

УТВЕРЖДЕН
ЛАНИ.416311.001–02 РЭ-ЛУ

КОМПЛЕКС МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ

МАЛЫЙ МК–26–2

Руководство по эксплуатации

ЛАНИ.416311.001–02 РЭ

Количество листов – 32



Содержание

1 Описание и работа изделия	4
1.1 Назначение изделия	4
1.2 Технические характеристики	4
1.3 Устройство и работа.....	5
2 Использование по назначению.....	14
2.1 Эксплуатационные ограничения	14
2.2 Требования безопасности	14
2.3 Подготовка изделия к использованию	15
2.4 Указания по включению и опробованию.....	15
2.5 Размещение и монтаж изделия.....	16
3 Техническое обслуживание	19
4 Хранение и транспортирование	19
5 Комплект поставки.....	19
6 Основные сведения об изделии	20
7 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя.....	21
8 Свидетельство о приёме	21
9 Учёт работы изделия	22
10 Работы при эксплуатации	22
10.1 Учет выполнения работ	22
10.2 Поверка.....	23
11 Хранение	23
12 Ремонт.....	24
13 Особые отметки	24
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Методика градуировки.....	25
А.1 Общие сведения.....	25
А.2 Средства градуировки.....	25
А.3 Порядок определения градуировочных характеристик.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Протокол связи МК–26–2 с компьютером.....	28
Б.1 Алгоритм упаковки данных в архиве.....	28
Б.2 Описание регистров МК–26–2.....	29
Б.3 Оперативное управление.....	31

Комплексы метеорологические малые МК–26 предназначены для измерения метеорологических и гидрологических параметров и передачи данных потребителю.

МК–26 выпускаются в четырех модификациях:

— МК–26–1 - мобильный комплекс для измерения метеорологических параметров приземного слоя атмосферы с выводом информации на персональный компьютер потребителя по протоколу Modbus-RTU;

— МК–26–2 – базовый комплекс для измерения метеорологических параметров приземного слоя атмосферы с индикацией данных или с выводом информации на персональный компьютер потребителя по протоколу Modbus-RTU или с передачей данных через модем сотовой связи;

— МК–26–3 – комплекс для измерения абсолютного давления и температуры с выводом информации на персональный компьютер потребителя по протоколу Modbus-RTU;.

— МК–26–4 - комплекс для измерения избыточного гидростатического давления и температуры воды с выводом информации на персональный компьютер потребителя по протоколу Modbus-RTU.

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с принципом работы и устройством комплекса метеорологического малого МК–26–2 и устанавливает правила его использования и обслуживания. РЭ содержит указания о возможных неисправностях и способах их устранения. В РЭ изложены правила хранения, транспортирования и утилизации МК–26–2.

Для автоматического измерения метеорологических параметров в состав комплекса МК–26–2 включаются:

- блок измерительный с контроллером БИ;
- преобразователь абсолютного давления атмосферный АтК;
- преобразователь относительной влажности и температуры;
- датчик скорости и направления ветра;
- блок радиационной защиты РЗ;
- индикатор в БИ (опция).

1 Описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

1.1.1 МК–26–2 предназначен для измерения атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, скорости и направления ветра, обработки результатов измерений по алгоритмам рекомендуемым Всемирной Метеорологической Организацией, приведенным в "Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений" и передачи информации потребителю.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 МК–26–2 обеспечивает автоматическое измерение метеопараметров в рабочих условиях применения в диапазонах и с погрешностями, приведенными в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование измеряемого параметра	Диапазон измерения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1.Температура воздуха, °С	От минус 40 до 50	$\pm 0,3$
2.Относительная влажность воздуха, %	От 10 до 90 От 0 до 10 и от 90 до 100	$\pm 2,0$ $\pm 4,0$
3.Атмосферное давление, гПа	От 600 до 1100	$\pm 0,5$

1.2.2 Для связи МК–26–2 использует интерфейс RS485, к которому подключается компьютер потребителя с протоколом MODBUS-RTU. Кроме того для связи используется второй порт RS-485, к которому подключается компьютер потребителя с протоколом MODBUS-RTU или дополнительный датчик из Госреестра средств измерений (СИ).

1.2.3 Энергопитание МК–26–2 осуществляется от источника постоянного тока напряжением (12 ± 3) В. Потребляемая мощность - не более 1 В·А.

1.2.4 Время готовности к работе с момента включения питания не более 3 с.

1.2.5 Вид климатического исполнения соответствует О1 по ГОСТ 15150-69, для эксплуатации при температуре окружающей среды от минус 40 °С до 50 °С.

1.2.6 Степень защиты от воздействия воды соответствует коду IP53 по ГОСТ 14254-96.

1.2.7 Средний срок службы - не менее 8 лет.

1.2.8 МК–26–2 в упаковке при транспортировании выдерживает:

— воздействие температуры окружающей среды от минус 50 °С до 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 МК–26–2 разработан в соответствии с требованиями, предъявляемыми к проведению метеорологических измерений, изложенными в «Наставлениях гидрометеорологическим станциям и постам, выпуск 3, часть 1».

В соответствии с наставлениями метеорологические датчики температуры, влажности воздуха, параметров ветра должны устанавливаться на мачте над поверхностью земли, чтобы исключить влияние расположенных поблизости сооружений. Датчики температуры и влажности воздуха размещены в блоке радиационной защиты, имеют естественную или принудительную аспирацию и защиту от прямых солнечных лучей, осадков. Датчик атмосферного давления установлен внутри корпуса блока измерительного (БИ). Блок измерительный располагается непосредственно на метеоплощадке в защитном боксе. Принцип действия МК–26–2 основан на дистанционном измерении метеорологических параметров (температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления) посредством контактных датчиков. Выходные сигналы датчиков поступают в измерительный микроконтроллер блока БИ. Микроконтроллер осуществляет управление работой комплекса, преобразование цифровых кодов в физические величины, осреднение полученных значений, вывод информации на индикатор и в линию связи. Микроконтроллер выдает данные по запросу из центра сбора данных потребителя.

Визуализация данных, полученных от комплексов МК–26–2, осуществляется в центре сбора данных потребителя (персональный компьютер с программным обеспечением).

Встроенное программное обеспечение изготовлено с помощью бесплатного средства разработки “32KB KickStart edition of IAR Embedded Workbench for ARM”.

1.3.2 Центральным устройством комплекса является блок измерительный (БИ), расположенный в защитном боксе. Возможны различные варианты размещения составных частей комплекса на мачте. На рисунке 1 показан один из таких вариантов.



