



ГИДРОПОСТ

КОМПЛЕКС МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МАЛЫЙ

МК-26-4

Руководство по эксплуатации

по вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Волгоград (844)278-03-48, Воронеж (473)204-51-73, Екатеринбург (343)384-55-89, Казань (843)206-01-48,
Краснодар (861)203-40-90, Красноярск (391)204-63-61, Москва (495)268-04-70, Самара (846)206-03-16,
Нижний Новгород (831)429-08-12, Новосибирск (383)227-86-73, Ростов-на-Дону (863)308-18-15,
Санкт-Петербург (812)309-46-40, Саратов (845)249-38-78, Уфа (347)229-48-12

единый адрес hdy@nt-rt.ru

веб-сайт hydromet.nt-rt.ru

Содержание

1 Описание и работа изделия	5
1.1 Назначение изделия	5
1.2 Технические характеристики	5
1.3 Устройство и работа.....	5
2 Использование по назначению	9
2.1 Эксплуатационные ограничения	9
2.2 Требования безопасности	10
2.3 Подготовка изделия к использованию	10
2.4 Указания по включению и опробованию.....	10
2.5 Размещение и монтаж изделия.....	11
3 Техническое обслуживание	12
4 Хранение и транспортирование	12
5 Комплект поставки.....	13
6 Основные сведения об изделии	13
7 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя.....	13
8 Свидетельство о приёмке	14
9 Учёт работы изделия	15
10 Учёт технического обслуживания.....	15
11 Работы при эксплуатации	16
11.1 Учет выполнения работ	16
11.2 Техническое освидетельствование контрольными органами.....	17
12 Хранение	18
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Методика градуировки.....	19
А.1 Общие сведения.....	19
А.2 Средства градуировки.....	19
А.3 Порядок определения градуировочных характеристик.....	19

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 - базовый комплекс для измерения метеорологических параметров приземного слоя атмосферы с выводом информации на персональный компьютер потребителя по протоколу Modbus-RTU;

— МК-26-2 – мобильный комплекс для измерения метеорологических параметров приземного слоя атмосферы с индикацией данных и информации на персональный компьютер потребителя по протоколу Modbus-RTU;

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

— МК-26-4 - комплекс для измерения избыточного гидростатического давления (высоты водяного столба) 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-26-4 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-26-4.

Для автоматического измерения давления и температуры в состав комплекса МК-26-4 включаются:

- блок измерительный с контроллером БИ;
- термометр сопротивления платиновый 700-101ВАА по ГОСТ Р 8.625-2006, класс А;
- датчик гидростатического давления пьезорезистивный МРМ280;
- кабель специальный.

1 Описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

1.1.1 МК–26–4 предназначен для измерения температуры и гидростатического давления воды, обработки результатов измерений и передачи информации потребителю.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 МК–26–4 обеспечивает автоматическое измерение параметров в рабочих условиях применения в диапазонах и с погрешностями, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

Наименование измеряемого параметра	Диапазон измерения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1. Температура воды, °C	От минус 4 до 50	$\pm 0,3$
2. Гидростатическое давление избыточное (высота водяного столба), гПа (см)	От 40 до 1600 От 40 до 16000	± 8 ± 80

1.2.2 Выходной сигнал МК–26–4 интерфейс RS-485, к которому подключается компьютер потребителя с протоколом MODBUS-RTU (по умолчанию скорость 19200, посылка 8 бит, 1 стоповый, без контроля четности). В случае отсутствия запросов Modbus-RTU может быть использован пользовательский протокол передачи данных или простая выдача датчиком данных в текстовом виде.

1.2.3 Энергопитание МК–26–4 осуществляется от источника постоянного тока напряжением (10 ± 3) В. Потребляемая мощность - не более 0,1 В·А.

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

1.2.5 Вид климатического исполнения соответствует УХЛ1 по ГОСТ 15150-69, для эксплуатации при температуре окружающей среды от минус 4°C до 50°C.

1.2.6 Степень защиты от воздействия воды соответствует коду IP68 по ГОСТ 14254-96.

1.2.7 Средний срок службы - не менее 8 лет.

1.2.8 МК–26–4 в упаковке при транспортировании выдерживает:

- воздействие температуры окружающей среды до минус 50 °C до 50 °C;
- 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–26–4 разработан в соответствии с требованиями, предъявляемыми к проведению гидрологических измерений. Все чувствительные элементы установлены внутри корпуса блока измерительного (БИ).

