

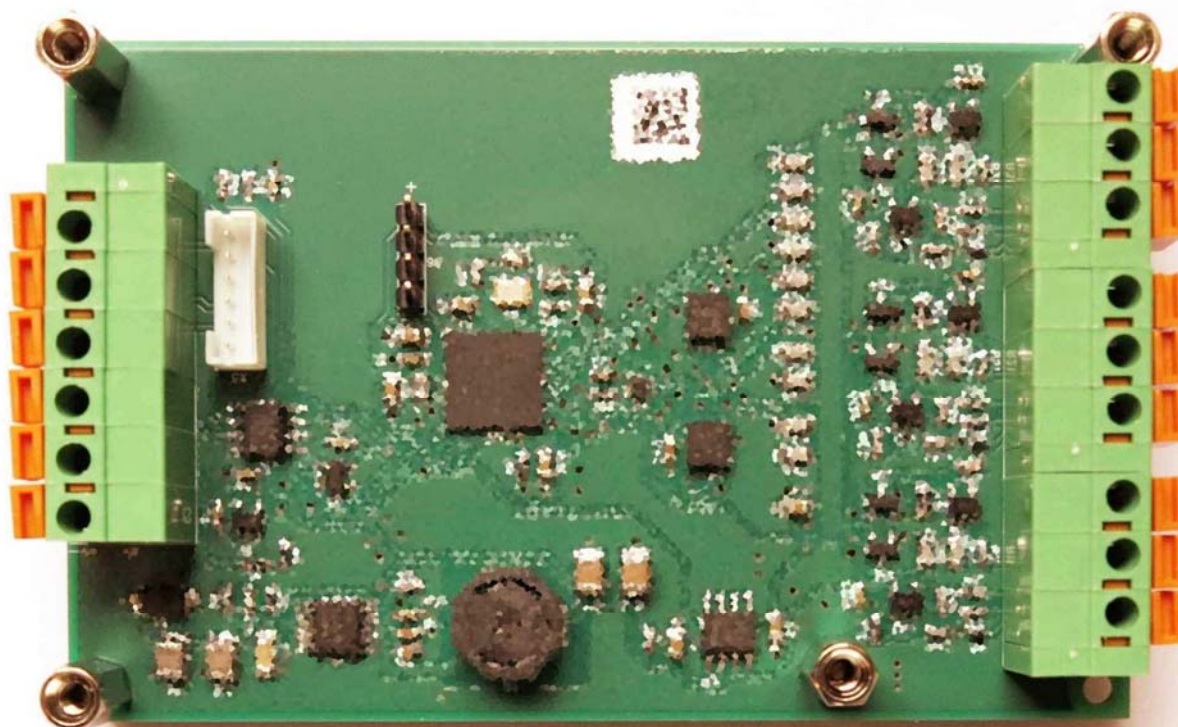
Утверждён:  
УСД-А6 ПСРЭ

Экз. № \_\_\_\_\_

## Тензомер — акселерометр — инклинометр УСД-А6

### Паспорт

### Руководство по эксплуатации



Москва 2019

## 1. Назначение

Тензомер — акселерометр - инклинометр УСД-А6 (в дальнейшем устройство) предназначено для непрерывного сбора данных:

- 1) дифференциального напряжения с трёх внешних тензометрических полумостов
- 2) ускорения по трём взаимно ортогональным осям X, Y, Z
- 3) угловых перемещений по двум осям X, Y
- 4) температуры

и их передачи по интерфейсу RS-485 для дальнейшей обработки, анализа, хранения.

Устройство представляет собой:

- преобразователь сигналов встроенных датчиков ускорения;
- преобразователь сигналов внешних тензометрических полумостов;
- преобразователь сигнала встроенного датчика температуры

включая калибровку этих сигналов, их преобразование в цифровую форму и передачу по интерфейсу RS-485.

Имеется контроль внешнего питающего напряжения. Есть возможность подключения контакта внешней сигнализации.

