

Утвержден

Всего 89

НПЦМ.421413.010РЭ-ЛУ

**ПРИБОР МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРЫ ТРАНСФОРМАТОРА  
ТМТ2**

(модификации ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12, ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22)

Руководство по эксплуатации

НПЦМ.421413.010РЭ



ООО Научно-производственный центр «МИРОНОМИКА»  
620078, Россия, г. Екатеринбург, ул. Вишневая, д. 46, офис 403  
620000, Главпочтамт, а/я 241  
Тел/факс: (343) 383-40-84(85)  
E-mail:[info@mironomika.ru](mailto:info@mironomika.ru), Web: [www.mironomika.ru](http://www.mironomika.ru)

---

## Содержание

1 Описание и работа приборов . . . . .	5
1.1 Функциональные и конструктивные особенности приборов . . . . .	5
1.2 Назначение приборов. . . . .	5
1.3 Технические характеристики. . . . .	9
1.4 Состав приборов. . . . .	10
1.5 Устройство и работа. . . . .	11
1.6 Маркировка. . . . .	15
1.7 Упаковка. . . . .	15
2 Использование по назначению. . . . .	15
2.1 Эксплуатационные ограничения. . . . .	15
2.2 Меры безопасности . . . . .	16
2.3 Инициализация приборов . . . . .	17
2.4 Подготовка приборов к использованию	18
2.5 Работа в режиме настроек приборов . . . . .	19
3 Техническое обслуживание приборов. . . . .	52
3.1 Общие указания . . . . .	52
3.2 Порядок технического обслуживания. . . . .	52
3.3 Проверка работоспособности приборов. . . . .	52
4 Транспортирование и хранение. . . . .	59
5 Гарантии и текущий ремонт. . . . .	59
6 Утилизация . . . . .	59
Приложение А Габаритный чертёж приборов. . . . .	60
Приложение Б Схема подключения прибора ТМТ2 . . . . .	61
Приложение В Схема подключения приборов ТМТ2-11, ТМТ2-12 . . . . .	62
Приложение Г Схема подключения прибора ТМТ2-20 . . . . .	63

## Содержание

Приложение Д Схема подключения приборов ТМТ2-21, ТМТ2-22 . . .	64
Приложение Е Схема электрическая структурная прибора ТМТ2 . . .	65
Приложение Ж Схема электрическая структурная приборов ТМТ2-11, ТМТ2-12 . . . . .	66
Приложение З Схема электрическая структурная прибора ТМТ2-20 .	67
Приложение И Схема электрическая структурная приборов ТМТ2-21, ТМТ2-22 . . . . .	68
Приложение К Схема рабочего места проверки прибора ТМТ2 . . . .	69
Приложение Л Схема рабочего места проверки приборов ТМТ2-11, ТМТ2-12 . . . . .	70
Приложение М Схема рабочего места проверки прибора ТМТ2-20.	71
Приложение Н Схема рабочего места проверки приборов ТМТ2-21 ТМТ2-22. . . . .	72
Приложение О Таблица О.1 - Перечень измерительных средств и оборудования . . . . .	73
Приложение П Данные по организации информационного взаимо- действия приборов . . . . .	74
Приложение Р Один из вариантов установки датчика давления . . .	84
Приложение С Меню просмотра и коррекции информации приборов ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12 . . . . .	85
Приложение Т Меню инициализации приборов ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12. . . . .	86
Приложение У Меню просмотра и коррекции информации приборов ТМТ2-20 – ТМТ2-22. . . . .	87
Приложение Ф Меню инициализации приборов ТМТ2-20 –ТМТ2-22	88
Приложение Х Ссылочные нормативные документы . . . . .	89

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с устройством, характеристиками, правилами эксплуатации и технического обслуживания следующих приборов:

- Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2, изготовленный по спецификации НПЦМ.421413.010;
- Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2-11, изготовленный по спецификации НПЦМ.421413.010-11;
- Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2-12, изготовленный по спецификации НПЦМ.421413.010-12;
- Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2-20, изготовленный по спецификации НПЦМ.421413.010-20;
- Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2-21, изготовленный по спецификации НПЦМ.421413.010-21;
- Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2-22, изготовленный по спецификации НПЦМ.421413.010-22,  
в дальнейшем именуемые – приборы.

Прибор имеет **СВИДЕТЕЛЬСТВО об утверждении типа средств измерений**.

Поверка прибора проводится в соответствии с документом: «Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы мониторинга температуры трансформаторов ТМТ2. Методика поверки МП 94-221-2018».

Результаты периодических поверок заносятся в НПЦМ.421413.010ПС.

Прибор имеет документ:

**«ТАМОЖЕННЫЙ СОЮЗ. ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ».**

## 1 Описание и работа приборов

### 1.1 Функциональные и конструктивные особенности приборов

1.1.1 Различия модификаций приборов обусловлены внутренним наполнением функциональными узлами.

Возможности приборов и их сравнение приведены в таблице 1.

Таблица 1

Функциональные возможности прибора	Код прибора					
	TMT2	TMT2-11	TMT2-12	TMT2-20	TMT2-21	TMT2-22
Один канал измерения температуры верхних слоев масла трансформатора	+	+	+	+	+	+
Два канала измерения токов нагрузки трансформатора с двумя вторичными обмотками или расщепленной вторичной обмоткой	+	+	+	-	-	-
Два канала измерения уровня масла трансформатора (с датчиков давления поступают сигналы тока от 4 до 20 мА)	+	-	-	+	-	-
Два канала измерения уровня масла трансформатора (с датчиков давления поступают сигналы напряжения от 0 до 5 В)	-	+	-	-	+	-
Два канала измерения уровня масла трансформатора (с датчиков давления поступают сигналы напряжения от 0 до 10 В)	-	-	+	-	-	+

### 1.2 Назначение приборов

1.2.1 Все варианты приборов предназначены для использования в составе системы управления охлаждением трансформаторов с жидким диэлектриком (трансформаторным маслом, Миделом и т.п.) с целью оперативного контроля температурных параметров трансформатора, управления системой охлаждения, сигнализации о превышении температурой заданных уставок., контроля уровня заливки и его утечки в процессе эксплуатации.

Приборы предназначены для работы с платиновым ТС (термопреобразователем сопротивления) с номинальной статической характеристикой (НСХ)–100П и датчиками давления.

1.2.2 Приборы выполняют следующие функции:

- контроль (мониторинг) и индикацию температуры верхних слоёв масла трансформатора Тм;
- управление системой охлаждения трансформатора по температуре верхних слоев масла;
- сигнализацию о превышении температурой масла заданных значений уставок, согласно таблице 2;
- определение и контроль уровня заливки масла в зависимости от температуры масла и климатического исполнения трансформатора:
  - а) в расширителе трансформатора;
  - б) в отсеке РПН;
- определение и контроль текущего уровня масла:
  - а) в расширителе трансформатора;
  - б) в отсеке РПН;
- сигнализацию об уровнях масла:
  - а) минимальном;
  - б) максимальном;
- формирование унифицированных сигналов токовой петли от 4 до 20 мА по величинам:
  - а) температуры масла;
  - б) уровня масла в расширителе трансформатора;
  - в) уровня масла в отсеке РПН;
- передачу информации в АСУТП (автоматическая система управления технологическим процессом) по последовательному интерфейсу RS-485:
  - а) текущих значений контролируемых параметров Тм;
  - б) значения остаточного термического ресурса изоляции трансформатора;
  - в) массивов максимальных и минимальных значений всех контролируемых параметров за требуемый промежуток времени;
  - г) текущего показания приборных часов;
  - д) значения действующих уставок;
  - е) состояния выходных сигналов;
  - ж) типа выбранной системы охлаждения;
  - з) вида климатического исполнения трансформатора в соответствии с ГОСТ 15150.

1.2.3 Кроме того, приборы ТМТ2, ТМТ2-11 и ТМТ2-12 выполняют следующие функции:

- определение и индикацию коэффициентов нагрузки:
  - а) нерасщеплённой обмотки трансформатора Кн;
  - б) каждой из двух частей расщеплённой обмотки Кн1, Кн2;
- расчёт, контроль и индикацию температуры ННТ (наиболее нагретой точки) обмотки трансформатора по методике ГОСТ 14209 (МЭК 345-91):
  - а) нерасщеплённой обмотки трансформатора То;
  - б) каждой из двух частей расщеплённой обмотки То1, То2;
- расчёт остаточного термического ресурса изоляции трансформатора по методике ГОСТ 14209 (МЭК 345-91):
  - а) нерасщеплённой обмотки трансформатора;
  - б) каждой из двух частей расщеплённой обмотки;
- ведение протокола максимальных и минимальных значений параметров трансформатора Кн, Кн1, Кн2, То, То1, То2 и их индикацию за контролируемый период: сутки, неделю, месяц или год (по требованию оператора):
  - ведение протокола аварийных событий;
  - управление системой охлаждения трансформатора по температурам:
    - а) ННТ нерасщепленной обмотки;
    - б) максимального значения ННТ одной из частей расщепленной обмотки;
  - сигнализация о превышении температурой ННТ обмотки заданных уставок, согласно таблице 2;
  - формирование унифицированных сигналов токовой петли от 4 до 20 мА по величинам:
    - а) температуры ННТ для нерасщепленной обмотки;
    - б) температуры ННТ для максимального значения температуры одной из частей расщепленной обмотки;
  - передачу информации в АСУТП (автоматическая система управления технологическим процессом) по последовательному интерфейсу RS-485:
    - а) текущих значений контролируемых параметров Кн, Кн1, Кн2, То, То1, То2;
    - б) значения остаточного термического ресурса изоляции трансформатора;
    - в) массивов максимальных и минимальных значений всех контролируемых параметров за требуемый промежуток времени.

Таблица 2 – Уставки по температуре

Наименование функции	Условное обозначение вида системы охлаждения масляного трансформатора по ГОСТ 11677	Уставка, °С	
		Код прибора	
		ТМТ2, ТМТ2-11 –ТМТ2-12	ТМТ2-20-ТМТ2-22
<b>1 Сигнал «Вентиляторы» (замыкание НР контакта):</b>			
- при температуре масла	ДЦ	40	
	Д	55	
- при температуре ННТ	Д, ДЦ	75	-
<b>2 Сигнал «Предупреждение»:</b>			
- при температуре масла	Ц	70	
	ДЦ	75	
	М и Д	95	
- при температуре ННТ	М, Д, ДЦ, Ц	118	-
<b>3 Аварийный сигнал «Отключение»:</b>			
- при температуре масла	М, Д, ДЦ, Ц	105	
- при температуре ННТ		140	-
<b>4 Сигнал «Блокировка» (размыкание НЗ контакта):</b>			
- запрет на переключение РПН и на включение масляных насосов при температуре масла	независимо	≤ (- 25)	
Примечания			
1 НР – нормально разомкнутый контакт; НЗ – нормально замкнутый контакт;			
2 РПН – регулирование под нагрузкой;			
3 Гистерезис по уставкам при выключении составляет 5 °С.			