Принцип действия МК–26–4 основан на измерении гидрологических параметров (температуры и гидростатического давления воды) посредством контактных датчиков. Выходные сигналы датчиков поступают в измерительный микроконтроллер блока БИ. Микроконтроллер со встроенным программным обеспечением осуществляет управление работой, преобразование цифровых кодов в физические величины, усреднение полученных значений, математическую обработку и вывод информации в линию связи (по запросу из центра сбора данных потребителя или по своей инициативе).

Визуализация данных, полученных от комплексов МК–26–4, осуществляется в центре сбора данных потребителя (персональный компьютер с программным обеспечением, прибор индикации или метеокомплекс МК-26-2).

1.3.2 Центральным устройством комплекса является блок измерительный БИ. В корпусе из нержавеющей стали расположена плата измерительного контроллера, датчик температуры и датчик гидростатического давления.

Контроллер содержит:

- 24-битные аналого-цифровые преобразователи – 2 дифференциальных канала;
- универсальные дискретные входы/выходы – 4 шт.;
- супервизор питающего напряжения и сторожевой таймер;
- преобразователь напряжения;
- энергонезависимую память;
- последовательный интерфейс I2C;
- преобразователь интерфейса RS-485.

Контроллер размещен в БИ (корпус IP68).

Габаритные размеры : $\varnothing 22 \times 115$ мм. Фотография датчика представлена на рисунке 1.



Рисунок 1

1.3.3 Конструкция МК–26–4 разработана в соответствии с требованиями, предъявляемыми к гидрологическим приборам.

1.3.4 МК–26–4 состоит из следующих узлов:

- корпуса, изготовленного из нержавеющей стали;

— чувствительного элемента, в качестве которого используется датчик давления типа MPM280;

— термометра сопротивления платинового типа 700-101ВАА

— кабеля связи.

1.3.5 Принцип действия термометра платинового основан на пропорциональном изменении его электрического сопротивления в зависимости от изменения температуры. Выходной сигнал – электрическое сопротивление.

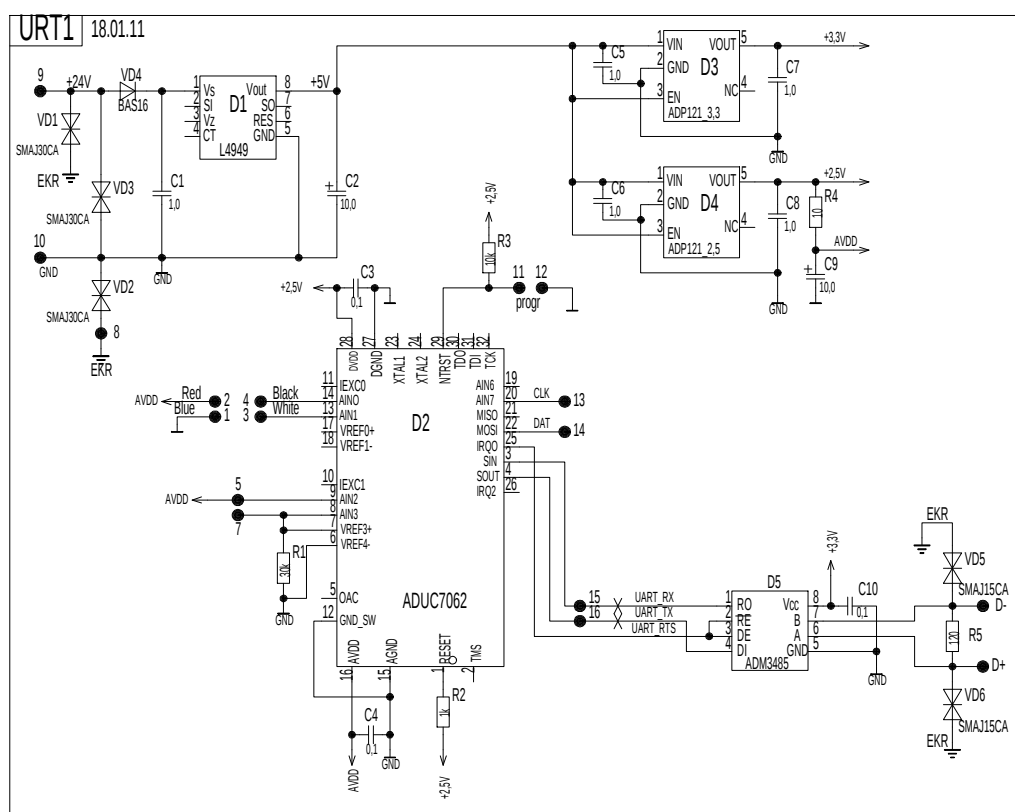
Габаритные размеры : 2,3×2,1 мм, масса 0,005 кг.

