

«Утверждаю»
Генеральный директор
ООО «НТП «Горизонт»



Б.Б.Кузьменко

25 октября 2018г.

Измерительный комплекс контроля угла наклона и колебательных ускорений

Акселерометр-наклономер

двухкоординатный

АН-ДЗ

Руководство по эксплуатации

МПГТ 402111.03.00.00 РЭ

Москва 2018

Настоящее руководство по эксплуатации (далее по тексту - Руководство) содержит технические характеристики, описание устройства и принципа действия, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации измерительного комплекса контроля углов наклона и колебательных ускорений АН-ДЗ (далее «Акселерометр-наклономер» или «Измеритель»).

Настоящее руководство является обязательным к применению. Перед началом эксплуатации измерителей следует внимательно изучить настоящее руководство.

Настоящее руководство по эксплуатации является частью сопроводительной документации поставки. Допускается поставка измерителей, укомплектованная одним руководством по эксплуатации.

Изготовитель:

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-техническое производственное предприятие «Горизонт» (ООО «НТП «Горизонт»),
129926, Москва, 3-я Мытищинская, 16 стр. 14
Тел/факс 8(495)909-12-84
E-mail: info@ntpgorizont.ru
www.ntpgorizont.ru

1. Описание и принцип действия

1.1. Назначение и область применения

Акселерометр-наклономер АН-ДЗ предназначен для измерений:

- малых углов наклона и наклонных перемещений объекта по двум координатам;
- горизонтальных колебательных ускорений объекта по двум измерительным осям;
- основных тонов собственных колебаний строительных конструкций.

Основными областями применения АН-ДЗ являются:

- построение систем мониторинга строительных и технических сооружений и природных объектов, горных выработок, антенно-мачтовых сооружений;
- исследование изгибных деформаций элементов строительных и других конструкций;
- построение систем вибросредоточного контроля строительных конструкций.

1.2. Информация для заказа

Измерители выпускаются 3-х диапазонов измерения углов наклона и диапазонов измерения ускорения, 2-х видов исполнения степени пыле-влагозащиты. Модельный ряд измерителей представлен в Таблицы.1.

Таблица 1

Условное обозначение при заказе	Модельный ряд. Описание изделия	Степень пыле-влагозащитности	Диапазон измерений ускорений, g	Диапазон измерений углов наклона, угл. сек.
AND3-D.0N-720	АН-ДЗ 720, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений выход RS485, IP31	IP31	$3,4 \times 10^{-3}$	720
AND3-D.0N-3600	АН-ДЗ 3600, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP31	IP31	1.7×10^{-2}	3600
AND3-D.0N-7200	АН-ДЗ 7200, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP31	IP31	$3,4 \times 10^{-2}$	7200
AND3-D.1N-720	АН-ДЗ 720, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65	IP65	$3,4 \times 10^{-3}$	720
AND3-D.1N-3600	АН-ДЗ 3600, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65	IP65	1.7×10^{-2}	3600
AND3-D.1N-7200	АН-ДЗ 7200, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65	IP65	$3,4 \times 10^{-2}$	7200
AND3-D.1EX-720	АН-ДЗ 720, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65, взрывозащищенное исполнение	IP65	$3,4 \times 10^{-3}$	720
AND3-D.1EX-3600	АН-ДЗ 3600, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65, взрывозащищенное исполнение	IP65	1.7×10^{-2}	3600
AND3-D.1EX-7200	АН-ДЗ 7200, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65 взрывозащищенное исполнение	IP65	$3,4 \times 10^{-2}$	7200

