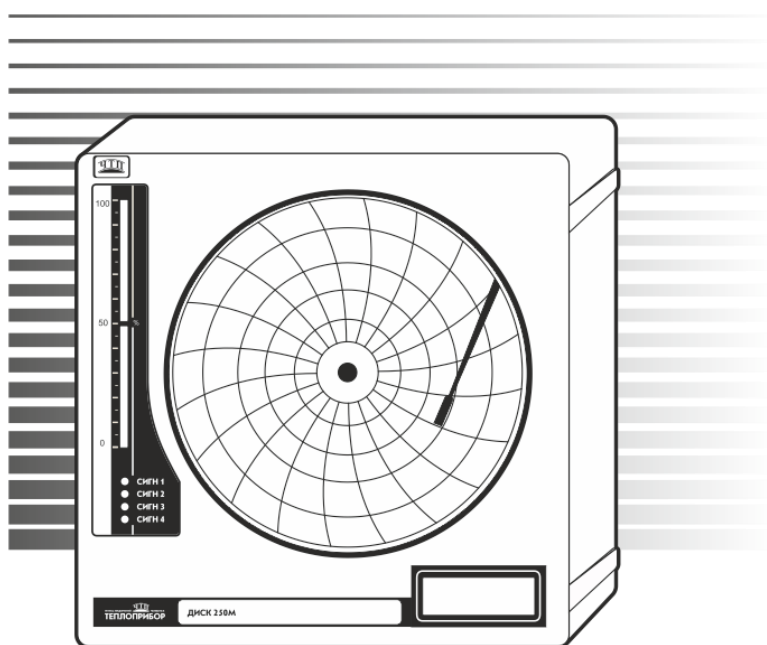




Прибор показывающий  
и регистрирующий

# ДИСК 250М

2.556.086 Д



● ПРОТОКОЛ ОБМЕНА



Настоящий протокол обмена 2.556.086 Д является приложением к 2.556.086 РЭ и содержит описание модификации протокола MODBUS ДИСК-250М для связи с персональным компьютером.

В описании переменных протокола во всем документе применяются следующие сокращения:

**0xYY** – адрес в шестнадцатеричной системе исчисления. Например, 0x3A соответствует десятичному числу **58**.

Запись **0x1AB LO**, означает, что указанный параметр содержится в младшем (LO) байте регистра 0x1AB. Запись **0x1AB HI**, означает, что указанный параметр содержится в старшем (HI) байте регистра 0x1AB.

## 1 ПРОТОКОЛ MODBUS

### 1.1 Введение

Протокол обмена предназначен для связи между приборами, объединенными в сеть с организацией обмена по принципу «MASTER - SLAVE» («Ведущий – ведомый»). При этом лишь MASTER может инициировать операции, называемые ЗАПРОС. SLAVE на ЗАПРОС формируют сообщение ОТВЕТ.

Обмен осуществляется в режиме последовательной передачи. Параметры последовательного обмена должны быть одинаковы для всех приборов в сети MODBUS и иметь следующий формат: 1 старт-бит, 8 бит данных, 1 стоп-бит.

Протокол MODBUS определяет структуру сообщений ЗАПРОС и ОТВЕТ. Каждый байт в сообщении посылается как два знака ASCII. Главным преимуществом данного режима является то, что он позволяет иметь различные интервалы времени между посылками, без появления ошибки.

### 1.2 Формат сообщения

Формат сообщения представлен на рисунке 1. Любой байт адреса, команды или данных представляется в виде двух ASCII знаков: в числе 0x62 знаки «6» и «2» представляются и передаются, как 0x36 и 0x32.

Старт	Адрес	Команда	Данные	КС	Стоп
1 знак	2 знака	2 знака	N знаков	2 знака	2 знака

Рисунок 1 – Формат сообщения

### 1.3 Маркер начала сообщения

Сообщения начинаются маркером начала сообщения – знаком двоеточия (:), (0x3A), заканчиваются маркером конца сообщения – двумя байтами (0xD и 0xA).

### 1.3.1 Поле адреса

Поле адреса содержит два знака. Адреса SLAVE находятся в десятичном диапазоне 0 - 127. Адрес 0 присваивается SLAVE, которые должны отвечать на ЗАПРОС с любым адресом.

При формировании запроса MASTER в поле адреса сообщения устанавливает адрес запрашиваемого SLAVE, в ответе в поле адреса возвращается адрес SLAVE.

### 1.3.2 Поле команды

Поле команд содержит два знака - код команды. В ЗАПРОСЕ поле кода команды указывает устройству SLAVE, какое действие предпринять. В ОТВЕТЕ поле команды служит для подтверждения приема ЗАПРОСА. В случае приема без ошибок поле команды повторяет код команды.

При ошибке поле команды содержит признак ошибки, сформированный, как код команды, в старшем бите которого значение 1, дополнительно в поле данных ОТВЕТА помещается уникальный код ошибки.

Коды ошибок приведены в **приложении Б**.

Например, в поле команды запроса содержится код команды

0x03 (0000 0011 b) – команда “Считать информацию регистров настроек”.

Если SLAVE без ошибок принял ЗАПРОС, то в поле адреса ОТВЕТА повторяется исходный код команды 0x03 (0000 0011 b), в случае ошибки ОТВЕТ содержит признак ошибки и код ошибки (см. рисунок 2).