1.3.6 Пьезорезистивный датчик гидростатического давления выполнен на базе преобразователя MPM280. Датчик обеспечивает непрерывное пропорциональное преобразование избыточного давления в электрический сигнал – напряжение.

Габаритные размеры Ø19×15 мм, масса 0,05 кг.

1.3.7 Электропитание комплекса обеспечивается от внешнего блока питания. Блок питания в состав МК–26–4 не входит. Является дополнительным оборудованием.

1.3.8 Электрическая схема МК–26–4 приведена на рисунке 2.



1.3.9 По включению питания микросхема L4949 вырабатывает стабилизированное напряжение 5 вольт, которое преобразуется двумя микросхемами ADP121 в напряжение 3.3 вольта для питания микросхемы ADM3485 (интерфейс RS-485) и напряжение 2.5 вольт для питания микроконтроллера AduC7061 и измерительных устройств: датчика давления (ДД) и датчика температуры (ДТ). После подачи питания в микроконтроллере запускается программное обеспечение. ДД подключен к источнику опорного напряжения 2.5В (точки 1, 2). Выходной сигнал ДД, пропорциональный величине столба жидкости, расположенного над ДД поступает на вход 1-го АЦП микроконтроллера ADuC7061 (точки 3, 4). Измеренное значение пересчитывается по калибровочным коэффициентам из флэш-памяти микроконтроллера в код, который записывается в регистры оперативной памяти, которые могут быть прочитаны с помощью протокола MODBUS-RTU по RS-485 (скорость 19200, 8 бит, 1 стоп, без четности).

Измерение напряжения происходит по прерыванию с частотой, установленной в энергонезависимой памяти. Структура энергонезависимой памяти (параметры настройки датчика) описаны в приложении Б. Код АЦП пересчитывается по градуировочным коэффициентам из энергонезависимой памяти в давление воды (высоту водяного столба). Данные усредняются в течение периода, заданного при настройке. При необходимости рассчитывается уровень воды по заданным значениям солености воды и смещения датчика относительно дна водоема. Результаты расчетов записываются в регистры оперативной памяти, которые могут быть прочитаны с помощью протокола MODBUS-RTU по RS-485.

Термосопротивление подключено к 2-му дифференциальному входу АЦП, а эталонное сопротивление к входу VREF. Через оба сопротивления течет одинаковый ток, поэтому отношение сопротивлений равно отношению падений напряжения. Измерение напряжения термосопротивления происходит по прерыванию с частотой, установленной в энергонезависимой памяти. Код АЦП пересчитывается по градуировочным коэффициентам из флэш-памяти в давление. Результаты записываются в регистры оперативной памяти, которые могут быть прочитаны с помощью протокола MODBUS-RTU по RS-485.

1.3.10 Градуировка измерительных каналов является частью настройки МК–26–4 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–26–4 градуировка требуется для канала измерения давления и для канала температуры.

1.3.11 Давление вычисляется по формуле:

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

где t – температура датчика, C_0 , C_1 , C_2 – коэффициенты зависимые от кода АЦП, каждый из которых определяется, как коэффициенты параболы, построенной по 3-м значениям давления P_{i-1} , P_i , P_{i+1} , вычисленным для 3-х значений температур и кода АЦП f .

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

Таким образом для вычисления давления в МК–26–4 всегда используются 3 из 10-ти 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. Измеренное значение кода подставляется поочередно в эти 3 полинома 2-ой степени (формула 2) и вычисляются значения коэффициенты P_{i-1} , P_i , P_{i+1} . По 3-м точкам вычисляются коэффициенты C_0 , C_1 , C_2 . Затем из полученных коэффициентов формируется полином 2-ей степени, в который подставляется измеренное значение температуры датчика. Такая аппроксимация называется кусочно-параболической. Если для градуировки используются только 2 температурных точки, аппроксимация будет кусочно-линейной.

