



## ЦИФРОВОЕ ТЕМПЕРАТУРНОЕ РЕЛЕ TR-100M

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАСПОРТ

## СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ	4
1.1 Назначение изделия	4
1.2 Органы управления, габаритные и установочные размеры	4
1.2.1 Габаритные и установочные размеры ТР-100М	4
1.2.2 Индикация и органы управления	5
1.3 Условия эксплуатации	5
2 КОМПЛЕКТНОСТЬ	5
3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
3.1 Основные технические характеристики	5
3.2 Программируемые и используемые параметры	6
4 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ	9
4.1 Конструкция	9
4.2 Принцип действия	9
5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	9
5.1 Подготовка к использованию	9
5.1.1 Подготовка к подключению	9
5.1.2 Общие указания	9
5.1.3 Монтаж изделия	10
5.1.4 Подключение изделия	10
5.2 Использование изделия	11
5.2.1 Управление изделием	11
5.2.2 Просмотр параметров	11
5.2.3 Изменение параметров	12
5.2.4 Настройка параметров охлаждения	12
5.2.5 Просмотр максимально достигнутой температуры	12
5.2.6 Восстановление заводских установок	13
5.2.7 Тестирование выходных реле нагрузки	13
5.2.8 Тестирование индикации	13
5.3 Описание аварийных состояний	13
5.4 Датчики температуры	14
5.4.1 Датчик типа РТ100	14
5.4.2 Датчик типа РТ1000	14
5.4.3 Датчик типа РТС1000 (ЕКС111)	14
5.4.4 Датчик типа РТС (minika)	14
5.5 Цифровая фильтрация температуры	15
5.6 Удаленное управление выходными реле	15
5.7 Работа с интерфейсом EIA/TIA-485 по протоколу MODBUS	15
5.7.1 Общие положения	15
5.7.2 Форматы сообщений	16
5.7.2.1 Формат байта	16
5.7.2.2 Формат кадра	16
5.7.3 Генерация и проверка контрольной суммы	17
5.7.3.1 Генерация контрольной суммы CRC	17
5.7.3.2 Генерация контрольной суммы LRC	17
5.7.4 Система команд	18
5.7.4.1 Функция 0x03 – чтение группы регистров	18
5.7.4.2 Функция 0x06 – запись регистра	18
5.7.4.3 Функция 0x08 – диагностика	18
6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	19
7 СРОК СЛУЖБЫ И ГАРАНТИЯ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	19
8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	20
9 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ	20
10 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ	20

**ВНИМАНИЕ! ВСЕ ТРЕБОВАНИЯ РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЯЗАТЕЛЬНЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ!**



**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ – НА КЛЕММАХ И ВНУТРЕННИХ ЭЛЕМЕНТАХ ИЗДЕЛИЯ ПРИСУТСТВУЕТ ОПАСНОЕ ДЛЯ ЖИЗНИ НАПРЯЖЕНИЕ.**

**Для обеспечения безопасной эксплуатации изделия категорически запрещается:**

- **выполнять монтажные работы и техническое обслуживание без отключения изделия от питающей сети;**
- **самостоятельно открывать и ремонтировать изделие;**
- **эксплуатировать изделие с механическими повреждениями корпуса.**

**НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПОПАДАНИЕ ВОДЫ НА КЛЕММЫ И ВНУТРЕННИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИЗДЕЛИЯ.**

При эксплуатации и техническом обслуживании необходимо соблюдать требования нормативных документов:

«Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»,  
«Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»,  
«Охрана труда при эксплуатации электроустановок».

Подключение, регулировка и техническое обслуживание изделия должны выполняться квалифицированными специалистами, изучившими настоящее Руководство по эксплуатации.

При соблюдении правил эксплуатации изделие безопасно для использования.

Настоящее Руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с устройством, требованиями по безопасности, порядком эксплуатации и обслуживания цифрового температурного реле TP-100M (далее по тексту «изделие», «TP-100M»).

Вредные вещества в количестве, превышающем предельно допустимые концентрации, отсутствуют.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

### 1.1 Назначение изделия

TP-100M является микропроцессорным устройством, предназначенным для измерения и контроля температурного режима сухого трансформатора по четырем датчикам, подключаемым по двух - или трехпроводной схеме, с последующим отображением температуры на дисплее и выдачей сигналов тревоги при выходе каких-либо параметров за установленные пределы.

Изделие также может применяться для защиты двигателей и генераторов.

В изделии предусмотрено **универсальное** питание от 24 до 265 В (переменного или постоянного тока) и подключение к сети EIA/TIA-485 по протоколу MODBUS RTU / ASCII.

С изделием могут применяться следующие типы температурных датчиков:

- PT100 – платиновый датчик с номинальным сопротивлением 100 Ом, при 0 °С;
- PT1000 – платиновый датчик с номинальным сопротивлением 1000 Ом, при 0 °С;
- PTC1000 (EKS111) – датчик с номинальным сопротивлением 990 Ом, при 25 °С;
- PTC (minika) – холодное сопротивление датчика 20-250 Ом.

### 1.2 Органы управления, габаритные и установочные размеры

#### 1.2.1 Габаритные и установочные размеры TP-100M

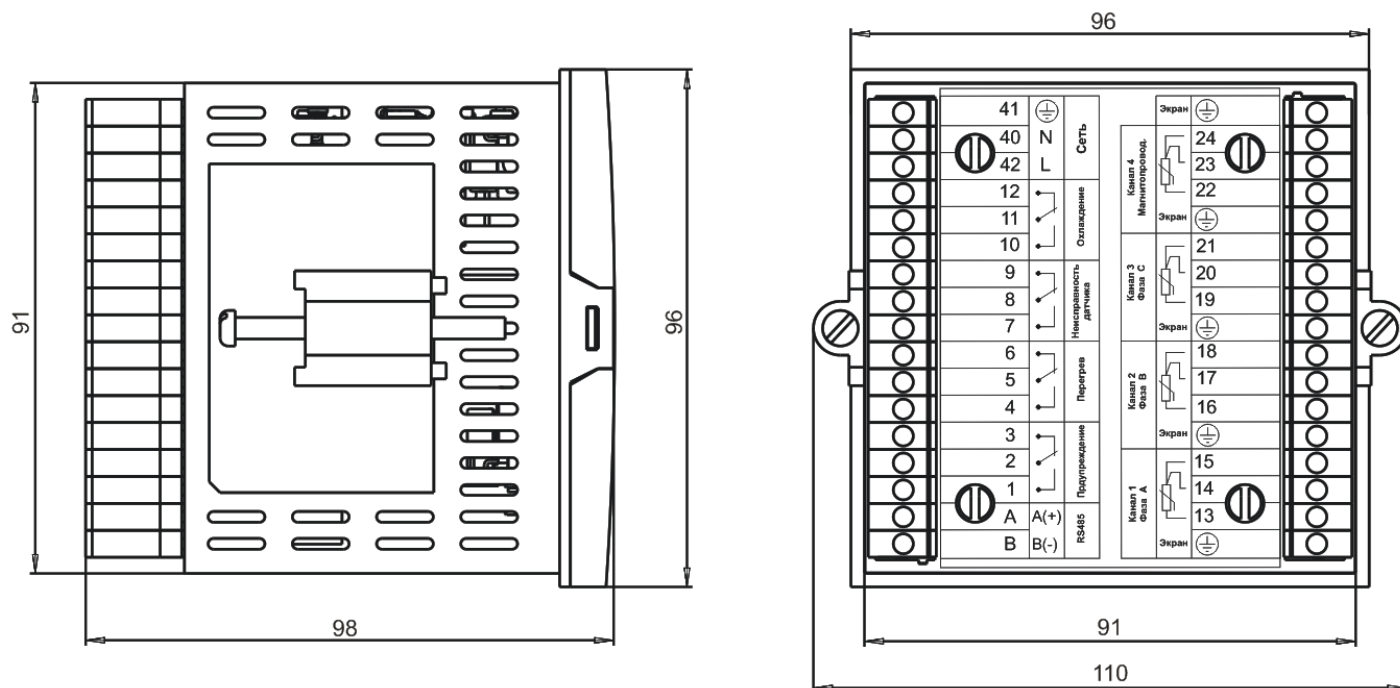
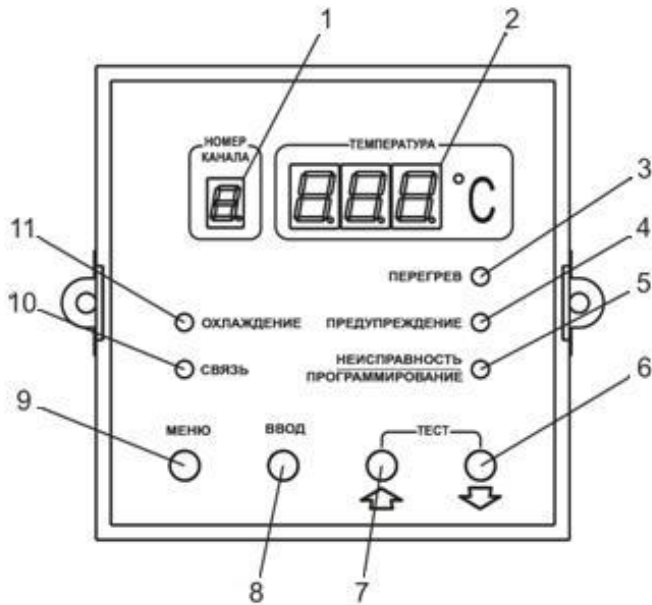