### 1.3 Технические характеристики

1.3.1 Вид климатического исполнения приборов - УЗ.1 по ГОСТ 15150, но при этом номинальное нижнее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации минус 20 °С, номинальное верхнее – плюс 50 °С.

1.3.2 Приборы имеет степень защиты – IP40 по ГОСТ 14254.

1.3.3 Приборы удовлетворяют требованиям стойкости к механическим воздействиям для группы М4 по ГОСТ 17516.1.

1.3.4 Основные технические характеристики приборов приведены в таблице 3.



Таблица 3 - Основные технические характеристики приборов

Наименование параметра	Значение параметра	
	код прибора	
	ТМТ2, ТМТ2-11 –ТМТ2-12	ТМТ2-20-ТМТ2-23
1 Напряжение питания, В: - переменного тока с частотой от 48 до 63 Гц - постоянного тока	От 85 до 240 От 120 до 340	
2 Мощность, потребляемая прибором, Вт, не более	10	
3 Диапазон контролируемых температур, °С	От минус 50 до 150	
4 Максимальная погрешность измерения температуры масла, °С, не более	±2,0	
5 Максимальная погрешность вычисления температуры ННТ обмотки, °С, не более	±3,0	–
6 Диапазон контролируемого давления, кПа	От 0 до 16	
7 Максимальная погрешность вычисления уровня масла, %, не более	±4,0	
8 Ток, коммутируемый релейными контактами прибора при напряжении 220 В и $\cos\phi$ не менее 0,3; А, не более	3,0	–
9 Номинальный входной сигнал переменного тока А, не более	5,0	–
10 Максимально-допустимый входной сигнал переменного тока без ограничения времени А, не более	10	
11 Входное сопротивление по переменному току, Ом	0,02	–
12 Периодичность съема информации датчиков, с	64	
13 Назначенный срок службы, лет, не менее	12	
14 Средняя наработка на отказ, ч, не менее	50000	
15 Размер прибора LxVxH, мм, не более	243x190x66	
16 Масса прибора, кг, не более	3,0	
17 Максимальное сопротивление кабеля, соединяющего датчик температуры и прибор, Ом, не более	10	
18 Характеристика интерфейсов связи: - поддерживаемый стандарт - скорости обмена, бит/с - контроль четности - диапазон допустимых адресов - протокол обмена	RS-485 2400, 9600, 19200 Есть от 1 до 247 «Modbus» RTU	

## 1.4 Состав приборов

1.4.1 Состав приборов определяется согласно спецификациям НПЦМ.421413.010, НПЦМ.421413.010-11, НПЦМ.421413.010-12, НПЦМ.421413.010-20, НПЦМ.421413.010-21, НПЦМ.421413.010-22.

1.4.2 Состав комплектов поставки приборов приведён в таблице 4.

Таблица 4 – Состав комплекта поставки

Наименование, обозначение	Код прибора ТМТ2-					
	–	11	12	20	21	22
1 Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2	1	–	–	–	–	–
2 Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2-11	–	1	–	–	–	–
3 Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2-12	–	–	1	–	–	–
4 Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2-20	–	–	–	1	–	–
5 Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2-21	–	–	–	–	1	–
6 Прибор мониторинга температуры трансформатора ТМТ2-22	–	–	–	–	–	1
7 Руководство по эксплуатации НПЦМ.421413.010РЭ	1	1	1	1	1	1
8 Паспорт НПЦМ.421413.010ПС	1	1	1	1	1	1
9 Ведомость эксплуатационных документов НПЦМ.421413.010ВЭ	1	1	1	1	1	1
10 Методика поверки МП94-221-2018	1	1	1	1	1	1
11 Оповещатель охранно-пожарный звуковой ООПЗ – 220	1	1	1	1	1	1
12 Термометр платиновый технический ТПТ-1-1 ЕМТК 01.0000.00	1	1	1	1	1	1
13 Паспорт ЕМТК 01.0000.00ПС (на ТПТ-1-1)	1	1	1	1	1	1
14 Преобразователь давления ОВЕН ПД100-ДИ–0,016 -111- 0,5 ТУ4212-002-46526536-2009	1	–	–	1	–	–
15 Паспорт КУВФ.406230.100ПС	1	–	–	1	–	–
16 Датчик давления МИДА ДИ–12П-11-У2-0,5/0,016 МПа-05/3-М20 –П ТУ4212-043-18004487-2003	–	1	–	–	1	–
17 Датчик давления МИДА ДИ–12П-11-У2-0,5/0,016 МПа-05/4-М20 –П ТУ4212-043-18004487-2003	–	–	1	–	–	1
18 Паспорт МДВГ.406233.032ПС	–	1	1	–	1	1
19 Термопреобразователь сопротивления ДТС075Л-100П.В3.120 (ТУ 4211-023-46526536-2009)	1	1	1	1	1	1
20 Термопреобразователь сопротивления ДТС Паспорт КУВФ.405210.003ПС	1	1	1	1	1	1
21 Термометр платиновый технический ТП-9201 ТУ 4211-003-12296299-94	1	1	1	1	1	1
22 Паспорт (на ТП-9201)	1	1	1	1	1	1
23 Вилка ДВ-9М с корпусом	1	1	1	1	1	1

## Продолжение таблицы 4 – Состав комплекта поставки

### Примечания

1 Прибор комплектуется термопреобразователями сопротивления, например, ДТС075Л или ТП-9201, или др.).

2 Характеристики термопреобразователя сопротивления ДТС075Л-100П.В3.120 указаны в каталоге производителя ОВЕН. Вид климатического исполнения термопреобразователя сопротивления указан в эксплуатационной документации:

«ОВЕН ДТС. Термопреобразователи сопротивления. Руководство по эксплуатации КУВФ.405210.003РЭ» на сайте производителя [www.owen.ru](http://www.owen.ru).

3 В таблице приведено количество экземпляров или штук входящего в комплект наименования.

4 Производитель прибора оставляет за собой право вносить изменения в комплект поставки без ухудшения эксплуатационных характеристик устройства.

### 11.4.3 Обозначение прибора для заказа:

**TMT2 – XX – УУ – ГП – N – LL-количество приборов**

**XX - модификация прибора  
(11, 12, 20, 21 или 22)**

**УУ – Условное обозначение  
вида системы охлаждения  
масляного трансформатора  
согласно таблице 2**

**LL – длина подводящей конструк-  
ции к датчику давления, мм**

**N – количество датчиков давления  
(1 или 2)**

**госповерка (при необходимости)**

Пример записи заказа прибора:

**TMT2– ДЦ – ГП – 1– 70- 1**

**ВНИМАНИЕ:** Длина подводящей конструкции (с учетом толщины дна расширителя) от расширителя до датчика давления поставляется - 70 мм. Данный параметр заложен в программу и считается уставкой при вычислении уровня масла.

## 1.5 Устройство и работа

### 1.5.1 Конструктивное исполнение

1.5.1.1 Габаритный чертёж приборов приведён в приложении А. Приборы выполнены в виде конструктивно законченного устройства. В металлическом корпусе прибора крепится плата измерительно-вычислительного блока. На плате установлены: соединитель для связи с датчиками; соединитель для подключения цепей сигнализации и пита-

ния; соединитель интерфейса RS-485 и соединитель для подключения блока преобразователя U-F или заглушки, в зависимости от модификации прибора.

#### 1.5.1.2 Органы индикации и сигнализации:

- жидкокристаллический двухстрочный дисплей;
- светодиод-индикатор ПИТАНИЕ – зеленый цвет;
- светодиод-индикатор ПЕРЕГРЕВ – красный цвет;
- светодиод-индикатор ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ – желтый цвет;
- светодиод-индикатор ВЕНТИЛЯТОРЫ – желтый цвет;
- светодиод-индикатор БЛОКИРОВКА Т – красный цвет;
- светодиод-индикатор НЕИСПРАВНОСТЬ – красный цвет;
- светодиод-индикатор НЕНОРМА МАСЛА – красный цвет;
- светодиод-индикатор УТЕЧКА МАСЛА – красный цвет.

#### 1.5.1.3 Органы управления:

- кнопка «▶» открывает меню и его подпункты или управляет записью введенных данных;
- кнопка «▲» управляет перемещением по пунктам меню одного уровня в одном направлении или увеличивает отображаемое цифровое значение;
- кнопка «▼» - управляет перемещением по пунктам меню одного уровня во втором направлении или уменьшает отображаемое цифровое значение;
- кнопка «◀» управляет возвратом из открытого пункта меню на один уровень.

1.5.1.4 Схема подключения прибора ТМТ2 (НПЦМ.421413.010) приведена в приложении Б.

1.5.1.5 Схема подключения приборов ТМТ2-11 (НПЦМ.421413.010-11), ТМТ2-12 (НПЦМ.421413.010-12) приведена в приложении В.

1.5.1.6 Схема подключения приборов ТМТ2-20 (НПЦМ.421413.010-20), приведена в приложении Г.

1.5.1.7 Схема подключения приборов ТМТ2-21 (НПЦМ.421413.010-21), ТМТ2-22 (НПЦМ.421413.010-22) приведена в приложении Д.

1.5.1.8 Один из вариантов установки датчика давления приведен в приложении Р.

### 1.5.2 Работа приборов ТМТ2 и ТМТ2-20

1.5.2.1 Схемы электрические структурные приборов приведены в приложениях Е и З соответственно.

1.5.2.2 Постоянный ток генератора схемы опроса, протекая по термометру платиновому (датчику), создает на последнем падение напряжения. Это напряжение через схему опроса оказывается приложенным к одному из входов микроконтроллера и по

величине этого напряжения определяется температура масла. Результат измерений индицируется в градусах на дисплее в качестве параметра Тм.

1.5.2.3 Измеренные значения Тм сравниваются с уставками, и по результатам сравнения микроконтроллер формирует сигналы управления на реле.

1.5.2.4 Одновременно значения Тм передаются в виде ШИМ сигнала на формирователь, с выхода которого снимается токовый сигнал (4 - 20) мА, величина которого соответствует текущему значению температуры.

1.5.2.5 Максимальные и минимальные значения Тм с датой событий, сохраняются в памяти микроконтроллера и выдаются на дисплей по запросу пользователя.

1.5.2.6 Токовые сигналы (4 – 20 мА) датчиков давления блоками преобразователей U-F, преобразуются в сигналы частотой от 2 до 4 кГц и через схемы связи поступают на вход микроконтроллера.