1.3.12 Термометр платиновый подключен к 2-му дифференциальному входу АЦП. Измеренный код АЦП подставляется в полином 3-ей степени, коэффициенты которого берутся из энергонезависимой памяти контроллера.

1.3.13 Результаты записываются в регистры оперативной памяти, которые могут быть прочитаны с помощью протокола MODBUS-RTU по RS-485.

1.3.14 Конструкция уровнемера разработана в соответствии с требованиями, предъявляемыми к гидрологическим приборам.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Измеряемая среда должна обладать следующими свойствами: не быть агрессивной к материалам контактирующих с ней деталей датчика давления, не иметь загрязнений, которые могут накапливаться и уплотняться в полости штуцера перед мембраной и вызвать отказ датчика давления.

2.1.2 При эксплуатации датчика состояние измеряемой среды должно оставаться таким, чтобы исключить кратковременные броски давления (гидроудары, резонансные гидравлические явления), величина которых превышает предельно допустимую.

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–26–4 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.

Мерами предосторожности являются:

- соблюдение правил техники безопасности;
- исправность предохранителей.

2.3 Подготовка изделия к использованию

2.3.1 Работать с изделием могут лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации, ознакомившиеся со схемой и конструкцией МК–26–4 и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

2.3.2 Внимание! Для обеспечения устойчивой работы МК–26–4 и предотвращения его выхода из строя, питание 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".

2.4 Указания по включению и опробованию

Перед включением проверить МК–26–4 на отсутствие внешних повреждений. Для опробования перед монтажом на месте эксплуатации выполнить следующие операции:

- соединить составные части МК–26–4 и персональный компьютер;
- запустить консольную программу ask.exe. На экране появится таблица со списком измеряемых параметров и результатами измерений. В правой колонке выводятся первичные измерительные данные, которые используются для градуировки каналов.

Главное окно программы приведено на рисунке 3.

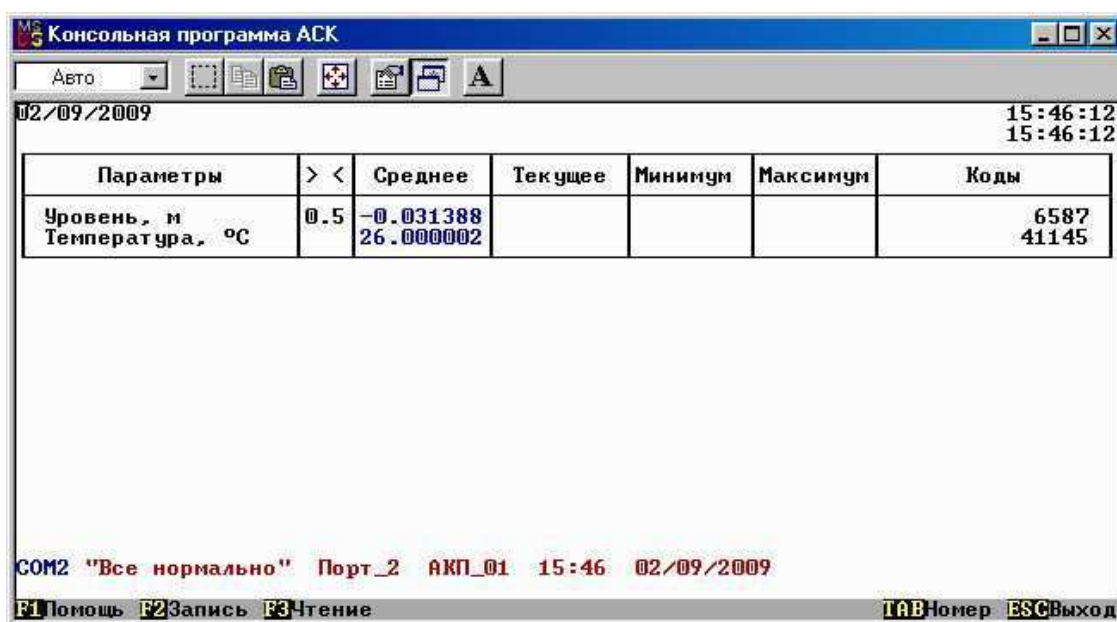


Рисунок 3

Значения должны соответствовать температуре воздуха и уровню 0 с учетом погрешности измерения.