1.3. Метрологические и технические характеристики

Таблица 2

	Модельный ряд	АН-ДЗ 720	АН-ДЗ 3600	АН-ДЗ 7200
Параметры измерения угла				
1.	Диапазон измерений углов наклона, угловые секунды	±720"	±3600"	±7200"
2.	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений угла наклона, % от диапазона	0,15%	± 0,1%	± 0,1%
3.	Предельное значение собственного дрейфа нуля в течение 30 суток, угловые секунды	±4"	±8"	±10"
Параметры измерения ускорений				
4.	Диапазон измерения ускорений (амплитудное значение)	$3,42 \times 10^{-2}$ м/с ²	$1,75 \times 10^{-1}$ м/с ²	$3,42 \times 10^{-1}$ м/с ²
5.	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения виброускорений в диапазоне амплитуд на частоте 1Гц, %	5%		
6.	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения виброускорений в рабочем диапазоне частот, дБ	3дБ		
7.	Рабочая полоса частот, Гц	0,01-20Гц		
8.	Уровень СКЗ собственных шумов измерителя	5×10^{-6} м/с ²	$2,5 \times 10^{-5}$ м/с ²	5×10^{-5} м/с ²
Общие характеристики				
9.	Градуировочная характеристика по углам наклона и амплитудному значению ускорений	Линейная функция преобразования		
10.	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванная изменением температуры на 1°С, % от диапазона измерений	±0,005%		
11.	Температурный дрейф нуля, вызванный изменением температуры на 1°С, % от диапазона измерений	±0,005%		
12.	Рабочий температурный диапазон	от – 40 до + 50°С		
13.	Расширенный температурный диапазон	от – 50 до + 60°С		
14.	Угол между радиальными измерительными осями преобразователя, °	90 ±1		
15.	Пылевлагозащищённость, степень защиты IP	31, 65		
16.	Скорость передачи данных по интерфейсу RS485, бод	115200		
17.	Протокол обмена	ModBus TCP, запись в бинарный файл		
18.	Количество измерительных комплексов в одной измерительной цепи	до 10		
19.	Общая длина кабельной линии, м	до 800		
20.	Напряжение питания измерителей, В	от +9 до +28		
21.	Потребляемый ток, не более, мА	5		
22.	Габаритные размеры преобразователя (φ x высота), мм	80x125		
23.	Масса преобразователя, кг	0,45		

1.4. Состав изделия и комплект поставки

1.4.1. Исполнения измерителей

1.4.1.1 В зависимости от модификации измерители изготавливаются в пыле-влагозащищенном исполнении с степенью пыле-влагозащиты IP31 и IP65.

1.4.1.2 Типы исполнения измерителей представлены в таб. 1.

1.4.2. Состав изделия

1.4.2.1 Измеритель с цифровым выходом и обычным исполнением представляет собой однокорпусное решение.

1.4.2.2 Измеритель с цифровым выходом и взрывозащищенным исполнением, состоит из корпуса измерителя и электронного блока.

1.4.2.3 Корпус измерителя имеет верхнюю крышку, выполненную в виде цилиндра, заканчивающего шестигранником, нижнюю крышку, выполненную в виде плоского диска.

1.4.2.4 Корпус измерителя имеет выполненные из нержавеющей стали три базовых опоры и три опорных винта, первые служат для проверки смещения собственного нуля измерителя, вторые - для регулирования наклона преобразователя при его установке на объекте. Так же корпус имеет 3 отверстия для крепления к объекту мониторинга.

1.4.2.5. Электронный блок размещен в отдельном корпусе, соединенном с корпусом первичного преобразователя пятижильным кабелем типа «витая пара». Кабель заводится в корпус электронного блока и корпус первичного преобразователя через гермовводы, обеспечивающие пыле-влагозащиту. Для подключения измерителя к измерительной сети электронный блок оснащается двумя разъемами серии FQ14 для модификации измерителя с степенью пыле-влагозащиты IP31, либо двумя гермовводами для модификации измерителя с степенью пыле-влагозащиты IP65. Гермоввод рассчитан на подключение кабеля с внешним диаметром 6-9мм. По требованию заказчика предусматривается установка гермовводов для кабеля диаметра 9-11мм.

1.4.3. Комплект поставки

Комплект поставки измерителя приведен в таблице 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование	Количество	Примечание
1.	Акселерометр-наклономер двухкоординатный АН-ДЗ	1 шт.	
2.	Руководство по эксплуатации МПГТ 402111.03.00.00 РЭ	1 шт.	Одно на партию
3.	Паспорт изделия МПГТ 402111.03.00.00 ПС	1 шт.	
4.	Крепежный комплект: - винт М4 длиной 80 мм – 3шт. - пружина прижимная – 3шт, - шайба -6 шт., - втулка установочная - 3 шт.	1 шт.	

1.5 Устройство и принцип работы

1.5.1 У измерителя определены три взаимно-перпендикулярные измерительные оси: центральная измерительная (вертикальная) ось Z, совпадающая с осью симметрии корпуса первичного преобразователя и две взаимно перпендикулярные радиальные (горизонтальные) измерительные оси X и Y. На направления радиальных измерительных осей указывают риски, нанесенные на поверхности корпуса первичного преобразователя.