<b>ОТВЕТ</b>	
<i>Название поля</i>	
Поле адреса SLAVE	0x5 (0000 0101 b)
Поле команды	0x83 (1000 0011 b)
Поле данных	0x20 (0010 0000 b)
КС	---

**Рисунок 2** – Структура ОТВЕТА в случае ошибки

### 1.3.3 Поле данных

Поле данных содержит:

- в ЗАПРОСЕ – дополнительную информацию, которую использует SLAVE для выполнения команды.

- В ОТВЕТЕ, при отсутствии ошибок – запрашиваемые данные, в случае ошибки – код ошибки (см. рисунок 2).

### 1.3.4 Поле контрольной суммы (КС)

Поле контрольной суммы содержит два знака. Значение КС вычисляется передающим устройством и добавляется к сообщению. Принимающее устройство во время приема сообщения вычисляет КС и сравнивает вычисленное и принятое значения. Несовпадение этих двух значений является ошибкой.

### 1.3.5 Поле расчета (КС)

– Сложить все байты в сообщении, за исключением маркеров начала и конца сообщения в однобайтном поле, исключая перенос.

– Выполнить операцию “дополнение до единицы” (вычесть полученное значение из числа 0xFF).

– Выполнить операцию “дополнение до двух”, прибавив число 0x01 к полученному результату п.2. Пример такой операции показан в таблице 1.

**Таблица 1**

Адрес	0x02	0000 0010 b
Поле команды	0x01	0000 0001 b
Поле данных 1	0x00	0000 0000 b
Поле данных 2	0x00	0000 0000 b
Поле данных 3	0x00	0000 0000 b
Поле данных 4	0x08	0000 1000 b
<hr/>		
Результат п.1	0x0B	0000 1011 b
Результат п.2	0xF4	1111 0100 b
КС (Результат п.3)	0xF5	1111 0101 b

## 2 КОМАНДЫ

### 2.1 Команда 0x03. Считать значения регистров настроек

**Команда 0x03** служит для чтения регистров настроек.

**ЗАПРОС** определяет адрес SLAVE, начальный адрес и число регистров настроек, значение которых необходимо считать.

Адреса регистров настроек приведены в **приложении А** (таблица А.1).

На рисунке 3 приведен пример ЗАПРОСА на чтение регистров настроек 0x02 - 0x04 SLAVE с адресом 17 (0x11):

<b>ЗАПРОС</b>		
Название поля		
Адрес SLAVE		0x11
Код команды		0x03
Начальный адрес	HI	0x00
	LO	0x01
Число регистров	HI	0x00
	LO	0x03
КС		--

**Рисунок 3 – Структура ЗАПРОСА команды 0x03**

**ОТВЕТ** содержит адрес SLAVE, код команды, поле регистров настроек и число байт в поле регистров настроек. Содержимое регистра является шестнадцатиразрядным числом (два байта). На рисунке 4 приведен пример ОТВЕТА на ЗАПРОС.

<b>ОТВЕТ</b>		
Название поля		
Адрес SLAVE		0x11
Код команды		0x03
Число байт		0x06
Регистр настроек 0x02	HI	0x00
	LO	0x0A
Регистр настроек 0x03	HI	0x00
	LO	0x0B
Регистр настроек 0x04	HI	0x00
	LO	0x0C
КС		--

Рисунок 4 – Структура ОТВЕТА команды 0x03

## 2.2 Команда 0x04. Считать информацию регистров данных

**Команда 0x04** служит для чтения регистров данных.

ЗАПРОС определяет адрес SLAVE, начальный адрес и число регистров данных, значения которых необходимо считать. Адреса регистров данных приведены в приложении А (таблица А.2). На рисунке 5 приведен пример запроса на считывание регистров данных 0x02 - 0x04 SLAVE с адресом 17 (0x11):

<b>ЗАПРОС</b>		
Название поля		
Адрес SLAVE		0x11
Код команды		0x04
Начальный адрес	HI	0x00
	LO	0x01
Число регистров	HI	0x00
	LO	0x03
КС		--

Рисунок 5 – Структура ЗАПРОСА команды 0x04.

**ОТВЕТ** содержит адрес SLAVE, код команды, поле регистров данных и число байт в поле регистров данных. Содержимое регистра является шестнадцатиразрядным числом и содержит два байта.

На рисунке 6 приведен пример ОТВЕТА на ЗАПРОС.

<b>ОТВЕТ</b>		
Название поля		
Адрес SLAVE		0x11
Код команды		0x04
Число байт		0x06
Регистр данных 0x02	HI	0x00
	LO	0x0A
Регистр данных 0x03	HI	0x00
	LO	0x0B
Регистр данных 0x04	HI	0x00
	LO	0x0C
КС		--

Рисунок 6 – Структура ОТВЕТА команды 0x04

## 2.3 Команда 0x10. Установить значение регистров настроек.

**Команда 0x10** служит для установки значений регистров настроек.

Регистры настройки SLAVE могут иметь статус “только чтение”, при попытке установить в них новое значение остаются без изменений.

**ЗАПРОС** определяет адрес SLAVE, начальный адрес, число регистров настроек, поле регистров настроек и число байт в поле регистров настроек.

Адреса регистров настроек приведены в приложении А (таблица А.1).