Рисунок 1

В корпусе БИ расположена плата измерительного контроллера и датчик атмосферного давления. Габаритные размеры корпуса 200×120×75 мм, масса 0,5 кг. На лицевой панели корпуса может быть размещен жидкокристаллический индикатор. Для подключения метеорологических датчиков и линии связи установлены разъёмы разных типов как на рисунке 2.



Рисунок 2



- тумблер справа для включения МК-26-2, а слева для – жидкокристаллического индикатора (ЖКИ). Тумблер вверх – включен. ЖКИ можно включать/выключать в любое время. **Включать ЖКИ можно только при температуре выше -30°C.**



- красный светодиод включается 4 раза в секунду в момент сброса внешнего сторожевого таймера. Если он моргает, то программа в микроконтроллере работает.



- желтый светодиод включается после запуска программы и далее указывает на прием/передачу данных по нулевому коммуникационному порту. При передаче выключается, при приеме включается.



- зеленый светодиод выключается после запуска программы и далее указывает на передачу/прием данных по первому коммуникационному порту. При передаче включается, при приеме выключается.

Внутри корпуса БИ разъёмы соединены с разъемами измерительного контроллера в соответствии с рисунком 2. Разъёмы и номера контактов в разъемах распределены следующим образом:



– разъем RPSMA для подключения антенны 2,4 Гц;



– внешнее напряжение 12 вольт подается на контакты разъема XPS:

- Контакт 1 — +12 вход;
- Контакт 2 — $\perp$.



– преобразователь относительной влажности и температуры соединяется с разъемом XP4 на плате БИ:

- Контакт 1 — +3.3 вольта управляемой питание преобразователя через ключ;
- Контакт 2 — $\perp$;
- Контакт 3 — sClk шина CLOCK I2C или TxD_1 для второго RHT на HC2;
- Контакт 4 — sDat шина DATA I2C или RxD_1 для второго RHT на HC2;
- Контакт 5 — + 5 вольт;



– датчик скорости и направления ветра соединяется с разъемом XP1 на плате БИ.

- Контакт 1 — +5 или 12 В;
- Контакт 2 — $\perp$;
- Контакт 3 — А – направление скорости ветра;
- Контакт 4 — М – скорость ветра.



– коммуникационный разъем соединяется с разъемами плате XP9 / J9 (Com1), XP10 / J7 (Com0), XP11 (+12 вольт). Для подключения внешних датчиков по RS-485 может дублироваться, т.е. устанавливается еще один параллельно.. Для подключения модема по RS-232 возможна установка дополнительного разъема DB-9, соединенного с XP10 (Com0).

- Контакт 1 — Rx₁ RS-232 или Data+ RS-485 (Com1);
- Контакт 2 — Tx₁ RS-232 или Data- RS-485 (Com1);
- Контакт 3 — $\perp$;
- Контакт 4 — питание внешних конвертера и/или точки доступа;
- Контакт 5 — Tx₀ RS-232 или Data- RS-485 (Com0);
- Контакт 6 — Rx₀ RS-232 или Data+ RS-485 (Com0);
- Контакт 7 — управляемое с ключа питание для модема или датчика уровня;



– подключение 2-х каналов АЦП для датчиков солнечного (ДСИ) и ультрафиолетового (ДУФИ) излучения:

- контакт 3 — +3 В (питание);
- контакт 4 — $\perp$ (общий) ;
- контакт 5 — входной сигнал АЦП-1 напряжение от 0 до 3 В (ДСИ).
- контакт 2 — +3 В (питание);
- контакт 6 — $\perp$ (общий) ;
- контакт 1 — входной сигнал АЦП-2 напряжение от 0 до 2,5 В (ДУФИ).



– осадкомер соединяется с разъемом XP2 на плате БИ:

- Контакт 1 — осадки;
- Контакт 2 — $\pm$.

Измерительный контроллер содержит:

- 32-битные таймеры для измерения частоты – 2 канала;
- последовательная шина I2C – 2 шт.;
- аналого-цифровой преобразователь 10 бит – 2 канала с общей землей;
- универсальные дискретные входы/выходы – 4 шт.;
- температурно-стабилизированный генератор импульсов 16 мГц;
- супервизор питающего напряжения и сторожевой таймер;
- часы реального времени с батареей.
- встроенную энергонезависимую память;
- энергонезависимую FRAM-память 128 Кбайт;
- преобразователи интерфейса RS-485 – 2 шт.;
- электронный ключи для включения внешнего оборудования.

Контроллер размещен в БИ и подключен к разъемам на корпусе как показано на рисунке 3.



Рисунок 3

1.3.3 Преобразователь абсолютного давления атмосферный АтК (датчик атмосферного давления) выполнен на основе кварцевого преобразователя резонатора-сенсора РКМА-Р и датчика температуры STS21/DS1631. Выходные сигналы: частота – давление, протокол I2C – температура, для учета температурной поправки. Устанавливается датчик в корпус БИ. Фотография АтК приведена на рисунке 4.



Рисунок 4

Габаритные размеры 75×45×30 мм, масса 0,1 кг.

1.3.4 Преобразователь относительной влажности и температуры воздуха выполнен на основе чувствительного элемента SHT-35 фирмы Sensirion. Фотография датчика в корпусе приведена на рисунке 5.

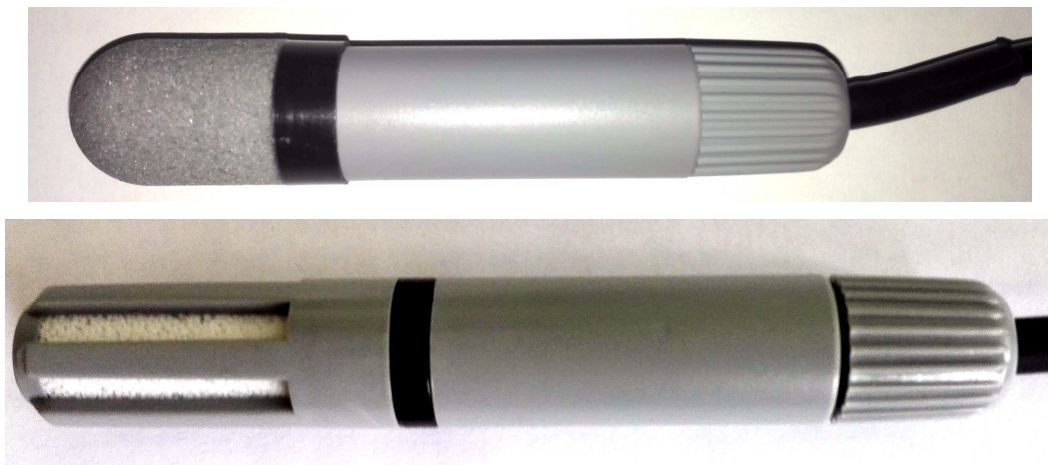


Рисунок 5.