1.5.2 Первичный преобразователь измерителя представляет собой осесимметричную, заполненную электролитом металлическую ампулу с пятью токовыводами. Первичный преобразователь содержит центральный подвижный электрод, подвешенный на нерастяжимой нити, играющий роль сильно демпфированного маятника и четыре боковых электрода.

1.5.3 При воздействии горизонтального ускорения за счет действия силы инерции маятник испытывает отклонение на угол равный:

$$\varphi = \arctg\left(\frac{a}{g}\right),$$

где

- a - горизонтальное ускорение;
- g - ускорение свободного падения;
- φ - показание датчика в радианах.

1.5.4 Изменение угла наклона маятника приводит к изменению межэлектродных расстояний, что приводит к изменению электрических сопротивлений, заполненных электролитом межэлектродных полостей.

1.5.5 При наклоне первичного преобразователя изменение угла наклона маятника и боковых электродов происходит за счёт действия силы тяжести, что приводит к изменению электрических сопротивлений, заполненных электролитом межэлектродных полостей.

1.5.6 Электронный модуль аналогового преобразования, отслеживая указанные изменения, вырабатывает электрические сигналы, величины которых определяют суммарный вклад составляющих углов наклона и воздействующих на маятник ускорений по двум измерительным осям.

1.5.7 Полученный электрический сигнал подвергается аналого-цифровому преобразованию и последующей цифровой обработке.

1.5.8 Для выделения составляющей ускорения в полученном сигнале применяется: передискретизация сигнала на более высокую частоту, подавление сигнала в области высоких частот, цифровая корректирующая фильтрация для выравнивания АЧХ измерителя.

1.5.9 Для выделения составляющей угла наклона применяется усреднение цифрового сигнала на большом интервале измерений.

1.5.10 В измерителях с аналоговым выходом так же производится цифро-аналоговое преобразование для получения сигнала с выходом по напряжению 0-10В, и выходом по току 4-20м-А

1.5.11 Для синхронного измерения ускорений с нескольких цифровых измерителей, например, для расчета взаимных спектров сигналов нескольких акселерометров организованы два буфера FIFO по каждой измерительной оси X и Y. Это позволяет передавать по одной линии результаты измерений нескольких датчиков без потери синхронизации. Данные из буфера FIFO передаются по цифровому интерфейсу полудуплексной линии RS-485.

2. Монтаж и подготовка к работе

2.1 Установка измерителя на объекте

2.1.1 Измеритель рекомендуется устанавливать на жестко закрепленной с объектом металлической опорной плите или полке с гладкой поверхностью. В платформе для фиксации преобразователя должны быть просверлены 3 резьбовых отверстия М4, расположенных на окружности диаметром 64 мм под углами 120° по отношению друг к другу.

Примечание: Для упрощения процесс монтажа измерителя на объекте рекомендуем использовать установочную платформу МР-А-V и МР-А-Н производства НТП «Горизонт» для установки акселерометра на вертикальной и горизонтальной поверхностях.

**Для
заказа:**

МР-А-V	Монтажная площадка-уголок для установки на вертикальной поверхности
МР-А-Н	Монтажная площадка-пластина для установки на вертикальной поверхности

2.1.2 Закрепить платформу на вертикальной поверхности объекта с помощью анкерных болтов.

2.1.3 Установить измеритель на горизонтальной поверхности платформы (см. рис.3).

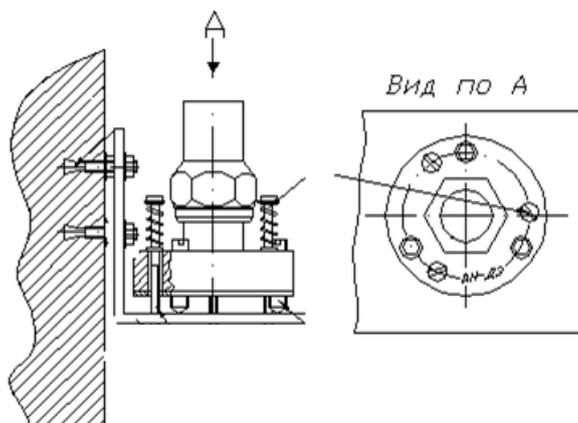


Рис. 3- Установка измерителя на объекте

2.1.4 Вставить в отверстия корпуса измерителя, расположенные на окружности под углами 120°, крепёжные винты с установленными на них пружинами и втулками и, вкручивая в отверстия платформы крепёжные винты, прижать преобразователь к поверхности платформы.

