

УТВЕРЖДЕН

ЛАНИ.411622.003 РЭ-ЛУ

ВСТРОЕННЫЙ МОДБАС ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

ПАРАМЕТРОВ ВЕТРА DA485-E

Руководство по эксплуатации

ЛАНИ.411622.003 РЭ

Количество листов – 20

Содержание

1 Описание и работа изделия	3
1.1 Назначение изделия	3
1.2 Технические характеристики	3
1.3 Устройство и работа.....	4
2 Использование по назначению	8
2.1 Требования безопасности	8
2.2 Подготовка изделия к использованию	8
2.3 Указания по включению и опробованию.....	8
2.4 Размещение и монтаж изделия	10
3 Техническое обслуживание	10
4 Хранение и транспортирование	11
5 Комплект поставки.....	11
6 Основные сведения об изделии	12
7 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя.....	12
8 Свидетельство о приёмке	12
9 Учёт работы изделия	13
10 Работы при эксплуатации	13
10.1 Учет выполнения работ	13
10.2 Поверка.....	14
11 Хранение	14
12 Ремонт.....	15
13 Особые отметки	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А Протокол связи DA485-Е с компьютером	16
А.1 Протокол связи Modbus-RTU.....	16
А.2 Протокол NMEA-0183	19

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с устройством и принципом работы Modbus преобразователя параметров ветра DA485-E ЛАНИ.411622.002, измеряемых анемометром Davis 6410 (далее – преобразователь).

1 Описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Преобразователь предназначен для измерения электрических сигналов, напряжения и частоты, которые пропорциональны направлению и скорости воздушного потока (ветра). После обработки результатов измерений по алгоритмам, рекомендуемым Всемирной Метеорологической Организацией, измеренная информация доступна потребителю по двухпроводному интерфейсу RS485 с протоколом Modbus RTU. Для отображения измеренной информации может применяться прибор индикации ПИУ-1Ц или компьютер с программным обеспечением через конвертер в RS485. Область применения преобразователя с датчиком ветра Davis 6410 - обеспечение метеорологической информацией работ, связанных с экологией, климатологией, метеорологией, гидрологией.

1.1.2 Принцип действия преобразователя основан на измерении напряжения, пропорционального направлению ветра и частоты, пропорциональной скорости ветра. Измерительный контроллер обеспечивает преобразование сигналов в физические параметры (скорость и направление ветра) по индивидуальным градуировочным коэффициентам.

1.1.3 В преобразователе реализован интерфейс RS485, обеспечивающий доступ к данным по протоколу Modbus-RTU.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Преобразователь обеспечивает автоматическое измерение электрических параметров в рабочих условиях применения в диапазонах, приведенными в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование характеристики			Значение
Диапазон измерения частоты, Гц			От 0 до 60
Диапазон измерения напряжения, В			От 0 до 1,2
Цифровой интерфейс RS485			А, В
Напряжение питания, В			От 7 до 24
Ток потребления, мА			30
<i>Рабочие условия эксплуатации:</i>			
- температура окружающего воздуха, °С			от минус 40 до 50
- относительная влажность воздуха при температуре 25°С, %			до 98
Средний срок службы, лет			8
Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Масса, кг
95	50	25	0,053

1.2.2 Преобразователь в упаковке при транспортировании выдерживает:

- воздействие температуры окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С;
- транспортную тряску с ускорением 30 м/с² при частоте ударов от 80 до 120 в минуту в течение 1 ч.

1.3 Устройство и работа

1.3.1 Принцип работы датчика ветра Davis 6410 основан на использовании зависимостей между скоростью воздушного потока и числом оборотов вертушки, а также между направлением вектора скорости и положением свободно ориентирующегося флюгера. Датчик является пассивным аналоговым устройством, который изменяет в процессе работы величину напряжения, поданного с преобразователя.

1.3.2 На рисунке 1 показано устройство датчика. Измерительная часть датчика подключается к преобразователю четырехжильным кабелем:

- желтый - напряжение питания потенциометра направления ветра;
- зеленый - напряжение на ползунке потенциометра пропорциональное направлению ветра;
- красный - общий;
- черный – последовательность импульсов пропорциональная скорости ветра.

