .	3
1.4. Условия эксплуатации .....	4
1.5. Состав прибора .....	4
1.6. Исполнение прибора .....	4

### 2. Руководство по эксплуатации

2.1. Общие требования .....	5
2.2. Комплектность поставки .....	5
2.3. Порядок установки и подключение ...	6
2.3.1. Общие требования .....	6
2.3.2. Установка прибора .....	6
2.3.3. Подключение прибора .....	6
2.3.4. Подключение прибора AIST-350 к компьютеру .....	7
3. Программное обеспечение AistWin .....	8
3.1. Назначение .....	8
3.2. Совместимость .....	8
3.3. Интерфейс .....	8
3.4. Описание протокола выходных данных прибора .....	11

## 1. Техническое описание

### 1.1. Назначение прибора

Прибор АИСТ-350 предназначен для определения проекций угловых скоростей и линейных ускорений в связанной системе координат изделия и выдачи информации потребителю в цифровом виде. Питание прибора осуществляется от источника постоянного тока с напряжением  $+8...31$  В. Прибор начинает функционирование при подаче питания, время от момента подачи питания до выдачи целевой информации менее 8 секунд.

### 1.2. Принцип действия

Принцип действия прибора основан на измерении трёх составляющих угловых скоростей и линейных ускорений в связанной системе координат с помощью микромеханических датчиков угловых скоростей и микромеханических акселерометров. Полученные сигналы с датчиков преобразуются в цифровую форму и подаются в вычислитель прибора для последующей обработки. Чувствительными элементами каналов измерения угловых скоростей и линейных ускорений являются микромеханические датчики MAX21100+ производства компании Maxim Integrated.

Выходные данные прибора термокомпенсированы для всего рабочего диапазона температур. Поскольку температурная зависимость чувствительных элементов является сильно нелинейной, для достижения минимальной погрешности в приборе используется табличный алгоритм термокомпенсации нуля и масштаб-

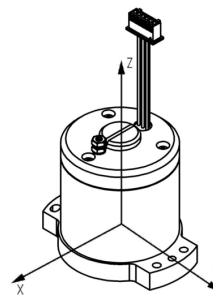


Рис. 1. Общий вид прибора АИСТ-350.

ного коэффициента. Для этого после сборки приборов производится калибровка их температурной характеристики в диапазоне от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ . Полученные данные хранятся в EEPROM прибора и используются для корректировки выходного сигнала в зависимости от рабочей температуры.

Для работы в гибридных навигационных системах (инерциальный измерительный блок + спутниковый приёмник) в приборе АИСТ-350 предусмотрена синхронизация выходных пакетов со стандартным PPS (pulse per second/импульс в секунду) сигналом GPS/GLONASS приёмников. Если такой сигнал присутствует на входе прибора, пакеты выходных данных синхронизируются с PPS сигналами спутникового приёмника. Если сигнал PPS на входе прибора отсутствует, то пакеты выходных данных выводятся по протоколу прибора с точностью внутреннего генератора частоты прибора на уровне 2 ppm.

## 1.3. Технические характеристики прибора

Таблица 1. Спецификация прибора

Параметр	Значение
Время выхода на точностей режим, с	< 5
Неперпендикулярность осей, мрад	<3
Неперпендикулярность осей, угл. мин	<10
<b>Гироскопы</b>	
Диапазон измерения, град./с	$\pm 2000$
Погрешность МК ( $1\sigma$ ), ppm	500
Нестабильность нуля в запуске ( $1\sigma$ по вариации Аллана $T=+25^{\circ}\text{C}$ ), град/ч	4
Нестабильность нуля в запуске ( $1\sigma$ по вариации Аллана $T=-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$ ), град/ч	15
Шум (0,2-100 Гц rms), град/ч	300
Случайное блуждание угла (ARW), град/ $\sqrt{\text{ч}}$	0,3
Полоса пропускания (-3 дБ), Гц	100
<b>Акселерометры</b>	
Диапазон измерения, g	$\pm 15$
Погрешность МК ( $1\sigma$ ), ppm	500
Нестабильность нуля в запуске ( $1\sigma$ по вариации Аллана $T=+25^{\circ}\text{C}$ ), mg	0,5
Нестабильность нуля в запуске ( $1\sigma$ по вариации Аллана $T=-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$ ), mg	0,7
Шум в полосе пропускания (0,2-100 Гц rms), mg	50
Полоса пропускания (-3 дБ), Гц	100
<b>Интерфейсы и условия работы</b>	
Питание, В	8...31
Потребляемая мощность, Вт	<1
Интерфейс	RS-232, 115 кбод
Случайная вибрация (20-2000 Гц) RMS, g	5
Удар (5 мс), g	100
Рабочая температура, $^{\circ}\text{C}$	-40...+85
Температура хранения, $^{\circ}\text{C}$	-55...+85
Размеры, мм	48x50,5
Размеры по фланцу и крышке, мм	64x53,5
Масса, г	< 170

