

УТВЕРЖДЕН
ЛАНИ.416311.003–03 РЭ-ЛУ

КОМПЛЕКС МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ

МАЛЫЙ МК–26–3–Д

Руководство по эксплуатации

ЛАНИ.416311.003–03 РЭ

Количество листов – 20



Содержание

1 Описание и работа изделия	4
1.1 Назначение изделия	4
1.2 Технические характеристики	4
1.3 Устройство и работа.....	4
2 Использование по назначению.....	9
2.1 Эксплуатационные ограничения	9
2.2 Требования безопасности	9
2.3 Подготовка изделия к использованию	9
2.4 Указания по включению и опробованию.....	9
2.5 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 приёме	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.....	16
Методика градуировки	16
А.1 Общие сведения.....	16
А.2 Средства градуировки.....	16
А.3 Порядок определения градуировочных характеристик.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	18
Протокол связи МК–26–3–Д с компьютером.....	18
Б.1 Описание регистров МК–26–3–Д.....	18

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.

Для измерения метеорологических параметров по отдельности предусмотрена возможность выпуска 3-х исполнений комплекса МК-26-3:

1. МК-26-3-Т - для измерения относительной влажности и температуры воздуха;
2. МК-26-3-Д - для измерения атмосферного давления;
3. МК-26-3-О - для измерения количества атмосферных осадков.

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с принципом работы и устройством комплекса метеорологического малого МК–26–3–Д 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–26–3–Д. В РЭ описан мобильный вариант МК-26-3-Д с встроенным мини-аккумулятором (power-bank mini) 5 В. Кроме питания 5 В он больше ничем не отличается от стандартного варианта.

1 Описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

1.1.1 МК–26–3–Д предназначен для измерения атмосферного давления и 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–26–3–Д 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
Атмосферное давление, гПа	От 600 до 1100	$\pm 0,3$ (0,5)

1.2.2 Для связи МК–26–3–Д 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–26–3–Д осуществляется от источника постоянного тока напряжением 5 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–26–3–Д 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–26–3–Д разработан в соответствии с требованиями, предъявляемыми к проведению метеорологических измерений, изложенными в «Наставлениях гидрометеорологическим станциям и постам, выпуск 3, часть 1».

Датчик атмосферного давления установлен внутри корпуса блока измерительного (БИ). Блок измерительный располагается непосредственно на метеоплощадке в защитном боксе или в помещении. Принцип действия МК-26-3-Д основан на измерении атмосферного давления посредством контактных датчиков. Выходные сигналы датчика 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-26-3-Д, 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).

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 питания (зарядки встроенного аккумулятора при наличии) и линии связи RS485 установлены разъёмы разных типов как на рисунке 1



Рисунок 1

Показания на экране скользящие, т.е. за время от настоящего момента назад:

Pc – текущее атмосферное давление в гПа (по умолчанию за 5 секунд);

Pa – среднее атмосферное давление в гПа (по умолчанию за 10 минут);

Pm – минимальное атмосферное давление в гПа (за 3 часа);

Px – максимальное атмосферное давление в гПа (за 3 часа);

Pt – тенденция атмосферного давления в гПа (за 3 часа);

Sp – среднее атмосферное давление на уровне моря в гПа (по умолчанию за 10 минут);

Sm – минимальное атмосферное давление на уровне моря в гПа (за 3 часа);

Sx – максимальное атмосферное давление на уровне моря в гПа (за 3 часа).

Высота над уровнем моря задается при настройке комплекса.



- тумблер справа для включения МК-26-3-Д, а слева для – OLED-дисплея. Тумблер вверх – включен. Дисплей можно включать/выключать в любое время. Для экономии заряда аккумулятора (при наличии) дисплей лучше не включать пока АтК не прогреется и не войдет в рабочий режим.

■ - 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 1 Разъемы и номера контактов в разъемах распределены следующим образом:



— внешнее напряжение **5 вольт** для зарядки мини-аккумулятора или питания МК-26-3-Д. При наличии переходника Micro USB (мама) – USB A (мама) можно исключить аккумулятор соединив разъем с тумблером включения питания для работы от внешнего источника +5 В.

— Контакт 1 — +5;

— Контакт 2 — $\perp$.



– коммуникационный разъем соединяется с контактами на плате Com1, Com0.

- Контакт 1 — Data+ RS-485 (Com1 – желтый провод);
- Контакт 2 — Data- RS-485 (Com1 – фиолетовый (оранжевый) провод);
- Контакт 5 — Data- RS-485 (Com0 – синий провод);
- Контакт 6 — Data+ RS-485 (Com0 – зеленый провод);

Измерительный контроллер содержит:

- 32-битные таймеры для измерения частоты – 2 канала;
- последовательная шина I2C – 2 шт.;
- 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;
- преобразователи интерфейса RS-485 – 2 шт.

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. Для получения корректных данных АтК должен сохранять правильную ориентацию в пространстве и выдерживаться в течение часа после включения питания, как описано в методике поверки № РТ-МП-5786-130-2019 (п.7.4). Выходные сигналы: частота – давление, протокол I2C – температура, для учета температурной поправки. Устанавливается датчик в корпус БИ. Фотография АтК приведена на рисунке 2



Рисунок 2

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

1.3.4 Электропитание комплекса обеспечивается от источника питания 5 В, располагаемого в помещении. Источник питания входит в состав МК–26–3–Д с питанием 5 В.

1.3.5 По включению питания напряжение 5 вольт 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, 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.