Выходной сигнал датчика – двухпроводный последовательный интерфейс (типа I2C). Чувствительный элемент SHT-35 располагается в защитном корпусе и связан с атмосферой через специальный фильтр. Датчик размещается в блоке радиационной защиты с естественной аспирацией воздуха.

Кабель длиной 2 м. Габаритные размеры 40×15×15, масса 0.1 кг

1.3.5 Преобразователь относительной влажности и температуры воздуха выполнен на основе HC2-S3 фирмы Rotronic. Фотография датчика приведена на рисунке 6.



Рисунок 6

Выходной сигнал датчика – двухпроводный последовательный интерфейс I2C. Чувствительный элемент располагается в защитном корпусе и связан с атмосферой через специальный фильтр. Рабочий диапазон от -50°C до +50°C. Устанавливается в устройство защиты от солнечной радиации снизу через гермоввод и фиксируется гайкой.

Кабель длиной 2м. Габаритные размеры $\varnothing 15 \times 140$ мм, масса 0.1 кг

1.3.6 Датчик ветра ДВМ/М-127 (Госреестр № 29644-05/№ 10146-85) обеспечивает преобразования скорости и направления ветра в частоту следования и фазовый сдвиг последовательностей электрических импульсов.

Выходной сигнал датчика - две последовательности импульсов частотой следования от 2 до 50 Гц. Фазовый сдвиг между последовательностями от 0 до 360 градусов. Рабочий диапазон от -50°C до +50°C. Фотография приведена на рисунке 7.



Рисунок 7

Габаритные размеры: 380x194x412 мм, масса 2,0кг или 695x295x635 мм, масса 5,8 кг

1.3.7 Датчик ветра магнитоэлектрический ДВМ-6410 (Госреестр № 72654-18) обеспечивает преобразования скорости ветра в частоту следования последовательностей электрических импульсов и направления ветра (азимут) в ШИМ сигнал. Выходной сигнал датчика - две последовательности импульсов амплитудой 5В. Первая с частотой от 0 до 75 Гц пропорциональной скорости ветра. Вторая с частотой 244 Гц с шириной (от 1мкс) импульса пропорциональной направлению ветра. Для правильного измерения направления ветра, штанга крепления датчика должна быть направлена на север. Если в текущих значениях датчика

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. Фотография приведена на рисунке 8.



Рисунок 8

Габаритные размеры: 381х38х457 мм, масса 1,5 кг

1.3.8 Блок радиационной защиты используется для защиты преобразователя относительной влажности и температуры от прямого воздействия солнечных лучей и осадков. Конструкция обеспечивает естественную аспирацию. Фотография приведена на рисунке 9.

Габаритные размеры 180×180×190 мм, масса 0,6 кг.



Рисунок 9

1.3.9 Электропитание комплекса обеспечивается от источника питания $(12\pm 3)\text{В}$, располагаемого в помещении. Источник питания в состав МК–26–2 не входит.

1.3.10 По включению питания вырабатывается стабилизированное напряжение 5 вольт, которое микросхемой APL5523(LP2966) преобразуется в 3.3 вольта и 1.8 вольт для питания микроконтроллера LPC2103 и измерительных устройств. Через 140 миллисекунд после подачи питания в микроконтроллере запускается программное обеспечение, под управлением которого выполняются измерения и обработка результатов. После успешного запуска на крышке БИ начинает мигать красный светодиод.

Выходной сигнал АтК, пропорциональный величине абсолютного давления, поступает на вход 32-разрядного таймера микроконтроллера LPC2103. Временной интервал подсчёта

входных импульсов формируется с помощью термо-стабилизированного генератора GTXO71 16 мГц, от которого работает и сам микроконтроллер LPC2103. Температура кварцевого стекла измеряется с помощью термометра STS21/DS1631, подключаемого к контроллеру по I2C. Измеренное значение частоты и полученное значение температуры кварца пересчитывается по градуировочным коэффициентам из флэш-памяти в абсолютное давление, которое записывается в регистры оперативной памяти, которые могут быть прочитаны с помощью протокола MODBUS-RTU по RS-485.

Преобразователь относительной влажности и температуры подключен к 2-м цифровым входам/выходам микроконтроллера (SCL, SDA интерфейса I2C), через которые программно реализован последовательный протокол обмена. Измеренные значения влажности и температуры поступают в микроконтроллер в цифровом виде и записываются в регистры оперативной памяти, которые могут быть прочитаны с помощью протокола MODBUS-RTU по RS-485.

Принцип работы датчика скорости и направления ветра основан на использовании зависимостей между скоростью воздушного потока и числом оборотов винта и между направлением вектора скорости и положением свободно ориентирующейся флюгарки. При этом скорость и направление ветра преобразуются в частоту следования последовательностей электрических импульсов. Полученные значения записываются в регистры оперативной памяти, которые могут быть прочитаны с помощью протокола MODBUS-RTU по RS-485.

1.3.11 Градуировка измерительных каналов является частью настройки МК–26–2 и проводится с целью определения градуировочной характеристики каждого измерительного канала для последующего вычисления коэффициентов аппроксимирующего полинома. Порядок определения градуировочных характеристик измерительных каналов и вычисления коэффициентов аппроксимирующего полинома приведен в приложении А. В МК–26–2 градуировка требуется для канала измерения абсолютного давления.

Абсолютное давление вычисляется по формуле:

$$P = C_0(f) + C_1(f) \times t + C_2(f) \times t^2 \quad (1)$$

где t – температура кварца, C_0 , C_1 , C_2 – коэффициенты зависящие от частоты кварца, каждый из которых определяется по формуле:

$$C_i(f) = A_{i0} + A_{i1} \times f + A_{i2} \times f^2 \quad (2)$$

где A_{i0} , A_{i1} , A_{i2} – коэффициенты аппроксимирующего полинома 2-ой степени.

