

**УТВЕРЖДЕН**  
ЛАНИ.416215.001 РЭ-ЛУ

**УРОВНЕМЕР ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЙ**

**УрТ**

Руководство по эксплуатации

ЛАНИ.416215.001 РЭ

Количество листов - 34

## Содержание

<b>1 Описание и работа изделия .....</b>	<b>5</b>
1.1 Назначение изделия .....	5
1.2 Технические характеристики .....	5
1.3 Устройство и работа.....	6
<b>2 Использование по назначению .....</b>	<b>9</b>
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
<b>3 Техническое обслуживание .....</b>	<b>11</b>
<b>4 Хранение и транспортирование .....</b>	<b>12</b>
<b>5 Комплект поставки.....</b>	<b>12</b>
<b>6 Основные сведения об изделии .....</b>	<b>12</b>
<b>7 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя.....</b>	<b>13</b>
<b>8 Свидетельство о приёмке .....</b>	<b>14</b>
<b>9 Учёт работы изделия .....</b>	<b>15</b>
<b>10 Учёт технического обслуживания.....</b>	<b>15</b>
<b>11 Работы при эксплуатации .....</b>	<b>16</b>
11.1 Учет выполнения работ .....	16
11.2 Техническое освидетельствование контрольными органами .....	17
<b>12 Хранение .....</b>	<b>18</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>	<b>19</b>
<b>Методика градуировки .....</b>	<b>19</b>
А.1 Общие сведения.....	19
А.2 Средства градуировки.....	19
А.3 Порядок определения градуировочных характеристик.....	19

А.4 Градуировочная таблица.....	21
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....</b>	<b>22</b>
<b>Протокол связи УрТ с компьютером .....</b>	<b>22</b>
Б.1 Общие сведения .....	22
Б.2 Режимы передачи.....	23
Б.3 Функции .....	26
Б.4 Описание регистров УрТ.....	30
Б.5 Содержимое регистров MODBUS-RTU протокола регистратора цунами.....	34

УрТ - 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 датчика уровня воды УрТ 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 УрТ.

Для автоматического измерения параметров воды в состав комплекса УрТ включаются:

- контроллер измерительный (КИ);
- термометр сопротивления платиновый 700-101ВАА по ГОСТ Р 8.625-2006, класс А;
- датчик гидростатического давления.

## 1 Описание и работа изделия

### 1.1 Назначение изделия

1.1.1 УрТ предназначен для измерения атмосферного давления, температуры воды и гидростатического давления воды, обработки результатов измерений и передачи информации потребителю.

### 1.2 Технические характеристики

1.2.1 УрТ обеспечивает автоматическое измерение параметров в рабочих условиях применения в диапазонах и с погрешностями, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

Условное обозначение	Диапазон измерений уровня, м	Предел допускаемой относительной приведенной погрешности, %	Диапазон измерений температуры, °С	Предел допускаемой абсолютной погрешности, °С	Выходной сигнал
УрТ-06-Т УрТ-10-Т УрТ-60-Т	0 - 6 0- 10 0- 60	1	От -4°С до 50°С	1,0	RS-485
УрТ-06-Т-0,5 УрТ-10-Т-0,5 УрТ-60-Т-0,5	0 - 6 0- 10 0- 60	0,5	От -4°С до 50°С	0,5	RS-485

1.2.2 Выходной сигнал УрТ интерфейс RS-485, к которому подключается компьютер потребителя с протоколом MODBUS-RTU (скорость 19200, 8 бит, 1 стоп, без четности).

1.2.3 Энергопитание УрТ осуществляется от источника постоянного тока напряжением  $(12 \pm 2)$  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 °С до 50 °С.

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 УрТ в упаковке при транспортировании выдерживает:

- воздействие температуры окружающей среды до минус 50 °С до 50 °С;
- транспортную тряску с ускорением 30 м/с<sup>2</sup> при частоте ударов от 80 до 120 в минуту в течение 1 ч.

### 1.3 Устройство и работа

1.3.1 УрТ разработан в соответствии с требованиями, предъявляемыми к проведению гидрологических измерений. Все датчики установлены внутри корпуса.

Принцип действия УрТ основан на измерении гидрологических параметров (температуры и гидростатического давления воды) посредством контактных датчиков. Выходные сигналы датчиков поступают в измерительный микроконтроллер. Микроконтроллер со встроенным программным обеспечением осуществляет управление работой, преобразование цифровых кодов в физические величины, осреднение полученных значений и вывод информации в линию связи (по каналу связи по запросу из центра сбора данных потребителя).

Визуализация данных, полученных от комплексов УрТ, осуществляется в центре сбора данных потребителя (персональный компьютер с программным обеспечением).

1.3.2 Центральным устройством датчика является измерительный контроллер. В корпусе датчика 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;
- встроенная энергонезависимую память;
- последовательный интерфейс I2C;
- преобразователь интерфейса RS-485.

Контроллер размещен в корпусе из нержавеющей стали (корпус IP68).

Габаритные размеры : Ø22×115 мм. Фотография датчика в натуральную величину представлена на рисунке 1.



Рисунок 1

1.3.3 Конструкция УрТ разработана в соответствии с требованиями, предъявляемыми к гидрологическим приборам.

1.3.4 УрТ состоит из следующих узлов:

- корпуса, изготовленного из нержавеющей стали;
- чувствительного элемента, в качестве которого используется датчик давления типа МРМ280;
- 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 МРМ280. Датчик обеспечивает непрерывное пропорциональное преобразование избыточного давления в электрический сигнал – напряжение.

Габаритные размеры  $\varnothing 19 \times 15$  мм, масса 0,05 кг.