Примечание: Для установки измерителя в рабочее положение, при котором показания акселерометра-наклономера по двум измерительным осям близки к 0, рекомендуем использовать Блок индикации AN-D3 производства НТП «Горизонт».

**Для
заказа:**

IU_ASIN_A

Блок индикации АСИН

2.1.5 При проведении настройки рабочего положения без Бока индикации АСИН необходимо выполнить подключение акселерометра-наклономера к измерительной линии по п.3 настоящего Руководства.

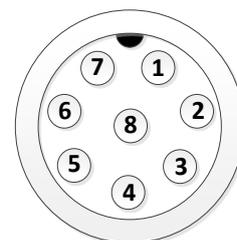
Внимание: После установки акселерометра-наклономера в течение 3-х дней возможен уход «нуля» измерителя из-за деформации резьбовых соединений под нагрузкой. Поэтому регистрацию измерительных данных следует начинать не менее чем через 3 дня после установки измерителя на объекте.

3 Подключение нескольких цифровых измерителей в измерительной цепи

3.1 Схема распыки разъема измерителя с цифровым выходом представлены в таблице 4:

Конта кт	Обозна чение	Цвет провода	Назначение
1	Y	бело-оранж.	RS485, вход/выход Tx/Rx+
2	Z	оранжевый	RS485, вход/выход Tx/Rx-
3	GND	бело-зелёный	Питание, 0
4	PWR	синий	Питание, +12..24 В
5	GND	бело-синий	Питание, 0
6	PWR	зелёный	Питание, +12..24 В
7	B	бело-коричн.	Не используется, замкнут с Z
8	A	коричневый	Не используется, замкнут с Y

Таблица 4



Разъем PY-07
Вид «спереди»



Разъем RJ-45,
вид «сверху»

3.2 Схема подключения нескольких измерителей в одной измерительной цепи представлена на рисунке 6.

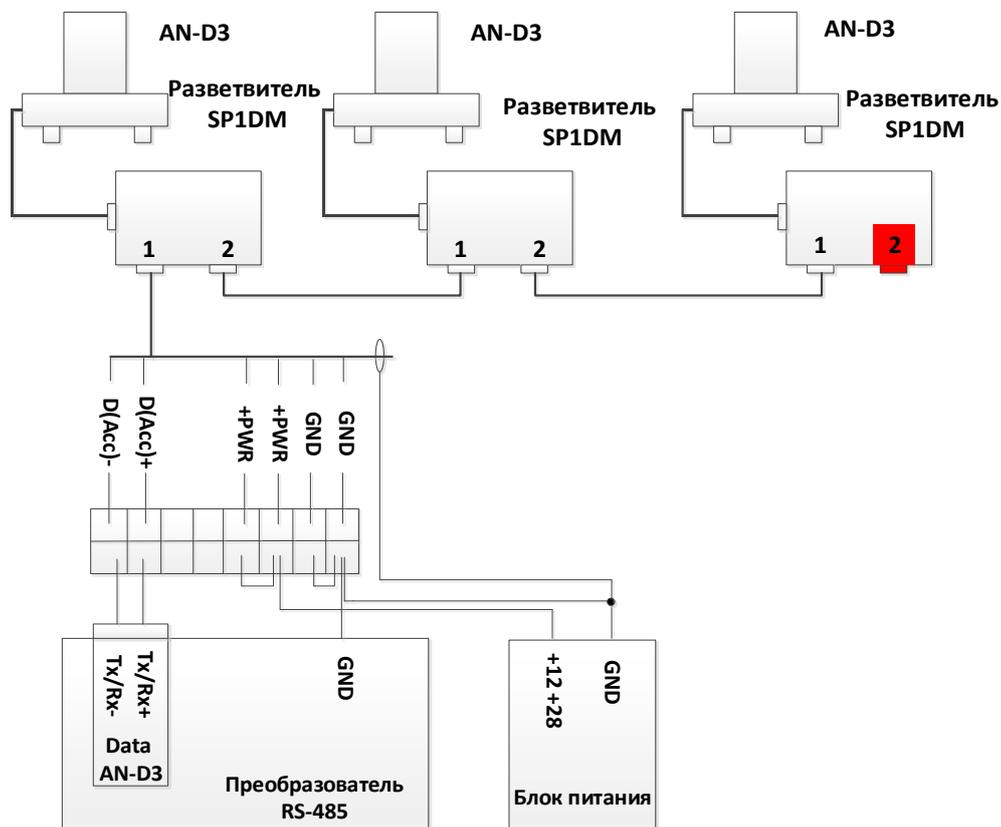


Рис. 6. Схема подключение измерителей АН-Д3 в измерительной цепи

3.3 Рекомендации по количеству измерителей в одной линии и длине линии представлены в таб. 5