Рисунок 1.1 – Габаритные и установочные размеры TP-100M

### 1.2.2 Индикация и органы управления

На рисунке 1.2 приведен внешний вид лицевой панели изделия.



- 1 – цифровой дисплей номера текущего канала отображения;
- 2 – цифровой дисплей значения температуры;
- 3 – индикатор включения реле **ПЕРЕГРЕВ**;
- 4 – индикатор включения реле **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**;
- 5 – индикатор программирования TP-100M, неисправности и включения реле **НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА**;
- 6 – кнопка (ВНИЗ);
- 7 – кнопка (ВВЕРХ);
- 8 – кнопка **ВВОД** (запись и выход из режима программирования параметров);
- 9 – кнопка **МЕНЮ** (вход в режим просмотра и программирования параметров);
- 10 – индикатор активности связи по RS-485;
- 11 – индикатор включения реле **ОХЛАЖДЕНИЕ**.

Рисунок 1.2 – Лицевая панель TP-100M

### 1.3 Условия эксплуатации

Изделие предназначено для эксплуатации в следующих условиях:

- температура окружающей среды от минус 35 до +50 °C;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность воздуха (при температуре +25 °C) 30 ... 80%.

**ВНИМАНИЕ!** Изделие не предназначено для эксплуатации в условиях:

- значительной вибрации и ударов;
- высокой влажности;
- агрессивной среды с содержанием в воздухе кислот, щелочей, и т. п., а также сильных загрязнений (жир, масло, пыль и пр.).

## 2 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплектность изделия приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Комплектность изделия

Наименование	Количество, шт.
TP-100M	1
Крепление	2
Уплотнитель резиновый	1
Съемный клеммник	2
Руководство по эксплуатации. Паспорт	1
Упаковка	1

## 3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 3.1 Основные технические характеристики

Основные технические характеристики изделия приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные технические характеристики

Название	Значение
Номинальное напряжение питания ( ~ ), В	230 / 240
Напряжение, при котором сохраняется работоспособность ( ~ / ⋯ ), В	24 – 265
Частота питающей сети, Гц	45 – 65
Потребляемая мощность (от сети ~230 В), Вт, не более	6,0
Потребляемая мощность (от источника питания +24 В), Вт, не более	2,2
Количество подключаемых датчиков, шт.	4

Продолжение таблицы 3.1

Название	Значение
Типы датчиков, используемых для измерения температуры	PT100, PT1000, PTC1000 (EKS111), PTC(minika)*
Схема подключения датчиков	2 / 3 проводная
Максимальная длина провода датчика в зависимости от схемы включения, м	2-х проводная – до 5 3-х проводная – до 100
Погрешность измерения температуры, °С	± 2
Диапазон измеряемых температур, °С PT100 PT1000 PTC1000 (EKS111) PTC (minika)	от минус 60 до +300 от минус 60 до +300 от минус 50 до +120 от +60 до +180
Цифровая фильтрация температуры	есть
Количество выходных реле и вид контактов, шт.	4 – переключающие
Коммутационный ресурс выходных контактов реле: – электрический ресурс при 10 А 250 В AC (cos φ = 1,0), раз, не менее – электрический ресурс 10 А 24 В DC, раз, не менее – механический ресурс, раз, не менее	100000 10000 10000000
Характеристика выходных контактов реле: – максимальный коммутируемый ток при $\sim$ 250 В (cos φ = 1,0), А – максимальный коммутируемый ток при $\sim$ 250 В (cos φ = 0,4), А – максимальный коммутируемый ток при $\cdots$ 30 В, А – максимальная коммутируемая мощность, ВА	10 6 3 2500
Тест выходных реле	есть
Тест индикации	есть
EIA/TIA-485 MODBUS RTU / ASCII	есть
Время хранения данных, лет, не менее	15
Назначение изделия	Устройства управления и распределения
Номинальный режим работы	Продолжительный
Степень защиты лицевой панели	IP64
Степень защиты корпуса	IP20
Класс защиты от поражения электрическим током	II
Климатическое исполнение	УХЛ 3.1
Допустимая степень загрязнения	II
Категория перенапряжения	II
Номинальное напряжение изоляции, В	450
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение, кВ	2,5
Сечение проводов для подключения к клеммам, мм <sup>2</sup>	0,5 – 2,5
Момент затяжки винтов клемм, Н*м	0,4
Масса, кг, не более	0,360
Габаритные размеры (ДШВ), мм	110 x 98 x 96
Монтаж предусмотрен на лицевую панель щита (шкафа) или прибора	
Изделие сохраняет свою работоспособность при любом положении в пространстве	
-----	
* – датчики PTC (minika) могут включаться последовательно (по 1, 3, 6 шт.)	

### 3.2 Программируемые и используемые параметры

Программируемые и используемые параметры приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Программируемые и используемые параметры

Установочные и считываемые параметры	Код параметра	Мин./ Макс. значения	Заводская установка	Описание параметра	Адрес Dec
<b>Общие</b>					
Предупреждение	RLr	50 / 240 °С	140	Температура срабатывания реле <b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.</b>	100
Дифференциал предупреждения	dF.A	1 / 200 °С	10	Дифференциал отключения реле <b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.</b>	101
Перегрев	trP	50 / 240 °С	160	Температура срабатывания реле <b>ПЕРЕГРЕВ.</b>	102

Продолжение таблицы 3.2

Установочные и считываемые параметры	Код параметра	Мин./Макс. значения	Заводская установка	Описание параметра	Адрес
Дифференциал перегрева	dF.t	1 / 200 °C	10	Дифференциал отключения реле <b>ПЕРЕГРЕВ.</b>	103
Реле охлаждения	F.A.n	0 / 3	1	Режим работы реле <b>ОХЛАЖДЕНИЕ</b> : 0 – всегда отключено; 1 – работает по каналам 1, 2 и 3; 2 – работает по каналам 1, 2, 3 и 4; 3 – работает по каналу 4.	104
Включение охлаждения	F.O.n	30 / 240 °C	90	Температура включения реле <b>ОХЛАЖДЕНИЕ.</b>	105
Дифференциал охлаждения	dF.F	1 / 200 °C	20	Дифференциал отключения реле <b>ОХЛАЖДЕНИЕ.</b>	106
Задержка	dL.A	0 / 300 с	4	Задержка включения всех реле при возникновении аварии по температуре.	107
Неисправность датчика	A.c.t	0 / 2	0	Действие при неисправности датчика: 0 – индикация с включением реле <b>НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА</b> ; 1 – п.0 + включение реле <b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b> ; 2 – п.1 + включение реле <b>ПЕРЕГРЕВ.</b>	108
<b>MODBUS</b>					
Включение	r.S.A	0 / 2	0	Включение (отключение) связи по RS-485: 0 – отключено; 1 – включено; 2 – включено (удаленное управление выходными реле нагрузки).	109
Идентификатор	r.S.n	1 / 247	1	Номер изделия (сетевой адрес).	110
Тип	r.S.c	0 / 1	0	Тип протокола: 0 – MODBUS RTU; 1 – MODBUS ASCII.	111
Скорость	r.S.s	0 / 3	2	Скорость передачи данных: 0 – 2400 (бит/с); 1 – 4800 (бит/с); 2 – 9600 (бит/с); 3 – 19200 (бит/с).	112
Четность	r.S.P	0 / 3	1	Контроль четности и стоповые биты: 0 – Нет:1 стоп бит; 1 – Нет:2 стоп бита; 2 – Да: Чет: 1 стоп бит; 3 – Да: Нечет: 1 стоп бит.	113
Таймаут	r.S.L	0 / 999	0	Задержка ответа (x200 мкс): единица значения равна 200 мкс.	114
<b>Системные</b>					
Режим индикации	d.S.P	0 / 2	2	Режим работы индикации: 0 – отображается самая высокая температура с номером канала; 1 – оператор вручную просматривает температуру; 2 – поочередно с интервалом 4 с, отображается температура включения каналов.	115
Тест реле	t.S.t	0 / 4	0	Тестирование выходных реле: 0 – тестировать все реле; 1 – тестировать реле <b>ОХЛАЖДЕНИЕ</b> ; 2 – тестировать реле <b>НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА</b> ; 3 – тестировать реле <b>ПЕРЕГРЕВ</b> ; 4 – тестировать реле <b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b>	116
Пароль	P.A.S	000 / 999	123	000 – пароль отключен; NNN – значение пароля.	117