Таким образом для вычисления абсолютного давления МК–26–2 всегда используются 3 из 8-ми возможных аппроксимирующих полиномов, по одному для каждой из температур, при

которых производилась градуировка. Выбираются 3 ближайших полинома из окружения измеренного значения температуры, которые будут использованы для вычисления коэффициентов C_i формулы 1. Температура АтК измеряется цифровым термометром STS21/DS1631 и передается в микроконтроллер по I2C.

Кроме этого дата, время и средние значения параметров записываются в FRAM-память FM24V10 размером 128К, что позволяет организовать 30-суточных архив в энергонезависимой памяти. Архив записывается в кольцевой буфер. Структура архива и алгоритм упаковки даты, времени и измеренных данных в 2-х байтовый регистр описан в приложении Б.

1.3.12 Для передачи данных потребителю по каналу сотовой связи к порту RS-485 может быть подключен модем АТМ2-485 для организации «прозрачного» сотового канала для сбора метеоданных из диспетчерского центра.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Эксплуатационные ограничения комплекса МК–26–2 касаются его датчика абсолютного давления. Измеряемая среда не должна иметь загрязнений, которые могут накапливаться и уплотняться в полости штуцера перед кварцевым стеклом и вызвать отказ датчика. Длина кабеля связи по RS485 не должна превышать 1200 м.

2.1.2 Рекомендованная установка блока радиационной защиты с преобразователем относительной влажности и температуры воздуха и БИ с АтК на высоте 2 м от поверхности земли.

2.1.3 Рекомендованная установка датчика скорости и направления ветра на высоте около 10 м от поверхности земли.

2.1.4 Внимание! Для обеспечения устойчивой работы МК–26–2 и предотвращения его выхода из строя, питание и связь рекомендуется осуществлять через устройства подавления импульсных помех и грозовых разрядов по первичной сети в соответствии с ГОСТ 13109-97 "Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения".

2.2 Требования безопасности

2.2.1 Обслуживающему персоналу необходимо знать и соблюдать "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".

2.2.2 МК–26–2 относится к классу III по ГОСТ 12.2.007.0–75 и не использует напряжений, опасных для человека.

2.2.3 Внешний источник питания, применяемый в случае необходимости для преобразования более высокого напряжения в безопасное 12 вольт, должен иметь сертификат электробезопасности. Стальной защитный бокс должен быть заземлен.

Мерами предосторожности являются соблюдение правил техники безопасности.

2.3 Подготовка изделия к использованию

2.3.1 Работать с изделием могут лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации, ознакомившиеся с устройством и конструкцией МК–26–2 и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

2.4 Указания по включению и опробованию

Перед включением проверить МК–26–2 на отсутствие внешних повреждений. Для опробования перед монтажом на месте эксплуатации выполнить следующие операции:

- подключить МК–26–2 к источнику питания и порту RS485;
- установить преобразователь относительной влажности и температуры (поставляется в защитной трубке) в блок радиационной защиты и закрепить гайкой гермоввода;
- установить программное обеспечение в компьютер, которое находится в директории \service\mk26-2-console\ компакт-диска;
- включить питание на БИ;
- запустить программу «Обслуживание МК–26», (файл ask.exe). Подробно работа с программой описана в «Руководстве пользователя» (файл Ask.pdf в директории \service\mk26-2-console\ компакт-диска). Главное окно программы приведено на рисунке 10.

Параметры	> <	Среднее	Текущее	Минимум	Максимум	Код
Температура, °		23.594549	23.594549	22.59455	24.59455	0.000000
Давление, мм.рт.ст	3.0	739.59454	739.59454			0.000000
Влажность, %		59.189098	59.189098			59.18910
Скорость, м/с	0.5	5.7972751	5.7972751		7.594550	5.797275
Направление, °		117.97275	117.97275		117.9727	117.9727
Уровень, м		3.9189100	3.9189100			0.000000
Темпер. воды, °		10.594550	10.594550			0.000000
Высота волны, м		7.5945501			0.797275	
Период, сек		7.5945501				
Темпер. ПДТК, °			25.918909			
Точка росы, °			12.594550			

COM1: "Все нормально" Порт_1 АКП_01 10:16 08/09/2011
F1Помощь F2Запись F3Чтение F4Архив F8Старт F9Стоп TABНомер ESCВыход

Рисунок 10

Значения параметров должны соответствовать давлению, температуре и влажности окружающей среды, скорости и направлению ветра.

2.5 Размещение и монтаж изделия

2.5.1 Метеокомплекс должен быть установлен в соответствии с требованиями «Наставления гидрометеорологическим станциям и постам». В соответствии с наставлениями метеорологические датчики температуры, влажности воздуха, параметров ветра размещены на мачте над поверхностью земли, чтобы исключить влияние расположенных поблизости сооружений. Датчик температуры и влажности воздуха должен быть защищен от солнечной радиации и должна быть обеспечена аспирация воздуха. Блок измерительный БИ в защитном боксе закрепляется на мачте. 20 метров кабеля питания и связи для подключения к БИ входят в комплект поставки МК–26–2.

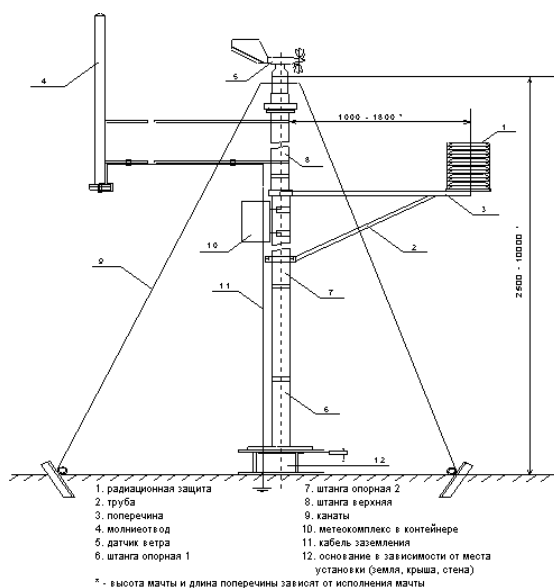


Рисунок 11

2.5.2 Внешний вид установленного комплекса в общем случае приведен на рисунке 11. Представлено возможное размещение метеокомплекса на мачте, а не комплект поставки.

2.5.3 На рисунке 12 показан пример крепления защитного бокса к мачте с помощью универсального крепежа из комплекта поставки.



Рисунок 12

2.5.4 Кабель связи, соединяющий БИ с ИБП и компьютером пользователя, 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 (пример маркировки для RS-485 на рисунке 13).