Таблица 5

Режим работы измерителя АН-Д3	Кол-во измерителей в линии	Длина линии RS-485
Полоса частот 0-3Гц	До 10	До 800
Полоса частот 0-20Гц	До 10	До 400
Полоса частот 0-20Гц	До 5	До 800

Примечание: В случае, если длина измерительной линии RS-485 превышает допустимую длину или количество устанавливаемых на одной линии датчиков превышает количество по Таблице 5 при рекомендуется применение активного повторителя SmartTilt 300.

Для заказа:

Smart Tilt300

Активный повторитель SmartTilt 300

3.4 Подключение измерителей в измерительной цепи осуществляется кабелем типа «витая пара» FTP 8 жил.

3.5 Экранирование кабелей измерительной цепи значительно снижает влияние помех в случае применения линий большой длины и/или наличия электромагнитных помех.

3.6 Экраны кабелей измерительной цепи должны соединяться между собой.

3.7 Экран сигнального кабеля измерительной линии должен быть соединен с отрицательным проводом питания (GND), как можно ближе к клеммам источника питания.

3.8 На конце измерительной цепи необходимо организовать терминирование линии.

3.9 Измерители бесперебойно работают в диапазоне питания +9 - +28В, таким образом, с учетом падения напряжения в длинных линиях и/или при большом количестве измерителей, в измерительной цепи рекомендуем применять блоки питания, работающие в диапазоне +12 - +26В, обеспечивающие мощность $(n \cdot 1,2Вт) \cdot 1,5$ раза, где n – количество подключаемых к блоку питания измерителей.

3.10 Построение комбинированных измерительных цепей с применением акселерометров-наклономеров АН-Д3 и инклинометров ИН-Д3 представлено на рис.5

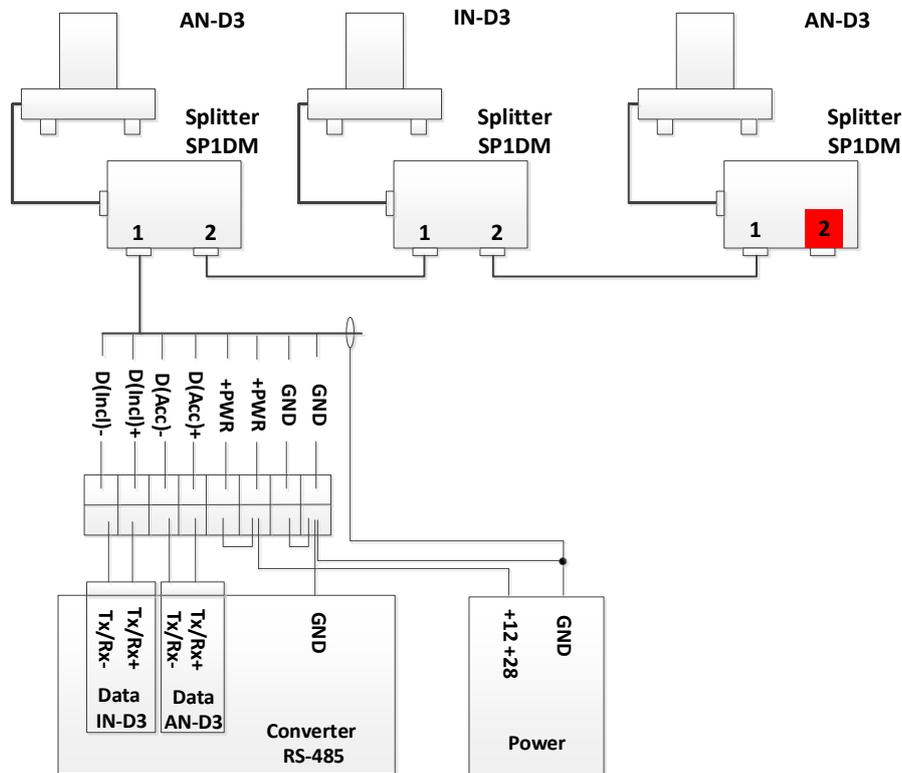


Рисунок 5 – Построение комбинированных измерительных цепей с АН-Д3 и ИН-Д3

3.11 Для построения комбинированных измерительных цепей с применением акселерометров-наклономеров АН-Д3 и инклинометров ИН-Д3 необходимо задействовать 2 порта преобразователя интерфейсов.