Продолжение таблицы 3.2

Установочные и считываемые параметры	Код параметра	Мин./Макс. значения	Заводская установка	Описание параметра	Адрес
Сброс	г5т	0/1	0	Сброс всех настроек на заводские установки: 0 – не выполнять сброс; 1 – сбросить все установки на заводские.	118
Версия	υЕг	*	10	Версия микропрограммы.	119
<b>Канал 1</b>					
Включение канала	сн1	0 / 1	1	Включение (отключение) канала 1: 0 – канал отключен; 1 – канал включен.	120
Калибровка	сЯ1	-10 / 10 °С	0	Сдвиг шкалы на значение СА1 относительно измеренной датчиком температуры.	121
Тип	ст1	0 / 3	0	Тип используемого датчика: 0 – РТ100 (100 Ом / 0 °С); 1 – РТ1000 (1000 Ом / 0 °С); 2 – РТС1000 (990 Ом / 25 °С); 3 – РТС (minika).	122
Макс. канала**	сñ1	-99 / 999 °С	-99	Максимальная достигнутая температура.	123
<b>Канал 2</b>					
Включение канала	сн2	0 / 1	1	Включение (отключение) канала 2: 0 – канал отключен; 1 – канал включен.	124
Калибровка	сЯ2	-10 / 10 °С	0	Сдвиг шкалы на значение СА2 относительно измеренной датчиком температуры.	125
Тип	ст2	0/3	0	Тип используемого датчика: 0 – РТ100 (100 Ом / 0 °С); 1 – РТ1000 (1000 Ом / 0 °С); 2 – РТС1000 (990 Ом / 25 °С); 3 – РТС (minika).	126
Макс. канала**	сñ2	-99/999 °С	-99	Максимальная достигнутая температура.	127
<b>Канал 3</b>					
Включение канала	сн3	0/1	1	Включение (отключение) канала 3: 0 – канал отключен; 1 – канал включен.	128
Калибровка	сЯ3	-10 / 10 °С	0	Сдвиг шкалы на значение СА3 относительно измеренной датчиком температуры.	129
Тип	ст3	0 / 2	0	Тип используемого датчика: 0 – РТ100 (100 Ом / 0 °С); 1 – РТ1000 (1000 Ом / 0 °С); 2 – РТС1000 (990 Ом / 25 °С).	130
Макс. канала**	сñ3	-99 / 999 °С	-99	Максимальная достигнутая температура.	131
<b>Канал 4</b>					
Включение канала	сн4	0 / 1	0	Включение (отключение) канала 4: 0 – канал отключен; 1 – канал включен.	132
Калибровка	сЯ4	-10 / 10 °С	0	Сдвиг шкалы на значение СА4 относительно измеренной датчиком температуры.	133
Тип	ст4	0 / 3	0	Тип используемого датчика: 0 – РТ100 (100 Ом / 0 °С); 1 – РТ1000 (1000 Ом / 0 °С); 2 – РТС1000 (990 Ом / 25 °С); 3 – РТС (minika).	134
Макс. канала**	сñ4	-99 / 999 °С	-99	Максимальная достигнутая температура.	135
-----					
* – параметр доступен только для чтения;					
** – при замыкании датчика записывается значение минус 99, а при обрыве датчика 999.					



## 4 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

### 4.1 Конструкция

ТР-100М конструктивно выполнено в пластмассовом корпусе, предназначенном для крепления на лицевую панель щита (шкафа) или прибора, размеры корпуса (110 x 98 x 96 мм). Корпус выполнен из удароустойчивого, самозатухающего материала. Эскиз корпуса с габаритными и установочными размерами приведен на рисунке 1.1.

### 4.2 Принцип действия

Изделие имеет четыре канала для измерения температуры и четыре выходных реле нагрузки. Датчики температуры первых трех каналов измеряют температуру каждой обмотки трансформатора, четвертый – ярма трансформатора.

При опасном повышении температуры трансформатора изделие сначала включит предупредительную сигнализацию и вентиляторы охлаждения. Если повышение температуры продолжится и температура превысит предельно допустимое значение, изделие выполнит аварийное отключение трансформатора.

В случае выхода из строя датчика(ов) температуры ТР-100М включит сигнализацию неисправности датчика.

## 5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 5.1 Подготовка к использованию

#### 5.1.1 Подготовка к подключению:

- распаковать изделие (рекомендуем сохранить заводскую упаковку на весь гарантийный срок эксплуатации изделия);
- проверить изделие на отсутствие повреждений после транспортировки, в случае обнаружения таковых обратиться к поставщику или производителю;
- проверить комплектность (п. 2), в случае обнаружения неполной комплектации изделия обратиться к поставщику или производителю;
- внимательно изучить Руководство по эксплуатации (**обратите особое внимание на схему подключения питания изделия**);
- если у Вас возникли вопросы по монтажу изделия, пожалуйста, обратитесь к производителю по телефону, указанному в конце Руководства по эксплуатации.

#### 5.1.2 Общие указания

Если температура изделия после транспортирования или хранения отличается от температуры среды, при которой предполагается эксплуатация, то перед подключением к электрической сети выдержать изделие в условиях эксплуатации в течение двух часов (т.к. на элементах изделия возможна конденсация влаги).

### **ВНИМАНИЕ!**

**ВЫХОДНЫЕ КОНТАКТЫ РЕЛЕ НАГРУЗКИ НЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНЫ ДЛЯ КОММУТАЦИИ НАГРУЗКИ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ. ПОЭТОМУ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ЗАЩИЩЕНЫ АВТОМАТИЧЕСКИМИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМИ (ПРЕДОХРАНИТЕЛЯМИ) С ТОКОМ ОТКЛЮЧЕНИЯ НЕ БОЛЕЕ 10 А КЛАССА В.**

**ВНИМАНИЕ! ВСЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДОЛЖНЫ ВЫПОЛНЯТЬСЯ ПРИ ОБЕСТОЧЕННОМ ИЗДЕЛИИ.**

**Ошибка при выполнении монтажных работ может вывести из строя изделие и подключенные к нему приборы.**

Для обеспечения надежности электрических соединений следует использовать гибкие (многопроволочные) провода с изоляцией на напряжение не менее 450 В, концы которых необходимо зачистить от изоляции на  $5 \pm 0,5$  мм и обжать втулочными наконечниками. Рекомендованное сечение кабеля для подключения датчиков температуры – от 0,5 до 0,75 мм<sup>2</sup>; для подключения источника питания и внешних устройств – от 1,0 до 2,5 мм<sup>2</sup>.

Подключение ТР-100М к сети MODBUS выполняется кабелем типа “витая пара”.

Крепление проводов должно исключать механические повреждения, скручивание и стирание изоляции проводов.

**НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ОСТАВЛЯТЬ ОГОЛЕННЫЕ УЧАСТКИ ПРОВОДА, ВЫСТУПАЮЩИЕ ЗА ПРЕДЕЛЫ СЪЕМНОГО КЛЕММНИКА.**

**Для надежного контакта необходимо производить затяжку винтов съемного клеммника с усилием, указанным в таблице 3.1.**

При уменьшении момента затяжки – место соединения нагревается, может оплавиться клеммник и загореться провод. При увеличении момента затяжки – возможен срыв резьбы винтов клеммника или пережимание подсоединенного провода.