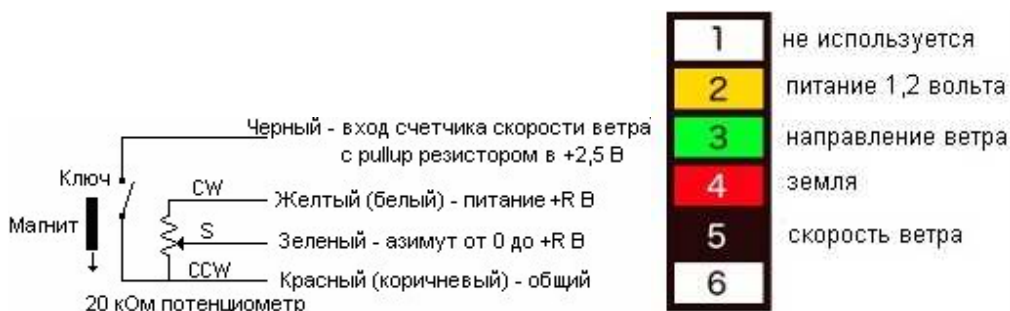


Рисунок 1.

1.3.3 Вращение трехчашечной вертушки вызывает переключение цифрового выхода датчика на каждом обороте, что приводит к возникновению последовательности импульсов с частотой, пропорциональной скорости вращения. Период последовательности импульсов преобразуется в скорость ветра по формуле: $v = a/\tau^2 + b/\tau + c$,

где:

- v – скорость ветра;
- τ - период последовательности импульсов ($\tau = 1/f$ – величина обратная частоте);
- a, b, c - коэффициенты преобразования, получаемые при калибровке.

Свободно вращающийся флюгер датчика установлен на шкив потенциометра. Вращение оси флюгера вызывает изменение напряжения, которое пропорционально направлению флюгера как показано на рисунке 2.



Рисунок 2.

Напряжение преобразуется в направление ветра по формуле:

$$\alpha = 360 \cdot u / U ,$$

где:

- α – направление флюгера;
- u – напряжение, снимаемое с ползунка потенциометра (0,6 В это 180 градусов);
- U – напряжение питания потенциометра 1,2 В, что соответствует 360 градусов.

1.3.4 Измерительный контроллер преобразует измеренные величины в физические значения по описанным выше формулам с коэффициентами из энергонезависимой памяти. Формула преобразования напряжения в направление описывает идеальный датчик с линейной характеристикой. Для привязки датчика ветра Davis 6410, при необходимости можно записать в память преобразователя реальные значения направления в градусах для 4-х направлений флюгера 0, 90, 180 и 270 градусов. Измерения будут пересчитаны.

1.3.5 Плата измерительного контроллера показана на рисунке 3.

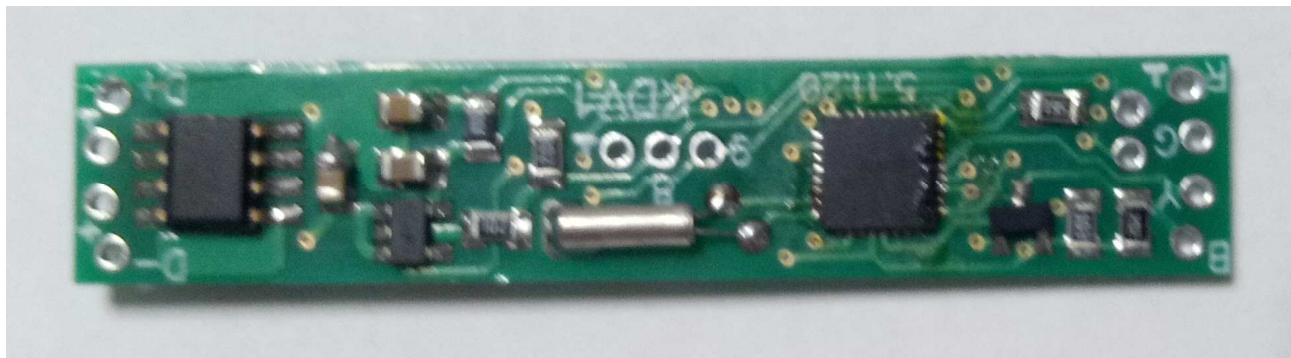


Рисунок 3.