2.5 Размещение и монтаж изделия

2.5.1 При установке в резервуаре МК–26–4 закрепляется на штанге на высоте 10-15 см от дна резервуара или подвешивается на нержавеющей тросе, проволоке. Кабель в нескольких точках закрепляется к подвесу с целью исключения его провисания или обрыва. Излишки кабеля сматываются в бухту и крепятся к стенке колодца резервуара. Соединение кабеля уровнемера с сигнальным кабелем связи до места установки блока индикации (переносной/стационарный прибор или компьютер/контроллер) рекомендуется делать с помощью клеммной колодки.

2.5.2 При установке в скважине МК–26–4 крепится к трубопроводу непосредственно под фланцем над насосным агрегатом для исключения его повреждения при монтаже или демонтаже скважины. Кабель без провисаний с шагом примерно 3 м крепится к трубопроводу. Если требуется производить пересчет уровня от поверхности, то необходимо измерить высоту секций трубопровода и внести соответствующую запись в паспорт скважины. Отсчет уровня в этом случае будет определяться как разность между глубиной постановки МК–26–4 и показаниями компьютера.

2.5.3 Кабель связи, соединяющий МК–26–4 и центр сбора данных, 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 маркировка его жил для

исключения неправильного электрического подключения МК-26-4 (пример маркировки для RS-485 показан на рисунке 4). Зеленый – Data+ RS485 (A), синий – Data- RS485 (B) , красный – питание +12в, белый – общий. Возможно подключение экрана кабеля к физической земле. Целесообразно соединение кабеля осуществлять через клеммную колодку. Длина кабеля связи при интерфейсе RS-485 - до 1200 м.



Рисунок 4

3 Техническое обслуживание

3.1 Для МК-26-4 предусмотрены следующие виды технического обслуживания: внешний осмотр, 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 Текущий ремонт осуществляется предприятием-изготовителем по договору. В течение гарантийного срока ремонт МК-26-4 осуществляется бесплатно.

4 Хранение и транспортирование

4.1 МК-26-4 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 МК-26-4 не должно быть агрессивных примесей (паров кислот, щелочей), вызывающих коррозию.

4.3 МК-26-4 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–26–4 должен быть выдержан при нормальных условиях не менее 12 ч.

5 Комплект поставки

Таблица 2

№	Наименование	Условное обозначение	Кол-во
1	2	3	4
	Комплекс метеорологический малый МК-26-4, в том числе:		1
1	Блок измерительный БИ	БИ	1
2	Преобразователь температуры платиновый	700-101ВАА	1
3	Преобразователь избыточного давления гидростатический	МРМ281	1
4	Кабель		
5	Руководство по эксплуатации	РЭ	1
6	Методика поверки № МП 2551-0040-2008	МП	1

6 Основные сведения об изделии

Комплекс метеорологический малый МК-26-4 ЛАНИ.416311.001-04 зав.номер _____ изготовлен "___" _____ 201 ____ г. ООО «НТЦ Гидромет», г.Обнинск Калужской обл. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии выдано СВИДЕТЕЛЬСТВО об утверждении типа средств измерений RU.C.28.001.A №33759.

Срок действия до 04 марта 2019.

7 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя

7.1 Средний срок службы МК–26–4 - 8 лет

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

7.3 Изготовитель гарантирует соответствие МК–26–4 заданным характеристикам при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

7.4 Гарантийный срок эксплуатации 18 месяцев со дня ввода МК–26–4 в эксплуатацию, но не более 24 месяцев со дня поставки. Гарантийный срок хранения 12 месяцев с момента изготовления.

8 Свидетельство о приёме

Комплекс метеорологический малый МК-26-4 ЛАНИ.416311.001-04 Зав.номер _____

уточнение типа уточнение обозначения комплекса заводской номер

изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документацией и признан годным для эксплуатации.