1.3.7 Электропитание комплекса обеспечивается от блока питания 12В, располагаемого в помещении. Блок питания в состав УрТ не входит. Является дополнительным оборудованием в случае отсутствия питания 12В.

1.3.8 Схема УрТ приведена на рисунке 1.

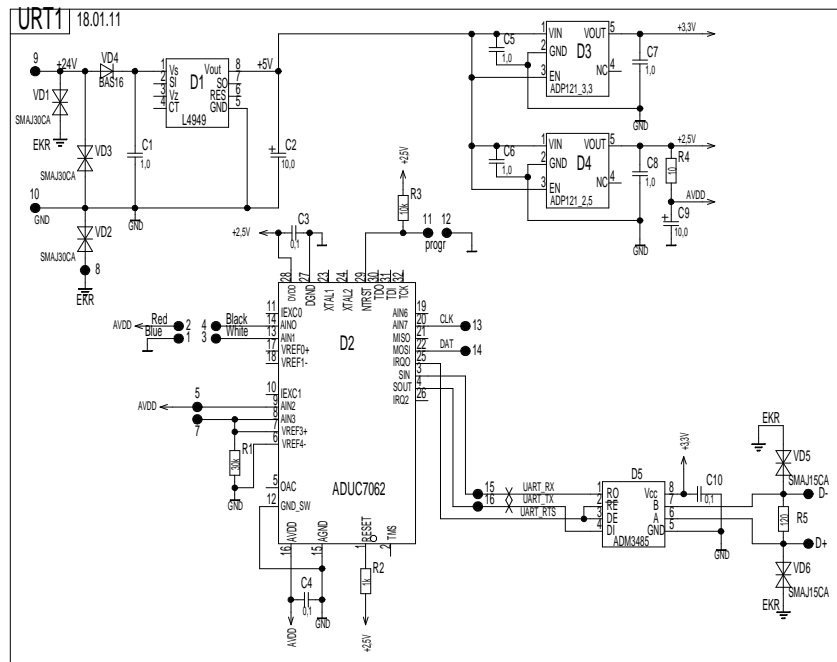


Рисунок 1.

1.3.9 По включению питания микросхема L4949 вырабатывает стабилизированное напряжение 5 вольт, которой преобразуется микросхемами ADP121 в питание 3.3 вольта микросхемы ADM3485 (интерфейс RS-485) и питание 2.5 вольт микроконтроллера AduC7061 и измерительных устройств: датчика давления (ДД) типа LHP-110 и термистора B57703–M103G (платиновое термосопротивление 700-101BAA). 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, расположенной над ДД поступает на вход 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).

Пьезорезистивный датчик давления подключен к 1-му дифференциальному входу АЦП, а к 1-му опорному входу АЦП подключено опорное напряжение  $V_{reg}$ , которое используется для питания датчика. Измерение напряжения тензомоста 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.

Градуировка измерительных каналов является частью настройки УрТ и проводится с целью определения градуировочной характеристики каждого измерительного канала. Порядок определения градуировочных характеристик измерительных каналов приведен в приложении А.

1.3.10 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 УрТ 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 УрТ и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

2.3.2 Внимание! Для обеспечения устойчивой работы УрТ 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 УрТ на отсутствие внешних повреждений. Для опробования перед монтажом на месте эксплуатации выполнить следующие операции:

- соединить составные части УрТ (КИ 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 2.

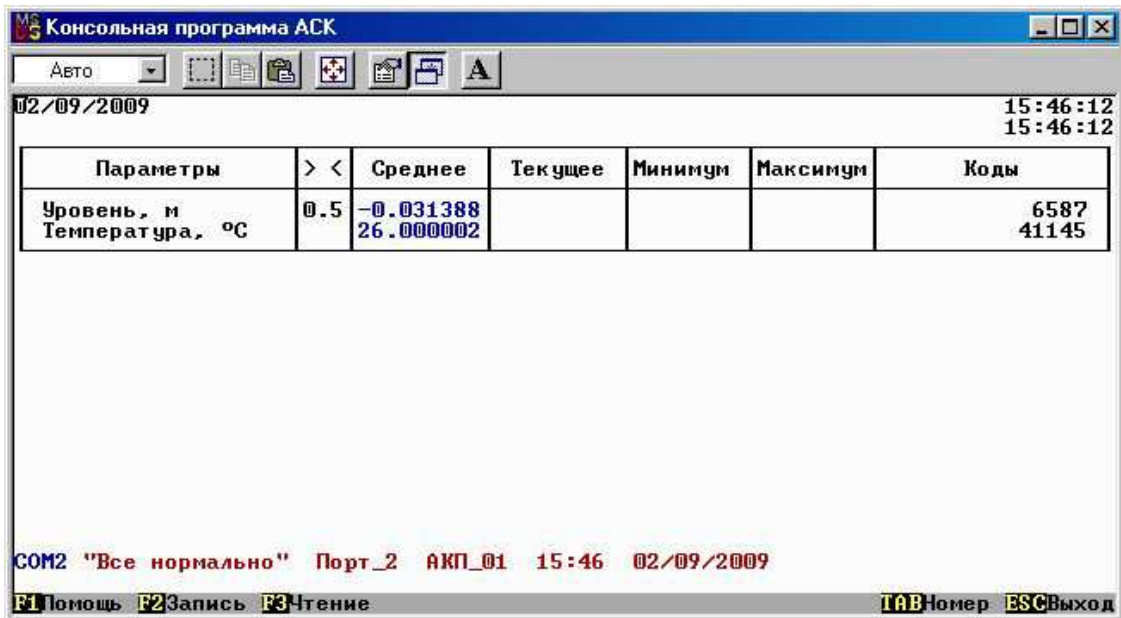


Рисунок 2

Значения должны соответствовать температуре воздуха и уровню 30 мм (смещение до мембраны чувствительного элемента).