1.3.6 Плата измерительного контроллера (обратная сторона) показана на рисунке 4.

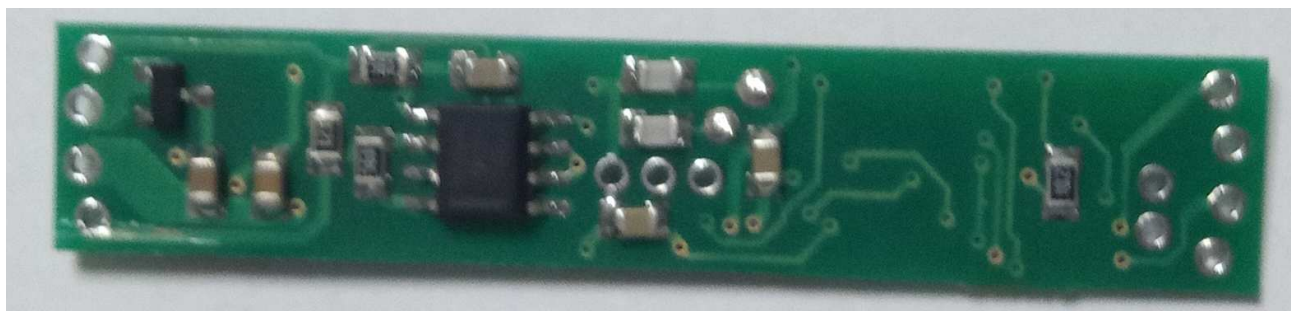


Рисунок 4.

1.3.7 Плата контроллера в термоусадке устанавливается в трубку датчика ветра как показано на рисунке 5.

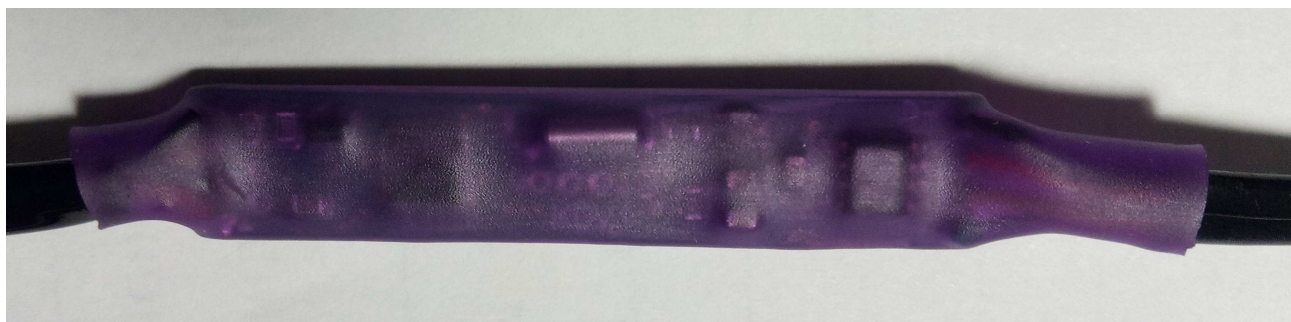


Рисунок 5.

1.3.8 Электрическая схема преобразователя представлена на рисунке 6.