Для повышения эксплуатационных свойств изделия рекомендуется установить предохранитель (вставку плавкую) или его аналог на ток 3 А в цепи питания TP-100M.

Для уменьшения влияния электромагнитных помех:

- все кабели, передающие сигналы измерения от датчиков температуры должны быть изготовлены из экранированного кабеля типа “витая пара” (тройка) сечением не менее 0,5мм<sup>2</sup>;
- при прокладке линий “TP-100M – датчик”, следует выделить их в самостоятельную трассу (или несколько трасс). Трассы располагают отдельно от силовых кабелей, а также от кабелей, создающих высокочастотные и импульсные помехи. Трассы следует планировать таким образом, чтобы длина сигнальных линий была минимальной.

При проведении испытаний изоляции трансформатора настоятельно рекомендуется отключать датчики температуры от TP-100M, т.к. импульсные помехи (возникающие во время испытаний) могут привести к выходу из строя изделия.

### 5.1.3 Монтаж изделия

#### 5.1.3.1 Требования к конструкции щита

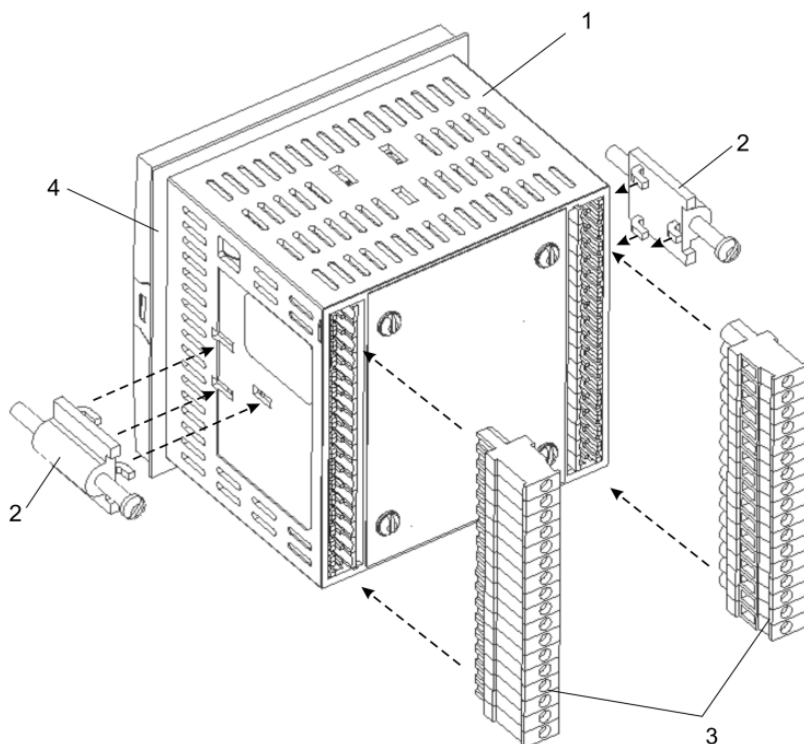
TP-100M выполнен в щитовом исполнении.

К конструкции щита предъявляются следующие требования:

- отверстие для установки изделия – квадратное 91,5 x 91,5 мм (допуск +0,5 мм);
- расстояние между панелями изделия (верхней, нижней и боковыми) и соответствующими поверхностями щита должно быть не менее 10 мм;

#### 5.1.3.2 Порядок монтажа:

- надеть на TP-100M резиновый уплотнитель (поз.4 рис. 5.1);
- установить съемные клеммники (поз.3 рис. 5.1);
- установить изделие в отверстие щита;
- установить крепления (поз.2 рис. 5.1) на боковые панели изделия;
- закрепить изделие в щите, закрутив винты крепления.



- 1 – TP-100M;
- 2 – крепления;
- 3 – съемные клеммники;
- 4 – резиновый уплотнитель.

Рисунок 5.1 – Монтаж изделия

### 5.1.4 Подключение изделия

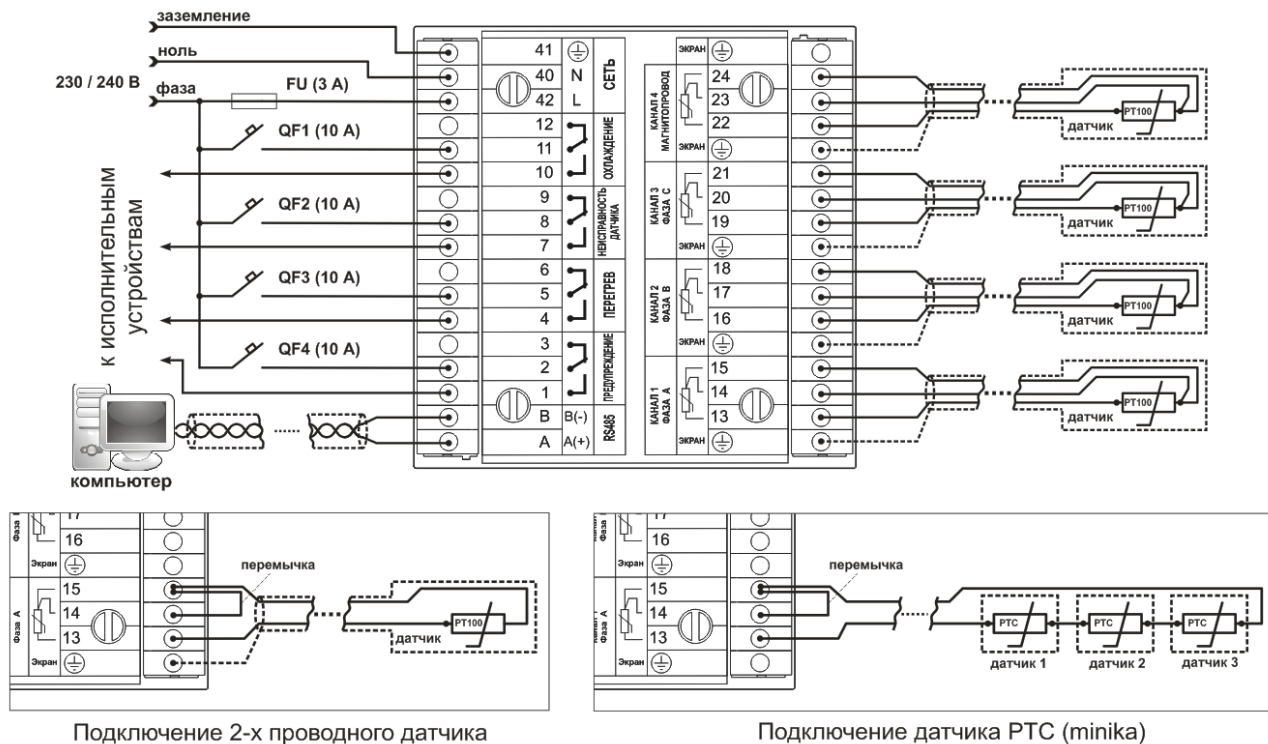
5.1.4.1 Подготовить кабели для соединения TP-100M с датчиками температуры и внешними устройствами, а также с источником питания.

5.1.4.2 Подключить изделие согласно схеме, приведенной на рисунке 5.2.

#### ВНИМАНИЕ!

КЛЕММЫ 40 И 42, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СЕТИ ПИТАНИЯ И КЛЕММЫ 1 – 12, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВНЕШНИХ УСТРОЙСТВ, РАССЧИТАНЫ НА МАКСИМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ 265 В. ВО ИЗБЕЖАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОБОЯ ИЗОЛЯЦИИ ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ НАПРЯЖЕНИЯ ВЫШЕ УКАЗАННОГО ЗАПРЕЩАЕТСЯ.





Подключение 2-х проводного датчика

Подключение датчика РТС (minika)

*FU* – предохранитель (автоматический выключатель) на ток 3 А;  
*QF1-QF4* – автоматические выключатели (предохранители) на ток 10 А.