## 2.5 Размещение и монтаж изделия

2.5.1 При установке в резервуаре УрТ 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, при этом соединения необходимо загерметизировать с помощью любого герметика или ленты ПВХ.

2.5.2 При установке в скважине УрТ 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 УрТ и показаниями компьютера.

2.5.3 Кабель связи, соединяющий УрТ 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 УрТ. Целесообразно соединение кабеля осуществлять через клеммную колодку. Длина кабеля связи при интерфейсе RS-485 - до 1200 м.

### **3 Техническое обслуживание**

3.1 Для УрТ предусмотрены следующие виды технического обслуживания:

- внешний осмотр;
- контроль работоспособности.

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

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

#### **4 Хранение и транспортирование**

4.1 УрТ 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 УрТ не должно быть агрессивных примесей (паров кислот, щелочей), вызывающих коррозию.

4.3 УрТ 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 УрТ должен быть выдержан при нормальных условиях не менее 12 ч.

#### **5 Комплект поставки**

Таблица 2

№	Наименование	Условное обозначение	УрТ
1	2	3	4
	Уровнемер тензометрический УрТ, в том числе:		1
1	контроллер измерительный КИ	КИ	1
2	Преобразователь температуры платиновый	700-101ВАА	1
3	Преобразователь избыточного давления гидростатический	МРМ280	1
4	Кабель		
5	Руководство по эксплуатации	РЭ	1

#### **6 Основные сведения об изделии**

Уровнемер тензометрический УрТ ЛАНИ.416215.001 № \_\_\_\_\_  
изготовлен "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г. ООО «НТЦ Гидромет», г.Обнинск Калужской обл.

## **7 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя**

7.1 Средний срок службы УрТ - 8 лет

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

7.3 Изготовитель гарантирует соответствие УрТ заданным характеристикам при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

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

## 8 Свидетельство о приёмке

Уровнемер тензометрический УрТ ЛАНИ.416215.001 № \_\_\_\_\_ изготовлен и принят в  
заводской номер

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

### 8.1.1.1 Начальник ОТК

МП \_\_\_\_\_

личная подпись

Б.Е.Белов \_\_\_\_\_

расшифровка подписи

\_\_\_\_\_

год, месяц, число

-----  
линия отреза при поставке на экспорт

Руководитель  
предприятия

ЛАНИ.416215.001 ТУ  
обозначение документа,  
по которому производится поставка

МП \_\_\_\_\_

личная подпись

В.В.Пожидаев \_\_\_\_\_

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	проведшего работу	

## 11 Работы при эксплуатации

### 11.1 Учет выполнения работ

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



## 11.2 Техническое освидетельствование контрольными органами

Дата освидетельствования	Наименование и обозначение составной части	Периодичность освидетельствования	Срок следующего освидетельствования	Должность, фамилия и подпись представителя контрольного органа

## 12 Хранение

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

## 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  $-4^{\circ}\text{C}$  до  $50^{\circ}\text{C}$ , погрешность не более  $0,1^{\circ}\text{C}$ ;
- помпа ручная пневматическая П-0,25М;
- источник постоянного тока напряжением  $(12 \pm 2)$  В;
- манометр избыточного давления грузопоршневой МП-2,5, класс точности 0,05;
- персональный компьютер.

#### А.3 Порядок определения градуировочных характеристик

А.3.1 Порядок определения градуировочных характеристик измерительных каналов.

Надо установить прессом давление в датчике и записать установленное значение в таблицу (поле **ру[8]**). Допускается проведение калибровки по 8 точкам. Если точек меньше, то для завершения списка надо ввести нулевую точку. Давление устанавливается по делениям манометра, а в таблицу записывается в микроамперах. Расчёт осуществляется по формуле  $I_i = 4000 + 16000 * P_i / P_{\text{макс.}}$ , где  $P_{1...8} - \{0 \dots P_{\text{макс.}}\}$ ,  $P_{\text{макс.}}$  - диапазон настройки датчика. Например: для настройки шестиметрового датчика ( $P_{\text{макс.}} = 0.6$ ) можно выбрать давление в 7 точках  $P_{1...7} - \{0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6\}$ . В результате в таблицу запишем 7 значений тока  $I_{1...7}$  и ноль  $\{4000, 6667, 9333, 12000, 14667, 17333, 20000, 0\}$ .

А.3.2 Каждая из 8-ти строк таблицы **hx[8][8]** предназначена для ввода 16-битных значений АЦП в интервале  $0 \div 65535$ . Кроме этого каждой строке соответствует своё значение температуры. Измеренные значения получаются компьютером в результате опроса датчика по протоколу MODBUS-RTU (адрес 117 – давление, адрес 118 - температура). Если в таблице заполнена одна строка, то температурная компенсация не используется.

А.3.3 Каждая из 2-ти строк таблицы **px[2][8]** предназначена для ввода тока в цепи питания датчика в микроамперах в зависимости от 16-битного значения ЦАП. Кроме этого каждой строке соответствует своё значение температуры. Так как значения ЦАП практически не ЛАНИ.416215.001 РЭ

зависят от температуры, используются всего 2 крайние точки (минимальная и максимальная), в которых производилась градуировка по давлению. Значения тока измеряются внешним амперметром. В режиме калибровки датчик выдает значения тока последовательно для 10-ти 16-битных значений ЦАП {0, 1000, 9500, 18000, 26500, 35000, 43500, 52000, 60500, 65535}. Значения тока в микроамперах, соответствующие первому и последнему значению (минимальное и максимальное) в таблицу не заносятся. Для корректного измерения тока надо отключить опрос датчика по СОМ – порту (при опросе потребление тока превышает 4 мА).