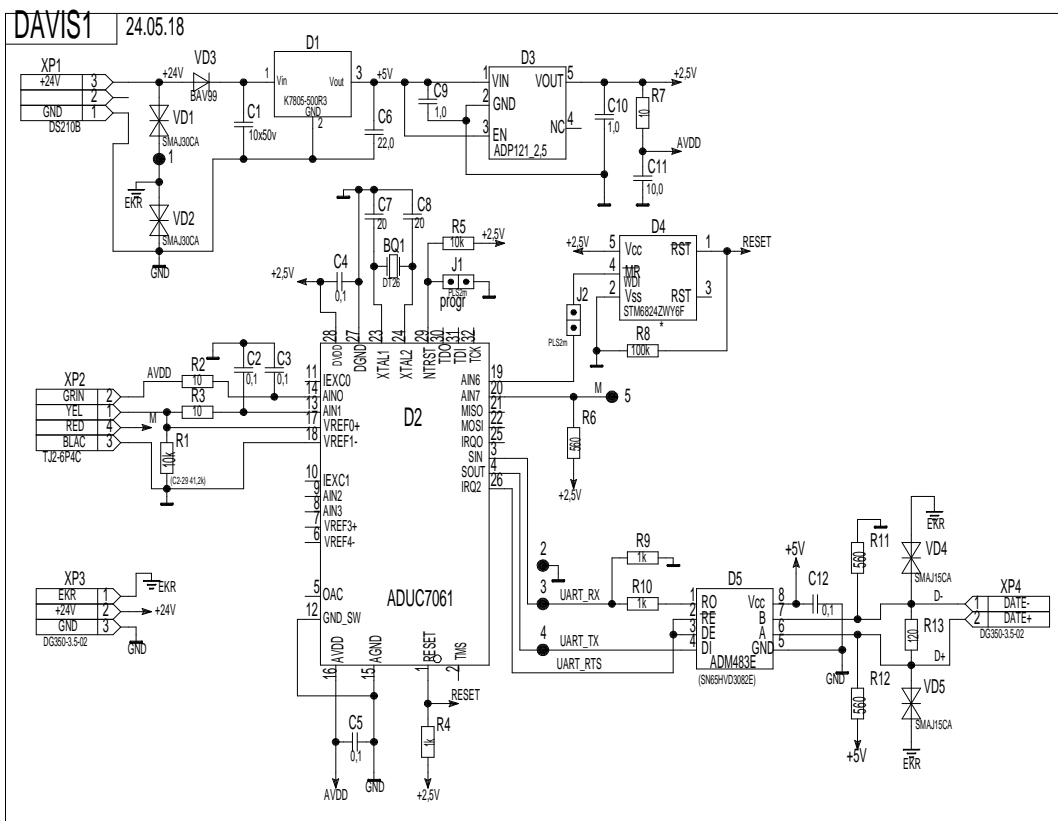


Рисунок 6.

1.3.9 По включению питания микросхема L4949 вырабатывает стабилизированное напряжение 5 вольт, которое преобразуется микросхемой ADP121 в питание микроконтроллера ADuC7061 2.5 вольта и датчика ветра Davis 6410. При вращении магнита на оси трехчашечной вертушки электрическая цепь замыкается на землю. Так как цепь через подтягивающий резистор подключена к питанию 2,5 В, на цифровом входе микроконтроллера возникает последовательность импульсов, пропорциональная скорости ветра. Для питания потенциометра используется опорное напряжение микроконтроллера 1,2 В, которое снимается с выхода ЦАП.

Выход ползунка потенциометра подключен к АЦП микроконтроллера. Измерение производится относительно опорного напряжения 1,2 В. Измеренный код АЦП делится на максимально возможный код 0xfffff (соответствует опорному 1,2 В) и умножается на 360 градусов. Результаты записываются в регистры оперативной памяти, которые могут быть прочитаны с помощью протокола MODBUS-RTU по RS-485.

1.3.10 Визуализация данных, полученных от преобразователя, осуществляется в центре сбора данных потребителя (персональный компьютер с программным обеспечением или прибор индикации). Преобразователь подключается прямо к прибору индикации или к компьютеру через конвертер RS485-USB (RS485-Ethernet). Протокол обмена приведен в приложении А.