С акселерометров и тензометрических полумостов можно получать как динамические данные, так и статические. Динамические данные представляют собой до 256 измерений по каждому из 6-ти каналов, а именно, трём каналам деформаций и трём каналам ускорений. Статические данные представляют собой интегральные отсчёты за одну секунду по трём каналам деформаций, по двум углам поворота и температуре.

Синхронизация устройств осуществляется по отдельному синхроимпульсу. Возможна привязка к единому времени при работе совместно с контроллером MS4812 (в конфигурации локального сервера с сервером единого времени) или при управлении от сервера на базе микрокомпьютера NeuroMatrix.

Акселерометр и тензомер имеют нормированную амплитудно-фазо-частотную характеристику (Приложение 1).

Акселерометр и тензомер предназначены для идентификации собственных частот и форм колебаний строительных сооружений, а также для выполнения комплекса работ по разделению вибраций.

Акселерометр соответствует требованиям ГОСТ 53963.1-2010 в части регистрации вибраций строительных сооружений, имеет коэффициент гармонических искажений менее 1%, линейный рабочий диапазон на опорной частоте 16 Гц не менее 80 дБ, предельное значение уровня нечувствительности по входу – 0.05 мм/с.

Каждый тензометрический канал рассчитан на подключение тензометрического полумоста (состоит минимум из двух тензорезисторов).

## 2. Технические характеристики

Основные технические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Диапазон измерений ускорения по осям X, Y, Z	$\pm 58.8 \text{ м/с}^2$
Пределы допускаемой приведённой к верхнему пределу измерений погрешности измерений ускорения по осям X, Y, Z (с учётом табличной АЧХ Приложения 2)	$\pm 1\%$
Диапазон измерений углов наклона по осям X, Y	$\pm 90^\circ$
Пределы допускаемой приведённой к верхнему пределу измерений погрешности измерений углов наклона по осям X, Y	$\pm 1\%$
Напряжение питания тензомоста	3.3 В
Пределы допускаемой приведённой к верхнему пределу измерений погрешности измерений дифференциального напряжения полумоста по каналам 1, 2, 3 для симметрично работающего полумоста для работающего четвертьмоста	$\pm 1\%$ $\pm 2\%$
Диапазон измерений относительного сопротивления четвертьмоста	$\pm 0.02$
Сопротивление тензодатчиков не менее не более	100 Ом 400 Ом
Период преобразования кадра	1 с
Напряжение питания номинальное	24В
Диапазон допустимого напряжения питания	10-36В
Потребляемая мощность	менее 0.2Вт
Типовое значение тока, потребляемого при напряжении питания 12В, отключённые полумосты 24В, отключенные полумосты 24В, включенные полумосты	6.0 мА 3.5 мА 14 мА
Диапазон рабочих температур	от -40 до +50 °С
Габаритные размеры: корпуса печатной платы (со стойками)	109x68x33 мм 100x64x22
Масса, не более	0,65кг

### 3. Подключение

Схема подключения изображена на рисунке 1, направление измерительных осей — на рисунке 2.

