«Утверждаю»
Генеральный директор
ООО «НТП «Горизонт»



Б.Б.Кузьменко

25 октября 2018г.

АКСЕЛЕРОМЕТРЫ-НАКЛОНОМЕРЫ ДВУХКООРДИНАТНЫЕ АН-Д3

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 «Акселерометр-наклономер двухкоординатный АН-Д3» (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-Д3 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-Д3 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 виброчастотного контроля строительных конструкций.

1.2. Информация для заказа

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

Таблица 1

Условное обозначение при заказе	Модельный ряд. Описание изделия	Степень пыле-влагозащи щенности	Диапазон измерений ускорений, g	Диапазон измерений углов наклона, угл. сек.
AND3-D.0N-720	АН-Д3 720, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений выход RS485, IP31	IP31	$3{,}4x10^{-3}$	720
AND3-D.0N-3600	АН-Д3 3600, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485,, IP31	IP31	$1.7\ x10^{-2}$	3600
AND3-D.0N-7200	АН-Д3 7200, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP31	IP31	$3{,}4x10^{-2}$	7200
AND3-D.1N-720	АН-Д3 720, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65	IP65	$3{,}4x10^{-3}$	720
AND3-D.1N-3600	АН-Д3 3600, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65	IP65	$1.7\ x10^{-2}$	3600
AND3-D.1N-7200	АН-Д3 7200, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65	IP65	$3{,}4x10^{-2}$	7200
AND3-D.1EX-720	АН-Д3 720, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65, взрывозащищенное исполнение	IP65	$3{,}4x10^{-3}$	720
AND3-D.1EX-3600	АН-Д3 3600, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65, взрывозащищенное исполнение	IP65	$1.7\ x10^{-2}$	3600
AND3-D.1EX-7200	АН-Д3 7200, Измеритель угла наклона и колебательных ускорений, выход RS485, IP65 взрывозащищенное исполнение	IP65	$3{,}4x10^{-2}$	7200

1.3. Метрологические и технические характеристики

Таблица 2

	Модельный ряд	АН-Д3 720	АН-Д3 3600	АН-Д3 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/с2	$1{,}75 \times 10^{-1}$ м/с2	$3{,}42 \times 10^{-1}$ м/с2
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 1ºС, % от диапазона измерений	±0,005%		
11.	Температурный дрейф нуля, вызванный изменением температуры на 1ºС, % 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, º	90 ±1		
15.	Степень защиты от внешних воздействий (пылевлагозащищенность)	IP31, IP65		
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 х высота), мм	80х125		
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 изготавливается пыле-влагозащищённом исполнении со степенью пылевлагозащиты 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, выполненного 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 пылевлагозащиту.
Для подключения измерителя к измерительной сети электронный блок оснащается двумя разъемами серии FQ14 для модификации измерителя со степенью пылевлагозащиты IP31, либо двумя гермовводами для модификации измерителя со степенью пылевлагозащиты 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-Д3	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 У. На направления радиальных измерительных осей указывают риски, нанесённые 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 120º 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).

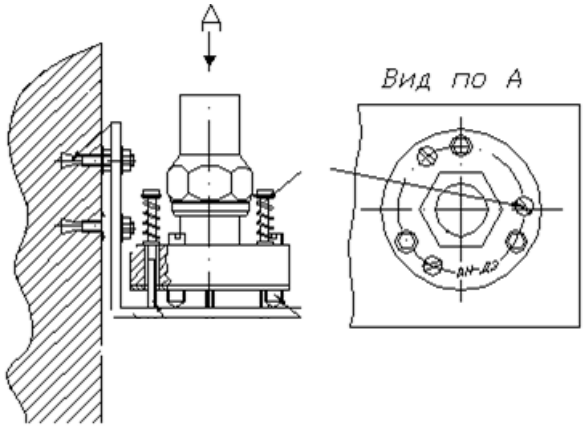


Рис. 3- Установка измерителя на объекте

2.1.4 Вставить в отверстия корпуса измерителя, расположенные на окружности под углами 120º, 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 распайки разъема измерителя с цифровым выходом представлены в таблице 4:

Таблица 4

Контакт	Обозначение	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



Разъем PY-07
Вид «спереди»



Разъем RJ-45,
вид «сверху»