1.3.11 Для настройки преобразователя предусмотрен специальный режим. В этом режиме скорость ветра считается независимо от направления ветра, направление ветра выводится даже когда вертушка не вращается (скорость ветра равна 0). Для переключения в этот режим надо либо в файле настройки параметр `max` установить в 0, либо программно дать команду на переключение как описано в приложении А, либо CTRL+END в консольной программе.

1.3.12 Если в текущих значениях преобразователя скорость ветра равна 0, а направление ветра – нет, то либо включен режим настройки/поверки, либо ветер настолько слабый, что вертушка не вращается, а флюгер меняет направление, т.е. реагирует на ветер.

1.3.13 Кабель питания и связи прокладывается воздушной линией или закапывается в землю на глубину до 20 см (или прокладывается в трубе диаметром не менее 0,5 дюйма). При прокладке кабеля необходима предварительная маркировка его жил для исключения неправильного электрического соединения. Длина кабеля связи не более 1200 м.

2 Использование по назначению

2.1 Требования безопасности

2.1.1 Обслуживающему персоналу необходимо знать и соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

2.1.2 Преобразователь относится к классу III по ГОСТ 12.2.007.0–75 и не использует напряжений, опасных для человека.

2.1.3 Внешний источник питания, применяемый в случае необходимости для преобразования более высокого напряжения в безопасное 7-24 В, должен иметь сертификат электробезопасности.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Работать с изделием могут лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации, ознакомившиеся со схемой и конструкцией преобразователя и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

2.2.2 **Внимание!** Для обеспечения устойчивой работы преобразователя и предотвращения его выхода из строя, электропитание рекомендуется осуществлять через устройство подавления импульсных помех и грозовых разрядов по первичной сети в соответствии с ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

2.3 Указания по включению и опробованию

2.3.1 Для опробования перед монтажом на месте эксплуатации выполнить следующие операции:

— подключить кабель к компьютеру через конвертер;
ЛАНИ.411622.003 РЭ

- подключить адаптер питания;
- активировать консольную программу сбора данных из комплекта поставки.

2.3.2 Подключить кабель датчика/преобразователя с выходом RS485 к компьютеру через конвертер RS485-USB и питание.

Маркировка жил кабеля:

- красный провод – питание от 7 до 24 В;
- белый (желтый) провод – общий;
- зеленый провод – DATA+ интерфейса RS485;
- синий (черный) провод – DATA- интерфейса RS485.

Включить в сеть адаптер питания. Запустить программу АСК.EXE «Обслуживание анемометра» как показано на рисунке 7. Программа и описание ее работы находится в директории \service\da485-console\ компакт-диска.



Рисунок 7.

2.3.3 Подключить кабель (должен быть установлен разъем USB-B) к прибору индикации. Включить в сеть адаптер питания прибора. Данные о скорости и направлении ветра появятся на экране жидкокристаллического индикатора как показано на рисунке 8.



Рисунок 8.

2.3.4 Соединить преобразователь в датчике ветра Davis 6410 со смартфоном OTG-кабелем через конвертер USB-RS485. Запустить на смартфоне программу *DA485-E*, нажать кнопку *СТАРТ* для инициализации конвертера USB-RS485, затем кнопку *ДАННЫЕ*. Скорость и направление ветра появятся на экране телефона как показано на рисунке 9.

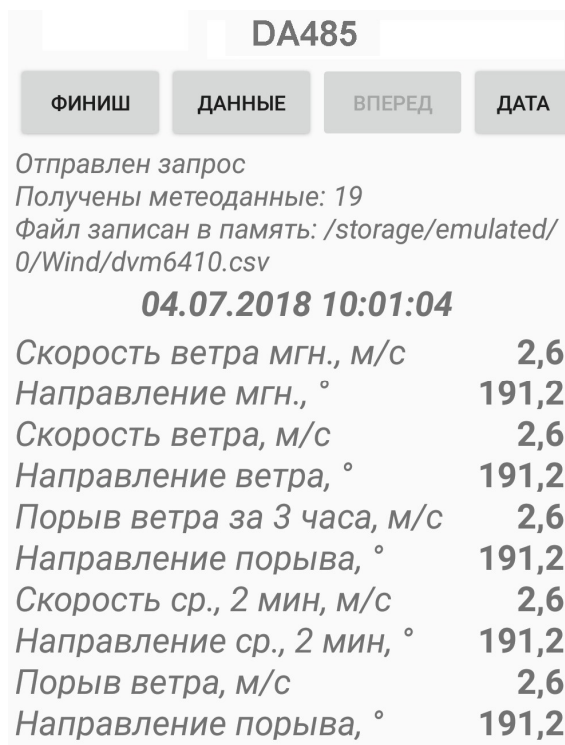


Рисунок 9.