На рисунке 7 приведен пример ЗАПРОСА на установку значений регистров настроек 0x02 - 0x04 SLAVE с адресом 17 (0x11):

<b>ЗАПРОС</b>			
Название поля			
Адрес SLAVE			0x11
Код команды			0x10
Начальный адрес	HI		0x00
	LO		0x01
Число регистров	HI		0x00
	LO		0x03
Число байт			0x06
Регистр настройки 0x02	HI		0x00
	LO		0x0A
Регистр настройки 0x03	HI		0x00
	LO		0x0B
Регистр настройки 0x04	HI		0x00
	LO		0x0C
КС			--

**Рисунок 7 – Структура ЗАПРОСА команды 0x10**

**ОТВЕТ** содержит адрес SLAVE, код команды, начальный адрес и число регистров в поле регистров настроек. На рисунке 8 приведен пример ОТВЕТА на ЗАПРОС.

<b>ОТВЕТ</b>			
Название поля			
Адрес slave			0x11
Код команды			0x10
Начальный адрес HI			0x00
	LO		0x01
Число регистров HI			0x00
	LO		0x03
КС			--

**Рисунок 8 – Структура ОТВЕТА команды 0x10**

## 3 ТИПЫ ПЕРЕМЕННЫХ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

### 3.1 Типы переменных

Данный протокол поддерживает операции чтения / записи переменных следующих форматов:

- **float** – формат с плавающей запятой, длина 4 байта;

- **int** – целое число, длина 2 байта;
- **byte** – число, длиной 1 байт.

### 3.1.1 *Tup float*

Пример чтения / записи float -числа **-12.5**, расположенного по адресам 0x31 - 0x32 регистров настроек:

Регистр:	0x32 (LO)	0x32 (HI)	0x31 (LO)	0x31 (HI)
Адрес:	+3	+2	+1	+0
Формат:	SEEEEEEE	EMMMMMMM	MMMMMMMM	MMMMMMMM
Двоичный вид:	11000001	01001000	00000000	00000000
Шестнадцатеричный вид:	0xC1	0x48	0x00	0x00

S – Бит знака числа с плавающей точкой:

1 – отрицательное число, 0 – положительное число;

E – Показатель экспоненты числа с плавающей точкой;

M – Показатель мантиисы числа с плавающей точкой;

– Читаем / записываем 2 регистра, начиная с адреса 0x31 (HI).

– Полученное значение: 0xC1480000.

– Показатель мантиисы числа 10000010 = 130 dec. Вычитанием 127 из этого числа получаем реальное значение экспоненты: 3.

– Мантииса представлена следующим двоичным числом: 100100000000000000000000.

– Дописываем 1 слева от мантиисы, отделяя ее десятичной точкой: 1.100100000000000000000000.

– Сдвигаем десятичную точку на значение экспоненты (вправо, если значение положительное, иначе влево). В результате получаем двоичное представление числа с плавающей точкой: 1100.1000000000000000000000.

– Переводим целую и дробную часть в десятичный вид, учитывая знак числа. Получаем число с плавающей точкой: 0xC1480000 = -12.5.

### 3.1.2 *Tup int*

Пример считывания переменной, расположенной по адресу 0x26, имеющей тип Int:

Регистр:	0x26 (LO)	0x26 (HI)
Адрес:	+1	+0
Двоичный вид:	11101110	00101010
Шестнадцатеричный вид:	0x03	0xE7

1. Читаем один регистр по адресу 0x26.

2. Считанное значение 0x3E7 = 999.

### 3.1.3 *Tup byte*

Пример считывания переменной, расположенной по адресу 0x24, имеющей тип Byte:

Регистр:	0x24 (HI)	0x24 (LO)
Адрес:	+1	+0
Двоичный вид:	01000100	00110011
Шестнадцатеричный вид:	0x44	0xFF

Читаем один регистр по адресу 0x24. Значение переменной, согласно протоколу, находится в старшем разряде считанного слова - 0x44.



### 3.2 Структура записи архива

Данные процесса измерения периодически усредняются и записываются в энергонезависимую память – архив. Период записи данных (в секундах) определяется содержимым регистра настроек **0x26** (см. таблицу А.1). Длина архива составляет 32703 байта, что соответствует 2973 записям. Длина одной записи – 11 байт:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Час	Минуты	Секунды	Дата	месяц	год	Float - данные			Регистр состояния реле	

младший байт

старший байт

Архив организован по кольцевому принципу. Это означает, что в случае его заполнения новая (последняя) запись будет размещена на месте старой, начиная с первой записи. Распределение номеров байт записи по адресам регистров рассмотрены на примере группы регистров данных 0x10 - 0x15 «Получить последнюю запись архива» (см. таблицу А.2).

0x10 - HI	0x10 - LO	0x11 - HI	0x11 - LO	0x12 - HI	0x12 - LO
Час	минуты	секунды	дата	месяц	Год

0x13 - HI	0x13 - LO	0x14 - HI	0x14 - LO	0x15 - HI	0x15 - LO
данные float				Регистр состояния реле	резерв

В случае обрыва датчика, в поле «Данные» записывается число 100000.

### 3.3 Структура программы регулирования

Программа регулирования позволяет реализовать программный режим управления объектом. Программа хранится в энергонезависимой памяти прибора. Количество циклов перепрограммирования не ограничено.

Программа регулирования состоит из шагов, максимальное количество которых не должно превышать 30. Один шаг программы содержит информацию о значениях параметра регулирования и времени.

На рисунке 9 в качестве примера показан график программы изменения температуры объекта регулирования. Данные для каждого шага программы регулирования приведены в таблице 2. Отсчет времени происходит от момента запуска программы регулирования (переход в автоматический режим регулирования).