1.5.2.7 Уровень заливаемого в расширители трансформатора или отсека РПН масла, прямо пропорционально зависит от температуры масла. Минимальной температуре климатического исполнения соответствует минимальный уровень заливаемого масла, максимальной температуре – максимальный уровень. Исходя из приведенного соотношения, микроконтроллер вычисляет требуемый уровень заливки по текущему значению температуры заливаемого масла. По информации датчика давления и текущему значению температуры масла микроконтроллер определяет реальный уровень масла, который сравнивает с требуемым уровнем заливки в трансформаторе (отсеке РПН).

Оператор, ведущий заливку, оповещается однократным коротким звуковым сигналом сирены при 95 % заливке, двукратным - при 98 % заливке и постоянным звуковым сигналом сирены при 100 % заливке.

1.5.2.8 Масло в трансформаторе расширяется при разогреве токами нагрузки. Микроконтроллер в дежурном режиме вычисляет:

- коэффициент объемного расширения масла для трансформатора и отсека РПН;
- уровень масла для каждой температуры масла.

Микроконтроллер следит за соответствием реального уровня масла ожидаемому уровню. В случае понижения уровня масла на величину более чем на 10 % от ожидаемого, для данной температуры уровня, формируется сигнал утечки масла из трансформатора. Выдается световая и релейная сигнализация. Реальный уровень масла индицируется на дисплее по запросу пользователя (оператора) из меню прибора или по интерфейсу.

1.5.2.9 Текущие значения уровней масла передаются в виде ШИМ сигнала на формирователи, с выхода которых снимается токовый сигнал (4 - 20) мА, величина которого соответствует текущим значениям уровней.

### **1.5.3 Работа приборов TMT2-11, TMT2-12, TMT2-21, TMT2-22**

1.5.3.1 Схема электрическая структурная приборов TMT2 -11, TMT2 -12 приведена в приложении Ж, TMT2-21, TMT2-22 - в приложении И.

1.5.3.2 Работа приборов TMT2-11, TMT2-12, TMT2-21, и TMT2-22 в основном соответствует работе приборов TMT2 и TMT2-20, описанной в п. 1.5.2, включая дополнения п. 1.5.3.3, а так же п.1.5.3.4. для соответствующих приборов.

1.5.3.3 Отличие в работе заключается в следующем - сигналы датчиков давления напряжением 5В (10В) формируются входными делителями блоков преобразователей U-F, преобразуются в сигналы частотой от 2 до 4 кГц и через схемы связи поступают на вход микроконтроллера.

Кроме того, приборы TMT2, TMT2-11 и TMT2-12 имеют дополнительные функции.

#### **1.5.3.4 Дополнительные функции приборов TMT2, TMT2-11 и TMT2-12**

1.5.3.4.1 Входные сигналы измеряемых токов нагрузки обмоток трансформатора от 0 до до 5 А - через входные трансформаторы тока и выпрямитель поступают на вход микроконтроллера. Микроконтроллер определяет коэффициенты нагрузки обмоток трансформатора  $K_n$  ( $K_{n1}$  и  $K_{n2}$ ) делением величины измеренного тока на величину номинального тока. Результат, в процентах, отображается на дисплее.

1.5.3.4.2 Постоянный ток генератора схемы опроса, протекая по термометру платиновому (датчику), создает на последнем падение напряжения. Это напряжение через схему опроса оказывается приложенным к одному из входов микроконтроллера и по величине этого напряжения определяется температура масла. Результат измерений индицируется в градусах на дисплее в качестве параметра  $T_m$ .

1.5.3.4.3 По полученным значениям коэффициента нагрузки  $K_n$  ( $K_{n1}$  и  $K_{n2}$ ) и  $T_m$  согласно методике ГОСТ 14209 (МЭК 345-91), исходя из паспортных данных трансформатора, определяется температура ННТ –  $T_o$  ( $T_{o1}$  и  $T_{o2}$  для расщепленной обмотки). Результат отображается в градусах на дисплее в качестве параметров  $T_o$  ( $T_{o1}$ ,  $T_{o2}$ ).

1.5.3.4.4 В соответствии с полученными значениями температуры ННТ и согласно методике ГОСТ 14209 (МЭК 345-91) определяется остаточный ресурс трансформатора. Данные по остаточному ресурсу трансформатора сохраняются в памяти микроконтроллера и выдаются на дисплей по запросу пользователя (оператора) из меню прибора.

1.5.3.4.5 Полученные значения  $T_{o1}$ ,  $T_{o2}$  и  $T_m$  сравниваются с уставками, и по результатам сравнения микроконтроллер формирует сигналы управления в узел реле.

1.5.3.4.6 Одновременно значения  $T_{o1}$ ,  $T_{o2}$  и  $T_m$  передаются в виде ШИМ сигнала на формирователи, с выхода которых снимается токовый сигнал (4 - 20) мА, величина которого соответствует текущим значениям температур.

1.5.3.4.7 Максимальные и минимальные значения  $T_o$  ( $T_{o1}$  и  $T_{o2}$ ),  $T_m$ ,  $K_n$  ( $K_{n1}$  и  $K_{n2}$ ) с датой событий, сохраняются в памяти микроконтроллера и выдаются на дисплей по запросу пользователя (оператора).

## **1.6 Маркировка**

1.6.1 Приборы должны иметь табличку, укрепленную на нижней части правой боковой плоскости корпуса, на которую наносятся следующие надписи:

- товарный знак предприятия - изготовителя;
- сокращенное обозначение;
- заводской номер;
- масса прибора, единицы измерения.

## **1.7 Упаковка**

1.7.1 При поставках приборов предприятию – изготовителю трансформатора, каждый прибор упаковывается в картонную коробку. В коробку вкладываются также изделия, входящие в комплект поставки в соответствии с п. 1.4.

## **2 Использование по назначению**

### **2.1 Эксплуатационные ограничения**

2.1.1 Техническое обслуживание и эксплуатацию приборов должен производить персонал, имеющий подготовку на уровне среднего технического образования в области промышленной электроники.

2.1.2 Приборы рассчитаны на работу с трансформаторами, имеющими одну из четырёх систем охлаждения: М, Д, Ц, ДЦ. Выбор системы производится с помощью переключки Дж (джампера), установленной под передней панелью прибора в левой верхней части платы (приложение А).

Приборы поставляются с переключкой, установленной для системы охлаждения Д.

2.1.3 Условия эксплуатации:

- воздушная среда, окружающая устройство не должна содержать химически активных веществ в концентрациях, действующих разрушительно на устройство;
- питание прибора должно осуществляться от источника, независимого от силовых цепей шкафа.

## 2.2 Меры безопасности

2.2.1 К работам по эксплуатации прибора допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие проверку знаний техники безопасности и эксплуатации электроустановок.

2.2.2 При подготовке к работе и эксплуатации прибора должны соблюдаться требования «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» для электроустановок напряжением до 1000 В.

2.2.3 Подключение соединителя к прибору следует производить при отсутствии напряжения питания прибора и снятых напряжениях опроса выходных контактов.

2.2.4 При эксплуатации корпус прибора должен быть заземлен. Для обеспечения надежного заземления соединить шпильку на нижней стороне корпуса с заземленными конструкциями или контуром заземления проводом сечением не менее  $2 \text{ мм}^2$  минимально возможной длины.



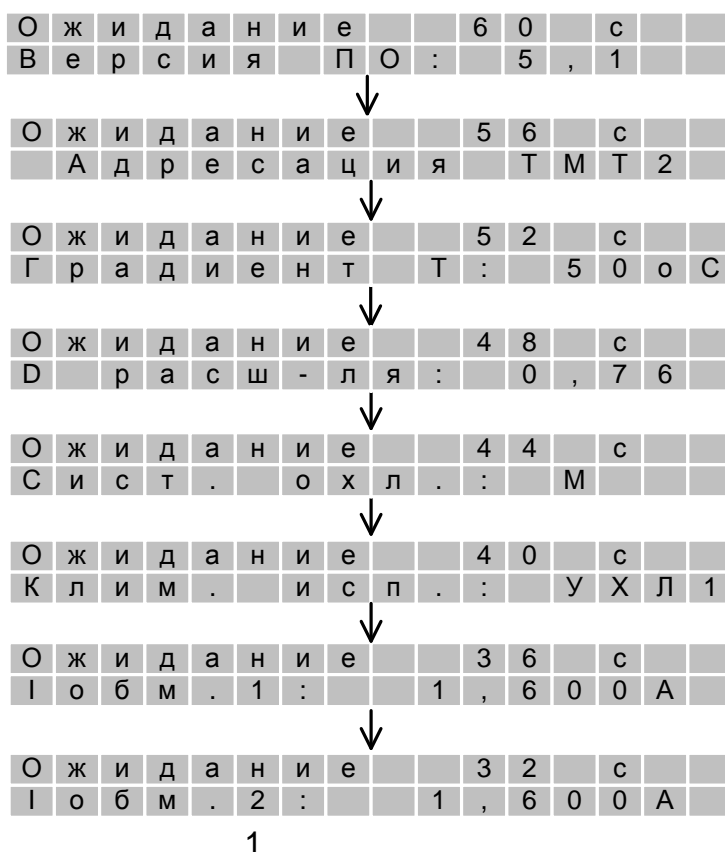
## 2.3 Инициализация приборов

2.3.1 При подаче напряжения питания на прибор, дисплей прибора должен подсветиться. На дисплее отобразится следующая информация:

- в верхней строке индикации отображается обратный отсчет времени до включения дежурного режима;
- в нижней строке индикации отображается версия программного обеспечения и уставки трансформатора.

Цикл индикации повторяется в течение 60 с. Через 60 с автоматически происходит переход в дежурный режим, если не нажата ни одна из управляющих кнопок указанных в п. 1.5.1.3.

Один из возможных вариантов отображения информации на дисплее приведён на рисунке 1



1

Рисунок 1

2.3.2 Для перехода в меню инициализации прибора пользователь должен нажать одну из управляющих кнопок лицевой панели: «▲», «▼» или «▶».

В меню инициализации прибора пользователь должен выбрать конфигурацию прибора, уставки трансформатора, параметры обмена и режим работы прибора.

Меню инициализации прибора приведено на рисунке 2.