#### 1.4. Условия эксплуатации

- температура окружающей среды: от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$  при скорости изменения (на посадочной поверхности прибора) не более  $2^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ ;
- вибрация:  $0,012 \text{ g}^2/\text{Гц}$  в диапазоне частот от 20 Гц до 2000 Гц (5 g RMS);
- атмосферное давление: от 100 до 800 мм.рт.ст.

#### 1.5. Исполнение прибора

Прибор АИСТ-350 выполнен в герметичном исполнении, заполнен осушенным азотом с точкой росы не выше  $-40^{\circ}\text{C}$ . Корпус прибора выполнен из алюминиевого сплава Д16, с покрытием Ан.Окс.Хр.

#### 1.6. Состав прибора

- блок чувствительных элементов (БЧЭ), в состав которого входят MEMS гироскопы и акселерометры;
- блок чувствительных элементов (БЧЭ), в состав которого входят MEMS гироскопы и акселерометры;
- плата питания, процессора, контроля термостата и интерфейсов;
- корпусные детали;
- кабель из проводов в силиконовой изоляции.

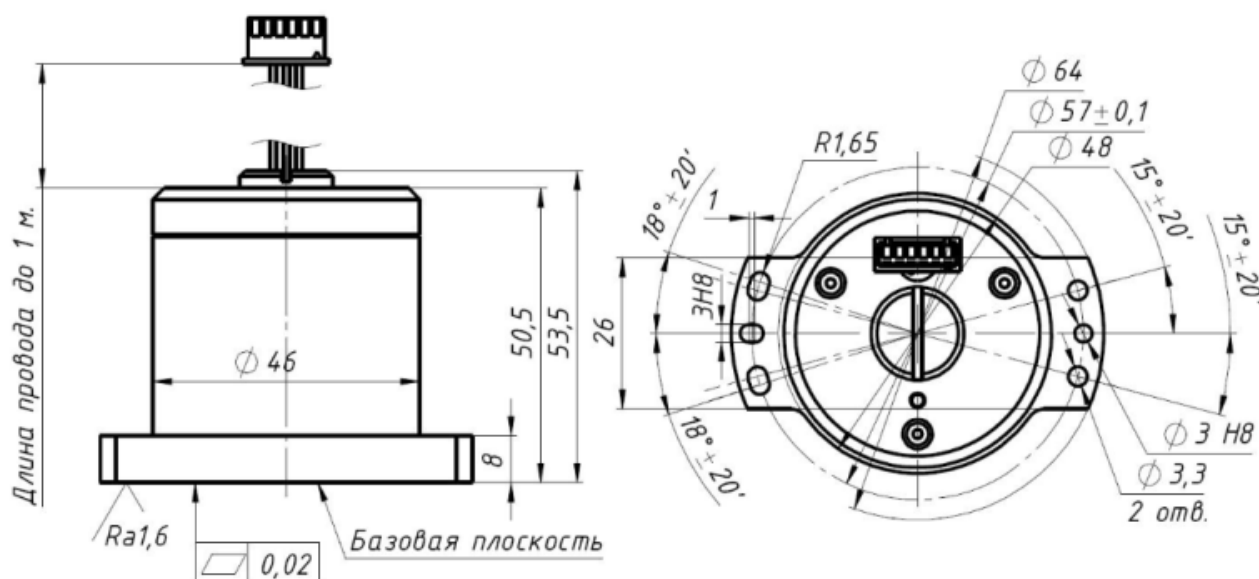


Рис.2. Габаритный чертёж прибора АИСТ-350

## 2. Руководство по эксплуатации.

### 2.1. Общие требования

Настоящая инструкция содержит правила эксплуатации прибора АИСТ-350, соблюдение которых обеспечивает его соответствие заданным характеристикам и надёжность работы в течение срока службы. Перед изучением правил эксплуатации прибора необходимо ознакомиться с его техническим описанием.