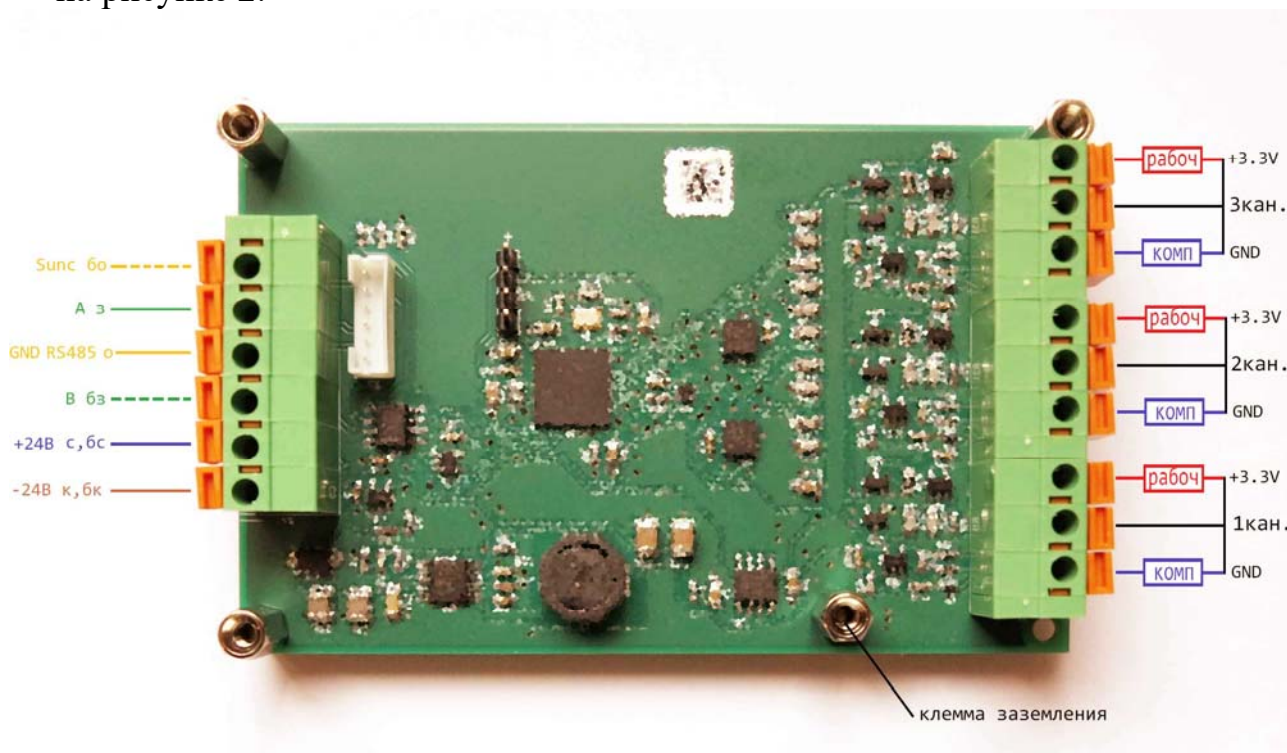


Рисунок 1 — Схема подключения

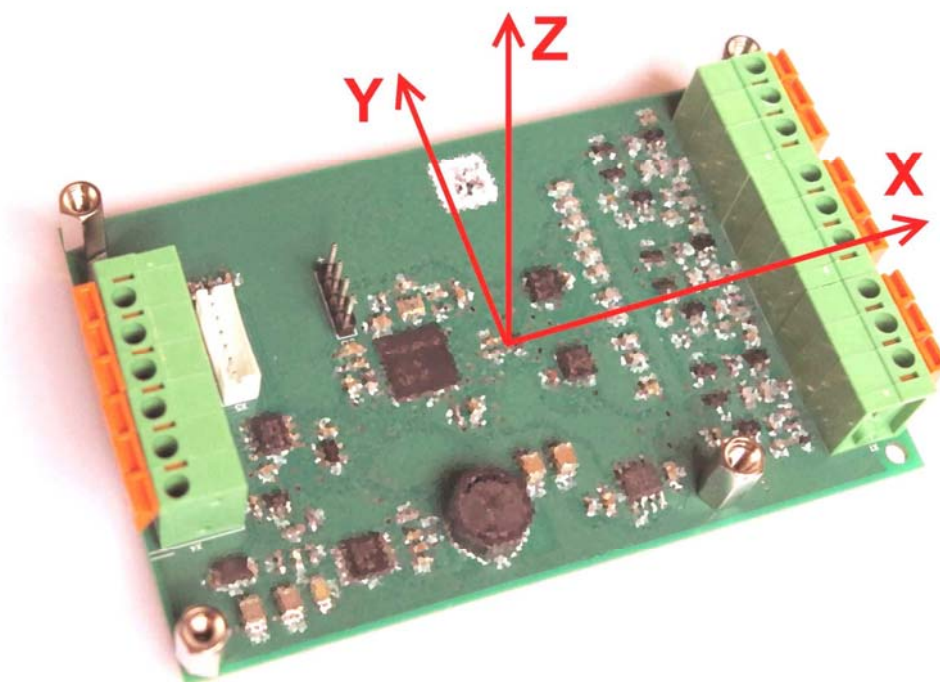


Рисунок 2 — Направление измерительных осей

При измерении углов поворота, положительное направление вращения по оси X соответствует движению острия оси X вверх, положительное направление вращения по оси Y соответствует движению острия оси Y вверх.