- зеленый [6] – Data+ RS485, порт COM0;
 - синий [5] – Data- RS485, порт COM0;
 - красный [4] – плюс питания;
 - белый [3] – общий;
 - желтый [1] Data+ RS485, порт COM1 (опция кабель 6 жил);
 - оранжевый (фиолетовый) [2] – Data- RS485, порт COM1 (опция кабель 6 жил).
- Длина кабеля связи интерфейса RS-485 - 1200 м..



Рисунок 13

2.5.5 На рисунке 14 показана схема подключения кабелей. При наличии на корпусе БИ 2-х 7-пиновых разъемов можно использовать любой разъем, т.к. контакты продублированы.

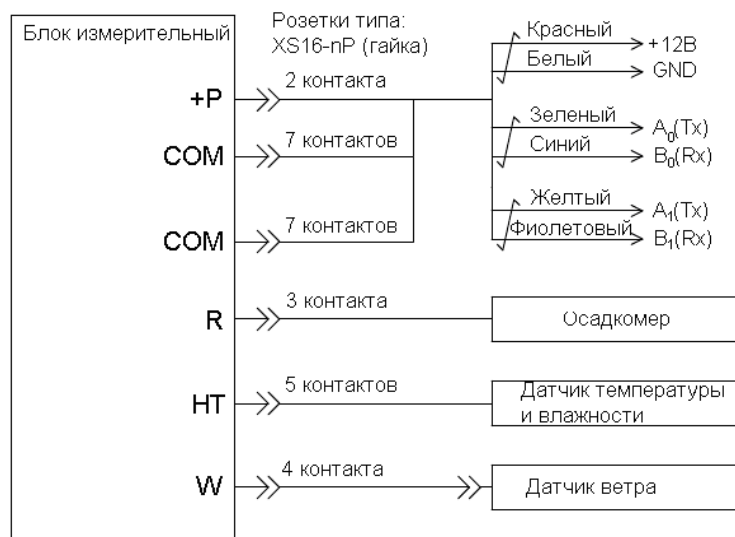


Рисунок 14

2.5.6 Для удобства контроля при включении метеокомплекс обычно укладывается в транспортную тару с датчиками, уже подключенными к БИ внутри стального защитного бокса. Установку стального бокса и датчиков на мачте удобнее проводить по отдельности. Для этого необходимо отключить разъемы и вытащить кабели из бокса. Чтобы вытащить кабель надо открутить гайку гермоввода внутри бокса как показано на рисунке 15. Разъем сквозь гайку проходит свободно. Внешнюю большую гайку гермоввода, которой он крепится к кабелю откручивать не надо. Один гермоввод обычно пустой и предназначен для ввода в бокс кабеля заземления.

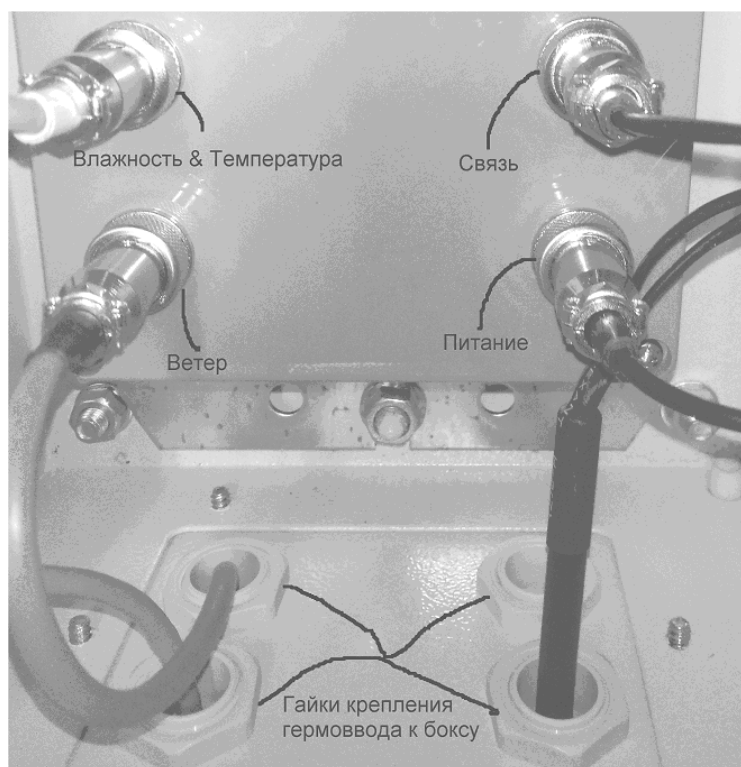


Рисунок 15

3 Техническое обслуживание

3.1 Для МК–26–2 предусмотрены следующие виды технического обслуживания: внешний осмотр и контроль работоспособности;

3.2 Внешний осмотр и контроль работоспособности проводятся согласно 2.4. Техническое обслуживание метеорологических датчиков проводится в соответствии с их эксплуатационной документацией.

3.3 Ремонт осуществляется изготовителем по договору. В течение гарантийного срока при соблюдении требований по установке ремонт метеокомплекса осуществляется бесплатно.

3.4 Межповерочный интервал 1 год.

4 Хранение и транспортирование

4.1 МК–26–2 должен храниться 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 МК–26–2 не должно быть агрессивных примесей (паров кислот, щелочей), вызывающих коррозию.

4.3 МК–26–2 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 МК–26–2 должен быть выдержан при нормальных условиях не менее 12 ч.

5 Комплект поставки

Комплект поставки формируется в соответствии с заказом.

Т а б л и ц а 2

№	Наименование	Условное обозначение	Наличие
Комплекс метеорологический малый МК–26–2, в том числе:			
1	Блок измерительный БИ	БИ2	1
2	Преобразователь относительной влажности и температуры		
3	Преобразователь абсолютного давления атмосферный (размещен внутри блока измерительного)	АтК	
4	Датчик скорости и направления ветра		
5	Блок радиационной защиты	РЗ	
6	Диск программной поддержки	-	1
7	Руководство по эксплуатации	РЭ	1
8	Методика поверки № МП 2551-0040-2008	МП	1

Комплект дополнительного оборудования представлен в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

№	Наименование	Условное обозначение	МК-26-2 (в соответствии с заказом)
1	Метеомачта		
2	Блок питания AC/DC		
3	Бокс защитный		
4	Обогрев защитного бокса	—	
5	GPRS - модем		
6	Антенна		
7	Радиомодем RS485-ZigBee		
8	Конвертер USB-RS485		
9	Конвертер Ethernet-RS485		
10	Конвертер RS232-RS485		
11	Точка доступа WI FI		
12	FRAM-память для хранения архива		
13	OLED индикатор		
14	Кабель		
15	DC-DC преобразователь		
16	Центр сбора метеоданных		
17	Осадкомер		
18	Датчик влажности и температуры почвы		
19	Датчик солнечного излучения (пиранометр)		
20	Датчик ультрафиолетового излучения (УФ-датчик)		
21	Терминал с OLED дисплеем		
22	Ноутбук		

6 Основные сведения об изделии

Комплекс метеорологический малый МК-26-2 ЛАНИ.416311.001-02 № _____ изготовлен " _____ " _____ 20__ г. ООО «НТЦ Гидромет», г. Обнинск Калужской обл., Сертификат об утверждении типа средств измерений № 39490-08. Срок действия утверждения типа до 19 августа 2029. Документ на поверку РТ-МП-5786-130-2019.