А.3.4 Каждое 16-битное измеренное значение АЦП в интервале  $0 \div 65535$ , получаемое компьютером в результате опроса датчика по протоколу MODBUS-RTU (адрес 114) соответствует температуре окружающей среды. После заполнения таблицы ***tx[8]*** надо определить 8-битный код выбора температурных точек, т.е. выделить те значения, которые используются для расчёта температурной компенсации давления. Для расчёта температуры могут использоваться 8 точек, а для температурной компенсации давления только часть из них. Каждой ячейке строки слева направо соответствует номер бита в коде выбора точек, начиная с нулевого {0,1,2,3,4,5,6,7}. Значение бита 1, если значение в ячейке используется для компенсации. Например: для компенсации используются ячейки 0, 1, 4. ( $2^0 + 2^1 + 2^4 = 1 + 2 + 16 = 19$ ), или ставим единицы в соответствующие биты “00010011”. Это число 13 шестнадцатеричное или 19 десятичное (в файле настройки это число в десятичном виде).

Температура окружающей среды ***ty[8]*** в тысячных долях градуса ( $^{\circ}\text{C} * 1000$ ), измеренная внешним термометром, соответствующая 16-битным значениям АЦП.

#### А.4 Градуировочная таблица

**Давление пресса на датчик в сопоставимых току единицах в интервале 4000 ÷ 20000 микроампер**

ру[8] - монотонно возрастающий ряд значений (если значение меньше предыдущего, то обработка ряда завершается )

Таблица 3

--	--	--	--	--	--	--	--

**16-битное значение АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующее давлению пресса для каждой температуры**

hx[8][8] – 8 строк, соответствующих значениям температуры, выбранным в параметре status


Ток в цепи питания датчика в микроамперах в зависимости от 16-битного значения ЦАП для каждой температуры

rx[2][8] – 2 строки, соответствующие температуре, выбранной в параметре status (мин. и макс.)

1000      9500      18000      26500      35000      43500      52000      60500


**16-битное значение АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующее температуре окружающей среды**

tx[8] - монотонно возрастающий ряд значений (если значение меньше предыдущего, то обработка ряда завершается )

0            1            2            3            4            5            6            7

--	--	--	--	--	--	--	--

Температура окружающей среды в тысячных долях градус (°C \* 1000)

ty[8]

--	--	--	--	--	--	--	--

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

### Протокол связи УрТ с компьютером

#### Б.1 Общие сведения

Для обмена данными в сети нужны, как минимум, два устройства. Одно из них - главное устройство MASTER (в дальнейшем будем называть его ЗАКАЗЧИК), которое может начать обмен данными, отправив в сеть пакет с инструкциями, а другое - подчиненное устройство SLAVE (в дальнейшем будем называть его ИСПОЛНИТЕЛЬ), которое обрабатывает принятые инструкции.. Порядок обмена данными в сети называется протоколом обмена.

Протокол необходимая часть работы системы. Он определяет как ЗАКАЗЧИК и ИСПОЛНИТЕЛЬ устанавливают и прерывают контакт, как идентифицируются отправитель и получатель, каким образом происходит обмен сообщениями, как обнаруживаются ошибки. Протокол управляет циклом запроса и ответа, который происходит между устройствами ЗАКАЗЧИК и ИСПОЛНИТЕЛЬ.

Протокол подразумевает, что в сети один ЗАКАЗЧИК и до 247 ИСПОЛНИТЕЛЕЙ. Протокол поддерживает до 247 ИСПОЛНИТЕЛЕЙ. Каждому ИСПОЛНИТЕЛЮ присвоен уникальный адрес устройства в диапазоне от 1 до 247.

Только ЗАКАЗЧИК может инициировать транзакцию. Транзакции бывают либо типа запрос/ответ (адресуется только один ИСПОЛНИТЕЛЬ), либо ширококвещательные - без ответа (адресуются все ИСПОЛНИТЕЛИ). Транзакция содержит один кадр запроса и один кадр ответа, либо один кадр ширококвещательного запроса.

Некоторые характеристики протокола Modbus фиксированы. К ним относятся формат кадра, последовательность кадров, обработка ошибок и исключительных ситуаций, и выполнение функций.

Другие характеристики выбираются пользователем. К ним относятся тип связи, скорость обмена, проверка на четность и число стоповых бит, Эти параметры не могут быть изменены во время работы системы.

При передаче по линиям данных, сообщения помещаются в «конверт». «Конверт» покидает устройство через «порт» и «пересылается» по линиям адресуемому устройству. Протокол Modbus описывает «конверт» в форме кадров сообщений. В сообщении есть АДРЕС

получателя, *ФУНКЦИЯ*, которую получатель должен выполнить, *ДАННЫЕ*, необходимые для выполнения этой функции, и *КОНТРОЛЬНАЯ СУММА* для контроля достоверности.

Когда сообщение достигает ИСПОЛНИТЕЛЯ, он вскрывает конверт, читает сообщение, и, если не возникло ошибок, выполняет требуемую задачу. Затем ИСПОЛНИТЕЛЬ помещает в конверт ответное сообщение и посылает его ЗАКАЗЧИКУ. В ответном сообщении есть *АДРЕС* устройства, *ФУНКЦИЯ*, которая была выполнена, *ДАННЫЕ*, полученные в результате выполнения задачи, и *КОНТРОЛЬНАЯ СУММА* для контроля достоверности.

Если сообщение было широковещательным (сообщение для всех ИСПОЛНИТЕЛЕЙ), на что указывает адрес 0, то ответное сообщение не передается.