**Рисунок 5.2** – Схема подключения TP-100M

### 5.2 Использование изделия

В исходном состоянии TP-100M поочередно, с интервалом 4 с, отображает температуру включенных датчиков и номер соответствующего канала (при установленном значении “2” параметра  $d5P$  см. табл. 3.2).

Когда температура одного из включенных датчиков превышает температуру установленного порога “Предупреждение” ( $R L r$ ), через установленное время ( $d L R$ ) включается реле **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** с соответствующей индикацией (поз. 4 рис. 1.2).

То же самое происходит при превышении температурного порога “Перегрев” ( $t r P$ ), через установленное время ( $d L R$ ) включается реле **ПЕРЕГРЕВ** с соответствующей индикацией (поз. 3 рис. 1.2).

Аналогичным образом при превышении температурного порога “Охлаждение” ( $F O n$ ), через установленное время ( $d L R$ ) включается реле **ОХЛАЖДЕНИЕ** с соответствующей индикацией (поз. 11 рис. 1.2).

Отключение реле **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**, **ПЕРЕГРЕВ** и **ОХЛАЖДЕНИЕ** произойдет при снижении температуры всех включенных датчиков ниже, чем  $R L r - d F R$  (Предупреждение),  $t r P - d F t$  (Перегрев) и  $F O n - d F F$  (Охлаждение). При этом отключатся соответствующие индикаторы.

Если в TP-100M отключены все датчики температуры, то на цифровом дисплее вместо значения температуры отображается мигающая надпись “---”, а вместо номера канала отображается мигающий знак “-”.

#### 5.2.1 Управление изделием

Управление изделием осуществляется следующим образом:





- для переключения между каналами – нажать кнопку или ;
- для проверки всех индикаторов и дисплеев – одновременно нажать кнопки и ;
- для входа в режим просмотра параметров – нажать кнопку ;
- для входа в режим изменения параметров – нажать и удерживать в течение 5 с кнопку .

При отсутствии нажатий на любую из кнопок в течение 20 с, TP-100M отобразит надпись “E H t” (в течение 1 с) и перейдет в исходное состояние.

#### 5.2.2 Просмотр параметров

Для просмотра параметров необходимо:













- однократно нажать кнопку , при этом погаснут все индикаторы, а на дисплее отобразится код первого параметра “ $R L r$ ” из таблицы 3.2;

- для листания параметров – нажать кнопку  или ;
- для входа в параметр – нажать кнопку ;
- для выхода из параметра – нажать кнопку .

При отсутствии нажатий на любую из кнопок в течение 20 с, TP-100M перейдет в исходное состояние.

**Примечание** – в режиме просмотра параметров изменение параметров невозможно.

### 5.2.3 Изменение параметров

- 1) Для изменения параметров необходимо нажать и удерживать в течение 5 с кнопку , после этого:
  - если был установлен пароль, введите его. Для изменения значения текущего разряда – нажать кнопку  или ; для перехода к следующему разряду – нажать кнопку ; для подтверждения ввода пароля – нажать кнопку . При отсутствии нажатий любой из кнопок в течение 10 с, TP-100M перейдет в исходное состояние;
  - если введенный пароль верный, включится индикатор **НЕИСПРАВНОСТЬ / ПРОГРАММИРОВАНИЕ** (поз. 5 рис.1.2) и на цифровом дисплее отобразится первый параметр из таблицы 3.2;
  - если введенный пароль неверный, TP-100M вернется в исходное состояние;
  - если пароль отключен (параметр  $P_{R5}$  установлен в “000”), проверка пароля не осуществляется. Включится индикатор **НЕИСПРАВНОСТЬ / ПРОГРАММИРОВАНИЕ** (поз. 5 рис. 1.2) и на цифровом дисплее отобразится первый параметр из таблицы 3.2.
- 2) Для листания параметров – нажать кнопку  или ;
- 3) Для входа в параметр – нажать кнопку ;
- 4) Для изменения параметра – нажать кнопку  или ;
- 5) Для записи параметра и перехода обратно в меню – нажать кнопку ;
- 6) Для перехода обратно в меню без записи – нажать кнопку .

При отсутствии нажатия любой из кнопок в течение 20 с, TP-100M вернется в исходное состояние.

### 5.2.4 Настройка параметров охлаждения




TP-100M может управлять включением / отключением вентилятора охлаждения, для этого необходимо установить значение параметра  $F_{\text{ON}}$  отличное от 0 (см. табл.3.2):



- **Режим 1** – в этом режиме температура определяется по трем датчикам 1, 2 и 3. Как только температура одного из датчиков превысит температуру установленного порога включения охлаждения ( $F_{\text{ON}}$ ), реле **ОХЛАЖДЕНИЕ** включается с соответствующей индикацией (мигает индикатор 11 рис. 1.2). Отключение реле **ОХЛАЖДЕНИЕ** произойдет, если температура всех трех датчиков опустится ниже, чем  $F_{\text{ON}} - dF.F$ ;
- **Режим 2** – аналогичен режиму 1, только температура определяется по четырем датчикам 1, 2, 3 и 4;
- **Режим 3** – если канал 4 включен ( $s_{h4} = 1$ , см. табл.3.2). В этом режиме температура определяется по четвертому датчику. Как только температура датчика превысит температуру установленного порога включения охлаждения ( $F_{\text{ON}}$ ), реле **ОХЛАЖДЕНИЕ** включается с соответствующей индикацией (мигает индикатор 11 рис. 1.2). Отключение реле **ОХЛАЖДЕНИЕ** произойдет, если температура датчика опустится ниже, чем  $F_{\text{ON}} - dF.F$ .

**Примечание** – индикатор **ОХЛАЖДЕНИЕ** (поз. 11 рис. 1.2) горит, когда контроль охлаждения включен, и мигает, когда температура одного из датчиков превысит температуру установленного порога  $F_{\text{ON}}$  (см. табл. 3.2).

### 5.2.5 Просмотр максимальной достигнутой температуры

В TP-100M предусмотрено запоминание максимальной достигнутой температуры включенных датчиков.

Для просмотра максимальной достигнутой температуры необходимо зайти в режим просмотра или изменения параметров (п.5.2.2 или п.5.2.3), кнопками  или  пролистать до параметра  $s_{\bar{n}1}$ ,  $s_{\bar{n}2}$ ,  $s_{\bar{n}3}$  или  $s_{\bar{n}4}$  (каналы с 1 по 4 соответственно) и нажать кнопку  (вход в параметр).

Сброс максимальной температуры датчика осуществляется нажатием кнопки , а переход обратно в меню – нажатием кнопки .



**Примечание** – для сброса максимальной достигнутой температуры необходимо находиться в режиме изменения параметров (п.5.2.3).

### 5.2.6 Восстановление заводских установок

Для восстановления заводских установок есть два способа:

**Первый способ:** в режиме изменения параметров установить параметр  $r5t = 1$  и нажать кнопку **ВВОД**, при этом TP-100M выполнит перезапуск с заводскими установками. В данном способе пароль не сбрасывается;

**Второй способ:**

- подать напряжение питания на TP-100M, удерживая одновременно нажатыми кнопки  и , при этом на цифровом дисплее отобразится надпись “ $rAU$ ”;
- отпустить кнопки;
- выключить питание, заводские установки восстановлены, в том числе и пароль (пароль 123).



### 5.2.7 Тестирование выходных реле нагрузки

В TP-100M предусмотрено тестирование как всех реле вместе, так и каждого реле по отдельности, для этого необходимо:

- 1) в режиме изменения параметров установить значение параметра  $t5t$  (от 0 до 4, см. табл. 3.2) и нажать кнопку **ВВОД**, при этом на цифровом дисплее отобразится надпись “ $oFF$ ” (означающая, что тестируемые реле нагрузки находятся в нормально разомкнутом (выключенном) состоянии), отключатся все индикаторы;
- 2) однократным нажатием кнопки **ВВОД** меняется состояние тестируемых реле нагрузки:
  - $oFF$  – реле находятся в нормально разомкнутом (выключенном) состоянии;
  - $oN$  – реле находятся в нормально замкнутом (включенном) состоянии.

Для перехода обратно в меню – нажать кнопку **МЕНЮ**. При отсутствии нажатия любой из кнопок в течение 20 с, TP-100M вернется в исходное состояние.

### 5.2.8 Тестирование индикации

Нажать одновременно кнопки  и , при этом должны загореться на 2 с все индикаторы и цифровые дисплеи.