Коммуникационные средства включают в себя 3 приемо/передатчика (COM2 – программный, опция) с преобразователями в RS-485. В таблице 3 описана конфигурация.

Т а б л и ц а 3

Наименование	Протокол			Адрес
	Modbus RTU Master	Modbus RTU Slave	NMEA	
Коммуникационный порт COM0 RS-485 (_____ , 8, 1, без контроля четности):				
Коммуникационный порт COM1 RS-485 (_____ , 8, 1, без контроля четности):				
Коммуникационный порт COM2 RS-485 (_____ , 8, 1, без контроля четности):				

7 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя

7.1 Средний срок службы МК–26–2 - 8 лет

7.2 Ресурсы и сроки службы датчиков определяются в соответствии с индивидуальными паспортами на них.

7.3 Изготовитель гарантирует соответствие МК–26–2 заданным характеристикам при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

7.4 Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев со дня ввода МК–26–2 в эксплуатацию, но не более 18 месяцев со дня поставки. Гарантийный срок хранения 6 месяцев с момента изготовления.

8 Свидетельство о приёмке

Комплекс метеорологический малый МК–26–2 №_____ изготовлен и принят в

уточнение обозначения комплекса заводской номер

соответствии с техническими условиями ЛАНИ.416311.001-02 ТУ и признан годным для эксплуатации.

ОТК

МП

личная подпись

Б.Е.Белов

расшифровка подписи

год, месяц, число

9 Учёт работы изделия

Т а б л и ц а 4

Дата установки	Где установлено	Дата снятия	Наработка		Причина снятия	Подпись лица, проводившего установку (снятие)
			с начала эксплуатации	после последнего ремонта		

10 Работы при эксплуатации

10.1 Учет выполнения работ

Т а б л и ц а 5

Дата	Наименование работы и причина её выполнения	Должность, фамилия и подпись		Примечание
		выполнившего работу	проверившего работу	

10.2 Поверка

Т а б л и ц а 6

Наименование и обозначение средства измерения	Дата изготовления	Периодичность поверки	Дата поверки	Дата очередной поверки	Номер свидетельства
МК-26-2					

11 Хранение

Т а б л и ц а 7

приёмки на хранение	Дата	Условия хранения	Вид хранения	Примечание
	снятия с хранения			

12 Ремонт

12.1 Ремонт датчика 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 приёме», «Учет работы». Акт рекламации с приложениями следует направить руководителю предприятия-изготовителя.

13 Особые отметки

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Методика градуировки

А.1 Общие сведения

Настоящий раздел устанавливает методы градуировок измерительных каналов.

А.2 Средства градуировки

При проведении градуировки должны быть применены следующие средства измерений и вспомогательные средства:

- термометр (набор термометров) для измерений температуры, диапазон от -40°C до 50°C , погрешность не более $0,1^{\circ}\text{C}$;
- манометр абсолютного давления МЦП-1М-0,25;
- помпа ручная пневматическая П-0,25М;
- источник постоянного тока напряжением $(12 \pm 2) \text{ В}$;
- манометр избыточного давления грузопоршневой МП-2,5, класс точности 0,05;
- персональный компьютер.

А.3 Порядок определения градуировочных характеристик

А.3.1 Для проведения градуировки требуется обеспечить связь МК-26-2 с персональным компьютером и установить специальное программное обеспечение. Для обеспечения связи надо соединить выход «RS-485» БИ кабелем с портом RS-485 компьютера. Переписать в компьютер программное обеспечение из компакт-диска комплекта поставки, директории service (расчёт градуировочных коэффициентов и связь с МК-26-2). Программное обеспечение – это консольные программы под Windows. После запуска программы !ack из директории service\ack на экране появится таблица со списком измеряемых параметров и результатами измерений. В правой колонке выводятся первичные измерительные данные, которые используются для градуировки каналов. Окно программы приведено на рисунке 10.

А.3.2 Порядок определения градуировочных характеристик абсолютного давления

Для проведения градуировки требуется климатическая камера, источник питания $(12 \pm 3) \text{ В}$, блок измерительный с датчиком абсолютного давления, компьютер с портом RS485, помпа пневматическая, эталонный барометр абсолютного давления, соединительные трубки, специальное программное обеспечение. Разместить в рабочей зоне климатической камеры БИ с датчиком абсолютного давления, датчик соединить газовой линией с эталонным барометром и помпой. Персональный компьютер, эталонный барометр и помпу расположить вне

климатической камеры. Запустить программное обеспечение согласно А.3.1. Окно с двумя датчиками давления и показаниями эталонного барометра МЦП-1М-0,25 на рисунке 16.

05/05/2010 10:47:04
"ПРИЕМ" "ПРИЕМ" 10:47:04

Параметры	> <	Среднее	Текущее	Минимум	Максимум	Коды
Температура, °		7.6359377	7.3149462	6.483630	43.84750	102.63831
Давление, мм.рт.ст	3.0	744.03998	752.56659			82.863091
Темпер. ПДТК, °			13.151895			
Температура, °		8.4796820	10.507855	4.425419	53.75143	103.89292
Давление, мм.рт.ст	3.0	739.37573	747.96912			833.66467
Темпер. ПДТК, °			15.539034			
Давление, мм.рт.ст	3.0		754.34003			

COM3 "Все нормально" Порт_3 АКП_02 10:47 05/05/2010
COM2
F1 Помощь F2 Запись F3 Чтение TAB Номер ESC Выход

Рисунок 16

В климатической камере установить температуру $(-40 \pm 3)^\circ\text{C}$. С помощью помпы последовательно устанавливать в газовой линии давление (600 ± 2) , (700 ± 2) , (750 ± 2) , (800 ± 2) , (850 ± 2) мм.рт.ст и записывать показания эталонного барометра и соответствующую этому давлению частоту кварца в таблицу. Повторить процедуру при температуре в камере сначала при $(-25 \pm 3)^\circ\text{C}$, затем при $(-10 \pm 3)^\circ\text{C}$, при $(0 \pm 3)^\circ\text{C}$, при $(+10 \pm 3)^\circ\text{C}$, при $(+20 \pm 3)^\circ\text{C}$, при $(+30 \pm 3)^\circ\text{C}$ и при $(+40 \pm 3)^\circ\text{C}$.