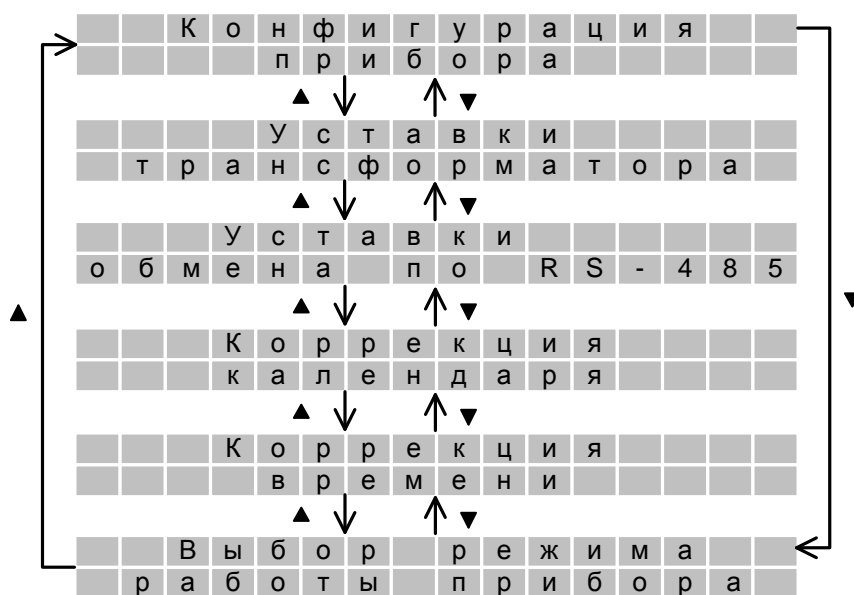


Рисунок 2

Примечание – **ВНИМАНИЕ:** Для версий ПО 2....и выше - прибор переходит в дежурный режим через 4 минуты из любого пункта меню инициализации (за исключением пункта меню «Проверка прибора»), если не нажата ни одна из управляющих кнопок указанных в п. 1.5.1.3

## 2.4 Подготовка приборов к использованию

2.4.1 Проведите проверку работоспособности прибора согласно подраздела 3.3 настоящего руководства.

2.4.2 Установите, при необходимости, джампер Дж в положение, соответствующее применяемой в трансформаторе системе охлаждения согласно п. 2.1.2.

2.4.3 Установите прибор в трансформаторный шкаф в соответствии с КД на шкаф. При отсутствии шкафа прибор устанавливается на панель управления трансформатора.

2.4.4 Подключите внешние цепи к соответствующим клеммным контактам согласно соответствующей схеме подключения пп. 1.5.1.4 - 1.5.1.8.

2.4.5 Подайте напряжение питания на прибор.

На дисплее отобразится информация, согласно п. 2.3.1.

Для выполнения необходимых настроек и дальнейшей работы с прибором используйте подраздел 2.5 и приложения С - Ф.

2.4.6 Включение прибора проведите согласно п. 2.5.11.

## 2.5 Работа в режиме настроек приборов

### 2.5.1 Выбор конфигурации

2.5.1.1 Конфигурация прибора должна выбираться с учетом комплектации трансформатора и в соответствии с данными, приведенным в таблице 5.

Таблица 5

Комплектация трансформатора	Конфигурация прибора с учетом комплектации трансформатора			Примечание
	Выбор контроля уровня масла по пункту меню, указанному в п. 2.5.2	Выбор контроля утечки масла по пункту меню, указанному в п. 2.5.3	Выбор контроля токов обмоток трансформатора по пункту меню, указанному в п. 2.5.4	
Расширитель трансформатора	«Контроль уровня трансформатора»	«Контроль утечки трансформатора»	–	1), 2), 3)
Расширитель РПН	«Контроль уровня в отсеке РПН»	«Контроль утечки в отсеке РПН»	–	1), 2), 3)
Расширитель трансформатора и РПН	«Контроль уровня трансф-ра и РПН»	«Контроль утечки трансф-ра и РПН»	–	1), 2), 3)
Одна токовая обмотка	–	–	«Контроль тока одной обмотки»	–
Две токовых обмотки	–	–	«Контроль токов двух обмоток»	–
Токовых входов нет	–	–	«Контроль токов обмоток отключен»	–
<b>Примечания</b> 1 <sup>1)</sup> Контроль утечки масла должен быть отключен при установке прибора на работающий под нагрузкой трансформатор (в случае замены прибора); 2 <sup>2)</sup> Контроль утечки масла должен быть восстановлен после проведения профилактических работ на трансформаторе при его отключении. 3 <sup>3)</sup> Включение режима контроля утечки масла проведите в следующем порядке: - включите режим контроля утечки масла согласно п. 2.5.3; - выполните режим заливки согласно п. 2.5.9.2 (для трансформатора) и п. 2.5.9.3 (для отсека РПН); - перейдите в дежурный режим согласно п. 2.5.9.1.				

## 2.5.2 Выбор вида контроля уровня масла

2.5.2.1 Выбор вида контроля уровня масла проведите согласно рисунку 3 , находясь в пункте «Конфигурация прибора» меню инициализации прибора.

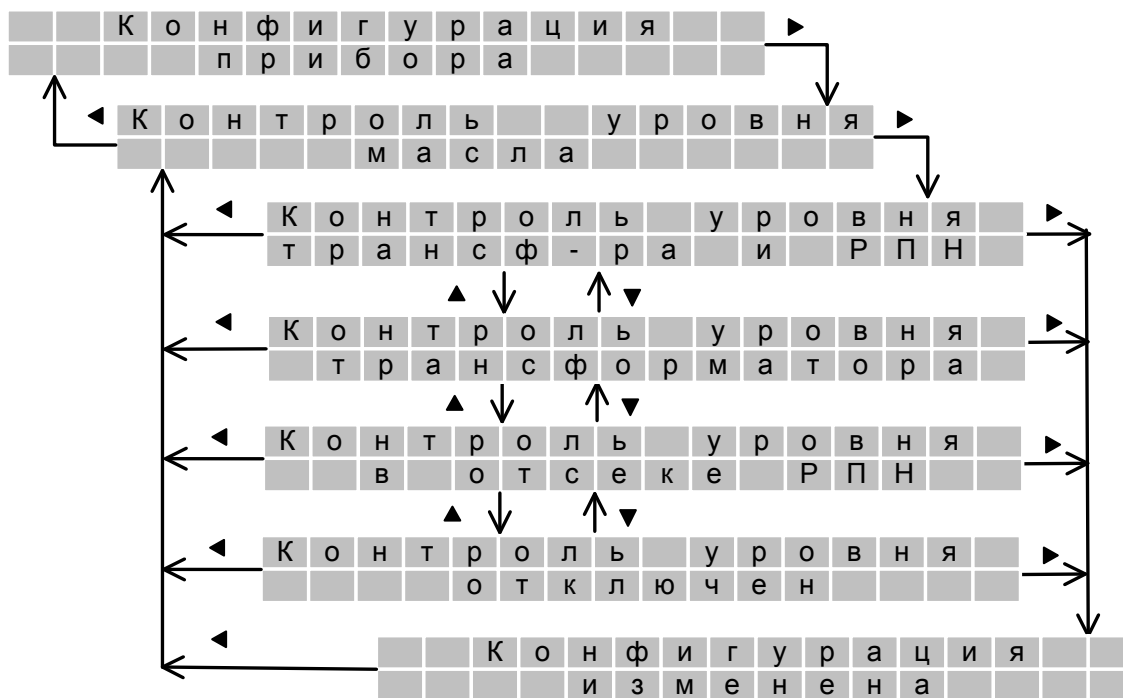


Рисунок 3

### Примечания

1 При просмотре меню открывается с конфигурацией прибора введенной ранее. На рисунке представлена конфигурация прибора - «Контроль уровня трансф-ра и РПН».

2 При введенной в прибор конфигурации – «Контроль уровня трансформатора» меню открывается на данном сообщении и т.д. в соответствии с рисунком. Порядок следования последующих сообщений сохраняется согласно приведенному на рисунке.

## 2.5.3 Выбор вида контроля утечки масла

2.5.3.1 Выбор вида контроля утечки масла проведите согласно рисунку 4, находясь в пункте «Конфигурация прибора» меню инициализации прибора.

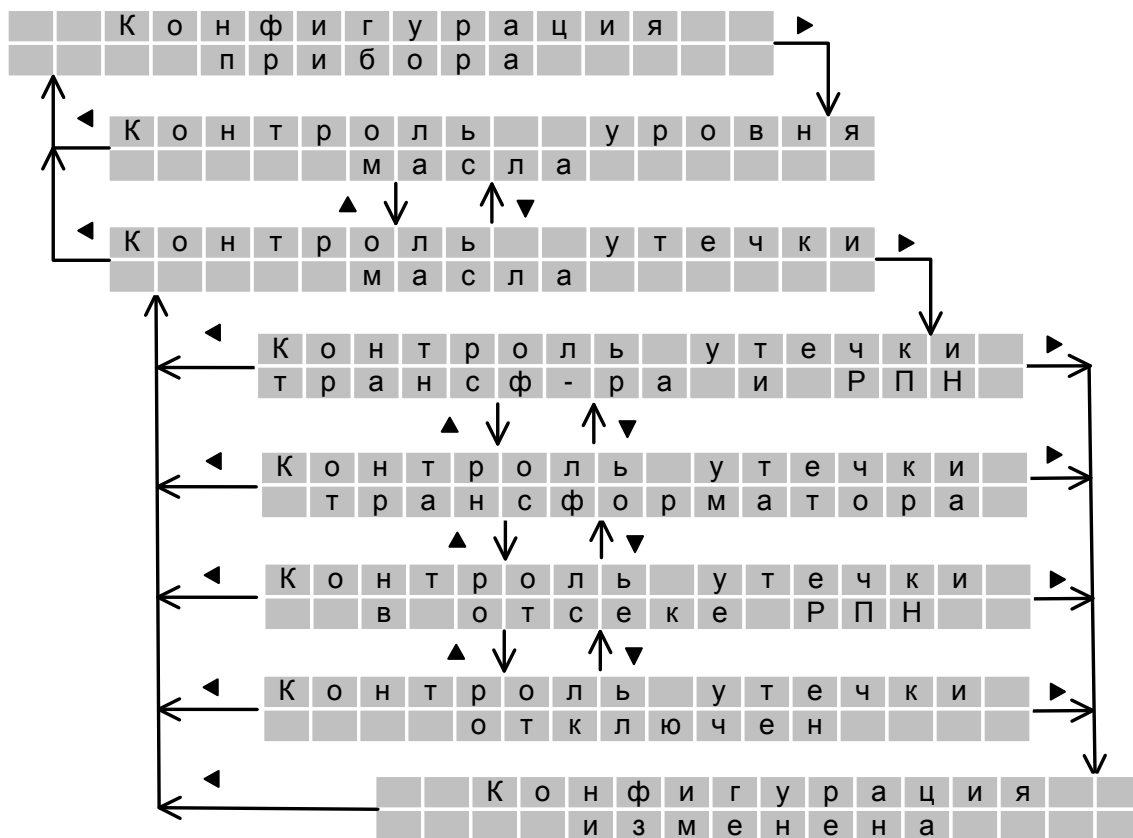


Рисунок 4

Примечание - При просмотре меню открывается с конфигурацией прибора, введенной ранее.

## 2.5.4 Выбор вида контроля токов обмоток трансформатора

2.5.4.1 Выбор вида контроля токов обмоток проведите согласно рисунку 5, находясь в пункте «Конфигурация прибора» меню инициализации прибора.