Обычно ЗАКАЗЧИК посылает следующее сообщение другому ИСПОЛНИТЕЛЮ после приема корректного ответа, либо после истечения времени ожидания ответа (тайм-аута). Все сообщения могут рассматриваться как запросы ЗАКАЗЧИКА, генерирующие ответные сообщения ИСПОЛНИТЕЛЯ. Широковещательные сообщения могут рассматриваться как запросы, не требующие ответных сообщений.

## **Б.2 Режимы передачи**

Режим передачи определяет структуру отдельных блоков информации в сообщении и системы счисления, используемую для передачи данных. В системе Modbus существуют два режима передачи ASCII и RTU (Remote Terminal Unit). Мы используем режим передачи RTU, поэтому будем описывать протокол Modbus-RTU. Последовательный порт настроен на скорость 19200, 8 бит, 1 стоп, без контроля четности. В режиме RTU данные передаются непрерывным потоком в виде 8-разрядных двоичных символов.

Существует два типа ошибок, которые могут возникать в системах связи: ошибки передачи и программные или оперативные ошибки. Система Modbus имеет способы определения каждого типа ошибок.

Ошибки связи обычно заключаются в изменении бита или бит сообщения. Например, байт 0001 0100 может измениться на 0001 0110. Ошибки связи выявляются при помощи символа кадра, контроля по четности и избыточным кодированием.

Когда обнаруживается ошибка кадрирования, четности и контрольной суммы, обработка сообщения прекращается. ИСПОЛНИТЕЛЬ не должен генерировать ответное сообщение. Тот же результат будет, если был использован адрес несуществующего ИСПОЛНИТЕЛЯ.

Если возникает ошибка связи, данные сообщения ненадежны. Устройство ИСПОЛНИТЕЛЬ не может с уверенностью определить, что сообщение было адресовано именно ему. Иначе ИСПОЛНИТЕЛЬ может ответить сообщением, которое не является ответом на

исходный запрос. Устройство ЗАКАЗЧИК должно программироваться так, чтобы в случае не получения ответного сообщения в течение определенного времени, ЗАКАЗЧИК должен фиксировать ошибку связи. Продолжительность этого времени зависит от скорости обмена, типа сообщения, и времени опроса ИСПОЛНИТЕЛЬ. По истечению этого периода, ЗАКАЗЧИК должен быть запрограммирован на ретрансляцию сообщения.

Для обеспечения качества передачи данных система Modbus обеспечивает несколько уровней обнаружения ошибок. Для обнаружения множественного изменения битов сообщения система использует избыточный контроль: CRC. Обнаружение ошибок с помощью CRC выполняется автоматически.

В режиме RTU началом нового кадра является тишина в сети в течение времени прохождения 3.5 символов ( $T+T+T+T/2$ , где  $T$  – время прохождения символа при выбранной скорости приёма/передачи данных). ИСПОЛНИТЕЛЬ считает время после прихода символа, и если прошло время, равное периоду следования 3.5 символов, то обрабатывает принятые данные. Следующий принимаемый байт - это адрес устройства в новом сообщении.

#### Формат кадра сообщения в режиме RTU

Таблица 5

T+T+T+T/2	Адрес	Функция	Данные	Контрольная сумма	T+T+T+T/2
	8 бит	8 бит	N * 8 бит	16 бит	

Поле адреса следует сразу за началом кадра и состоит из одного 8-разрядного символа. Эти биты указывают адрес устройства, которое должно принять сообщение, посланное ЗАКАЗЧИКОМ. Каждый ИСПОЛНИТЕЛЬ должен иметь уникальный адрес, и только адресуемое устройство может ответить на запрос, который содержит его адрес. В ответном сообщении адрес информирует ЗАКАЗЧИКА, с каким ИСПОЛНИТЕЛЕМ установлена связь. В широковещательном режиме используется адрес 0. Все ИСПОЛНИТЕЛИ интерпретируют такое сообщение как выполнение определенного действия, но без посылки подтверждения.

Поле кода функции указывает адресуемому ИСПОЛНИТЕЛЮ, какое действие выполнить. Коды функций Modbus специально разработаны для связи ПК и промышленных коммуникационных систем Modbus.

Старший бит этого поля устанавливается в единицу ИСПОЛНИТЕЛЕМ в случае, если он хочет просигнализировать ЗАКАЗЧИКУ, что ответное сообщение содержит ошибку. Этот бит остается нулём, если ответное сообщение повторяет запрос или в случае нормального сообщения.



## Коды используемых функций Modbus

Таблица 6

Код	Название	Действие
03	READ HOLDING REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения.
04	READ INPUT REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких регистров результатов.
06	FORCE SINGLE REGISTER	Запись нового значения в регистр.
16	FORCE MULTIPLE REGISTERS	Установить новые значения нескольких последовательных регистров.

Поле данных содержит информацию, необходимую ИСПОЛНИТЕЛЮ для выполнения указанной функции, если это запрос, или содержит данные, подготовленные ИСПОЛНИТЕЛЕМ, если это ответ на запрос. Данные передаются старшим байтом вперёд (1→0). Если передаётся 4-байтовое число (2 регистра) с плавающей запятой, то в каждом из 2-х регистров порядок следования байт тоже старшим байтом вперёд (1→0→3→2).

Это поле позволяет ЗАКАЗЧИКУ и ИСПОЛНИТЕЛЮ проверять сообщение на наличие ошибок. Иногда, вследствие электрических помех или других воздействий, сообщение при пересылке от одного устройства к другому может незначительно измениться. Результат проверки контрольной суммы укажет ИСПОЛНИТЕЛЮ или ЗАКАЗЧИКУ реагировать или нет на такое сообщение. Это увеличивает надежность и эффективность систем MODBUS.