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

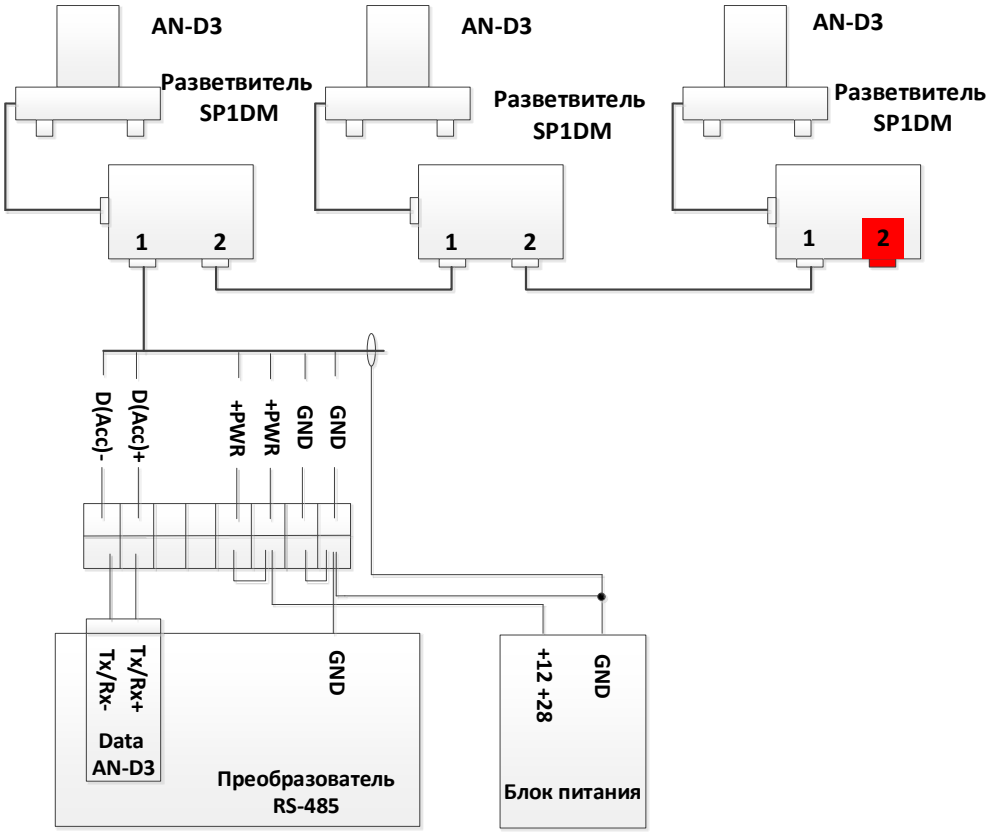


Рис. 6. Схема подключение измерителей АН-Д3 в измерительной цепи

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 * 1,2Вт) * 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

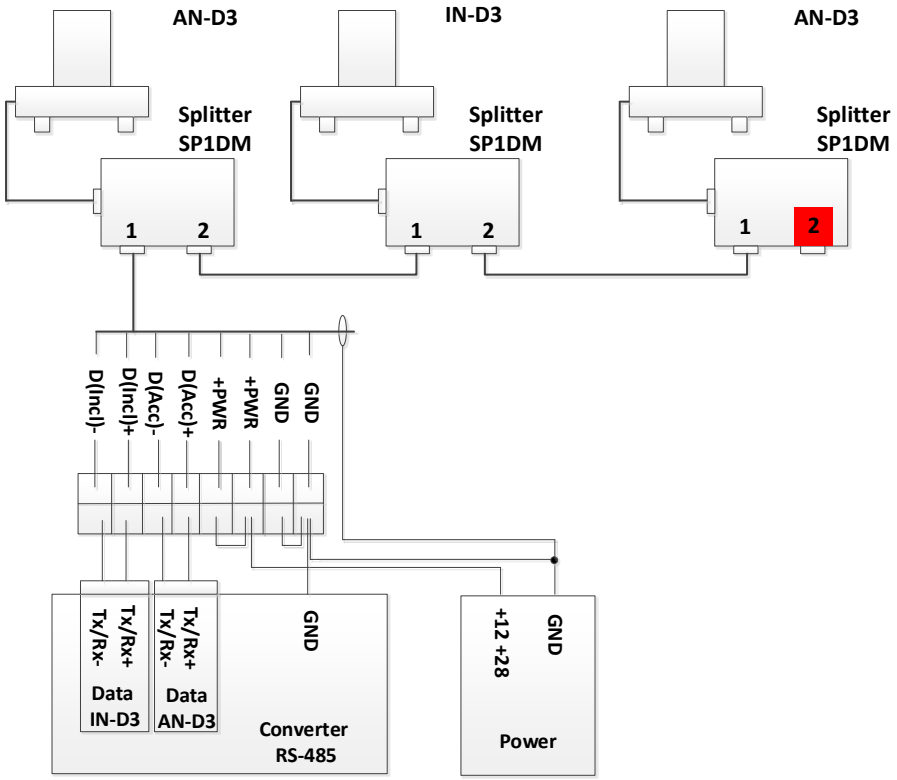


Рисунок 5 – Построение комбинированных измерительных цепей с АН-Д3 и ИН-Д3

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 установке 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-наклономера 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-наклономеры двухкординатные АН-Д3. 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 более10 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.