### 2.2. Комплектность поставки

Прибор АИСТ-350 поставляется в пластиковом, ударопрочном, влаго- и пылестойком контейнере «Peli-1150». Поставочная тара может являться групповой. При поступлении прибора АИСТ-350 с предприятия-изготовителя проверить: наличие пломб на таре и провести внешний осмотр тары. Извлечь прибор АИСТ-350, сравнить маркировку прибора с данными паспорта, проверить наличие защитных стикеров и провести внешний осмотр прибора. Упаковку прибора в тару производить в обратном порядке. Предприятие-изготовитель оставляет за собой право изменять поставочную тару.

### *Дополнительная информация*

Прибор АИСТ-350 маркируется наклейкой, на которой содержится серийный номер прибора, номер его комплектации, информация о диапазоне измерений прибора, также на наклейке содержится информация о расположении и положительном направлении измерительных осей прибора.

Проверка и установка прибора АИСТ-350 должна производиться квалифицированным персоналом, изучившим данную инструкцию и техническое описание. Прибор содержит механические и электронные узлы и требует аккуратного обращения с ним.



Рис.3. Поставочная тара АИСТ-350.

## 2.3. Порядок установки и подключение.

### 2.3.1. Общие требования

Проверка и установка прибора AIST-350 должна производиться квалифицированным персоналом, изучившим данную инструкцию и техническое описание. Прибор содержит механические и электронные узлы и требует аккуратного обращения с ним.

### 2.3.2. Установка прибора

Закрепление прибора производится с помощью четырёх винтов М3 с установкой шайб под винт и двух штифтов. Рекомендуемый материал винтов и шайб - сталь 1Х18Н9, 1218Н10, А2, А4. Крепить прибор в изделии желательно к жёсткой, цельной и неподвижной части конструкции. При наличии сильных электромагнитных помех в местах установки прибора может потребоваться заземление его корпуса. Для этого в крышке прибора имеется шпилька металлизации с резьбой М2,5. Для заземления желательно применять провод сечением не менее 0,2 мм<sup>2</sup>.

**Внимание:** ошибки в подключении контактов, отклонение напряжений питания от допустимой нормы могут привести к выходу прибора из строя или его ускоренной деградации, что не является гарантийным случаем.

Не допускаются удары по корпусу прибора жёсткими предметами, так как создаваемое при этом мгновенное ускорение (до 1000 g) может превысить предел прочности отдельных компонентов прибора и привести к выходу его из строя. Не допускается деформирование и вскрытие корпуса прибора.

### 2.3.3. Подключение прибора

Подключение прибора к внешним системам производится при помощи гибких проводов длиной один метр, выходящих из крышки. Для удобства первичного тестирования и проверки прибора на конце проводов установлен разъём JST XHP-6, а ответная часть к нему (JST В6В-ХН-А) входит в комплект поставки прибора. При последующем монтаже прибора разъём может быть удалён, провода укорочены до оптимальной длины, а подсоединение к внешней системе может быть произведено любым удобным способом, соблюдая назначение проводов, указанное ниже.

**Таблица 2. Назначение проводов AIST-350**

Цвет провода	Назначение провода
Красный (толстый)	+8...31 В
Черный (толстый)	GND
Желтый	RS-232 RXD
Синий	RS-232 TXD
Черный (тонкий)	PPS

### 2.3.4. Подключение прибора АИСТ-350 к компьютеру.

Прибор АИСТ-350 может быть подключён к персональному компьютеру при наличии дополнительного оборудования, а именно, специального кабеля со встроенным преобразователем интерфейсов, блока питания постоянного тока и программного обеспечения. Данное оборудование и программное обеспечение может входить в поставку или может быть приобретено в компании «Айсенс» отдельно. Схема подключения представлена на рис. 4.