**Если хотя бы один из индикаторов или цифровых дисплеев не будет функционировать, TP-100M необходимо снять с эксплуатации и отправить на ремонт.**

## 5.3 Описание аварийных состояний

Реле **ОХЛАЖДЕНИЕ**, **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** и **ПЕРЕГРЕВ** включаются только при достижении порога установленных пользователем температур.

Реле **НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА** включается при наличии неисправности датчиков.

Индикатор **НЕИСПРАВНОСТЬ / ПРОГРАММИРОВАНИЕ** включается при неполадках TP-100M или неисправности датчиков.

В случае поломки одного из датчиков температуры, подключенных к TP-100M, в зависимости от установленного параметра  $Ast$  (см. табл. 3.2), индикаторы **ПЕРЕГРЕВ** и **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** (поз. 3, 4 рис.1.2) начинают мигать, и на цифровой дисплей выводится код неисправности.

Виды неисправностей приведены в таблице 5.1.

**Таблица 5.1 – Виды неисправностей TP-100M**

Неисправность	Описание
Ошибка калибровки	TP-100M нуждается в калибровке. На дисплей выводится чередующаяся надпись “ $E r r <-> c l b$ ”, изделие продолжает нормальное функционирование.
Ошибка параметра	TP-100M вместо ошибочного параметра загружает заводскую установку, при этом на цифровой дисплей выводится чередующаяся надпись “ $E r r <-> E r P$ ”, изделие продолжает нормальное функционирование.
Отказ EEPROM	Все реле нагрузки выключаются, на цифровой дисплей выводится чередующаяся надпись “ $E r r <-> E E P$ ”.
Замыкание любого датчика	Включается реле <b>НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА</b> , индикаторы <b>НЕИСПРАВНОСТЬ / ПРОГРАММИРОВАНИЕ</b> , <b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b> и <b>ПЕРЕГРЕВ</b> начинают мигать. На цифровой дисплей выводится надпись “ $F c c$ ”.
Обрыв любого датчика	Включается реле <b>НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА</b> , индикаторы <b>НЕИСПРАВНОСТЬ / ПРОГРАММИРОВАНИЕ</b> , <b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b> и <b>ПЕРЕГРЕВ</b> начинают мигать. На дисплей выводится надпись “ $F o c$ ”.

Продолжение таблицы 5.1

Неисправность	Описание
Превышение температуры перегрева	Включается реле <b>ПЕРЕГРЕВ</b> с соответствующей индикацией на канале.
Превышение температуры предупреждения	Включается реле <b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b> с соответствующей индикацией на канале.
Превышение температуры охлаждения	Включается реле <b>ОХЛАЖДЕНИЕ</b> с соответствующей индикацией на канале.

### 5.4 Датчики температуры

#### 5.4.1 Датчик типа РТ100

Платиновый датчик с номинальным сопротивлением 100 Ом при 0 °С. При использовании датчиков данного типа погрешность измерения составляет ± 2 °С, датчики подключаются к каналам 1, 2, 3 и 4 по двух или трехпроводной схеме (рис. 5.2) с последующей установкой значения “0” параметров с.т. 1/с.т.2/с.т.3/с.т.4 согласно таблице 3.2. Диапазон измеряемых температур (от минус 60 до +300 °С). ТР-100М определяет обрыв и замыкание измерительных линий.

#### 5.4.2 Датчик типа РТ1000

Платиновый датчик с номинальным сопротивлением 1000 Ом при 0 °С. При использовании датчиков данного типа погрешность измерения составляет ± 2 °С, датчики подключаются к каналам 1, 2, 3 и 4 по двух или трехпроводной схеме (рис. 5.2) с последующей установкой значения “1” параметров с.т. 1/с.т.2/с.т.3/с.т.4 согласно таблице 3.2. Диапазон измеряемых температур (от минус 60 до +300 °С). ТР-100М определяет обрыв и замыкание измерительных линий.

#### 5.4.3 Датчик типа РТС1000 (ЕКС111)

Датчик с номинальным сопротивлением 990 Ом при 25 °С. При использовании датчиков данного типа погрешность измерения составляет ± 2 °С, датчики подключаются к каналам 1, 2, 3 и 4 по двух или трехпроводной схеме (рис. 5.2) с последующей установкой значения “2” параметров с.т. 1/с.т.2/с.т.3/с.т.4 согласно таблице 3.2. Диапазон измеряемых температур (от минус 50 до +120 °С). ТР-100М определяет обрыв и замыкание измерительных линий.

#### 5.4.4 Датчик типа РТС (minika)

Полупроводниковый резистор, резко меняющие свое электрическое сопротивление при изменении температуры на поверхности корпуса в пределах диапазона чувствительности. Холодное сопротивление датчика составляет 20 – 250 Ом. Датчики могут соединяться последовательно до 6 шт. (1-3-6) на 1 канал.

На рисунке 5.3 представлен график зависимости сопротивления датчика РТС от температуры.

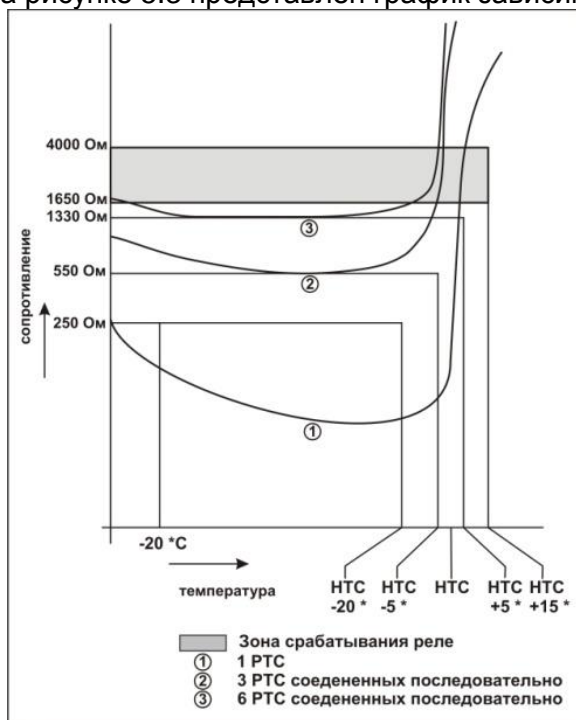


Рисунок 5.3 – График зависимости сопротивления датчика РТС от температуры

Датчики классифицируются на разные НТС\* от 60 до 180 °С с шагом 10 °С.

Датчики РТС подключаются к каналам 1, 2 и 4 по двух или трехпроводной схеме (рис. 5.2) с последующей установкой значения “3” параметров с.т. 1/с.т.2/с.т.4 согласно таблице 3.2.

ТР-100М определяет замыкание измерительных линий. В зоне температур до НТС\* на дисплее отображается “оFF”. При достижении НТС\* и выше на дисплей выводится о□.

**Примечание\*** – **НТС (номинальная температура срабатывания)** – это температура, при которой датчик резко изменяет свое электрическое сопротивление.

### 5.5 Цифровая фильтрация температуры

Для улучшения эксплуатационных качеств в TP-100M используются цифровые фильтры входных сигналов, позволяющие уменьшить влияние случайных помех на измерение температуры.

Цифровой фильтр устраняет шумовые составляющие сигнала, осуществляя его экспоненциальное сглаживание.

В изделии цифровой фильтр имеет фиксированные (не настраиваемые) параметры.

### 5.6 Удаленное управление выходными реле

При установке параметра  $r_{5A} = 2$  (см. табл. 3.2) TP-100M переводится в режим **Удаленное управление выходными реле**. Регистры управления указаны в таблице 5.2 (12 – 15). Записав в эти регистры значение 0 или 1, можно включить или отключить соответствующие реле.

После включения режима **Удаленное управление выходными реле**, изделие продолжает работать в обычном режиме, исключением является то, что управление выходными реле передается удаленному оператору.

### 5.7 Работа с интерфейсом EIA/TIA-485 по протоколу MODBUS

#### 5.7.1 Общие положения

TP-100M позволяет выполнять обмен данными с внешними устройствами по последовательному интерфейсу EIA/TIA-485 по протоколу MODBUS с ограниченным набором команд.