Начальник ОТК

МП

личная подпись

расшифровка подписи

год, месяц, число

линия отреза при поставке на экспорт

Руководитель
предприятия

ЛАНИ.416311.001-04 ТУ
обозначение документа,
по которому производится поставка

МП

личная подпись

расшифровка подписи

год, месяц, число

Заказчик
(при наличии)

МП

личная подпись

расшифровка подписи

год, месяц, число

9 Учёт работы изделия

Дата	Цель работы	Время		Продолжительность работы	Наработка, ч		Кто проводит работу	Должность, фамилия и подпись ведущего формуляр
		начала работы	окончания работы		после последнего ремонта	с начала эксплуатации		

10 Учёт технического обслуживания

Дата	Вид технического обслуживания	Наработка, ч		Основание (наименование, номер и дата документа)	Должность, фамилия и подпись		Примечание
		после последнего ремонта	с начала эксплуатации		выполнившего работу	проверившего работу	

11 Работы при эксплуатации

11.1 Учет выполнения работ

[illegible]

11.2 Техническое освидетельствование контрольными органами

[illegible]

12 Хранение

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Методика градуировки

А.1 Общие сведения

Настоящий раздел устанавливает методы градуировок измерительных каналов.

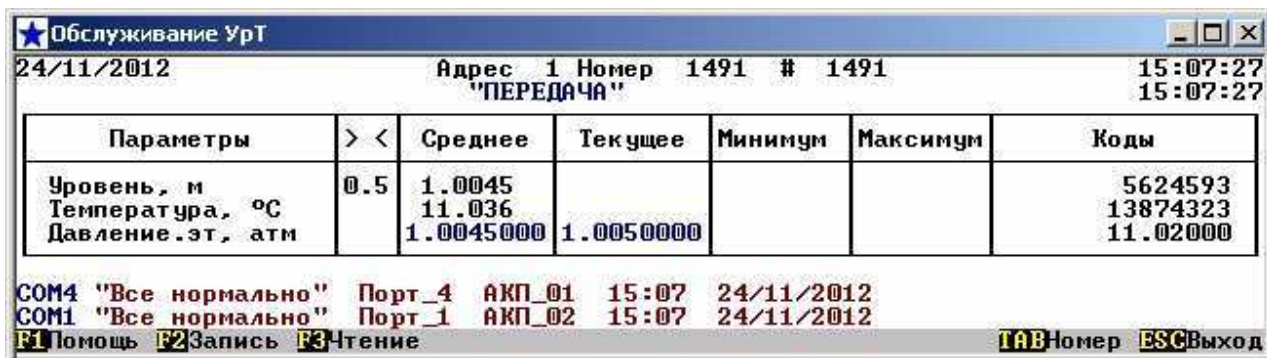
А.2 Средства градуировки

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

- термометр (набор термометров) для измерений температуры, диапазон от -4°C до 50°C , погрешность не более $0,1^{\circ}\text{C}$;
- 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-26-4 с персональным компьютером и установить специальное программное обеспечение. Для обеспечения связи надо соединить выход RS485 датчика через конвертор USB-RS485 с портом USB компьютера. Переписать в компьютер программное обеспечение из компакт-диска комплекта поставки, директории service (расчёт градуировочных коэффициентов и связь с МК-26-4). 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 16.



Параметры	> <	Среднее	Текущее	Минимум	Максимум	Коды
Уровень, м	0.5	1.0045				5624593
Температура, °C		11.036				13874323
Давление.эт, атм		1.0045000	1.0050000			11.02000

COM4 "Все нормально" Порт_4 АКП_01 15:07 24/11/2012
COM1 "Все нормально" Порт_1 АКП_02 15:07 24/11/2012
F1 Помощь F2 Запись F3 Чтение TAB Номер ESC Выход

Рисунок 16

Для проведения градуировки требуется климатическая камера, источник питания 12В, датчик МК-26-4, компьютер с портом USB, помпа пневматическая, эталонный манометр избыточного давления, соединительные трубки, специальное программное обеспечение. Разместить в рабочей зоне климатической камеры датчик, датчик соединить газовой линией с эталонным манометром и помпой. Персональный компьютер, эталонный манометр и помпу расположить вне климатической камеры. Запустить программное обеспечение согласно А.10.1.

В климатической камере установить температуру $(0 \pm 3)^\circ\text{C}$. С помощью помпы последовательно устанавливать в газовой линии давление (0 ± 0.02) , (0.4 ± 0.02) , (0.8 ± 0.02) , (1.0 ± 0.02) , (1.6 ± 0.02) атм. и записывать показания эталонного манометра и соответствующую этому давлению код АЦП в таблицу. Повторить процедуру при температуре в камере сначала при $(0 \pm 3)^\circ\text{C}$, затем при $(5 \pm 3)^\circ\text{C}$, при $(10 \pm 3)^\circ\text{C}$, при $(15 \pm 3)^\circ\text{C}$, при $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$, при $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$ и при $(30 \pm 3)^\circ\text{C}$. Выбор количества точек и конкретных значений температуры зависит от условий будущей эксплуатации датчика (не более 10).