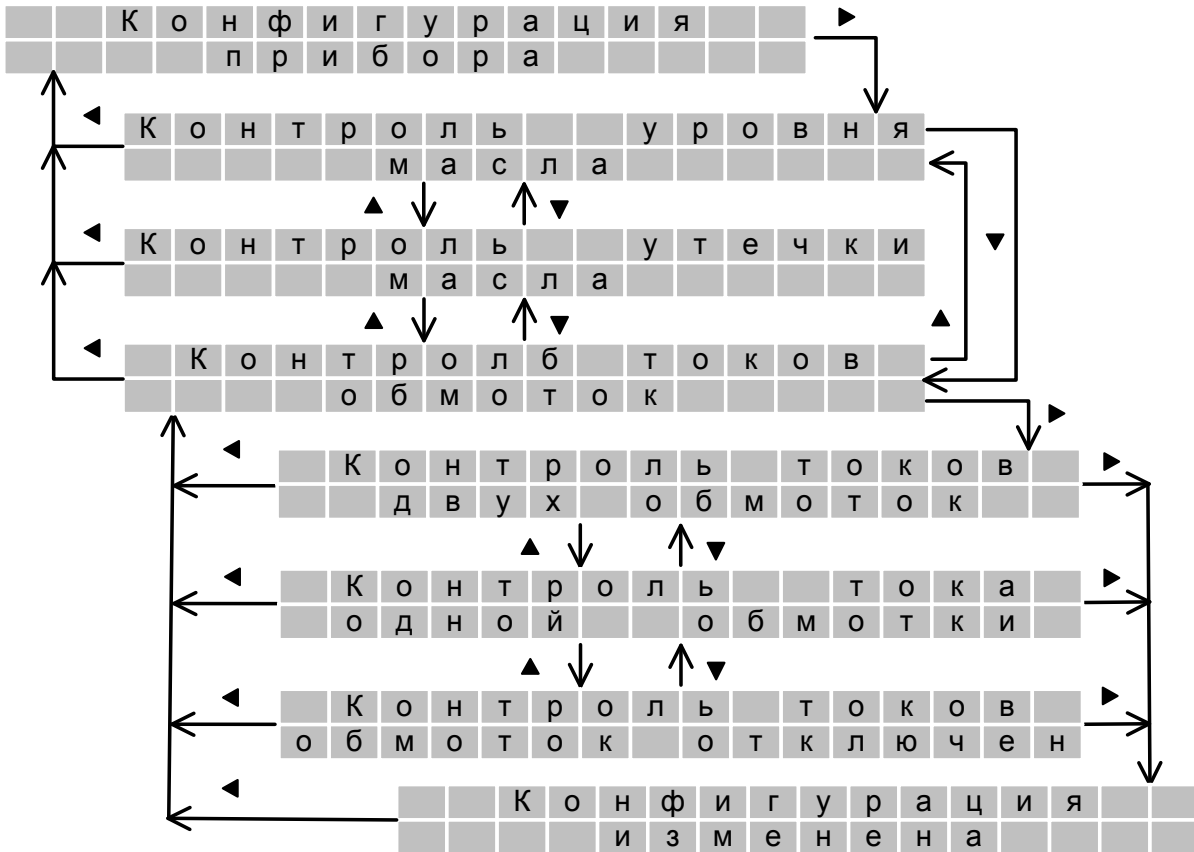


Рисунок 5

Примечание – Меню «Контроль токов обмоток» открывается согласно ранее введенному значению конфигурации токов.

## 2.5.5 Выбор уставок трансформатора

### 2.5.5.1 Выбор градиента температур

2.5.5.1.1 Выбор градиента температуры проведите согласно рисунку 6, находясь в пункте «Уставки трансформатора» меню инициализации прибора.

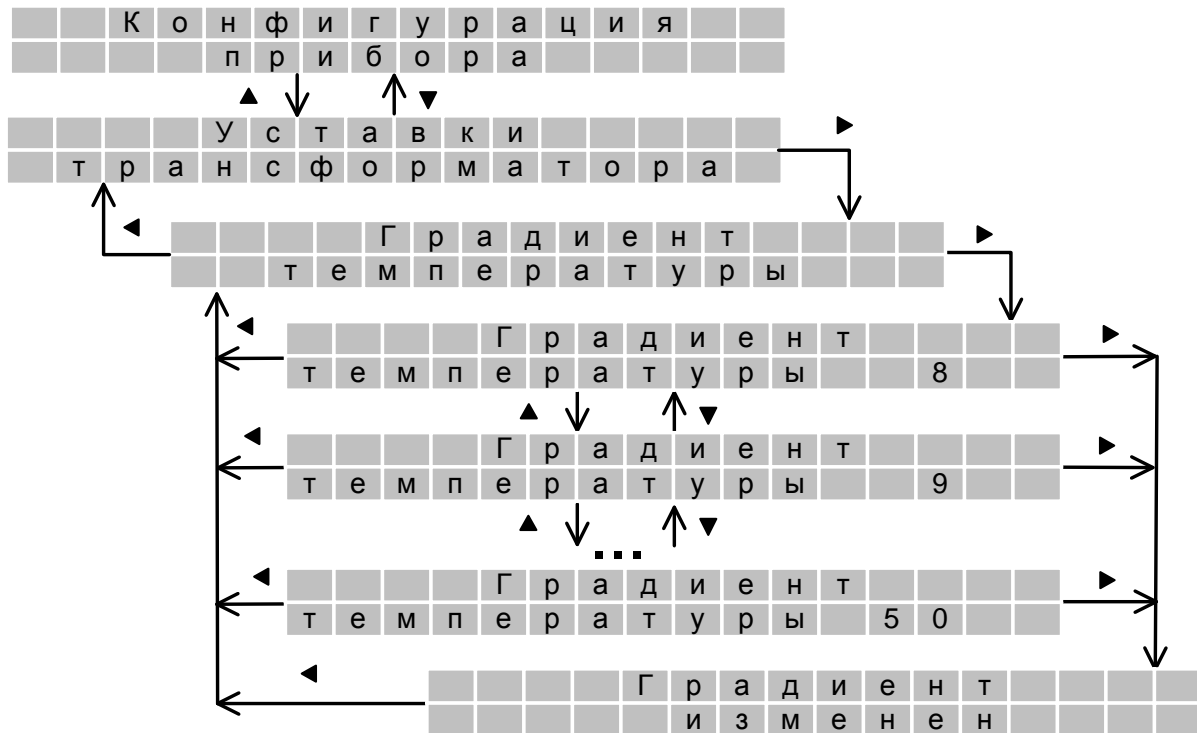


Рисунок 6

#### Примечания

- 1 Для выбора уставки градиента температур обратитесь к конструкторской документации на используемый трансформатор (чертеж «Электромонтаж трансформатора»).
- 2 Числовое значение уставки при открытии меню выводится равным ранее введенному значению.
- 3 Диапазон вводимого параметра должен быть от плюс 8 до плюс 50 °С. Значение вводимого параметра по умолчанию равно плюс 20 °С. Шаг изменения  $\pm 1$  °С.

## 2.5.5.2 Выбор номинального тока нагрузки первой обмотки трансформатора

2.5.5.2.1 Выбор номинального тока нагрузки первой обмотки проведите согласно рисунку 7, находясь в пункте «Уставки трансформатора» меню инициализации прибора.

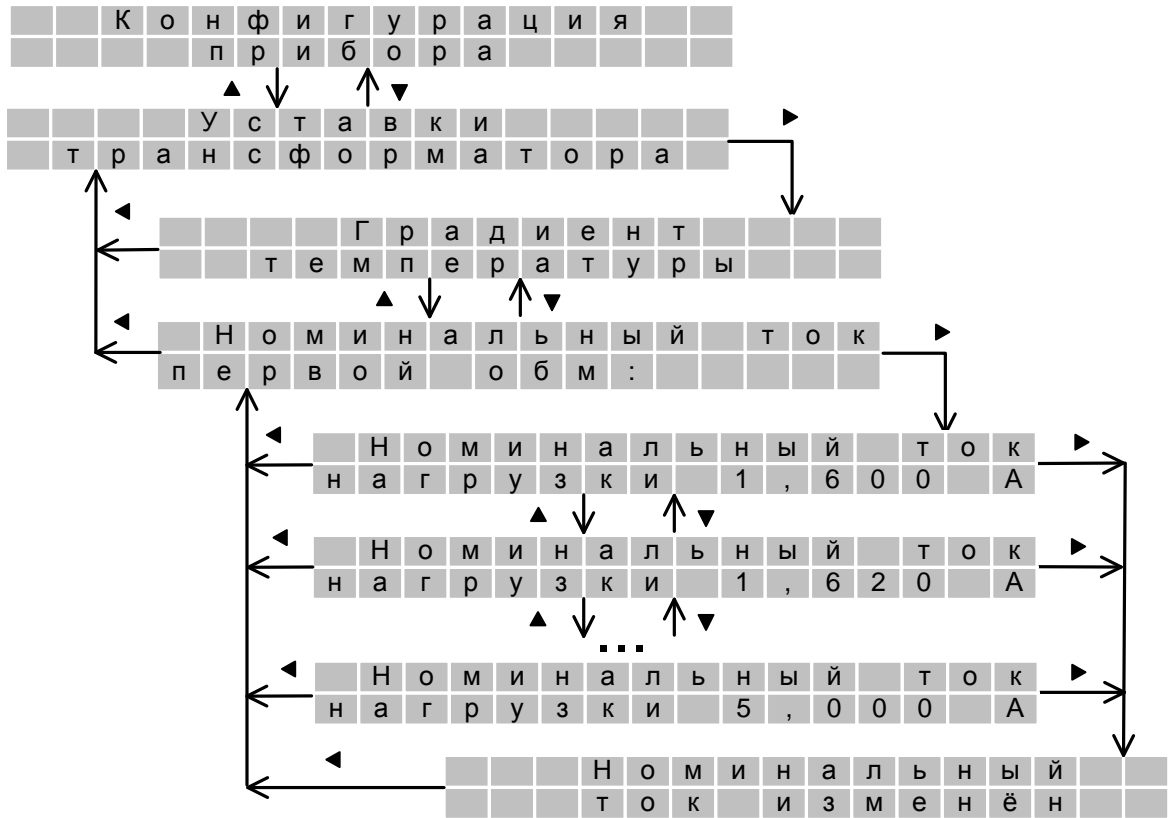


Рисунок 7

### Примечания

1 Числовое значение уставки при открытии меню выводится равным ранее введенному значению.

2 Диапазон вводимых значений от 1,6 до 5 А. Шаг изменения  $\pm 0,02$  А.

## 2.5.5.3 Выбор номинального тока нагрузки второй обмотки трансформатора

2.5.5.3.1 Выбор номинального тока нагрузки второй обмотки проведите аналогично выбору номинального тока нагрузки первой обмотки (п. 2.5.5.2) учитывая, что вместо пункта «Номинальный ток первой обм» появится пункт: «Номинальный ток второй обм».