В Modbus-RTU применяется циклический код CRC-16 (Cyclic Redundancy Check). Сообщение (только биты данных, без учета старт/стоповых бит и бит четности) рассматриваются как одно последовательное двоичное число, у которого старший значащий бит (MSB) передается первым. Сообщение умножается на  $X^{16}$  (сдвигается влево на 16 бит), а затем делится на  $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ , выражаемое как двоичное число (11000000000000101). Целая часть результата игнорируется, а 16-ти битный остаток (предварительно инициализированный единицами для предотвращения случая, когда все сообщение состоит из нулей) добавляется к сообщению как два байта контрольной суммы. Полученное сообщение, включающее CRC, затем в приемнике делится на тот же полином ( $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ ). Если ошибок не было, остаток от деления должен получиться нулевым. Получатель сообщения должен рассчитать CRC-код и сравнить его с полученным кодом. Вся арифметика выполняется по модулю 2 (без переноса).

Коды исключительных ситуаций приведены в таблице. Когда ИСПОЛНИТЕЛЬ обнаруживает одну из этих ошибок, он посылает ответное сообщение ЗАКАЗЧИКУ, содержащее адрес ИСПОЛНИТЕЛЯ, код функции, код ошибки и контрольную сумму. Для указания на то, что ответное сообщение – это уведомление об ошибке, старший бит поля кода функции устанавливается в 1.

Коды ошибок

Таблица 7

Код	Название	Смысл
01	ILLEGAL FUNCTION	Функция в принятом сообщении не поддерживается на данном ИСПОЛНИТЕЛЕ.
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес, указанный в поле данных, является недопустимым для данного ИСПОЛНИТЕЛЯ.
03	ILLEGAL DATA VALUE	Значения в поле данных недопустимы для данного ИСПОЛНИТЕЛЯ.
04	SLAVE DEVICE FAILURE	ИСПОЛНИТЕЛЬ не может записать данные во FLASH память.

### Б.3 Функции

Цель данного раздела - определить общий формат соответствующих команд, доступных программисту системы MODBUS. В разделе описаны формат каждого запросного сообщения, выполняемая функция и формат нормального ответного сообщения.

Функция 03 (Чтение регистров/Read Holding Registers)

Применяется для чтения двоичного содержания регистров ИСПОЛНИТЕЛЯ.

ЗАПРОС:

Сообщение запроса специфицирует начальный регистр и количество регистров для чтения. Нумерация регистров начинается с 0 (регистры 1-16 нумеруются как 0-15).

Запрос на чтение регистров 42-43 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 8

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	03	03
2	[1]	Начальный адрес	000В	00
3	[0]			0В
4	[1]	Количество регистров	0002	00
5	[0]			02
6	[1]	Контрольная сумма	В5С9	В5
7	[0]			С9

ОТВЕТ:

Данные регистров в ответе передаются как два байта на регистр. Байты регистров передаются старшим байтом вперед. Количество регистров передаваемых за одно обращение определяется возможностями ИСПОЛНИТЕЛЯ.

Ответ на команду чтение регистров 42-43 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 9

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	03	03
2		Счётчик байт	04	
3	[1]	Данные регистр 11	0000	00
4	[0]			00
5	[1]	Данные регистр 12	D20F	D2
6	[0]			0F
7	[1]	Контрольная сумма	E697	E6
8	[0]			97

Функция 04 (Чтение регистров/Read Input Registers)

Применяется для чтения двоичного содержания регистров ИСПОЛНИТЕЛЯ.

ЗАПРОС:

Сообщение запроса специфицирует начальный регистр и количество регистров для чтения. Нумерация регистров начинается с 0 (регистры 1-16 нумеруются как 0-15).

Запрос на чтение регистров 42-43 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 10

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	03	03
2	[1]	Начальный адрес	000B	00
3	[0]			0B
4	[1]	Количество регистров	0002	00
5	[0]			02
6	[1]	Контрольная сумма	B5C9	B5
7	[0]			C9

ОТВЕТ:

Данные регистров в ответе передаются как два байта на регистр. Байты регистров передаются старшим байтом вперед. Количество регистров передаваемых за одно обращение определяется возможностями ИСПОЛНИТЕЛЯ.

Ответ на команду чтение регистров 42-43 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 11

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	03	03
2		Счётчик байт	04	
3	[1]	Данные регистр 11	0000	00
4	[0]			00
5	[1]	Данные регистр 12	D20F	D2
6	[0]			0F
7	[1]	Контрольная сумма	E697	E6
8	[0]			97

Функция 06 (Запись одного регистра/Preset Single Register )

Применяется для записи значения в единичный регистр. При широковещательной передаче на всех ИСПОЛНИТЕЛЯХ устанавливается один и тот же регистр.

Обычно используется для первоначальной установки адреса ИСПОЛНИТЕЛЯ.

ЗАПРОС:

Запрос содержит ссылку на регистр, который необходимо установить и значение, которое надо в него записать.

Запрос на запись регистра 00 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 12

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	06	06
2	[1]	Адрес регистра	0000	00
3	[0]			00
4	[1]	Данные	0100	01
5	[0]			00
6	[1]	Контрольная сумма	885A	88
7	[0]			5A

ОТВЕТ:

Нормальный ответ повторяет запрос.

Ответ на запрос записи регистра 00 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 13

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	06	06
2	[1]	Адрес регистра	0000	00
3	[0]			00
4	[1]	Данные	0100	01
5	[0]			00
6	[1]	Контрольная сумма	885A	88
7	[0]			5A

#### Функция 16 (Запись в регистры/Preset Multiple Regs)

Применяется для записи значений в последовательность регистров. Запрос указывает регистры для записи, их количество и данные, которые содержатся в поле данных запроса.

Количество регистров записываемых за одно обращение определяется возможностями ИСПОЛНИТЕЛЯ.