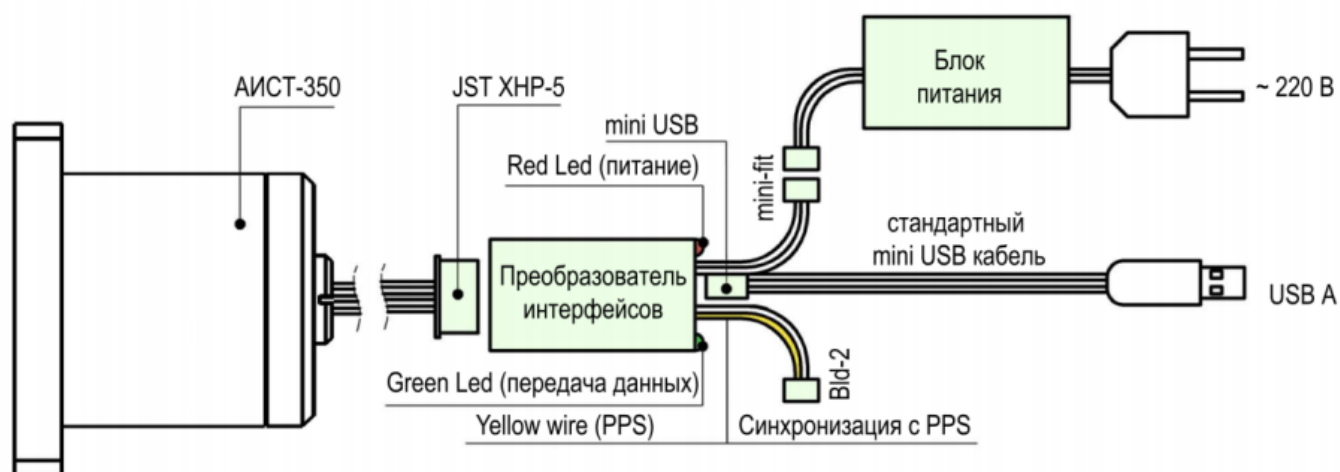


Рис. 4. Схема подключения прибора АИСТ-350 к компьютеру.

### 3. Программное обеспечение aistWin

#### 3.1. Назначение

Программа aistWin.exe предназначена для оценки работы прибора АИСТ-350 и записи в файлы данных, полученных по протоколу обмена.

#### 3.2. Совместимость

Стандартная версия программы предназначена для работы в среде MS Windows XP, Windows Vista, Windows 7 или Windows 8.X. Для работы программы aistWin.exe не требуются специализированные драйверы - программа работает с прибором, подключённым через стандартный последовательный порт.

#### 3.3. Интерфейс

Программа имеет две вкладки: экран состояния (Gyro&Accel), экран настроек и записи файлов (Logs&Settings). Экран состояния программы предназначен для наблюдения за измеряемыми величинами, состоянием флагов и работоспособностью протокола получения данных. Он состоит из трёх разделов: AIST Data, Flags и Aux. Внешний вид экрана состояния приведён на рис. 5.

##### Описание раздела AistData

В разделе AIST Data показываются текущие значения угловых скоростей и ускорений по осям X, Y и Z. При этом данные угловых скоростей приводятся в  $^{\circ}/с$ , а ускорений в  $м/с^2$ . В случае выхода измеряемых значений за допустимые пределы поля с данными окрашиваются красным цветом (пример приведён на рис. 6).

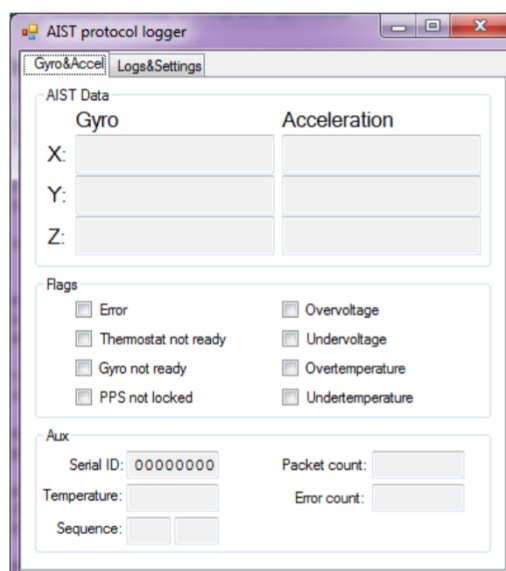


рис. 5. Экран состояния программы aistWin.