#### 4. Порядок работы с устройством

Устройство запрограммировано для работы на следующие операции:

- синхронизация данных с частотой 1 Гц;
- выдача по запросу результатов измерений тензометрии по трём каналам (1, 2, 3) и ускорения по трём каналам (X, Y, Z) с частотой 265 Гц/канал (динамические данные);
- выдача по запросу результатов измерений тензометрии по трём каналам (1, 2, 3), угловых перемещений по двум осям (X, Y), температуры и напряжения питания (статические данные);

Если не оговорено иначе, заводская настройка интерфейса RS-485 следующая:

- скорость обмена – 230400 бод
- количество информационных бит – 8
- стоповый бит – 1
- контроль чётности – Even
- логический номер – указан в разделе 8

Рекомендуется сигналы интерфейса RS-485 и питание подавать одновременно по кабелю «витая пара».

В соответствии со стандартом интерфейса RS-485 прибор является ведомым и самостоятельно не иницирует обмен данными. Для его штатной работы требуется, чтобы в линию было подключено хотя бы одно ведущее устройство. В качестве ведущего устройства рекомендуется контроллер MS4812 или микрокомпьютер NeuroMatrix. Оба устройства могут работать в режиме локального сервера.

Контроллер и микрокомпьютер обеспечивают синхронизацию акселерометров по секундной метке времени и позволяют сохранять результаты измерений на карту памяти SD.

Количество устройств, подключаемых к одному контроллеру для приёма динамических данных при скорости обмена 230400 бод, зависит от общего количества принимаемых каналов со всех устройств, которое не должно превышать:

При количестве отсчётов 256, каналов не более	6
При количестве отсчётов 128, каналов не более	12
При количестве отсчётов 64, каналов не более	24

Частотная характеристика всех каналов нормирована с точностью 1.0% в соответствии с таблицей Приложения 1. Таблица дана для частоты дискретизации (количества отсчётов) 256 Гц. При снижении частоты дискретизации в два раза (до 128 Гц) следует значения в колонке «частота» также поделить на два. При частоте дискретизации 64 Гц, значения частоты в колонке «Частота» следует поделить на 4.

При измерении деформаций рекомендуется использовать экранированные провода. При этом экран со стороны устройства следует подключать к выделенной клемме заземления.

## 5. Протокол обмена данными

**Широкоформатный запрос идентификации** (в угловых скобках здесь и далее даётся шестнадцатеричный код символа)

#?<0x0A>

Ответ:

>АВАІ90 V1.1<0x0A>

где: АВ – соответственно, старший и младший байт логического адреса акселерометра;

АІ90 – идентификационное наименование ПО

V1.1 – версия ПО V1.1

### **Формат команды запроса данных (5 байт)**

#АВК<0x0A>

где: # - символ начала командной посылки;

АВ – логический номер USD-A8, (изображён на разъёме RJ45);

К – команда запроса измеренных ускорений;

<0x0A> – шестнадцатеричный код 0x0A.

Допустимы следующие команды:

? – адресный запрос идентификации (шестнадцатеричный код 0x3F);

0 – запрос ускорений, символ с шестнадцатеричным кодом 0x30;

1 – запрос угловых перемещений, символ с шестнадцатеричным кодом 0x31.