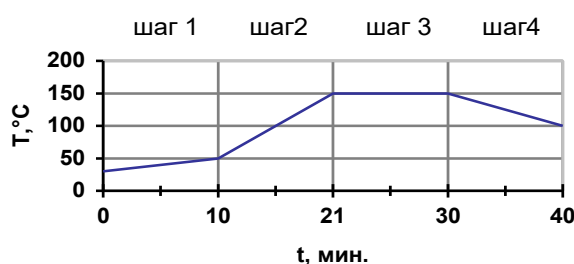


Рисунок 9

Таблица 2

Номер шага	Данные для программы
1	10 мин, 50 °C
2	11 мин, 150 °C
3	9 мин, 150 °C
4	10 мин, 100 °C

Данные о шагах программы последовательно размещаются в регистрах программы регулирования, начиная с адреса **0x41** (см. таблицу А.1). Конец программы отмечается символом **0xFF**. Ниже приведена структура шага №1 и распределение данных программы по регистрам.

0x41 - HI	0x41 - LO	0x42 – HI	0x42 – LO	0x43 – HI	0x43 – LO
Час	Минуты	данные float			

Номер шага	Номер регистра	Данные
1	0x41- HI	0
	0x41- LO	10
	0x42 - 0x43	50,0
2	0x44 - HI	0
	0x44 - LO	11
	0x45 - 0x46	150,0
3	0x47 - HI	0
	0x47 - LO	9
	0x48 - 0x49	150,0
4	0x4A - HI	0
	0x4A - LO	10
	0x4B - 0x4C	100,0
конец программы	0x4D	0xFF

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**СОДЕРЖАНИЕ РЕГИСТРОВ ПАМЯТИ ПРИБОРА**  
**(Справочное)**

**Таблица А.1** – Регистры настройки

<b>Адрес</b>	<b>Описание регистра</b>																						
0x00	HI - тип прибора (7); LO - Версия ПО																						
0x01	Дата выпуска: HI - месяц; LO – Год от 0 до 99																						
0x02	Серийный номер прибора																						
0x03	Параметры обмена: LO – адрес устройства в сети; HI - скорость обмена: 0 – 2400      4 – 38400 1 – 4800      5 – 57600 2 – 9600      6 - 115200 3 – 19200																						
0x04 - 0x05	Пароль №1, float – число.																						
0x06 - 0x07	Пароль №2, float – число.																						
0x08	Режим измерения. HI – тип измерения; LO - тип диапазона <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th><b>Тип измерения</b></th> <th><b>Тип диапазона</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">0 – унифицированный сигнал тока</td> <td>0 - (0...5) мА</td> </tr> <tr> <td>1 - (4...20) мА</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">1 - унифицированный сигнал напряжения</td> <td>0 - (0...10) мВ</td> </tr> <tr> <td>1 - (0...100) мВ</td> </tr> <tr> <td>2 - (0...1) В</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2 - термопара S</td> <td>0 - (0...1300) °С</td> </tr> <tr> <td>1 - (0...1600) °С</td> </tr> <tr> <td>2 - (500...1300) °С</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">3 - термопара К 7 - термопара N</td> <td>0 - (0...400) °С</td> </tr> <tr> <td>1 - (0...600) °С</td> </tr> <tr> <td>2 - (0...800) °С</td> </tr> <tr> <td>3 - (0...900) °С</td> </tr> <tr> <td>4 - (0...1100) °С</td> </tr> <tr> <td>5 - (0...1300) °С</td> </tr> <tr> <td>6 - (200...600) °С</td> </tr> <tr> <td>7 - (200...1200) °С</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Тип измерения</b>	<b>Тип диапазона</b>	0 – унифицированный сигнал тока	0 - (0...5) мА	1 - (4...20) мА	1 - унифицированный сигнал напряжения	0 - (0...10) мВ	1 - (0...100) мВ	2 - (0...1) В	2 - термопара S	0 - (0...1300) °С	1 - (0...1600) °С	2 - (500...1300) °С	3 - термопара К 7 - термопара N	0 - (0...400) °С	1 - (0...600) °С	2 - (0...800) °С	3 - (0...900) °С	4 - (0...1100) °С	5 - (0...1300) °С	6 - (200...600) °С	7 - (200...1200) °С
<b>Тип измерения</b>	<b>Тип диапазона</b>																						
0 – унифицированный сигнал тока	0 - (0...5) мА																						
	1 - (4...20) мА																						
1 - унифицированный сигнал напряжения	0 - (0...10) мВ																						
	1 - (0...100) мВ																						
	2 - (0...1) В																						
2 - термопара S	0 - (0...1300) °С																						
	1 - (0...1600) °С																						
	2 - (500...1300) °С																						
3 - термопара К 7 - термопара N	0 - (0...400) °С																						
	1 - (0...600) °С																						
	2 - (0...800) °С																						
	3 - (0...900) °С																						
	4 - (0...1100) °С																						
	5 - (0...1300) °С																						
	6 - (200...600) °С																						
7 - (200...1200) °С																							