#### ЗАПРОС:

Запрос содержит ссылку на регистр, который необходимо установить и значение, которое надо в него записать.

Запрос на запись в регистры с 0 по 2 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 14

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	10	10
2	[1]	Начальный адрес	0000	00
3	[0]			00
4	[1]	Количество регистров	0003	00
5	[0]			03
6	-	Счётчик байт	06	06
7	[1]	Данные	0119	01
8	[0]			19
9	[1]	Данные	0405	04
8	[0]			05
10	[1]	Данные	0204	03
11	[0]			04
12	[1]	Контрольная сумма	EВ01	EВ
13	[0]			01

#### ОТВЕТ:

Нормальный ответ содержит адрес ИСПОЛНИТЕЛЯ, код функции, начальный адрес, и количество регистров.

Ответ на запрос записи регистров 0-2 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1.

Таблица 15

Номер байта	Номер байта в числе	Условное обозначение	Пример	
0	-	Адрес	01	01
1	-	Функция	10	10
2	[1]	Начальный адрес	0000	00
3	[0]			00
4	[1]	Количество регистров	0003	00
5	[0]			03
6	[1]	Контрольная сумма	8008	80
7	[0]			08

Для контроля записи регистров можно послать запрос на чтение регистров 0-2 ИСПОЛНИТЕЛЯ с адресом 1: 01 03 00 00 00 03 05 СВ и если всё было записано правильно, от ИСПОНИТЕЛЯ придёт ответ: 01 03 06 01 19 04 05 02 04 2С F4.

#### Б.4 Описание регистров УрТ

Ниже приведена структура данных, используемая для настройки МК-26-4. Все параметры структуры доступны для записи (функция 16) и чтения (функция 3) с помощью функций протокола Modbus.

```
typedef struct {
    _U8  algoritm;    // настройка датчика уровня
                    // +1-работа,+2-не коды,+4-10мгц,
                    // +8-откл.калибровку,+16-перезагрузка,+32-медианный фильтр,
                    // +64-кусочно-линейная аппроксимация,+128-протокол цунами
    _U8  object;     // адрес ИСПОЛНИТЕЛЯ
    _U8  hmax;       // глубина настройки датчика
    _U8  status;     // выбор кодов T-CODE для I-DATA & P-CODE
    _U8  tnav;       // количество точек для осреднения температуры
    _U8  hnav;       // количество точек для осреднения уровня
    _U8  daccfg;     // SF, настройка фильтра АЦП
    _U8  ptoh;       // преобразование давления в уровень воды
    _U8  cfg1;       // далее регистры настройки АЦП
    _U8  cfg0;
    _U8  cfg01;
    _U8  cfg00;
    _U8  cfg10;
    _U8  cfg02;
    _U8  cfg12;
    _U8  cfg11;
    _U16 ru[8];     // давление пресса на датчик в сопоставимых току единицах в
                    // интервале 4000 ÷ 20000 микроампер
}
```

```

_U16 hx[5][8]; // 16-битное значение АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующее
// давлению пресса для каждой температуры (до 5-ти значений)
_U16 px[5][8]; // ток в цепи питания датчика в микроамперах в зависимости от
// 16-битного значения ЦАП для каждой температуры
// (до 5-ти значений)
_U16 tx[8]; // 16-битное значение АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующее
// температуре окружающей среды
_U16 ty[8]; // температура окружающей среды в тысячных долях градус
// (°C * 1000)
_U16 id; //идентификатор датчика
//*****
_U16 uVal[2]; // 16-битные значения кода АЦП для каналов 0 и 1
_U16 ufVal[2]; // значения уровня и температуры в целых числах
// температуры * 1000
// уровень * 100 в сантиметрах
_F32 fVal[2]; // значения уровня и температуры
} eepromData;

```

Последние 32 байта структуры данных, 4 числа целых без знака uVal[2], ufVal[2] и 2 числа с плавающей запятой fVal[2], доступны только для чтения (функция 3). Каждая пара байт структуры данных соответствует регистру протокола Modbus. Подробнее соответствие содержимого структуры данных и регистров протокола Modbus будет описано ниже.

## Регистры настройки МК-26-4

Таблица 16

Номер регистра	Номер байта	Структура	Описание
0	0	object	адрес ИСПОЛНИТЕЛЯ
	1	algorithm	настройка метекомплекса
1	2	status	какие точки массива температур используются для поправок к давлению
	3	hmax	глубина настройки датчика
2	4	nhav	количество точек для осреднения влажности
	5	ntav	количество точек для осреднения температуры
3	6	ptoh	коэффициент преобразования давления в уровень воды
	7	daccfg	
4	8	cfg0	
	9	cfg1	
5	10	cfg[0][0]	
	11	cfg[0][1]	
6	12	cfg[1][2]	
	13	cfg[0][0]	
7	14	cfg[1][1]	
	15	cfg[1][2]	
8 ÷ 15	с 16 по 31	py[i]	давление пресса на датчик в сопоставимых току единицах в интервале 4000 ÷ 20000 микроампер
16 ÷ 23	с 32 по 47	hx <sub>0</sub> [i]	16-битные значения кодов АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующие давлениям пресса для первого значения температуры
24 ÷ 31	с 48 по 63	hx <sub>1</sub> [i]	16-битные значения кодов АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующие давлениям пресса для второго значения температуры
32 ÷ 39	с 64 по 79	hx <sub>2</sub> [i]	16-битные значения кодов АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующие давлениям пресса для третьего значения температуры
40 ÷ 47	с 80 по 95	hx <sub>3</sub> [i]	16-битные значения кодов АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующие давлениям пресса для четвертого значения температуры
48 ÷ 55	с 96 по 111	hx <sub>4</sub> [i]	16-битные значения кодов АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующие давлениям пресса для пятого значения температуры
56 ÷ 63	с 112 по 127	hx <sub>5</sub> [i]	16-битные значения кодов АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующие давлениям пресса для пятого значения температуры
64 ÷ 71	с 128 по 143	hx <sub>6</sub> [i]	16-битные значения кодов АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующие давлениям пресса для шестого значения температуры
72 ÷ 79	с 144 по 159	hx <sub>7</sub> [i]	16-битные значения кодов АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующие давлениям пресса для седьмого значения температуры
80 ÷ 87	с 160 по 175	px <sub>0</sub> [i]	токи в цепи питания датчика в микроамперах в зависимости от значения ЦАП (8 значений от 1000 до 60500) для первой температуры
88 ÷ 95	с 176 по 191	px <sub>1</sub> [i]	токи в цепи питания датчика в микроамперах в зависимости от значения ЦАП (8 значений от 1000 до 60500) для последней температуры
96 ÷ 103	с 192 по 207	tx[i]	16-битное значение АЦП в интервале 0 ÷ 65535, соответствующее температуре окружающей среды
104 ÷ 111	с 208 по 223	ty[i]	температура окружающей среды в тысячных долях градуса (°C * 1000)
112	224	id	идентификатор
	225		