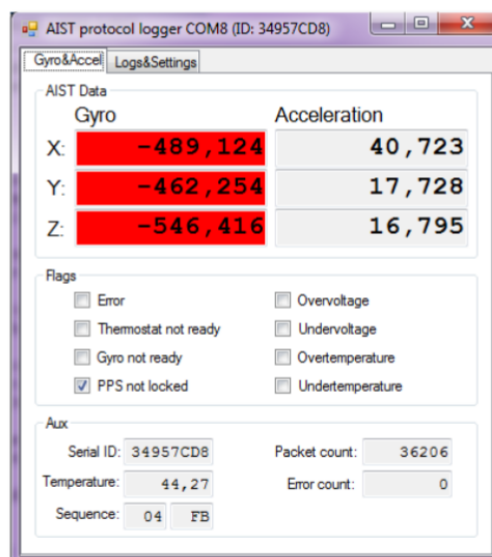


рис. 6. Экран состояния при выходе измеряемых величин за допустимые пределы.



Таблица 3. Описание раздела Flags

Флаг	Описание
Error	<input checked="" type="checkbox"/> обнаружен какой-либо сбой в системе <input type="checkbox"/> система в норме
Thermostat not ready	<input checked="" type="checkbox"/> термостат не вышел в штатный режим работы <input type="checkbox"/> термостат в рабочей точке
Gyro not ready	<input checked="" type="checkbox"/> гироскопы находятся в состоянии выхода на режим, их данные недостоверны <input type="checkbox"/> гироскопы в норме
PPS not locked	<input checked="" type="checkbox"/> нет синхронизации с PPS <input type="checkbox"/> пакеты данных синхронизированы с сигналом PPS
Overvoltage	<input checked="" type="checkbox"/> слишком высокое напряжение питания <input type="checkbox"/> напряжение питания в норме
Undervoltage	<input checked="" type="checkbox"/> слишком низкое напряжение питания <input type="checkbox"/> напряжение питания в норме
Overtemperature	<input checked="" type="checkbox"/> слишком высокая внешняя температура <input type="checkbox"/> внешняя температура в норме
Undertemperature	<input checked="" type="checkbox"/> слишком низкая внешняя температура <input type="checkbox"/> внешняя температура в норме

Таблица 4. Описание раздела Aux

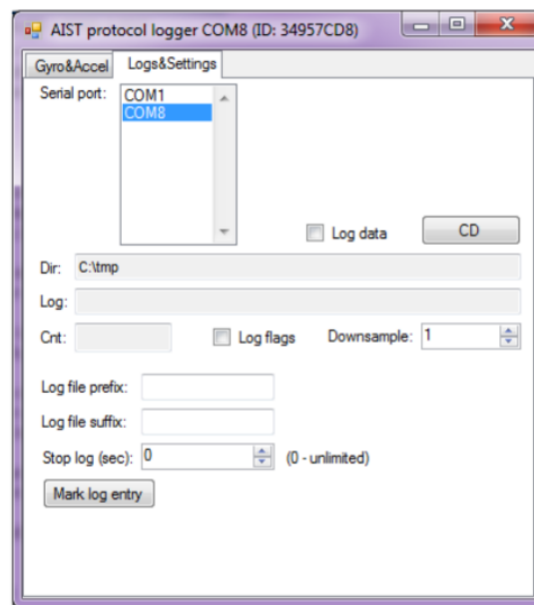
Название поля	Описание
Serial ID	Серийный номер устройства AIST-350
Temperature	Температура корпуса устройства, °C
Sequence	Порядковый номер пакета и инверсия номера пакет
Packet Count	Счётчик принятых пакетов
Error Count	Счётчик ошибок

**Экран настроек и записи файлов**

Экран настроек и записи файлов предназначен для выбора последовательного порта, к которому подключён прибор, каталога для записи файлов и параметров, формирующих имена файлов.

**Таблица 5. Формат имён лог файлов**

Поле	Длина	Описание
1		Префикс
2	8	Серийный номер прибора
3	4	Год
4	2	Месяц
5	2	День
6	2	Час
7	2	Минута создания файла
8		Частота, вычисляется с учётом значения поля Downsample