## продолжение таблицы А.1

Адрес	Описание регистра	
0x08		8 - (400...900) °C
		9 - (600...1100) °C
		10 - (700...1300) °C
	4 - термопара L	0 - (-50...50) °C
		1 - (-50...150) °C
		2 - (-50...200) °C
		3 - (0...100) °C
		4 - (0...200) °C
		5 - (0...300) °C
		6 - (0...400) °C
		7 - (0...600) °C
		8 - (200...600) °C
		9 - (200...800) °C
	5 - термопара В	0 - (300...1000) °C
		1 - (1000...1600) °C
		2 - (500...1800) °C
		3 - (1000...1800) °C
	6 - термопара А1	(0...2200) °C
	8 - термопара J	(0...2200) °C
	9 – термометры сопротивлений 100 П 10 – термометры сопротивлений Pt100 12 – термометры сопротивлений 50 П	0 - (-120...30) °C
		1 - (-70...180) °C
		2 - (0...100) °C
		3 - (0...150) °C
		4 - (0...200) °C
5 - (0...300) °C		
6 - (0...400) °C		
11 – термометры сопротивлений 100 М	0 - (-50...50) °C	
	1 - (-50...100) °C	
13 – термометры сопротивлений 50 М	2 - (0...100) °C	
	3 - (0...180) °C	
14 – РК15	(700...1500) °C	
15 – РК20	(800...1900) °C	
16 – РС20	(900...2000) °C	

## продолжение таблицы А.1

Адрес	Описание регистра																
0x09	HI – Закон регулирования; LO – резерв <table border="1" data-bbox="561 318 1203 607"> <thead> <tr> <th data-bbox="561 318 676 400">Код</th> <th data-bbox="676 318 1203 400">Закон регулирования</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="561 400 676 443">0</td> <td data-bbox="676 400 1203 443">регулирование выключено</td> </tr> <tr> <td data-bbox="561 443 676 486">1</td> <td data-bbox="676 443 1203 486">ПИД – С</td> </tr> <tr> <td data-bbox="561 486 676 528">2</td> <td data-bbox="676 486 1203 528">ПИД – S</td> </tr> <tr> <td data-bbox="561 528 676 571">3</td> <td data-bbox="676 528 1203 571">ПИД – H/C</td> </tr> <tr> <td data-bbox="561 571 676 607">4</td> <td data-bbox="676 571 1203 607">ON/OFF</td> </tr> </tbody> </table>	Код	Закон регулирования	0	регулирование выключено	1	ПИД – С	2	ПИД – S	3	ПИД – H/C	4	ON/OFF				
	Код	Закон регулирования															
	0	регулирование выключено															
	1	ПИД – С															
	2	ПИД – S															
	3	ПИД – H/C															
4	ON/OFF																
0x0A	HI – Период оборота диска; LO – период усреднения фильтра: (1...99) с <table border="1" data-bbox="655 703 1082 1039"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="655 703 1082 745">Период оборота диска</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="655 745 847 788">0 – 1 ч</td> <td data-bbox="847 745 1082 788">6 – 48 ч</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 788 847 831">1 – 2 ч</td> <td data-bbox="847 788 1082 831">7 – 72 ч</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 831 847 873">2 – 4 ч</td> <td data-bbox="847 831 1082 873">8 – 96 ч</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 873 847 916">3 – 8 ч</td> <td data-bbox="847 873 1082 916">9 – 120 ч</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 916 847 958">4 – 12 ч</td> <td data-bbox="847 916 1082 958">10 – 144 ч</td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 958 847 1001">5 – 24 ч</td> <td data-bbox="847 958 1082 1001">11 – 168 ч</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="655 1001 1082 1039">12 – 192 ч</td> </tr> </tbody> </table>	Период оборота диска		0 – 1 ч	6 – 48 ч	1 – 2 ч	7 – 72 ч	2 – 4 ч	8 – 96 ч	3 – 8 ч	9 – 120 ч	4 – 12 ч	10 – 144 ч	5 – 24 ч	11 – 168 ч	12 – 192 ч	
	Период оборота диска																
	0 – 1 ч	6 – 48 ч															
	1 – 2 ч	7 – 72 ч															
	2 – 4 ч	8 – 96 ч															
	3 – 8 ч	9 – 120 ч															
	4 – 12 ч	10 – 144 ч															
5 – 24 ч	11 – 168 ч																
12 – 192 ч																	
0x0B - 0x0C	Значение уставки реле №4, float – число.																
0x0D - 0x0E	Значение уставки реле №3, float – число.																
0x0F - 0x10	Значение уставки реле №2, float – число.																
0x11 - 0x12	Значение уставки реле №1, float – число.																
0x13 - 0x14	Значение гистерезиса уставки реле №4, float – число.																
0x15 - 0x16	Значение гистерезиса уставки реле №3, float – число.																
0x17 - 0x18	Значение гистерезиса уставки реле №2, float – число.																
0x19 - 0x1A	Значение гистерезиса уставки реле №1, float – число.																
0x1B - 0x1C	Значение поправки к показаниям термодатчика (ТС, ТП, пирометр), float – число.																
0x1D - 0x1E	Значение поправки к измерению температуры холодного спая, float – число.																
0x1F - 0x20	Начальное значение диапазона масштабирования для входных унифицированных сигналов (УС), float – число.																
0x21 - 0x22	Конечное значение диапазона масштабирования (для УС), float – число.																
0x23	HI – Регистр масштабирования; LO – дополнительный регистр настроек																
	<table border="1" data-bbox="357 1794 1402 2004"> <thead> <tr> <th data-bbox="357 1794 608 1836">№ разряда</th> <th data-bbox="608 1794 1402 1836">Описание разряда</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="357 1836 608 1879">0</td> <td data-bbox="608 1836 1402 1879">Разрешение функции корнеизвлечения</td> </tr> <tr> <td data-bbox="357 1879 608 1921">1</td> <td data-bbox="608 1879 1402 1921">Разрешение масштабирования</td> </tr> <tr> <td data-bbox="357 1921 608 2004">2</td> <td data-bbox="608 1921 1402 2004">Разрешение дистанционного управления реле</td> </tr> </tbody> </table>	№ разряда	Описание разряда	0	Разрешение функции корнеизвлечения	1	Разрешение масштабирования	2	Разрешение дистанционного управления реле								
	№ разряда	Описание разряда															
	0	Разрешение функции корнеизвлечения															
1	Разрешение масштабирования																
2	Разрешение дистанционного управления реле																
0	Разрешение функции корнеизвлечения																
1	Разрешение масштабирования																
2	Разрешение дистанционного управления реле																