2.3.5 На экране в окне программы должны появиться цифровые значения, качественно характеризующие условия окружающей среды помещения:

- скорость ветра – нуль;
- направление ветра – нуль.

Работоспособность преобразователя проверяют вращением вертушки и изменением положения флюгера.

2.4 Размещение и монтаж изделия

2.4.1 Монтаж, демонтаж, подготовку изделия к использованию должны проводить специалисты, изучившие эксплуатационную документацию на изделие и прошедшие инструктаж по безопасности труда.

2.4.2 Кабель связи, соединяющий преобразователь с компьютером пользователя, прокладывается воздушной линией. При прокладке кабеля необходима предварительная маркировка его жил для исключения ошибочного электрического соединения. Длина кабеля связи не более 1200 м.

3 Техническое обслуживание

3.1 Для датчика с преобразователем предусмотрены следующие виды технического ЛАНИ.411622.003 РЭ

обслуживания:

- внешний осмотр;
- контроль работоспособности.

3.2 Внешний осмотр и контроль работоспособности проводятся согласно 2.3.

3.3 Текущий ремонт осуществляется предприятием-изготовителем по договору. В течение гарантийного срока ремонт преобразователя осуществляется бесплатно.

4 Хранение и транспортирование

4.1 Преобразователь должен храниться в условиях, установленных для группы 1 ГОСТ 15150-69 в упаковке в складских помещениях при температуре воздуха от 0 до 40 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С.

4.2 В помещении для хранения преобразователя не должно быть агрессивных примесей (паров кислот, щелочей), вызывающих коррозию.

4.3 Преобразователь можно транспортировать любым видом транспортных средств, на любое расстояние в условиях, установленных для группы 5 ГОСТ 15150-69.

4.4 При транспортировании должна быть обеспечена защита транспортной тары от непосредственного воздействия атмосферных осадков. Расстановка и крепление груза на транспортных средствах должны обеспечивать устойчивое положение груза при транспортировании.

4.5 После транспортирования при отрицательных температурах Преобразователь должен быть выдержан при нормальных условиях не менее 12 ч.

5 Комплект поставки

Т а б л и ц а 2

№	Наименование составной части	Условное обозначение	Количество, шт.
1	2	3	4
1	Преобразователь параметров ветра	DA485-E	1
2	Руководство по эксплуатации	РЭ	1 экз.
3	Компакт-диск (опция)	КД	
4	Прибор индикации (опция)	ПИУ-1Ц	

Индивидуальные характеристики датчика следующие:

- длина кабеля _____ м;
- показания при направлении флюгера 0° _____ 90° _____ 180° _____ 270° _____;
- коэффициенты преобразования $a =$ _____ $b =$ _____ $c =$ _____

$$v = a/\tau^2 + b/\tau + c \text{ (п.1.3.1).}$$

В таблице 3 описана конфигурация (выходные сигналы) поставляемого преобразователя DA485-E.

Т а б л и ц а 3

Наименование	Адрес
Коммуникационный порт RS485 (19200, 8, 1, без контроля четности)	

6 Основные сведения об изделии

Преобразователь ветра магнитоэлектрический DA485-E ЛАНИ.411622.003, заводской номер _____ изготовлен " ____ " _____ 202 ____ г. ООО НТЦ «Гидромет», г.Обнинск, Калужской обл.