При построении сети используется принцип организации ведущий – ведомый, где в качестве ведомого выступает TP-100M. В сети может присутствовать только один ведущий узел и несколько ведомых узлов. В качестве ведущего узла выступает персональный компьютер либо программируемый логический контроллер. При данной организации инициатором циклов обмена может выступать исключительно ведущий узел.

Запросы ведущего узла – индивидуальные (адресуемые к конкретному изделию). TP-100M осуществляют передачу, отвечая на индивидуальные запросы ведущего узла.

При обнаружении ошибок в получении запросов, либо невозможности выполнения полученной команды, TP-100M, в качестве ответа, генерирует сообщение об ошибке.

Адреса (в десятичном виде) регистров программируемых параметров приведены в таблице 3.2.

Адреса (в десятичном виде) дополнительных регистров и их назначение приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Дополнительные регистры и их назначения

Адрес Дес	Наименование	Назначение	Примечание	
0	Идентификатор	Всегда равен 4		
1	Версия микропрограммы	10 (может изменяться производителем)		
2	Регистр состояния	bit 0	0 – нет аварии; 1 – авария (код в регистре аварии).	bit 5 – bit 15 зарезервированы
		bit 1	0 – реле <b>ПЕРЕГРЕВ</b> отключено; 1 – реле <b>ПЕРЕГРЕВ</b> включено.	
		bit 2	0 – реле <b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b> отключено; 1 – реле <b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b> включено.	
		bit 3	0 – реле <b>ОХЛАЖДЕНИЕ</b> отключено; 1 – реле <b>ОХЛАЖДЕНИЕ</b> включено.	
		bit 4	0 – реле <b>НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА</b> отключено; 1 – реле <b>НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА</b> включено.	
3	Регистр аварии	bit 0	0 – нет аварии; 1 – отказ EEPROM.	bit 6 – bit 15 зарезервированы
		bit 1	0 – нет аварии; 1 – замыкание датчика(ов).	
		bit 2	0 – нет аварии; 1 – обрыв датчика(ов).	
		bit 3	0 – нет аварии; 1 – превышение порога “Перегрев”.	
		bit 4	0 – нет аварии; 1 – превышение порога “Предупреждение”.	
		bit 5	0 – нет аварии; 1 – превышение порога “Охлаждение”.	

Продолжение таблицы 5.2

Адрес Dec	Наименование	Назначение	Примечание	
4	Регистр состояния датчика 1	bit 0	0 – нет аварии; 1 – замыкание датчика.	bit 5 – bit 15 зарезервированы
		bit 1	0 – нет аварии; 1 – обрыв датчика.	
		bit 2	0 – нет аварии; 1 – превышение порога “Перегрев”.	
		bit 3	0 – нет аварии; 1 – превышение порога “Предупреждение”.	
		bit 4	0 – нет аварии; 1 – превышение порога “Охлаждение”.	
5	Регистр состояния датчика 2	Аналогично регистру состояния датчика 1		
6	Регистр состояния датчика 3	Аналогично регистру состояния датчика 1		
7	Регистр состояния датчика 4	Аналогично регистру состояния датчика 1		
8	Температура 1	Значение температуры в °С	Integer	
9	Температура 2	Значение температуры в °С	Integer	
10	Температура 3	Значение температуры в °С	Integer	
11	Температура 4	Значение температуры в °С	Integer	
12	Регистр управления реле <b>ПЕРЕГРЕВ</b>	0 – реле отключено; 1 – реле включено.	Integer	
13	Регистр управления реле <b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ</b>	0 – реле отключено; 1 – реле включено.	Integer	
14	Регистр управления реле <b>ОХЛАЖДЕНИЕ</b>	0 – реле отключено; 1 – реле включено.	Integer	
15	Регистр управления реле <b>НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА</b>	0 – реле отключено; 1 – реле включено.	Integer	

### 5.7.2 Форматы сообщений

Протокол обмена имеет четко определенные форматы сообщений. Соблюдение форматов обеспечивает правильность и устойчивость функционирования сети.

#### 5.7.2.1 Формат байта

ТР-100М настраивается на работу с одним из двух форматов байт данных: с контролем паритета (рис. 5.4) и без контроля паритета (рис. 5.5). В режиме работы с контролем паритета указывается также тип контроля: по четности (Even), либо по нечетности (Odd). Передача бит данных выполняется младшими битами вперед.

По умолчанию (при изготовлении) изделие настраивается на работу без контроля паритета и с двумя стоповыми битами.

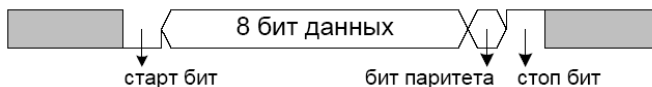


Рисунок 5.4 – Формат байта с контролем паритета.

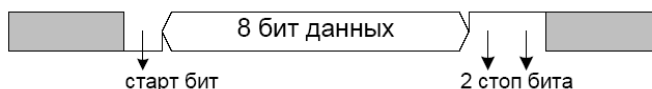


Рисунок 5.5 – Формат байта без контроля паритета (2 стоп бита).

Передача байт осуществляется на скоростях 2400, 4800, 9600 и 19200 бит/с. По умолчанию, при изготовлении, изделие настраивается на работу со скоростью 9600 бит/с.

**Примечание** – для режима **MODBUS RTU** передается 8 бит данных, а для режима **MODBUS ASCII** передается 7 бит данных.

#### 5.7.2.2 Формат кадра

Длина кадра не может превышать 256 байт для **MODBUS RTU** и 513 байт для **MODBUS ASCII**.



В режиме **Modbus RTU** контроль начала и окончания кадра осуществляется при помощи интервалов молчания, длиной не менее времени передачи 3.5 байт. Кадр должен передаваться как непрерывный поток байт. Правильность принятия кадра дополнительно контролируется проверкой контрольной суммы CRC.

Поле адреса занимает один байт. Адреса ведомых устройств находятся в диапазоне от 1 до 247. На рисунке 5.6 представлен формат кадра RTU.

интервал молчания > 3.5 байта	Адрес	Код функции	Данные	Контрольная сумма CRC	интервал молчания > 3.5 байта
	1 байт	1 байт	до 252 байт	2 байта	

**Рисунок 5.6** – Формат кадра RTU

В режиме **MODBUS ASCII** контроль начала и окончания кадра осуществляется при помощи специальных символов (символ (‘:’ 0x3A) – для начала кадра; символы (‘CRLF’ 0x0D0x0A) – для окончания кадра). Кадр должен передаваться как непрерывный поток байт. Правильность принятия кадра дополнительно контролируется проверкой контрольной суммы LRC.

Поле адреса занимает два байта. Адреса ведомых устройств находятся в диапазоне от 1 до 247. На рисунке 5.7 представлен формат кадра ASCII.

: 1 байт	Адрес	Код функции	Данные	Контрольная сумма LRC	CRLF 2 байта
	2 байт	2 байт	до 504 байт	2 байта	

**Рисунок 5.7** – Формат кадра ASCII

**Примечание** – в режиме **MODBUS ASCII** каждый байт данных кодируется двумя байтами ASCII кода (например: 1 байт данных 0x25 кодируется двумя байтами ASCII кода 0x32 и 0x35).

### 5.7.3 Генерация и проверка контрольной суммы

Передающее устройство формирует контрольную сумму для всех байт передаваемого сообщения. TP-100M аналогичным образом формирует контрольную сумму для всех байт принятого сообщения и сравнивает ее с контрольной суммой, принятой от передающего устройства. При несовпадении сформированной контрольной суммы и принятой генерируется сообщение об ошибке.

#### 5.7.3.1 Генерация контрольной суммы CRC

Контрольная сумма в сообщении, передается младшим байтом впереди, представляет собой циклический проверочный код на основе неприводимого полинома 0xA001.

Подпрограмма формирования контрольной суммы CRC на языке Си:

```

1: uint16_t GenerateCRC(uint8_t *pSendRecvBuf, uint16_t uCount)
2: {
3:     cons uint16_t Polynom = 0xA001;
4:     uint16_t crc = 0xFFFF;
5:     uint16_t i;
6:     uint8_t byte;
7:     for(i=0; i<(uCount-2); i++){
8:         crc = crc ^ pSendRecvBuf[i];
9:         for(byte=0; byte<8; byte++){
10:             if((crc & 0x0001) == 0){
11:                 crc = crc >> 1;
12:             }else{
13:                 crc = crc >> 1;
14:                 crc = crc ^ Polynom;
15:             }
16:         }
17:     }
18:     return crc;
19: }
```

#### 5.7.3.2 Генерация контрольной суммы LRC

Контрольная сумма в сообщении, передается старшим байтом впереди, представляет собой продольный контроль избыточности.