## продолжение таблицы А.1

Адрес	Описание регистра						
0x23	3	Ручной режим регулирования - «1», программный режим регулирования - «0».					
	4	3-х проводная схема подключения датчика ТС - «1», 4-х проводная схема – «0».					
	5	Занято системой					
	6	Занято системой					
	7	Занято системой					
	Запись «1» в разряд 2 регистра <b>блокирует</b> функцию срабатывания уставок при измерении, регистрации или регулировании. В этом случае управление реле возможно только дистанционно через <b>регистр состояния реле 0x1AB</b> .						
	Установка или сброс разрядов 5 – 7 регистра запрещена.						
<b>Описание дополнительного регистра настроек:</b>							
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="344 804 592 846">№ разряда</th> <th data-bbox="592 804 1495 846">Описание разряда</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="344 846 592 929">0</td> <td data-bbox="592 846 1495 929">0 - установлена линейная диаграмма, (0...100) %; 1 – установлена нелинейная диаграмма.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="344 929 592 969">1</td> <td data-bbox="592 929 1495 969">1 - Установлен «обратный ход» регулирования.</td> </tr> </tbody> </table>		№ разряда	Описание разряда	0	0 - установлена линейная диаграмма, (0...100) %; 1 – установлена нелинейная диаграмма.	1	1 - Установлен «обратный ход» регулирования.
№ разряда	Описание разряда						
0	0 - установлена линейная диаграмма, (0...100) %; 1 – установлена нелинейная диаграмма.						
1	1 - Установлен «обратный ход» регулирования.						
0x24	Н1 – исходное состояние контактов реле; LO – контроль скорости сигнала.						
	Старший байт регистра (Н1) описывает начальное состояние 4-х контактов реле после включения питания.						
	№ разряда	Описание разряда					
	0	исходное состояние контактов реле №4					
	1	исходное состояние контактов реле №3					
	2	исходное состояние контактов реле №2					
	3	исходное состояние контактов реле №1					
	4	тип уставки №4					
	5	тип уставки №3					
	6	тип уставки №2					
7	тип уставки №1						
«0» - контакт реле <b>разомкнут</b> (разряды 0...3), тип уставки «меньше» (разряды 4...7).							
Младший байт регистра (LO) содержит номер реле (1...4), с которым связана функция: «Контроль скорости изменения входного сигнала». Запись числа 0 означает <b>выключение</b> данной функции. См. регистр 0x3C-0x3D.							
0x25	Н1 – положение запятой при индикации результата (для УС); LO – яркость барграфа (1...5).						
	Код	Положение запятой					
	0	00000					
	1	0000,0					
2	000,00						

## продолжение таблицы А.1

Адрес	Описание регистра																		
0x25	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">00,000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">0,0000</td> </tr> </table>	3	00,000	4	0,0000														
3	00,000																		
4	0,0000																		
0x26	Период сохранения информации в энергонезависимой памяти: (1 – 999) с, int – число.																		
0x27 - 0x28	Коэффициент пропорциональности Кп для ПИД – законов регулирования, или зона возврата для ON/OFF – закона, float – число.																		
0x29 - 0x2A	Коэффициент интегрирования Ки для ПИД – законов регулирования, float – число.																		
0x2B - 0x2C	Коэффициент дифференцирования Кд для ПИД – законов регулирования, float – число.																		
0x2D - 0x2E	Задание на регулирование, float – число.																		
0x2F - 0x30	Переходное запаздывание Т <sub>о</sub> объекта управления (ОУ), float – число.																		
0x31 - 0x32	Коэффициент эффективности К <sub>о</sub> ОУ, float – число.																		
0x33 - 0x34	Транспортное запаздывание Т <sub>z</sub> ОУ, float – число.																		
0x35 - 0x36	Время перемещения исполнительного механизма (для ПИД-S) или минимальное ограничение на сигнал управления в % (для ПИД-C), float – число.																		
0x37 - 0x38	Минимальная длительность импульса управления (для ПИД-S, ПИД-H/C) или максимальное ограничение на сигнал управления в % (для ПИД-C), float – число.																		
0x39 - 0x3B	<p>Регистры часов реального времени. Предназначены для чтения – записи показаний текущего времени и даты. Показания часов используются при сохранении данных в архив.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">0x39 HI</td> <td style="text-align: center;">0x39 LO</td> <td style="text-align: center;">0x3A HI</td> <td style="text-align: center;">0x3A LO</td> <td style="text-align: center;">0x3B HI</td> <td style="text-align: center;">0x3B LO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Се- кунды</td> <td style="text-align: center;">Ми- нуты</td> <td style="text-align: center;">Час</td> <td style="text-align: center;">Дата</td> <td style="text-align: center;">Месяц</td> <td style="text-align: center;">Год</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0 - 59</td> <td style="text-align: center;">0 - 59</td> <td style="text-align: center;">0 - 23</td> <td style="text-align: center;">1 - 31</td> <td style="text-align: center;">1 - 12</td> <td style="text-align: center;">0 - 99</td> </tr> </table> <p>Данные часов реального времени хранятся в <b>двоично-десятичном</b> формате. Например, число 45 с (регистр 0x39 HI) будет выглядеть как 0x45.</p>	0x39 HI	0x39 LO	0x3A HI	0x3A LO	0x3B HI	0x3B LO	Се- кунды	Ми- нуты	Час	Дата	Месяц	Год	0 - 59	0 - 59	0 - 23	1 - 31	1 - 12	0 - 99
0x39 HI	0x39 LO	0x3A HI	0x3A LO	0x3B HI	0x3B LO														
Се- кунды	Ми- нуты	Час	Дата	Месяц	Год														
0 - 59	0 - 59	0 - 23	1 - 31	1 - 12	0 - 99														
0x3C - 0x3D	Скорость изменения сигнала [параметр/с], float – число. Задает порог срабатывания функции: «Контроль скорости изменения входного сигнала».																		
0x3E - 0x40	Зарезервировано для возможных расширений.																		