**Рис. 7. Экран настроек и записи файлов.****Таблица 6. Значение полей экрана настроек и записи файлов**

Флаг	Описание
Serial port	Выбор последовательного порта, к которому подключён прибор
Log Data	<input type="checkbox"/> Включить запись данных
	<input checked="" type="checkbox"/> запись данных включена <input type="checkbox"/> запись данных выключена
CD	Кнопка вызова окна выбора каталога для сохранения файлов
Dir	Имя выбранного каталога для сохранения файлов
Log	<input type="checkbox"/> Включить запись состояния флагов
	<input checked="" type="checkbox"/> запись состояния включена <input type="checkbox"/> запись состояния выключена
Downsample	Понизить частоту выдачи данных в указанное число раз относительно стандартной частоты выдачи данных, согласно протокола. Значение поля должно быть целым числом в диапазоне от 1 до 1000000
Log file prefix	Префикс имени файла
Log file suffix	Суффикс имени файлов. Если необходимо, чтобы имя файла имело расширение после точки, то точку и расширение необходимо указать в суффиксе.
Stop log	Время (в секундах), после которого запись файла будет прекращена. 0 означает отсутствие ограничения
Mark log entry	Кнопка формирования отметки в потоке записанных данных. Отметка является обычной записью, но в неё записываются заведомо большие значения, вместо результатов измерения прибора, что позволяет видеть моменты нажатия на графике при последующем анализе

### 3.4. Описание протокола выходных данных прибора

В качестве аппаратного протокола связи прибора с внешними устройствами используется протокол последовательной передачи данных RS-232 со скоростью передачи 115200 бит в секунду, 8n1 (8 bit, no parity, 1 stop bit). Прибор выдает пакеты информации на частоте 250 Гц. Байты всех информационных слов представлены в порядке от младшего к старшему (little-endian). Числа типа float представлены согласно стандарту binary32 в документе IEEE 754-2008 (single в IEEE 754-1985). Каждый пакет информации имеет размер 40 байт и представлен структурой описанной в таблице, представленной ниже.

**Таблица 7. Описание протокола выходных данных прибора**

№пп	Смещение	Размер	Тип	Комментарий
0	0	2	unsigned short	Заголовок пакета 0x5947
1	2	1	unsigned char	Порядковый номер пакета
2	3	1	unsigned char	Инверсия номера пакета
3	4	4	unsigned long	Серийный номер
4	8	2	unsigned short	Флаги*
5	10	2	unsigned short	Температура корпуса устройства ( $0.01 \cdot K$ )
6	12	4	float	Угловая скорость X (град/час)
7	16	4	float	Угловая скорость Y (град/час)
8	20	4	float	Угловая скорость Z (град/час)
9	24	4	float	Линейное ускорение X (м/с)
10	28	4	float	Линейное ускорение Y (м/с)
11	32	4	float	Линейное ускорение Z (м/с)
12	36	4	unsigned long	CRC32***

\*\*Поле флагов состоит из битовых полей, описанных в таблице

\*\*Поле температуры представлено целым числом в сотых долях градуса Кельвина и может быть пересчитано в градусы Цельсия по формуле:

$$C = K/100 - 273.15 \quad (1)$$

где, K – температура в градусах Кельвина, C – температура в градусах Цельсия.

\*\*\*Контрольная сумма CRC32 считается по спецификации IEEE 802.3 CRC-32 (полином 0x04c11db7). CRC32 считается для всех байтов пакета, включая заголовок.

Таблица 8. Формат поля флагов

Бит/флаг	Комментарий
0: сигнал ошибки	1: обнаружен какой-либо сбой в системе 0: система в норме
1: готовность термостата	1: термостат не вышел в штатный режим работы 0: термостат в рабочей точке
2: готовность гироскопов	1: гироскопы находятся в состоянии выхода на режим, их данные недостоверны; 0: гироскопы в норме
3: высокое напряжение	1: слишком высокое напряжение питания 0: напряжение питания в норме
4: низкое напряжение	1: слишком низкое напряжение питания 0: напряжение питания в норме
5: высокая температура	1: слишком высокая внешняя температура 0: внешняя температура в норме
6: низкая температура	1: слишком низкая внешняя температура 0: внешняя температура в норме
7: синхронизация с PPS	1: нет синхронизации с PPS 0: пакеты данных синхронизированы с сигналом PPS
8: диапазон гироскопа X	1: выход сигнала гироскопа X за границу диапазона
9: диапазон гироскопа Y	1: выход сигнала гироскопа Y за границу диапазона
10: диапазон гироскопа Z	1: выход сигнала гироскопа Z за границу диапазона
11: диапазон аксел. X	1: выход сигнала акселерометра X за границу диапазона
12: диапазон аксел. Y	1: выход сигнала акселерометра Y за границу диапазона
13: диапазон аксел. Z	1: выход сигнала акселерометра Z за границу диапазона
14:	зарезервирован
15:	зарезервирован