### **Адресный запрос идентификации (?)**

#АВ?<0x0A>

Ответ на команду ?:

>АВАІ90V1.1 0000 0000 7970<0x0A>

где: АВ – здесь и далее, соответственно, старший и младший байт логического адреса акселерометра;

АІ90 – идентификационное наименование ПО

V1.1 – версия ПО V1.1

7970 — дополнительные параметры:

первая цифра — 7 — оси X, Y, Z, целые числа со знаком длиной 4 байта в размерности мкм/с<sup>2</sup>;

6 – оси X, Y, целые числа со знаком длиной 4 байта в размерности мкм/с<sup>2</sup>;

4 – оси X, целые числа со знаком длиной 4 байта в размерности мкм/с<sup>2</sup>;

вторая цифра — 9 — 256 измерений по каждому каналу;

8 — 128 измерений по каждому каналу;

7 — 64 измерений по каждому каналу;

6 — 32 измерений по каждому каналу;  
третья цифра — 7 — каналы 1, 2, 3;  
6 — каналы 1, 2;  
4 — канал 1.

### **Формат выдачи динамических данных (команда 0)**

Перед командой запроса динамических данных, для синхронизации по времени посылается синхробайт с кодом <0x22>. Частота посылки — 1 раз в 1 секунду. Нестабильность посылки синхробайта должна быть не хуже 0.00015.

Ответ на команду 0 (три оси, дискретизация — 256, символов 12340):

>ABXX ... XX<0x0A>

где: AB — логический номер;

XX ... XX — 12336 символов (0 ... 9, A ... F) из них первые 48 символа — служебные, следующие 12288 представляют результаты измерений по шести каналам, в порядке: 1, 2, 3, X, Y, Z, ..., 1, 2, 3, X, Y, Z, всего 1536 целых чисел длиной 4 байта;

<0x0A> — шестнадцатеричный код 0x0A;

первый служебный символ — первый дополнительный параметр;

второй служебный символ — второй дополнительный параметр;

служебные символы с 5-го по 8-й — температура, целое со знаком длиной два байта в шестнадцатеричном формате.

### **Формат выдачи статических данных (команда 1)**

Ответ на команду 1:

>ABXX+DDD, DD-DDD, DD+DDD, DD+XX, XXX-YY, YYY+TTT, TT+VVV, VV+<0x0A>

где: AB — логический номер;

+DDD, DD — относительные деформации, канал 1

+DDD, DD — относительные деформации, канал 2

+DDD, DD — относительные деформации, канал 3

+XX, XXX — десятичное значение угла X в градусах

+YY, YYY — десятичное значение угла Y в градусах

+TTT, TT — температура, градусы по Цельсию

+VVV, VV — напряжение питания, Вольты

+ - контакт сигнализации, + разомкнут, - замкнут

<0x0A> — шестнадцатеричный код 0x0A.



## 6. Программное обеспечение (в обязательную поставку не входит)

Программа PollDev.exe предназначена для изменения режимов работы устройства:

1. Логического номера
2. Скорости обмена по интерфейсу RS-485
3. Контроля чётности
4. Количества динамических каналов ускорений
5. Количества динамических тензометрических каналов
6. Частоты дискретизации

Программа высылается по электронной почте по требованию.

## 7. Комплектность поставки средства измерений

Таблица 2

Наименование составных частей	Обозначение	Количество	Примечание
1. Устройство сбора данных	УСД-А6	1 шт.	
2. Комплект кабелей	---	1 комп.	По требованию
3. Контроллер (Локальный сервер) в комплекте с платой расширения и ПО	MS4812	1 комп.	По требованию
4. Контроллер (Локальный сервер) в комплекте с платой расширения и ПО	NeuroMatrix	1 комп.	По требованию
5. Паспорт и руководство по эксплуатации	УСД-А60 ПСРЭ	1 экз.	

## 8. Правила хранения и транспортировки

Не допускается хранение устройства в одном помещении с веществами, вызывающими коррозию.

Транспортирование устройства допускается любым видом транспорта.



## 9. Гарантийные обязательства

Предприятие-поставщик гарантирует соответствие требованиям технических условий и нормальную работу акселерометров при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортировки, хранения и монтажа, и отсутствия внешних следов повреждений, повлекших за собой неисправность акселерометра.

Гарантийный срок эксплуатации устройства – 18 месяцев с даты ввода в эксплуатацию. При этом срок хранения устройства в упаковке предприятия-изготовителя – не более 6-ти месяцев с даты поставки.