3.12 Для организации линии RS-485 инклинометров ИН-Д3 и линии RS-485 акселерометров-наклономеров АН-Д3 используется две независимые пары жил, коммутируемые в разветвителе SP1DM в зависимости от того, какой измеритель подключается.

3.13 Коммутация жил в разветвителе SP1DM осуществляется переключением режима работы разветвителя. Переключение производится джампер-соединителем в соответствии с инструкцией, размещенной на внутренней стороне крышки разветвителя.

4 Проведение измерений измерителем с цифровым выходом

4.1 Произвести настройку преобразователя интерфейсов в соответствии с инструкцией на применяемый преобразователь интерфейсов, установив следующие настройки соединения:

Таблица 6

Тип линии	RS485 2 wire
Скорость соединения	115200 Бит/сек
Проверка четности	Нет

4.2 Логический адрес измерителя, устанавливаемый заводом-изготовителем указан в паспорте на измеритель, но может быть изменен в программном обеспечении Gorizont Server.

4.3 Регистрацию показаний измерителя при установки можно проводить с помощью ПО Gorizont Server. Более подробно о работе данного ПО написано в руководстве пользователя на ПО Gorizont Server представлено на сайте НТП «Горизонт» <http://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/>

4.4 ПО Gorizont Server имеет следующие базовые возможности:

- подключение средств измерений производства НТП «Горизонт»;
- пользовательская настройка измерителей производства НТП «Горизонт»;
- отображение показаний измерителей на графиках в режиме реального времени;
- запись показаний измерителей в файл;
- чтение записанных показаний измерителей из файла.

4.5 Измерители АН-Д3 поддерживают 2 протокола обмена: АН-Д3 и ModBus. Логические адреса измерителя при работе по протоколу АН-Д3 и ModBus совпадают.

4.6 Описание протокола обмена акселерометра-накломера АН-Д3 с управляющими устройствами представлен в документе «Описании протокола обмена АН-Д3» на сайте НТП «Горизонт» <http://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/>

4.7 В связи с ограниченностью скорости передачи данных по протоколу ModBus, отсутствия возможности буферизации данных и отсутствия возможности синхронизации при возникновении задержек в канале передача данных по ModBus возможна только в части измерения углов наклона, но не ускорений.

4.8 Карта ModBus регистров протокола обмена представлена в таб. 7.

Таблица 7

Регистр ModBus	Размер, бит	Тип	Описание	Доступ	Функция
0	32	Int32	Наклон по оси Y. Передается в секундах, умноженных на 1000	Read only	0x03
2	32	Int32	Наклон по оси X. Передается в секундах, умноженных на 1000	Read only	0x03
			--- Резерв ---		
24	16	Uint16	Номер редакции ПО	Read only	0x03
			Младший байт - номер сборки прошивки		
			Старший байт - номер версии прошивки		
25	16	Uint16	Номер (Адрес). Адреса 0x00, 0x7E, 0x9A, 0x9B, 0x9C, 0x9D, 0xFF - зарезервированы	Read/Write	0x03 / 0x06
26	32	Uint32	Заводской номер	Read only	0x03
34	32	Int32	Заводское смещение Y. Секунды * 1000	Read only	0x03
36	32	Int32	Заводское смещение X. Секунды * 1000	Read only	0x03

5 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание измерителя не требуется.

6 Поверка измерителя.

6.1 Значение межповерочного интервала (МПИ) измерителей – 2 год.

6.2 Поверка осуществляется в соответствии с документом МП.АПМ 39-17 «Акселерометры-наклономеров двухкоординатные АН-ДЗ. Методика поверки», утвержденным ООО «Автопрогресс-М» 22.11.2017г.

7 Хранение

Хранение измерителя может проводиться в неотапливаемом помещении при температуре от –50°С до +50°С с относительной влажностью не более 70%.

Срок хранения - не более 10 лет.

8 Транспортирование

9.1 Транспортирование измерителя может производиться всеми видами транспорта без ограничения высоты.

9.2 Механические воздействия при транспортировании не рекомендуется превышать значений, указанных в Таблице 2.