7 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя

7.1 Средний срок службы преобразователя - 8 лет

7.2 Изготовитель гарантирует соответствие преобразователя заданным характеристикам при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

7.3 Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев со дня ввода преобразователя в эксплуатацию, но не более 18 месяцев со дня поставки. Гарантийный срок хранения 12 месяцев с момента изготовления.

8 Свидетельство о приёмке

Преобразователь параметров ветра DA485-E ЛАНИ.411622.003, заводской номер _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документацией и признан годным для эксплуатации.

ОТК

МП _____
личная подпись

_____ Б.Е.Белов
расшифровка подписи

год, месяц, число

12 Ремонт

12.1 Ремонт преобразователя проводится изготовителем. Краткие сведения о произведенном ремонте следует указывать в таблице 8.

Т а б л и ц а 8

Предприятие, дата поступления	Наработка		Причина поступления в ремонт	Сведения о произведенном ремонте
	с начала эксплуатации	после последнего ремонта		

12.2 Исполнитель ремонта гарантирует соответствие изделия требованиям действующей технической документацией.

В случае выявления неисправности в период гарантийного срока необходимо составить технически обоснованный акт рекламации и сделать выписки из разделов «Свидетельство о приёмке», «Учет работы». Акт рекламации с приложениями следует направить руководителю предприятия-изготовителя.

13 Особые отметки

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Протокол связи DA485-E с компьютером

А.1 Протокол связи Modbus-RTU

А.1.1 Структура данных для обработки ветра

Для обмена данными в DA485-E используется протокол Modbus-RTU. Для чтения данных используются функции 3 и 4, а для записи – функции 5 и 16.

Ниже приведена структура данных, используемая для настройки. Для отображения измерительной информации DA485-E используется консольная программа «Обслуживание датчика ветра». Все параметры структуры доступны для записи и чтения с помощью функций протокола Modbus.

```
typedef struct {
    _U8  object;      // адрес ИСПОЛНИТЕЛЯ
    _U8  max;         // время определения максимума (от 30минут до 24 часов)
                        // max >100, max-100 минут, max>200 max-200 часов, если
                        // max<30мин или max>24час, то - 1 час;
                        // max=0 для настройки: направление выводится
                        // всегда, независимо от скорости ветра
    _U16 id;         //идентификатор (заводской номер)
    /*******
    _F32  ac[4];      // показания при направлении флюгера 0, 90, 180 и 270 градсов
    _F32  mc[3];      // коэффициенты корректировки скорости
    /*******
    _F32  fVal[19];   // значения скорости и направления ветра
} eepromData;
```

Последние 76 байт структуры данных, 19 чисел с плавающей запятой fVal[19], доступны только для чтения. Каждая пара байт структуры данных соответствует регистру протокола Modbus со смещением 10 регистров (20 байт), . если считывать данные с помощью функции 3. Если использовать для чтения функцию 4, то результаты измерений можно читать начиная с нулевого регистра. Подробнее соответствие содержимого структуры данных и регистров протокола Modbus будет описано ниже в таблицах 13, 14.

Прежде чем использовать полученные числа надо проверить их пригодность для обработки. Четырехбайтные числа с плавающей запятой (float), в которых все биты всех 4-х байтов равны 1 считаются непригодными для обработки (отсутствие данных, ошибки измерения и т.д.). Для проверки достаточно сравнить числа в обоих регистрах, входящих в состав проверяемого значения с числом 65535 (0xFFFF шестнадцатеричное) или все 4 байта с числом 255 (0xFF шестнадцатеричное).