## 2.5.5.4 Выбор климатического исполнения трансформатора

2.5.5.4.1 Выбор климатического исполнения трансформатора проведите согласно рисунку 8, находясь в пункте «Уставки трансформатора» меню инициализации прибора.

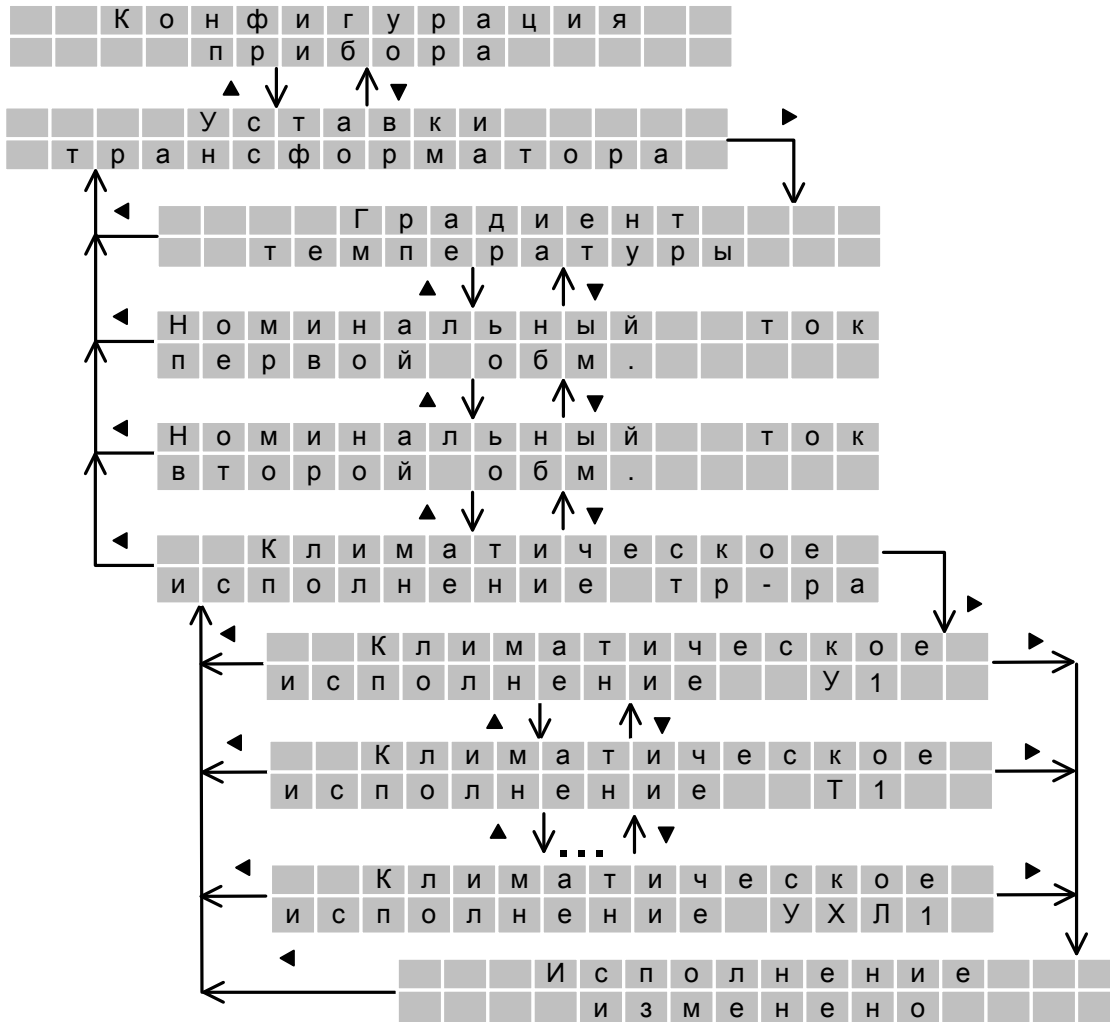


Рисунок 8

Примечание – Меню «Климатическое исполнение трансформатора» открывается согласно ранее введенному значению климатического исполнения трансформатора.

## 2.5.5.5 Выбор диаметра расширителя

2.5.5.5.1 Выбор диаметра расширителя проведите согласно рисунку 9, находясь в пункте «Уставки трансформатора» меню инициализации прибора.

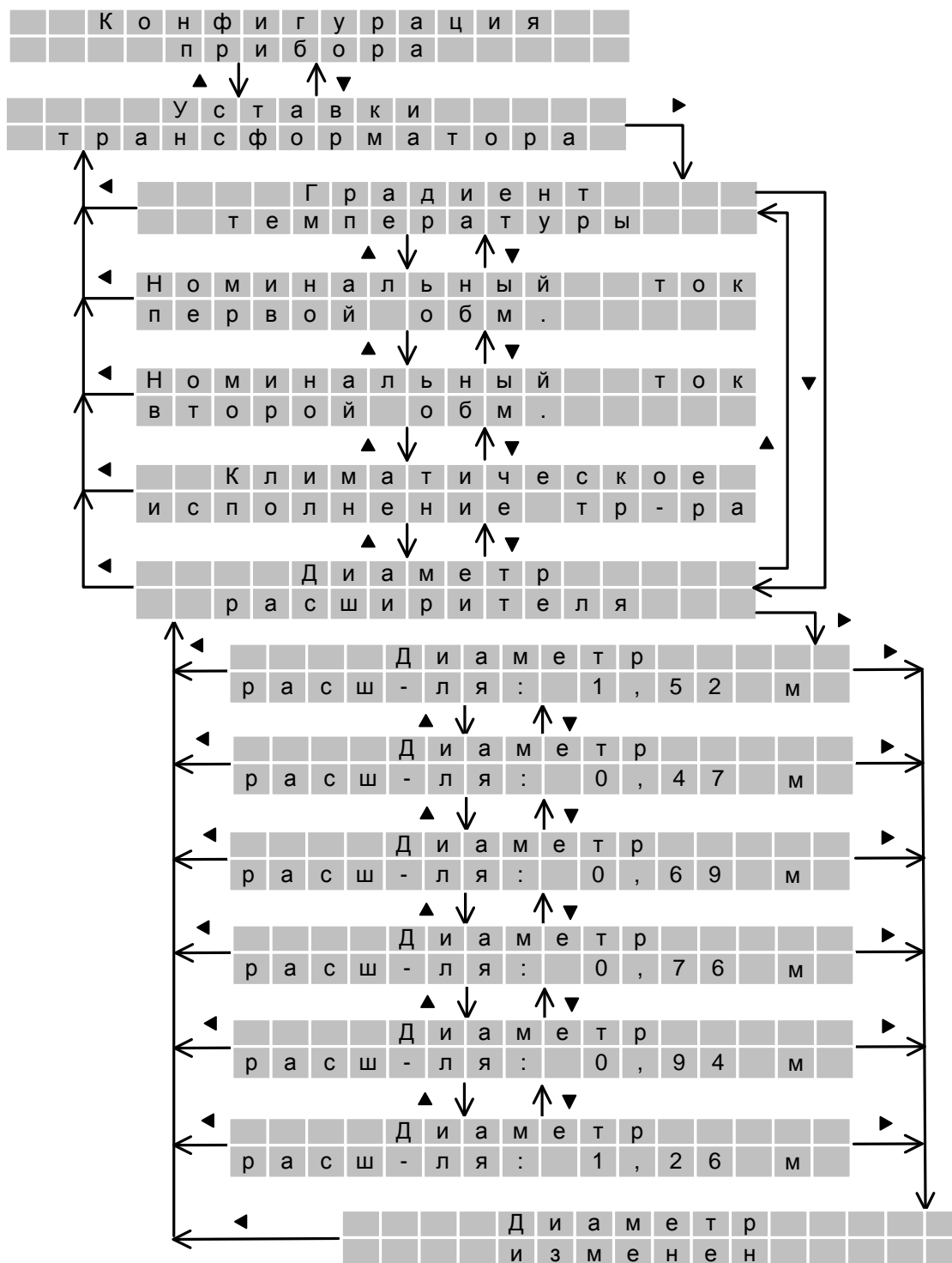


Рисунок 9

Примечание - Числовое значение уставки при открытии меню выводится равным ранее введенному значению.

## 2.5.6 Уставки обмена по интерфейсу RS-485

2.5.6.1 При выборе магистрали для подключения прибора необходимо учитывать, что информация прибора обновляется медленно, с темпом порядка раз в минуту, а обработка любой посылки по магистрали требует реакции микроконтроллера, даже если она адресована другому абоненту. При интенсивном обмене на магистрали, на которую подключен прибор, возможен недостаток времени на выполнение его собственной программы. Рекомендуется занимать обменом не более 20% времени магистрали, на которую присоединен прибор.

При работе используется протокол **«Modbus»** RTU с ограниченным набором функций. Подробное описание протокола можно получить на сайтах по адресам <http://www.modbus.org> или [www.eecs.umich.edu](http://www.eecs.umich.edu).

Прибор осуществляет обмен информацией со скоростями 2400, 9600, 19200 бит/сек. При изготовлении прибора устанавливается скорость обмена 9600 бит/сек, без паритета, адрес устройства. Программное обеспечение прибора поддерживает функции 3, 6, 8, 10, «чтение регистров хранения», «установка регистра хранения», «петлевой диагностический тест» и «установка группы регистров хранения» соответственно. Адреса и значения регистров, доступных по чтению и записи, форматы данных приведены в приложении П.

## 2.5.6.2 Выбор скорости обмена

2.5.6.2.1 Выбор скорости обмена проведите согласно рисунку 10, находясь в пункте «Уставки обмена по RS-485» меню инициализации прибора или меню просмотра и коррекции информации прибора.