## продолжение таблицы А.1

Адрес	Описание регистра																														
0x41 – 0x9B	Регистры программы регулирования. Регистры предназначены для чтения / записи программы регулирования прибора (смотри п.3.3).																														
0x9C- 0x9D	Коэффициент излучательной способности пирометра для коррекции выходного напряжения датчика, float – число.																														
0x9E. – .0x9F	Зарезервировано для возможных расширений.																														
0x1AB	<p>Н1 – регистр CSR; LO – регистр состояния реле</p> <p><b>Описание регистра CSR:</b></p> <table border="1" data-bbox="518 645 1337 1016"> <thead> <tr> <th data-bbox="518 645 762 689">№ разряда</th> <th data-bbox="762 645 1337 689">Описание разряда</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="518 689 762 728">0</td> <td data-bbox="762 689 1337 728">Включение уставки №4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 728 762 766">1</td> <td data-bbox="762 728 1337 766">Включение уставки №3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 766 762 804">2</td> <td data-bbox="762 766 1337 804">Включение уставки №2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 804 762 842">3</td> <td data-bbox="762 804 1337 842">Включение уставки №1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 842 762 880">4</td> <td data-bbox="762 842 1337 880">Включение термокомпенсации</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 880 762 918">5</td> <td data-bbox="762 880 1337 918">Разрешение I<sub>вых</sub> = (4...20) мА</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 918 762 956">6</td> <td data-bbox="762 918 1337 956">Регулирование по программе</td> </tr> <tr> <td data-bbox="518 956 762 1016">7</td> <td data-bbox="762 956 1337 1016">Разрешение измерения</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запись «0» в разряды 0 - 5 регистра означает включение или прерывание или иной функции.</p> <p>Запись «0» в разряд 6 регистра означает, что регулирование производится по фиксированному значению (заданию). Запись «0» в разряд 7 регистра переводит прибор в неактивное состояние, при котором функции измерения, регистрации и регулирования <b>выключены</b>.</p> <p><b>Описание регистра состояния реле:</b></p> <table border="1" data-bbox="367 1339 1495 1711"> <thead> <tr> <th data-bbox="367 1339 611 1384">№ разряда</th> <th data-bbox="611 1339 1495 1384">Описание разряда</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="367 1384 611 1422">0</td> <td data-bbox="611 1384 1495 1422">Срабатывание реле №4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="367 1422 611 1460">1</td> <td data-bbox="611 1422 1495 1460">Срабатывание реле №3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="367 1460 611 1498">2</td> <td data-bbox="611 1460 1495 1498">Срабатывание реле №2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="367 1498 611 1536">3</td> <td data-bbox="611 1498 1495 1536">Срабатывание реле №1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="367 1536 611 1711">6, 5, 4</td> <td data-bbox="611 1536 1495 1711">Размерность физической величины (результата измерения): 0 – [В], 1- [мВ], 2 – [мА], 3 – [°С], 4 – размерность неизвестна.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запись «1» в разряды 0...3 регистра означает перевод контактов соответствующего реле, в состояние, противоположное исходному (смотри таблицу А.1, описание регистра адрес 0x24).</p>	№ разряда	Описание разряда	0	Включение уставки №4	1	Включение уставки №3	2	Включение уставки №2	3	Включение уставки №1	4	Включение термокомпенсации	5	Разрешение I <sub>вых</sub> = (4...20) мА	6	Регулирование по программе	7	Разрешение измерения	№ разряда	Описание разряда	0	Срабатывание реле №4	1	Срабатывание реле №3	2	Срабатывание реле №2	3	Срабатывание реле №1	6, 5, 4	Размерность физической величины (результата измерения): 0 – [В], 1- [мВ], 2 – [мА], 3 – [°С], 4 – размерность неизвестна.
№ разряда	Описание разряда																														
0	Включение уставки №4																														
1	Включение уставки №3																														
2	Включение уставки №2																														
3	Включение уставки №1																														
4	Включение термокомпенсации																														
5	Разрешение I <sub>вых</sub> = (4...20) мА																														
6	Регулирование по программе																														
7	Разрешение измерения																														
№ разряда	Описание разряда																														
0	Срабатывание реле №4																														
1	Срабатывание реле №3																														
2	Срабатывание реле №2																														
3	Срабатывание реле №1																														
6, 5, 4	Размерность физической величины (результата измерения): 0 – [В], 1- [мВ], 2 – [мА], 3 – [°С], 4 – размерность неизвестна.																														