А.1.2 Регистры настройки преобразователя

Т а б л и ц а 9

Номер регистра	Номер байта	Структура	Описание
0	0	max	Интервал для определя максимума (0 при калибровке и поверке)
	1	object	
1	2	id	Идентификатор преобразователя
	3		
2	4	ac[0]	Показание преобразователя при направлении флюгера 0 градусов
	5		
3	6		
	7		
4	8	ac[1]	Показание преобразователя при направлении флюгера 90 градусов
	9		
5	10		
	11		
6	12	ac[2]	Показание преобразователя при направлении флюгера 180 градусов
	13		
7	14		
	15		
8	16	ac[3]	Показание преобразователя при направлении флюгера 270 градусов
	17		
9	18		
	19		
10	20	mc[0]	Коэффициенты полинома 2-ой степени для корректировки модуля скорости ветра по формуле: $v = mc[2]/\tau^2 + mc[1]/\tau + mc[0]$ (п.1.3.1)
	21		
11	22	mc[1]	
	23		
12	24		
	25		
13	26		
	27		
14	28	mc[2]	
	29		
15	30		
	31		
	43		

А.1.3 Оперативное управление

Для сброса максимумов используется регистр 22 в который надо записать число 0 с помощью функции 6 или регистр 0 в который надо записать число 0 с помощью функции 5. Для переключения в режим настройки и обратно с помощью функции 5 надо записать число 0 в регистр 3, а для вывода кода АЦП вместо направления, - записать 0 в регистр 2.

А.1.4 Регистры результатов измерений (карта Modbus)

Т а б л и ц а 10

Номер регистра	Номер байта	Структура	Параметр
10	20	fVal[0]	Текущая скорость ветра
	21		
11	22	fVal[1]	Текущее направление ветра
	23		
12	24	fVal[2]	Средняя за 10 минут скорость ветра
	25		
13	26	fVal[3]	Среднее за 10 минут направление ветра
	27		
14	28	fVal[4]	Максимум скорости ветра за 3 часа
	29		
15	30	fVal[5]	Направление максимума за 3 часа
	31		
16	32	fVal[6]	Максимум скорости ветра за 10 минут
	33		
17	34	fVal[7]	Направление максимума за 10 минут
	35		
18	36	fVal[8]	Средняя за 2 минуты скорость ветра
	37		
19	38	fVal[9]	Среднее за 2 минуты направление ветра
	39		
20	40	fVal[10]	Максимум скорости за последние 2 минуты
	41		
21	42	fVal[11]	Направление максимума за 2 минуты
	43		
22	44	fVal[12]	Средняя за 1 минуту скорость ветра
	45		
23	46	fVal[13]	Среднее за 1 минуту направление ветра
	47		
24	48	fVal[14]	Максимум скорости ветра за последнюю минуту
	49		
25	50	fVal[15]	Направление максимума за минуту
	51		
26	52	fVal[16]	Максимум скорости ветра от момента сброса
	53		
27	54	fVal[17]	Направление максимума от сброса
	55		
28	56	fVal[18]	Время в секундах от 3 часового максимума до текущего времени
	57		
29	58		
	59		
30	60		
	61		
31	62		
	63		
32	64		
	65		
33	66		
	67		
34	68		
	69		
35	70		
	71		
36	72		
	73		
37	74		
	75		
38	76		
	77		
39	78		
	79		
40	80		
	81		
41	82		
	83		
42	84		
	85		
43	86		
	87		
44	88		
	89		
45	90		
	91		
46	92		
	93		
47	94		
	95		

А.2 Протокол NMEA-0183

А.2.1 Для передачи данных в компьютер преобразователь может быть настроен на передачу текстовой строки в формате MWV протокола NMEA-0183. Строка данных выглядит следующим образом:

$$\text{\$WIMWV,x.x,T,x.x,M,A*hh<CR><LF>}$$

где,

- \$WIMWV – заголовок;
- x.x – значение угла направления ветра от 0 до 360;
- T– абсолютное значение угла направления;
- x.x – значение скорости ветра;
- M– скорость в м/с;
- A– данные пригодны для обработки;
- *hh – контрольная сумма после звездочки;
- <CR><LF> - возврат каретки и перевод строки в конце.

Контрольная сумма – это «исключающее или» всех байтов сообщения между знаком '\$' и знаком '*'. Сами знаки в сумму не входят.

Для приема и отображения строки данных может быть использована любая терминальная программа типа NuregTerminal, с настройками коммуникационного порта 19200, 8, N, 1.

Передача данных начнется автоматически, если в течение 30 секунд по линии связи не будет запросов Modbus-RTU.