В результате получатся 7 таблиц по пять строк в каждой. По каждой таблице, т.е. для каждой температуры надо построить аппроксимирующий полином 2-ой степени зависимости давления от кода АЦП. Для этого можно использовать программу аппроксимации методом наименьших квадратов `р.exe` из комплекта поставки (директория `service\calibr` в компакт-диске).

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

Входной файл создается в любом текстовом редакторе (блокноте). В файл записываются 10 строк, каждая из которых состоит из температуры и коэффициентов полинома. Если для градуировки использовалось меньше 10 значений температуры, то строки заполняются нулями.

;ДАВЛЕНИЕ

;свой полином для каждой температуры

;Температура $T[i]$ и $C[i][0]$ $C[i][1]$ $C[i][2]$ -коэффициенты преобразования давления

```
1.8634  0.0110856  1.7206108e-07  1.4962985e-16
4.9986  0.010161692  1.7418504e-07  2.2306956e-17
7.9580  0.010251045  1.7523791e-07  4.2032627e-17
10.8111 0.010037493  1.7654002e-07  2.1720942e-17
14.0642 0.010031347  1.7791221e-07  2.3091732e-17
18.1391 0.010211835  1.7966131e-07  4.2098203e-17
20.6706 0.010652296  1.8021332e-07  1.7156296e-16
23.6877 0.010758652  1.8214063e-07  1.6422581e-17
27.8384 0.010910772  1.8395057e-07  1.2968216e-17
0 0 0 0
```

А.3.3 Порядок определения градуировочных характеристик температуры

Градуировка по температуре проводится одновременно с градуировкой по давлению. В таблицу записываются показания эталонного термометра и коды АЦП, к которому подключено платиновое термосопротивление. Для вычисления коэффициентов полинома можно использовать программу t.exe (директория service\calibr в компакт-диске) или любую другую, использующую метод наименьших квадратов.

Командная строка: t input.t

Входной файл input.t создается в любом текстовом редакторе (блокноте). Первая колонка – коды АЦП, вторая – температура в камере, измеренная эталонным термометром. Завершается файл пустой строкой.

13412515	1.86
13571128	5.03
13715932	7.91
13859570	10.75
13997822	13.48
14234575	18.15
14363177	20.69
14514968	23.7
14723642	27.86

Выходной файл input.tr создается программой t.exe. Первая строка это коэффициенты аппроксимирующего полинома 3-ей степени. Две первые колонки повторяют входной файл, третья – значения температуры, вычисленные с помощью полинома, четвертая – абсолютная ошибка аппроксимации. Последняя строка – это сумма квадратов отклонений, которую программа минимизировала и среднеквадратическое отклонение.

Коэффициенты: $c[0] = -975.7199463231343$; $c[1] = 0.0001716162535987691$; $c[2] = -1.078414948743186e-11$; $c[3] = 2.55214540163731e-19$;

-975.71995 0.00017161625 -1.0784149e-11 2.5521454e-19

X[i]	Y[i]	Y	Y - Y[i]
13412515	1.86	1.85992	-8.43722e-05
13571128	5.03	5.03087	0.000867222
13715932	7.91	7.90831	-0.00169101
13859570	10.75	10.7509	0.000858643
13997822	13.48	13.48	3.87188e-05
14234575	18.15	18.15	-9.86777e-06
14363177	20.69	20.6907	0.000744928
14514968	23.7	23.699	-0.00104727
14723642	27.86	27.8603	0.000323014

Суммарное: 6.113613899392062e-06 Среднее: 0.0008241907748002186

по вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Волгоград (844)278-03-48, Воронеж (473)204-51-73, Екатеринбург (343)384-55-89, Казань (843)206-01-48,
 Краснодар (861)203-40-90, Красноярск (391)204-63-61, Москва (495)268-04-70, Самара (846)206-03-16,
 Нижний Новгород (831)429-08-12, Новосибирск (383)227-86-73, Ростов-на-Дону (863)308-18-15,
 Санкт-Петербург (812)309-46-40, Саратов (845)249-38-78, Уфа (347)229-48-12

единый адрес hdy@nt-rt.ru

веб-сайт hydromet.nt-rt.ru