В результате получатся 8 таблиц по пять строк в каждой. По каждой таблице, т.е. для каждой температуры надо построить аппроксимирующий полином 2-ой степени зависимости давления от частоты. Для этого можно использовать программу аппроксимации методом наименьших квадратов !swt.exe из комплекта поставки (директория service\pressure в компакт-диске).

$$p_0(f) = c_{00} + c_{01} \times f + c_{02} \times f^2 \quad (9)$$

Входной файл создается в любом текстовом редакторе (блокноте). В файл записываются 8 строк, каждая из которых состоит из температуры и коэффициентов полинома. Если для градуировки использовалось меньше 8 значений температуры, то строки заполняются нулями.

;ДАВЛЕНИЕ

```
-39.8062 1111.0806 0.37574123 1.6093539e-06
-24.1353 1111.0628 0.37666095 2.3480431e-06
-11.1967 1110.425 0.37598342 2.3100786e-06
4.2058 1110.0607 0.3750173 2.0449116e-06
16.1631 1110.106 0.37496291 2.2505391e-06
29.1982 1110.3807 0.3749356 2.4903032e-06
```

49.2506 1109.8632 0.37287285 1.8637248e-06
0 0 0 0

А.3.3 Порядок определения градуировочных характеристик относительной влажности и температуры

Градуировка датчика не требуется. Для восстановления градуировочных характеристик после попадания преобразователя относительной влажности и температуры в экстремальные условия надо сушить датчик при температуре 80-90°C и влажности менее 5% в течение 24 часов, а затем увлажнять датчик при температуре 20-30°C и влажности более 74% в течение 48 часов.

А.3.4 Порядок определения градуировочных характеристик датчика скорости и направления ветра

Датчик ветра малогабаритный ДВМ не нуждается в градуировке. Порядок обслуживания датчика описан в руководстве по эксплуатации ЯИКТ.402139.002РЭ.

Порядок определения градуировочных характеристик датчика ветра магнитоэлектрического ДВМ-6410 описан в руководстве по эксплуатации ЛАНИ.416136.002 РЭ.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Протокол связи МК–26–2 с компьютером

Б.1 Алгоритм упаковки данных в архиве

Если в контроллере установлена дополнительная FRAM-память, то в ней создается архив данных, который сохраняется при отключении питания. Ниже приведена структура архива данных

```
typedef struct {
    _U16 b_date;           // дата начала накопления осадков
    _U16 b_time;           // время начала накопления осадков
    _U16 e_date;           // текущая дата накопления осадков
    _U16 e_time;           // текущее время накопления осадков
    _U16 rainsum;          // сумма осадков в мм умноженная на 10
    _U16 id;               // идентификатор метеокомплекса
    _U16 addr;             // текщий адрес записи в архив
    _U8  label;            // метка записи (0хаа если писали)
    _U8  notfull;          // состояние заполнения архива (0х80 не заполнен)
    _U8  buffer[_FRAM_SIZE]; // состояние заполнения архива (0х80 не заполнен)
} frambuffer;
```

Архив доступен для чтения с 578 регистра. В b_date, b_time, e_date, e_time записан интервал времени, в течении которого суммировались осадки. В rainsum записана сумма накопленных осадков.

В "id" дублируется идентификатор метеокомплекса. В "addr" записан адрес в кольцевом буфере следующей порции из 15-ти 2-х байтовых данных. В "label" записана метка 0хаа наличия данных в буфере. Если "notfull" равен 0х80, то буфер частично заполнен, если равен 0, то заполнен полностью. В "buffer" записаны дата, время и средние значения метеопараметров порциями по 30 байт.

Ниже приведена структура данных для упаковки времени и даты в 16 бит:

```
typedef struct {
    _U16 min : 6;          // минуты
    _U16 hrs : 5;          // час
    _U16 day : 5;          // день
} datetime;
```

Ниже приведена структура данных для упаковки даты в 16 бит:

```
typedef struct {
    _U16 mon : 4;          // месц
    _U16 yrs : 12;         // год
} datadate;
```

Данные в буфере архиве размещаются порциями по 15 регистров. В каждой порции данные размещены в следующем порядке: дата, время, средняя температура воздуха умноженная на 100, среднее атмосферное давление умноженное на 10, средняя влажность воздуха умноженная на 10, средняя скорость ветра умноженная на 100, максимальная скорость ветра умноженная на 100, среднее направление ветра умноженное на 10, направление максимального ветра умноженное на 10, осадки умноженные на 10, средний уровень воды умноженный на 100, средняя температура воды умноженная на 100, средняя высота волны умноженная на 100, максимальная высота волны умноженная на 100, средний период волны умноженный на 10.