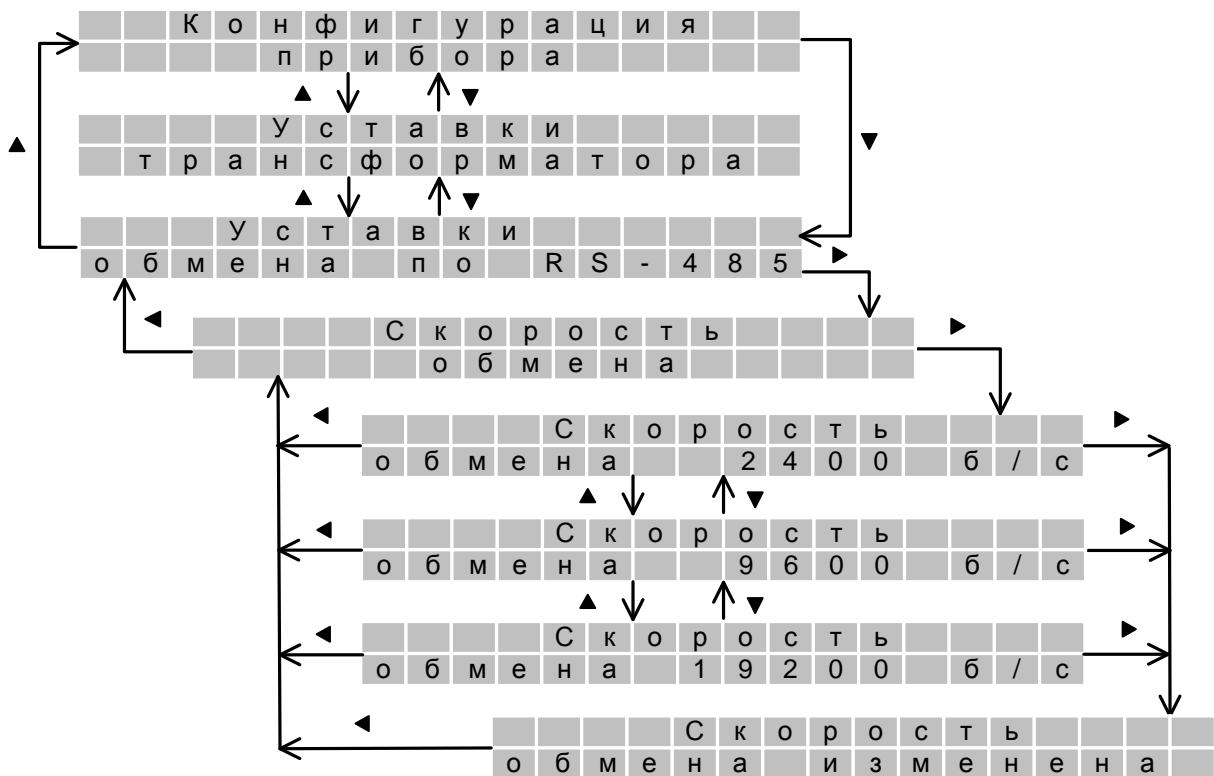


Рисунок 10

### Примечания

1 Числовое значение уставки при открытии меню выводится равным ранее введенному значению уставки.

2 Диапазон вводимых значений: уставки 2400, 9600 и 19200 б/с.

### 2.5.6.3 Выбор адреса прибора при обмене

2.5.6.3.1 Выбор адреса прибора при обмене проведите согласно рисунку 11, находясь в пункте «Уставки обмена по RS-485» меню инициализации прибора или меню просмотра и коррекции информации прибора.

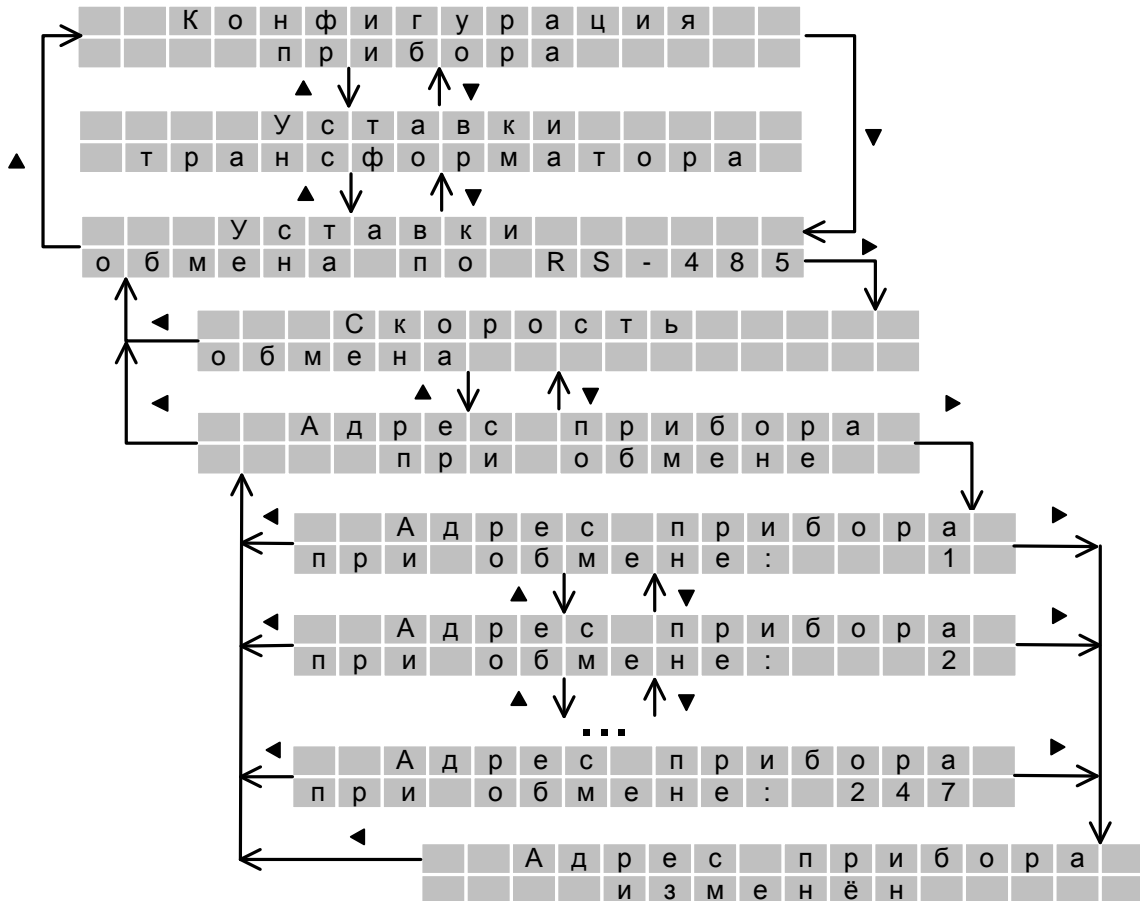


Рисунок 11

#### Примечания

- 1 Числовое значение уставки при открытии меню выводится равным ранее введенному значению уставки.
- 2 Диапазон вводимых значений адресов от 1 до 247. Шаг изменения равен 1.

## 2.5.6.4 Выбор паритета при обмене

2.5.6.4.1 Выбор паритета при обмене проведите согласно рисунку 12, находясь в пункте «Уставки обмена по RS-485» меню инициализации прибора или меню просмотра и коррекции информации прибора.

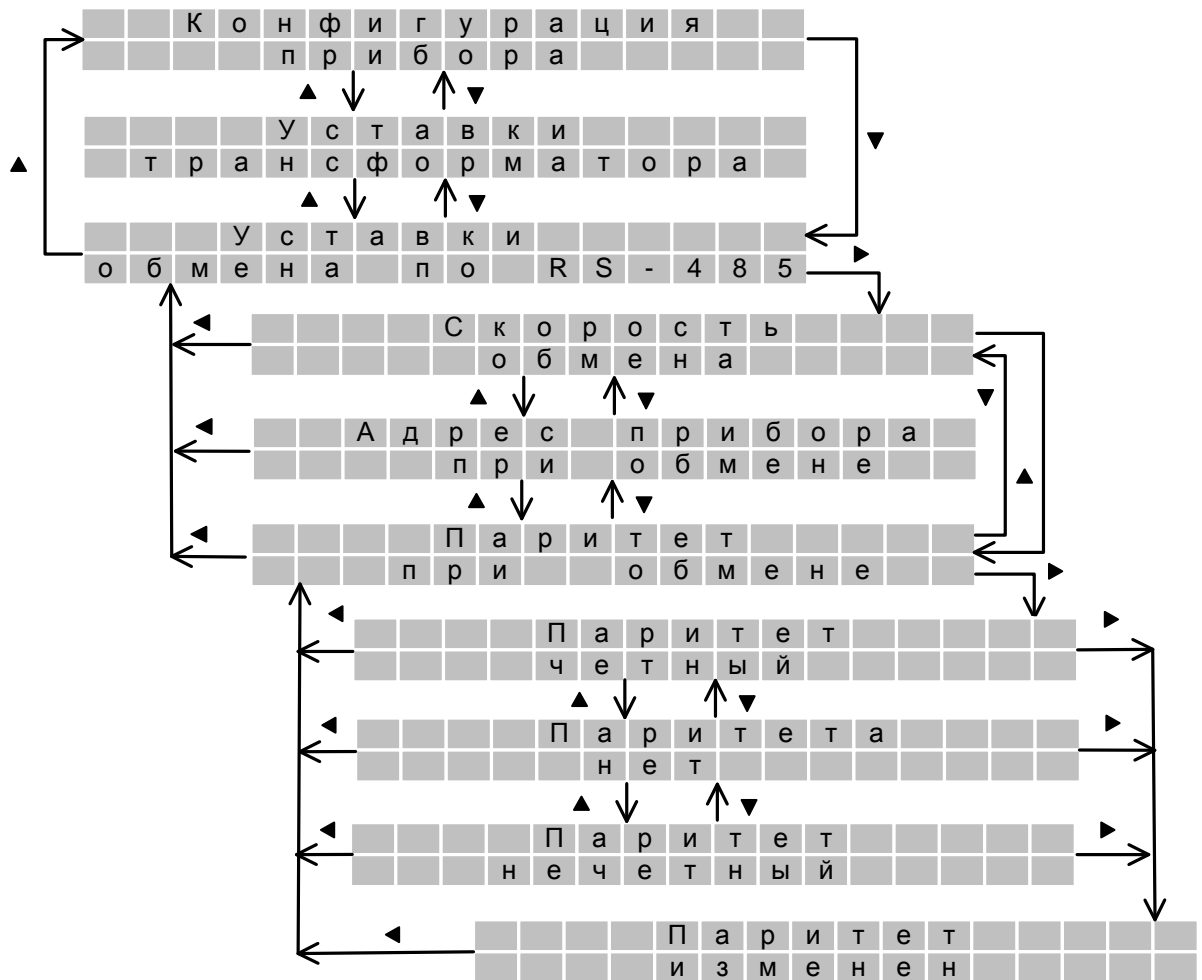


Рисунок 12

### Примечания

- 1 Значение уставки при открытии меню выводится равным ранее введенному значению уставки.
- 2 Диапазон вводимых значений: паритета: четный, нечетный и нет.

## 2.5.7 Коррекция календаря

2.5.7.1 Коррекцию календаря проведите согласно рисунку 13 в следующем порядке:

- находясь в меню инициализации прибора или меню просмотра и коррекции информации прибора, кнопками «▲», «▼» выберите пункт «Коррекция календаря»;
- находясь в меню «Коррекция календаря», нажмите кнопку «▶». Корректируемое значение дня на дисплее будет мигать;
- кнопками «▲», «▼» подберите необходимое значение дня;
- нажмите кнопку «▶» для перехода к коррекции месяца. На дисплее будет мигать корректируемое значение месяца;
- кнопками «▲», «▼» подберите необходимое значение месяца;
- нажмите кнопку «▶» для перехода к коррекции года. На дисплее будет мигать корректируемое значение года;
- кнопками «▲», «▼» подберите необходимое значение года;
- нажмите кнопку «▶» дата будет изменена. На дисплее прибора появится сообщение «Дата изменена».
- нажмите кнопку «◀» для возвращения в меню «Коррекция календаря».