1.3.6 Градуировка измерительных каналов является частью настройки МК–26–3–Д 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–26–3–Д 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–26–3–Д 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 могут быть записаны в FRAM-память FM24V10 размером 128К, что позволяет организовать архив в энергонезависимой памяти. Архив записывается в кольцевой буфер.

1.3.7 Для передачи данных потребителю по каналу сотовой связи к порту RS-485 может быть подключен модем IRz ATM21/ATM41 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–26–3–Д 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 Внимание! Для обеспечения устойчивой работы МК–26–3–Д 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–26–3–Д 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–26–3–Д и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

2.4 Указания по включению и опробованию

Перед включением проверить МК–26–3–Д на отсутствие внешних повреждений. Для опробования перед монтажом на месте эксплуатации выполнить следующие операции:

— подключить МК–26–3–Д к источнику питания и порту RS485;

- установить программное обеспечение в компьютер, которое находится в директории \service\console\ компакт-диска;
- включить питание на БИ;
- запустить программу «Обслуживание датчика давления», (файл ask.exe). Подробно работа с программой описана в «Руководстве пользователя» (файл Ask.pdf в директории \service\console\ компакт-диска). Главное окно программы приведено на рисунке 3



Рисунок 3

Значения параметров должны соответствовать давлению.

2.5 Размещение и монтаж изделия

2.5.1 МК-26-3-Д должен быть установлен в соответствии с требованиями «Наставления гидрометеорологическим станциям и постам».

2.5.2 При прокладке кабеля необходима предварительная маркировка его жил для исключения неправильного электрического соединения.

- зеленый – Data+ RS485-0;
- синий – Data- RS485-0;
- желтый – Data+ RS485-1;
- фиолетовый – Data- RS485-1.

Длина кабеля связи интерфейса RS-485 до 1200 м..

3 Техническое обслуживание

3.1 Для МК-26-3-Д предусмотрены следующие виды технического обслуживания: внешний осмотр и контроль работоспособности;

3.2 Внешний осмотр и контроль работоспособности проводятся согласно п.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–26–3–Д 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–26–3–Д не должно быть агрессивных примесей (паров кислот, щелочей), вызывающих коррозию.

4.3 МК–26–3–Д 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–26–3–Д 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–26–3–Д, в том числе:			
1	Блок измерительный БИ	БИ2	1
2	Преобразователь абсолютного давления атмосферный (размещен внутри блока измерительного)	АтК	
3	Диск программной поддержки	-	1
4	Руководство по эксплуатации	РЭ	1
5	Методика поверки № МП 2551-0040-2008	МП	1
6	Аккумулятор с адаптером питания (опция)	-	

Комплект дополнительного оборудования представлен в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

№	Наименование	Условное обозначение	МК–26–3–Д (в соответствии с заказом)
1	Блок питания AC/DC		
2	Бокс защитный с обогревом		
3	GPRS – модем с антенной		
4	Конвертер USB-RS485		
5	Конвертер Ethernet-RS485		
6	Конвертер RS232-RS485		
7	FRAM-память для хранения архива		
8	OLED индикатор		
9	Кабель		
10	DC-DC преобразователь		

6 Основные сведения об изделии

Комплекс метеорологический малый МК-26-3-Д ЛАНИ.416311.003-03 № _____
изготовлен " _____ " _____ 202 ____ г. ООО «НТЦ Гидромет», г. Обнинск Калужской обл.
Свидетельство RU.C.28.001.A № 33759 об утверждении типа средств измерений № 39490-08.

Коммуникационные средства включают в себя 2 порта с преобразователями интерфейсов в RS-485. В таблице 4 описана конфигурация.

Т а б л и ц а 4

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):				

7 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя

7.1 Средний срок службы МК-26-3-Д - 8 лет

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

7.3 Изготовитель гарантирует соответствие МК-26-3-Д заданным характеристикам при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

7.4 Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев со дня ввода МК-26-3-Д в эксплуатацию, но не более 18 месяцев со дня поставки. Гарантийный срок хранения 6 месяцев с момента изготовления.

8 Свидетельство о приёме

Комплекс метеорологический малый МК-26-3-Д № _____ изготовлен и принят в
уточнение обозначения комплекса заводской номер _____
соответствии с техническими условиями ЛАНИ.416311.003 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 5

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 6

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 7

Наименование и обозначение средства измерения	Заводской номер	Дата изготовления	Периодичность поверки	Дата поверки	Дата очередной поверки	Примечание
МК-26-3-Д						

11 Хранение

Т а б л и ц а 8

Дата		Условия хранения	Вид хранения	Примечание
приёмки на хранение	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 9

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:

- манометр абсолютного давления МЦП-1М-0,25;
- помпа ручная пневматическая П-0,25М;
- источник постоянного тока напряжением (12 ± 2) В;
- персональный компьютер.

А.3 Порядок определения градуировочных характеристик

А.3.1 Для проведения градуировки требуется обеспечить связь МК-26-3-Д 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-26-3-Д). Программное обеспечение – это консольные программы под Windows. После запуска программы !ack из директории service\console\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 3

А.3.2 Порядок определения градуировочных характеристик абсолютного давления

Для проведения градуировки требуется климатическая камера, источник питания (12 ± 3) 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.

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±3)°С, затем при (-10±3)°С, при (0±3)°С, при (+10±3)°С, при (+20±3)°С, при (+30±3)°С и при (+40±3)°С.

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
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Протокол связи МК–26–3–Д с компьютером

Б.1 Описание регистров МК–26–3–Д

Ниже приведена структура данных, используемая для настройки метекомплекса

МК–26–3–Д. 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).

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		