Подпрограмма формирования контрольной суммы LRC на языке Си:

```

1: uint8_t GenerateLRC(uint8_t *pSendRecvBuf, uint16_t uCount)
2: {
```

```

3:   uint8_t lrc = 0x00;
4:   uint16_t i;
5:   for(i=0; i<(uCount-1); i++){
6:       lrc = (lrc + pSendRecvbuf[i]) & 0xFF;
7:   }
8:   lrc = ((lrc ^ 0xFF) + 2) & 0xFF;
9:   return lrc;
10: }
    
```

### 5.7.4 Система команд

#### 5.7.4.1 Функция 0x03 – чтение группы регистров

Функция 0x03 обеспечивает чтение содержимого регистров TP-100M. В запросе ведущего содержится адрес начального регистра, а также количество слов для чтения.

Ответ TP-100M содержит количество возвращаемых байт и запрошенные данные. Количество возвращаемых регистров ограничивается 50. Если количество регистров в запросе превышает 50 (100 байт), разбиение ответа на кадры не производится.

Пример запроса и ответа в **MODBUS RTU** приведён на рисунке 5.8.

Запрос

Адрес	Функция	Нач. адрес НВ	Нач. адрес ЛВ	Кол. слов НВ	Кол. слов ЛВ	CRC LB	CRC НВ
01h	03h	00h	A0h	00h	02h	C4h	29h

Ответ - значение регистра 00A0h = 1000 (FLOAT)

Адрес	Функция	Кол. байт	Данные НВ НВ	Данные НВ ЛВ	Данные ЛВ НВ	Данные ЛВ ЛВ	CRC LB	CRC НВ
01h	03h	04h	44h	7Ah	00h	00h	Cfh	1Ah

**Рисунок 5.8** – Пример запроса и ответа функции 0x03 – чтение группы регистров

#### 5.7.4.2 Функция 0x06 – запись регистра

Функция 0x06 обеспечивает запись в один регистр TP-100M. В запросе ведущего содержится адрес регистра и данные для записи.

Ответ изделия совпадает с запросом ведущего и содержит адрес регистра и установленные данные. Пример запроса и ответа в режиме **MODBUS RTU** приведён на рисунке 5.9.

Запрос - регистр 00A0h = 1000 (INT)

Адрес	Функция	Нач. адрес НВ	Нач. адрес ЛВ	Данные НВ	Данные ЛВ	CRC LB	CRC НВ
01h	06h	00h	A0h	03h	E8h	89h	56h

Ответ

Адрес	Функция	Нач. адрес НВ	Нач. адрес ЛВ	Данные НВ	Данные ЛВ	CRC LB	CRC НВ
01h	06h	00h	A0h	03h	E8h	89h	56h

**Рисунок 5.9** – Пример запроса и ответа функции 0x06 – установка регистра

#### 5.7.4.3 Функция 0x08 – диагностика

Функция 0x08 обеспечивает ряд тестов для проверки системы связи между ведущим и TP-100M, а также для проверки различных внутренних условий TP-100M.

Функция использует поле подфункции для конкретизации выполняемого действия (теста).

#### **Подфункция 0x00 – возврат данных запроса**

Данные, переданные в поле данных запроса, будут возвращены в поле данных ответа.

Пример запроса и ответа в режиме **MODBUS RTU** приведён на рисунке 5.10.

Запрос

Адрес	Функция	Подфункция НВ	Подфункция ЛВ	Данные НВ	Данные ЛВ	CRC LB	CRC НВ
01h	08h	00h	00h	A0h	3Ch	98h	1Ah

Ответ

Адрес	Функция	Подфункция НВ	Подфункция ЛВ	Данные НВ	Данные ЛВ	CRC LB	CRC НВ
01h	08h	00h	00h	A0h	3Ch	98h	1Ah

**Рисунок 5.10** – Пример запроса и ответа подфункции 0x00 – возврат данных запроса

#### **Подфункция 0x01 – рестарт опций связи**

Периферийный порт TP-100M будет инициализирован и вновь запущен.

Ответ возвращаться не будет.

Пример запроса в режиме **MODBUS RTU** приведён на рисунке 5.11.

Запрос

Адрес	Функция	Подфункция НВ	Подфункция ЛВ	Данные НВ	Данные ЛВ	CRC LB	CRC НВ
01h	08h	00h	01h	00h	00h	B1h	CBh

Ответ не возвращается

**Рисунок 5.11** – Пример запроса и ответа подфункции 0x01 – рестарт опций связи

**Подфункция 04h – установить режим Только слушать.**

Вынуждает TP-100M перейти в режим **Только слушать**. Команда изолирует изделие от других устройств сети, исключая его влияние на процесс обмена. Ответ не возвращается. Все последующие команды, адресованные данному TP-100M, будут приниматься, но ответы возвращаться не будут. Выход из режима **Только слушать** возможен лишь при получении команды диагностики с подфункцией 0x01 – рестарт опций связи.

Пример запроса и ответа в режиме **MODBUS RTU** приведён на рисунке 5.12.

Запрос

Адрес	Функция	Подфункция НВ	Подфункция ЛВ	Данные НВ	Данные ЛВ	CRC LB	CRC НВ
01h	08h	00h	04h	00h	00h	A1h	CAh

Ответ не возвращается

**Рисунок 5.12** – Пример запроса и ответа подфункции 0x04 – установить режим **Только слушать**

## 6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 6.1 Меры безопасности



**НА КЛЕММАХ И ВНУТРЕННИХ ЭЛЕМЕНТАХ ИЗДЕЛИЯ ПРИСУТСТВУЕТ ОПАСНОЕ ДЛЯ ЖИЗНИ НАПРЯЖЕНИЕ. ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ НЕОБХОДИМО ОТКЛЮЧИТЬ ИЗДЕЛИЕ И ПОДКЛЮЧЕННЫЕ К НЕМУ УСТРОЙСТВА ОТ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ.**

**6.2 Техническое обслуживание изделия должно выполняться квалифицированными специалистами.**

**6.3 Рекомендуемая периодичность технического обслуживания – каждые шесть месяцев.**

**6.4 Порядок технического обслуживания:**

- 1) проверить надежность подсоединения проводов, при необходимости – зажать с усилием, указанным в таблице 3.1;
- 2) визуально проверить целостность корпуса, в случае обнаружения трещин и сколов изделие снять с эксплуатации и отправить на ремонт;
- 3) при необходимости протереть ветошью лицевую панель и корпус изделия.

**Для чистки не используйте абразивные материалы и растворители.**

## 7 СРОК СЛУЖБЫ И ГАРАНТИЯ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

**7.1** Срок службы изделия 15 лет. По истечении срока службы обратиться к производителю.

**7.2** Срок хранения – 3 года.

**7.3** Гарантийный срок эксплуатации изделия составляет 5 лет со дня продажи.

В течение гарантийного срока эксплуатации (в случае отказа изделия) производитель выполняет бесплатно ремонт изделия.

**ВНИМАНИЕ! ЕСЛИ ИЗДЕЛИЕ ЭКСПЛУАТИРОВАЛОСЬ С НАРУШЕНИЕМ ТРЕБОВАНИЙ ДАННОГО РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ИМЕЕТ ПРАВО ОТКАЗАТЬ В ГАРАНТИЙНОМ ОБСЛУЖИВАНИИ.**

**7.4** Гарантийное обслуживание производится по месту приобретения или производителем изделия.

**7.5** Послегарантийное обслуживание изделия выполняется производителем по действующим тарифам.

**7.6** Перед отправкой на ремонт, изделие должно быть упаковано в заводскую или другую упаковку, исключая механические повреждения.

**Убедительная просьба: в случае возврата изделия и передаче его на гарантийное (послегарантийное) обслуживание, в поле сведений о рекламациях подробно укажите причину возврата.**

## **8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

Изделие в упаковке производителя допускается транспортировать и хранить при температуре от минус 45 до +60 °С и относительной влажности не более 80%.

## **9 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ**

ТР-100М изготовлено и принято в соответствии с требованиями действующей технической документации и признано годным к эксплуатации.