## Регистры результатов измерений

Таблица 17

Номер регистра	Номер байта	Структура	Параметр
113	226	uVal[0]	код давления
	227		
114	228	uVal[1]	код температуры
	229		
115	230	ufVal[0]	уровень в целых
	231		
116	232	ufVal[1]	температура в целых
	233		
117	234	fVal[0]	Уровень
	235		
118	236	fVal[0]	Уровень
	237		
119	238	fVal[1]	Температура
	239		
120	240	fVal[1]	Температура
	241		

В МК-26-4 результаты измерения можно использовать для восстановления морского волнения. Результаты измерения давления воды с частотой 4 герца доступны для чтения с помощью функции 4. Начиная с адреса 0 можно прочитать 5 чисел с плавающей запятой (по 2 ЛАНИ.416215.001 РЭ



регистра в каждом), 1 значение – температура воды и затем 4 значения давления, измеренные с интервалом 250 миллисекунд, что позволяет опрашивать МК-26-4 с периодом 1 секунда (250 мск с помощью функции 3) и не потерять данные.

Прежде чем использовать полученные числа надо проверить их пригодность для обработки. В МК-26-4 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).

## Б.5 Содержимое регистров MODBUS-RTU протокола регистратора цунами

Таблица 18

Номер регистра	Параметр	Время измерения
0	H <sub>-14</sub>	«Текущее время» - 14 минут
1		
2	H <sub>-13</sub>	«Текущее время» - 13 минут
3		
4	H <sub>-12</sub>	«Текущее время» - 12 минут
5		
6	H <sub>-11</sub>	«Текущее время» - 11 минут
7		
8	H <sub>-10</sub>	«Текущее время» - 10 минут
9		
10	H <sub>-09</sub>	«Текущее время» - 09 минут
11		
12	H <sub>-08</sub>	«Текущее время» - 08 минут
13		
14	H <sub>-07</sub>	«Текущее время» - 07 минут
15		
16	H <sub>-06</sub>	«Текущее время» - 06 минут
17		
18	H <sub>-05</sub>	«Текущее время» - 05 минут
19		
20	H <sub>-04</sub>	«Текущее время» - 04 минуты
21		
22	H <sub>-03</sub>	«Текущее время» - 03 минуты
23		
24	H <sub>-02</sub>	«Текущее время» - 02 минуты
25		
26	H <sub>-01</sub>	«Текущее время» - 01 минута
27		
28	<b>H<sub>00</sub></b>	<b>Текущее значение уровня</b>
29		
30	T <sub>-14</sub>	«Текущее время» - 14 минут
31		
32	T <sub>-13</sub>	«Текущее время» - 13 минут
33		
34	T <sub>-12</sub>	«Текущее время» - 12 минут
35		
36	T <sub>-11</sub>	«Текущее время» - 11 минут
37		
38	T <sub>-10</sub>	«Текущее время» - 10 минут
39		
40	T <sub>-09</sub>	«Текущее время» - 09 минут
41		
42	T <sub>-08</sub>	«Текущее время» - 08 минут
43		
44	T <sub>-07</sub>	«Текущее время» - 07 минут
45		
46	T <sub>-06</sub>	«Текущее время» - 06 минут
47		
48	T <sub>-05</sub>	«Текущее время» - 05 минут
49		
50	T <sub>-04</sub>	«Текущее время» - 04 минуты
51		
52	T <sub>-03</sub>	«Текущее время» - 03 минуты
53		
54	T <sub>-02</sub>	«Текущее время» - 02 минуты
55		
56	T <sub>-01</sub>	«Текущее время» - 1 минута
57		
58	<b>T<sub>-00</sub></b>	<b>Текущее значение температуры</b>
59		
60	TIME	Время работы уровнемера в 1/16 секунды
61		

Каждое значение, среднее за минуту, занимает 4 байта или 2 регистра протокола Modbus-RTU. В случае плохих данных или отсутствии измерений 4 байта заполняются числом 0xFFFFFFFF (все 32 бита единицы). Протокол включается, если в поле algorithm установлен ЛАНИ.416215.001 РЭ

бит (+128). В этом случае при чтении регистров функцией 3 с 0-го по 61-ый регистры включительно передаются осредненные за минуту значения уровня и температуры воды, измеренные в течение последних 15 минут.

Этот протокол используется в системе предупреждения о цунами для связи с регистратором цунами – береговым блоком. Таким образом УрТ можно использовать вместо регистратора цунами.