В случае выхода устройства из строя в течение гарантийного срока, при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения, предприятие-изготовитель обязуется осуществить его бесплатный ремонт, а при невозможности (или нецелесообразности) ремонта – замену.

Изделие	Обозначение	Серийный номер	Логический номер
Тензомер — Акселерометр - Инклинометр	УСД-А6		01

Предприятие-изготовитель: ООО «НПЦ «БАУ-Мониторинг»

Генеральный директор

должность

МП

\_\_\_\_\_

личная подпись

Трофимов П.И.

расшифровка подписи

\_\_\_\_\_

год, число, месяц

**Приложение 1**

**Нормированная частотная характеристика устройства при частоте 256 Гц**

Частота, Гц	Амплитуда	Затухание, дБ	Частота, Гц	Амплитуда	Затухание, дБ	Частота, Гц	Амплитуда	Затухание, дБ	Частота, Гц	Амплитуда	Затухание, дБ
1	1,000	0,000	33	0,973	0,239	65	0,897	0,941	97	0,780	2,157
2	1,000	0,001	34	0,971	0,253	66	0,894	0,971	98	0,776	2,204
3	1,000	0,002	35	0,970	0,269	67	0,891	1,001	99	0,772	2,252
4	1,000	0,003	36	0,968	0,284	68	0,888	1,032	100	0,767	2,300
5	0,999	0,005	37	0,966	0,300	69	0,885	1,064	101	0,763	2,350
6	0,999	0,008	38	0,964	0,317	70	0,882	1,095	102	0,759	2,399
7	0,999	0,011	39	0,962	0,334	71	0,878	1,128	103	0,754	2,449
8	0,998	0,014	40	0,960	0,352	72	0,875	1,161	104	0,750	2,500
9	0,998	0,018	41	0,958	0,369	73	0,872	1,194	105	0,745	2,552
10	0,997	0,022	42	0,956	0,388	74	0,868	1,228	106	0,741	2,604
11	0,997	0,026	43	0,954	0,407	75	0,865	1,262	107	0,736	2,657
12	0,996	0,031	44	0,952	0,426	76	0,861	1,297	108	0,732	2,710
13	0,996	0,037	45	0,950	0,446	77	0,858	1,333	109	0,727	2,764
14	0,995	0,043	46	0,948	0,466	78	0,854	1,369	110	0,723	2,819
15	0,994	0,049	47	0,945	0,487	79	0,851	1,405	111	0,718	2,874
16	0,994	0,056	48	0,943	0,508	80	0,847	1,443	112	0,714	2,930
17	0,993	0,063	49	0,941	0,530	81	0,843	1,480	113	0,709	2,987
18	0,992	0,071	50	0,938	0,552	82	0,840	1,518	114	0,704	3,044
19	0,991	0,079	51	0,936	0,574	83	0,836	1,557	115	0,700	3,102
20	0,990	0,087	52	0,934	0,597	84	0,832	1,596	116	0,695	3,161
21	0,989	0,096	53	0,931	0,621	85	0,828	1,636	117	0,690	3,220
22	0,988	0,106	54	0,928	0,645	86	0,824	1,676	118	0,685	3,280
23	0,987	0,116	55	0,926	0,670	87	0,821	1,717	119	0,681	3,341
24	0,986	0,126	56	0,923	0,695	88	0,817	1,759	120	0,676	3,402
25	0,984	0,137	57	0,920	0,720	89	0,813	1,801	121	0,671	3,465
26	0,983	0,148	58	0,918	0,746	90	0,809	1,843	122	0,666	3,528
27	0,982	0,159	59	0,915	0,772	91	0,805	1,886	123	0,661	3,591
28	0,980	0,172	60	0,912	0,799	92	0,801	1,930	124	0,656	3,656
29	0,979	0,184	61	0,909	0,827	93	0,797	1,974	125	0,652	3,721
30	0,978	0,197	62	0,906	0,854	94	0,793	2,019	126	0,647	3,787
31	0,976	0,210	63	0,903	0,883	95	0,788	2,064	127	0,642	3,854
32	0,975	0,224	64	0,900	0,912	96	0,784	2,111			