Б.2 Описание регистров МК–26–2

Ниже приведена структура данных, используемая для настройки метекомплекса

МК–26–2. Все параметры структуры доступны для записи и чтения с помощью функций протокола Modbus.

```
typedef struct {
    _U8      object;           // адрес ИСПОЛНИТЕЛЯ
    _U8      algoritm;         // настройка метекомплекса
                                // 0 - тестовый режим
                                // +1 – рабочий режим
                                // +2 – внешний сброс минимумов/максимумов и
                                // осадков
                                // +4 – использовать внешний RTD
                                // +8 – давление в гПа
                                // +16 – ветер средний по модулю
                                // +32 – разрешить выключение питания
                                // +64 – ультразвуковой датчик ветра
                                // +128 – структура для RTD термометра
    _U8      otherSec;         // время измерения текущего ветра, в секундах
    _U8      pSec;             // время измерения текущего давления, в секундах
    _U8      askMin;           // период осреднения, в секундах
                                // +100 – в минутах
                                // +200 – в часах
    _U8      framMin;          // период сохранения данных в архиве в секундах
                                // +100 – в минутах
                                // +200 – в часах
    _U16     id;               //идентификатор метекомплекса (заводской номер)
    /*******
    _F32     height;           // возвышение датчика давления
    /*******
    _F32     ac;               // смещение направления ветра
    _F32     mc[2];            // линейное преобразование скорости ветра
    /*******
    _F32     hc[3];            // поправка для датчика влажности
    _F32     tp[3];            // широта
                                // нижняя и верхняя уставки термостата
    /*******
```

```

_F32      rt[3];           // коэффициенты (A0 A1 A2) для температуры < 0
_F32      tt[3];           // коэффициенты (B0 B1 B2) для температуры ≥ 0
// полиномы для вычисления давления в разных температурах
_F32      t0; c0[3];       // полином 2 степени для вычисления P0[t0]
_F32      t1; c1[3];       // полином 2 степени для вычисления P1[t1]
_F32      t2; c2[3];       // полином 2 степени для вычисления P2[t2]
_F32      t3; c3[3];       // полином 2 степени для вычисления P3[t3]
_F32      t4; c4[3];       // полином 2 степени для вычисления P4[t4]
_F32      t5; c5[3];       // полином 2 степени для вычисления P5[t5]
_F32      t6; c6[3];       // полином 2 степени для вычисления P6[t6]
_F32      t7; c7[3];       // полином 2 степени для вычисления P7[t7]
//*****
_F32      pc[4];           // pc[0] – A0 поправка уровня УрТ
                        // pc[1] – A1 поправка уровня УрТ
                        // pc[2] – соленость воды
                        // pc[3] – шаг осадкомера
//*****
_F32      fVal[28];
}
eepromData;

```

Последние 112 байт структуры данных, 28 чисел с плавающей запятой fVal[28], доступны только для чтения. Каждая пара байт структуры данных соответствует регистру протокола Modbus со смещением 108 регистров (216 байт), т.е. если считывать результаты измерений с помощью функции 3 к номерам регистров в таблице 14 надо прибавить 108. Если использовать для чтения функцию 4, то результаты измерений можно читать начиная с нулевого регистра. Подробнее соответствие результатов измерений и регистров протокола Modbus будет описано ниже. Прежде чем использовать полученные числа надо проверить их пригодность для обработки. В МК–26 4-байтные числа с плавающей запятой, 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).

Гидрологические данные, уровень и температура воды, не могут быть измерены метеоконфлексом. Они могут быть получены в результате опроса уровнемера МК–26-4 (УрТ), подключенного к МК–26–2 через RS-485. Протокол связи Modbus-RTU.

Габаритные размеры : Ø22×115 мм. Фотография датчика в натуральную величину представлена на рисунке 17.



Технические характеристики и протокол обмена описаны в руководстве по эксплуатации МК-26-4.

Б.3 Оперативное управление

Для сброса минимумов, максимумов и обнуления суммы собранных осадков надо записать 0 в нулевой регистр с помощью функции 5. Для сброса только максимума ветра должен быть установлен бит 0, для максимума и минимума температуры – бит 1, для осадков – бит 2, для осадков в архиве – бит 3. Для этого в параметре <algorithm> структуры данных должен быть установленв единицу бит 1, т.е. к значению параметра algorithm надо прибавить число 2. Если бит 1 нулевой, то сброс осадков и максимумов в отсутствии встроенного архива происходит через период, установленный в параметре период сохранения данных в архиве. Если архив в контроллере предусмотрен, то сброс в этом случае происходит через период, установленный при компиляции программы (по умолчанию 10 минут).

Т а б л и ц а 14

Номер регистра	Номер байта	Структура	Параметр
0	00	fVal[0]	Средние период волнения или интенсивность осадков со станции погоды PWD22
1	01		
2	02		
3	03	fVal[1]	Средняя высота волны или осадки в виде снега со станции погоды PWD22
4	04		
5	05		
6	06	fVal[2]	Максимальная высота волны или осадки в виде дождя со станции погоды PWD22
7	07		
8	08		
9	09	fVal[3]	Идентификатор МК–26
10	10		
11	11		
12	12	fVal[4]	Температура воды средняя или солнечная радиация со станции погоды PWD22
13	13		
14	14		
15	15	fVal[5]	Уровень воды средний или средняя метеорологическая дальность видимости (МДВ) со станции погоды PWD22
16	16		
17	17		
18	18	fVal[6]	Уровень воды текущий или текущая метеорологическая дальность видимости со станции погоды PWD22
19	19		
20	20		
21	21	fVal[7]	Осадки
22	22		
23	23		
24	24	fVal[8]	Температура средняя
25	25		
26	26		
27	27	fVal[9]	Температура текущая
28	28		
29	29		
30	30	fVal[10]	Минимальная температура воздуха
31	31		
32	32		
33	33	fVal[11]	Максимальная температура воздуха
34	34		
35	35		
36	36	fVal[12]	Давление среднее
37	37		
38	38		
39	39	fVal[13]	Давление текущее
40	40		
41	41		
42	42	fVal[14]	Влажность средняя
43	43		
44	44		
45	45	fVal[15]	Влажность текущая
46	46		
47	47		
48	48	fVal[16]	Скорость ветра средняя
49	49		
50	50		
51	51	fVal[17]	Скорость ветра текущая
52	52		
53	53		
54	54	fVal[18]	Максимум скорости ветра
55	55		
56	56		
57	57	fVal[19]	Направление ветра среднее
58	58		
59	59		
60	60	fVal[20]	Направление ветра текущее
61	61		
62	62		
63	63	fVal[21]	Направление максимального ветра
64	64		
65	65		
66	66	fVal[22]	Температура точки росы
67	67		
68	68		
69	69	fVal[23]	Температура в датчике атмосферного давления
70	70		
71	71		
72	72	fVal[24]	Осадки за сутки или код АЦП кварцевого датчика температуры
73	73		
74	74		
75	75	fVal[25]	Частота датчика атмосферного давления
76	76		
77	77		
78	78	fVal[26]	Код АЦП уровня воды или часовой код текущей погоды со станции погоды PWD22
79	79		
80	80		
81	81	fVal[27]	Код АЦП температуры воды или мгновенный код текущей погоды со станции погоды PWD22 или накопленные осадки из архива
82	82		
83	83		
84	84		
85	85		
86	86		
87	87		
88	88		
89	89		
90	90		
91	91		
92	92		
93	93		
94	94		
95	95		
96	96		
97	97		
98	98		
99	99		
100	100		
101	101		
102	102		
103	103		
104	104		
105	105		
106	106		
107	107		
108	108		
109	109		
110	110		
111	111		
112	112		
113	113		