## продолжение таблицы А.1

0x1AC	HI – регистр клавиатуры; LO – регистр состояния ошибок Регистр клавиатуры служит для дистанционного управления прибором. <b>Коды клавиатуры:</b>	
	<b>Код клавиши</b>	<b>Описание клавиши</b>
	1	«Сброс»
	2	«Стрелка влево»
	4	«Стрелка вниз»
	8	«Стрелка вверх»
	16	«Стрелка вправо»
	32	«Ввод»
	12	Одновременное нажатие клавиш «Стрелка вверх» и «Стрелка вниз»
	<b>Описание регистра состояния ошибок:</b>	
<b>№ разряда</b>	<b>Описание</b>	
0	Ошибка АЦП (нет готовности данных)	
1	Ошибка чтения/записи энергонезависимой памяти архива	
2	Ошибка ЖКИ – индикатора	
3	Обрыв датчика	
4 - 7	Заняты системой	
<b>Примечание</b> – Регистр состояния ошибок доступен только для чтения. Все попытки записи в данный регистр игнорируются. Ошибки данного регистра выводятся на индикатор прибора (формирование номера ошибки приведено в приложении Б)		
0x1AD	HI – регистр режима работы; LO – резерв Регистр режима работы служит для дистанционного управления прибором.	
	<b>Коды режима</b>	<b>Тип режима</b>
	0	Режим измерения/регулирования
	1	Режим включения/выключения измерения
	2	Режим просмотра параметров
	3	Режим установки параметров
	4	Юстировка диска и пера
	5	Режим калибровки
6	Режим тестов	

**Таблица А.2** – Регистры данных

Адрес	Описание регистра
0x00 - 0x 01	Данные последнего измерения, float – число
0x02	HI – регистр состояния ошибок; LO – регистр состояния реле (смотри таблицу А.1 регистр 0x1AB).
0x03	HI – номер текущего шага программы регулирования (1...30); LO – резерв
0x04 - 0x0F	Зарезервировано для возможных расширений.
0x10 - 0x15	Получить последнюю запись архива (смотри п.3.2).
0x16 - 0x1B	Получить самую первую запись архива.
0x1C - 0x21	Получить предыдущую запись архива.
0x22 - 0x27	Получить последующую запись архива.

### ПРИЛОЖЕНИЕ Б КОДЫ ОШИБОК ПРИБОРА (Справочное)

При ошибке обмена данными поле команды содержит признак ошибки, сформированный как код команды, в старшем бите которого «1». Дополнительно в поле данных ОТВЕТА помещается уникальный код ошибки (смотри таблицу Б.1). Разряды 0 – 3 кода ошибки совпадают с соответствующими разрядами регистра состояния ошибок 0x1AC (смотри таблицу А.1).

**Таблица Б.1**

Структура кода ошибки	
Номер разряда	Описание
0	Ошибка АЦП (нет готовности данных)
1	Ошибка чтения - записи энергонезависимой памяти архива
2	Ошибка ЖКИ – индикатора
3	Обрыв датчика
4	Резерв
5	Обращение к неизвестному регистру
6	Неизвестная команда
7	Ошибка КС

Номер ошибки (Err X) формируется из соответствующего разряда кода ошибки:

$$X = \sum_{i=1}^n 2^{Y_i} \quad (\text{Б.1}),$$

где X – номер ошибки;

Y – номер разряда кода ошибки;

n – количество возникших ошибок.

Например, ошибке АЦП соответствует Err 1 ( $2^0 = 1$ ), ошибке ЖКИ - индикатора – Err 4 ( $2^2 = 4$ ), а одновременной ошибке АЦП и ЖКИ – Err 5 ( $2^0 + 2^2 = 5$ ).

## СОДЕРЖАНИЕ

1	ПРОТОКОЛ MODBUS	3
1.1	<i>Введение</i>	3
1.2	<i>Формат сообщения</i>	3
1.3	<i>Маркер начала сообщения</i>	3
1.3.1	<i>Поле адреса</i>	4
1.3.2	<i>Поле команды</i>	4
1.3.3	<i>Поле данных</i>	4
1.3.4	<i>Поле контрольной суммы (КС)</i>	4
1.3.5	<i>Поле расчета (КС)</i>	5
2	КОМАНДЫ	5
2.1	<i>Команда 0x03. Считать значения регистров настроек</i>	5
2.2	<i>Команда 0x04. Считать информацию регистров данных</i>	6
2.3	<i>Команда 0x10. Установить значение регистров настроек.</i>	7
3	ТИПЫ ПЕРЕМЕННЫХ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ	7
3.1	<i>Типы переменных</i>	7
3.1.1	<i>Тип float</i>	8
3.1.2	<i>Тип int</i>	8
3.1.3	<i>Тип byte</i>	8
3.2	<i>Структура записи архива</i>	9
3.3	<i>Структура программы регулирования</i>	9
	Приложение А. СОДЕРЖАНИЕ РЕГИСТРОВ ПАМЯТИ ПРИБОРА	11
	Приложение Б. КОДЫ ОШИБОК ПРИБОРА	18



**Контактная информация:**

**Адрес:** 454047, Россия, Челябинск,  
ул. Павелецкая 2-я, д. 36, стр.3, оф. 203

**Телефон:** +7 351 725-75-64

**Факс:** +7 351 725-89-59

**E-mail:** [sales@tpchel.ru](mailto:sales@tpchel.ru)

**Сайт:** [www.tpchel.ru](http://www.tpchel.ru)

**Сервисная  
служба:** +7 (351) 725-74-72, 725-75-10

**Продукция произведена ООО «Теплоприбор-Сенсор»**

**2023**