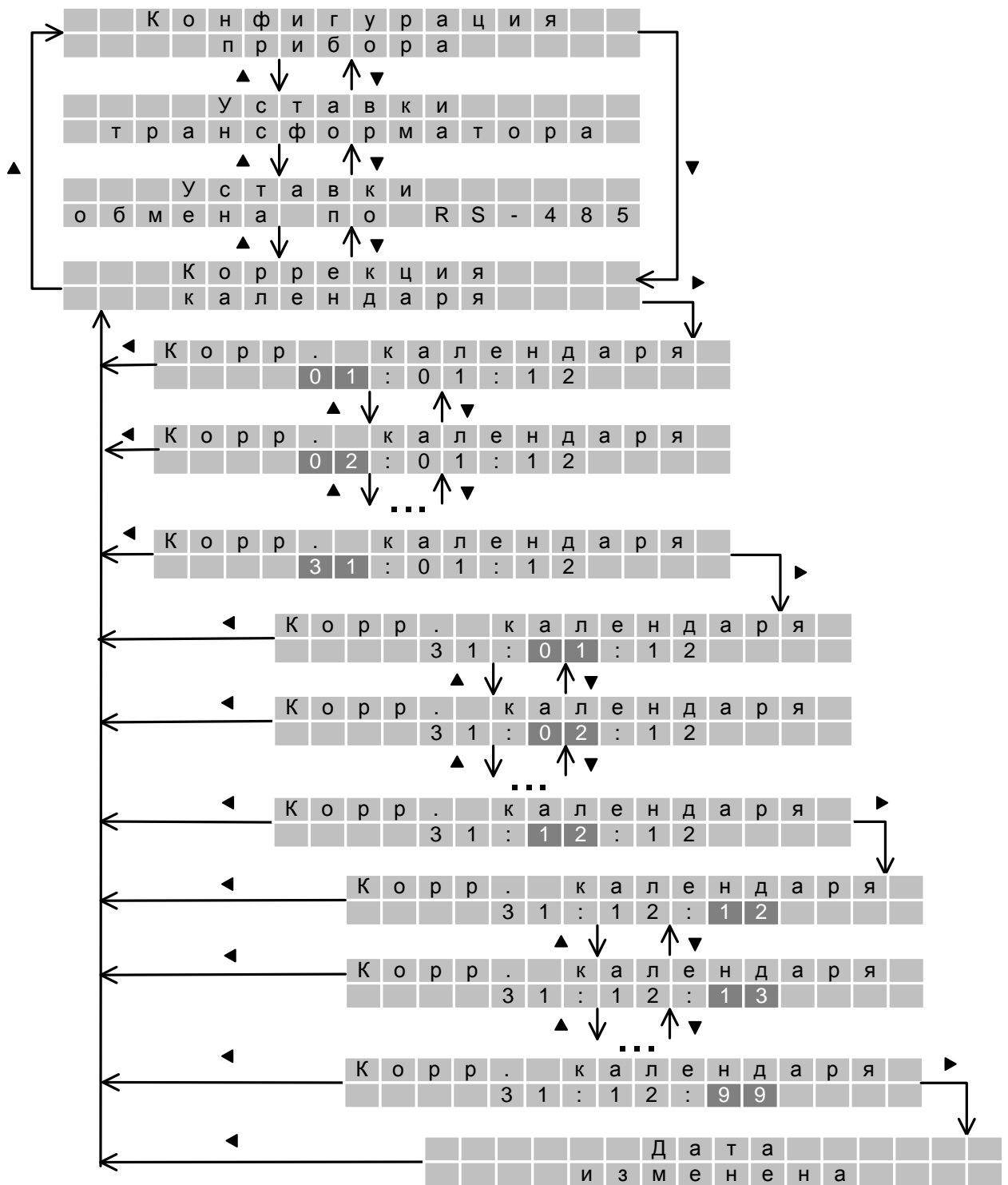


Рисунок13

Примечание - Для коррекции одного из параметров даты (дня, месяца или года):

- измените требуемый параметр – день (месяц или год);
- не меняйте значения остальных параметров даты (дня, месяца или года). Для перехода между некорректируемыми значениями остальных параметров даты (дня, месяца или года) используйте кнопку «▶»;
- перейдите к сохранению нового значения даты (дня, месяца или года), нажимая кнопку «▶» до появления сообщения «Дата изменена»;



- нажмите кнопку «◀» для возвращения в меню «Коррекция календаря»;
- проконтролируйте значение новой даты для чего вновь нажмите кнопку «▶»;
- в случае ошибок при коррекции календаря повторите вышеперечисленные рекомендации по коррекции календаря;
- нажмите кнопку «◀» для возвращения в меню «Коррекция календаря».

## **2.5.8 Коррекция времени**

2.5.8.1 Коррекцию времени проведите согласно рисунку 14 в следующем порядке:

- находясь в меню инициализации прибора или меню просмотра и коррекции информации прибора, кнопками «▲», «▼» выберите пункт «Коррекция времени»;
- находясь в меню «Коррекция времени», нажмите кнопку «▶». Корректируемое значение минут на дисплее будет мигать;
- кнопками «▲», «▼» подберите необходимое значение минут;
- нажмите кнопку «▶». На дисплее будет мигать корректируемое значение часов;
- кнопками «▲», «▼» подберите необходимое значение часов;
- нажмите кнопку «▶» значение часов будет изменено. На дисплее прибора появится сообщение «Время изменено»;
- нажмите кнопку «◀» для возвращения в меню «Коррекция времени».

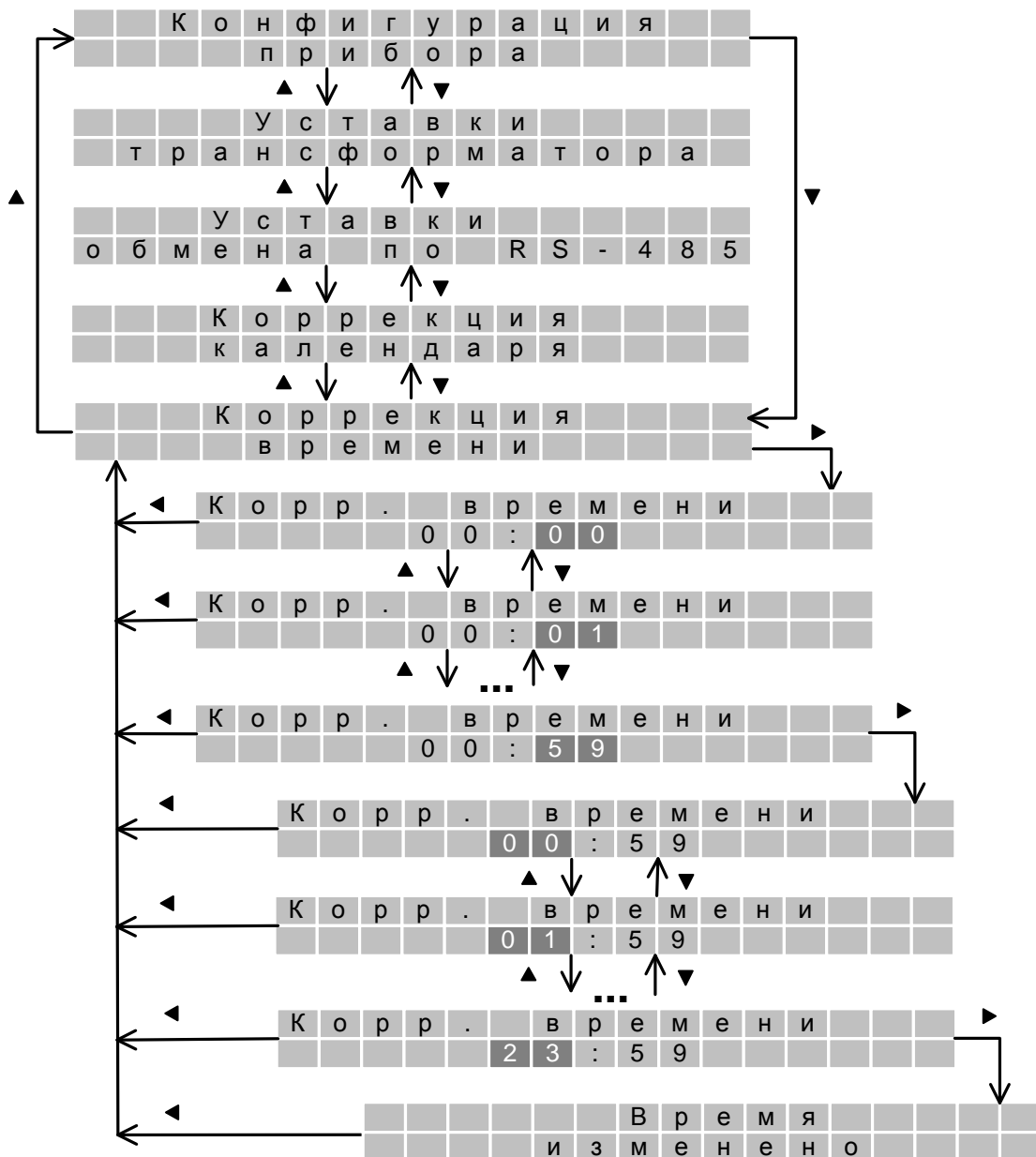


Рисунок 14

Примечание - Для коррекции одного из параметров – минут или часов:

- измените требуемый параметр (минуты или часы);
- перейдите к сохранению нового значения времени (минут или часов), нажимая кнопку «▶» до появления сообщения «Время изменено»;
- нажмите кнопку «◀» для возвращения в меню «Коррекция времени»;
- проконтролируйте новое значение времени для чего вновь нажмите кнопку «▶»;
- в случае возникновения ошибок при коррекции времени повторите вышеперечисленные рекомендации по коррекции;
- нажмите кнопку «◀» для возвращения в меню «Коррекция времени».

## 2.5.9 Выбор режима работы прибора

### 2.5.9.1 Выбор дежурного режима работы прибора

2.5.9.1.1 Выбор дежурного режима работы проведите согласно рисунку 15 а), находясь в пункте «Выбор режима работы прибора» меню инициализации.

Прибор перейдет в дежурный режим работы и на экране появится дежурная индикация согласно рисунку 15 б) для приборов ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12 или согласно рисунку 15 в) для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22.

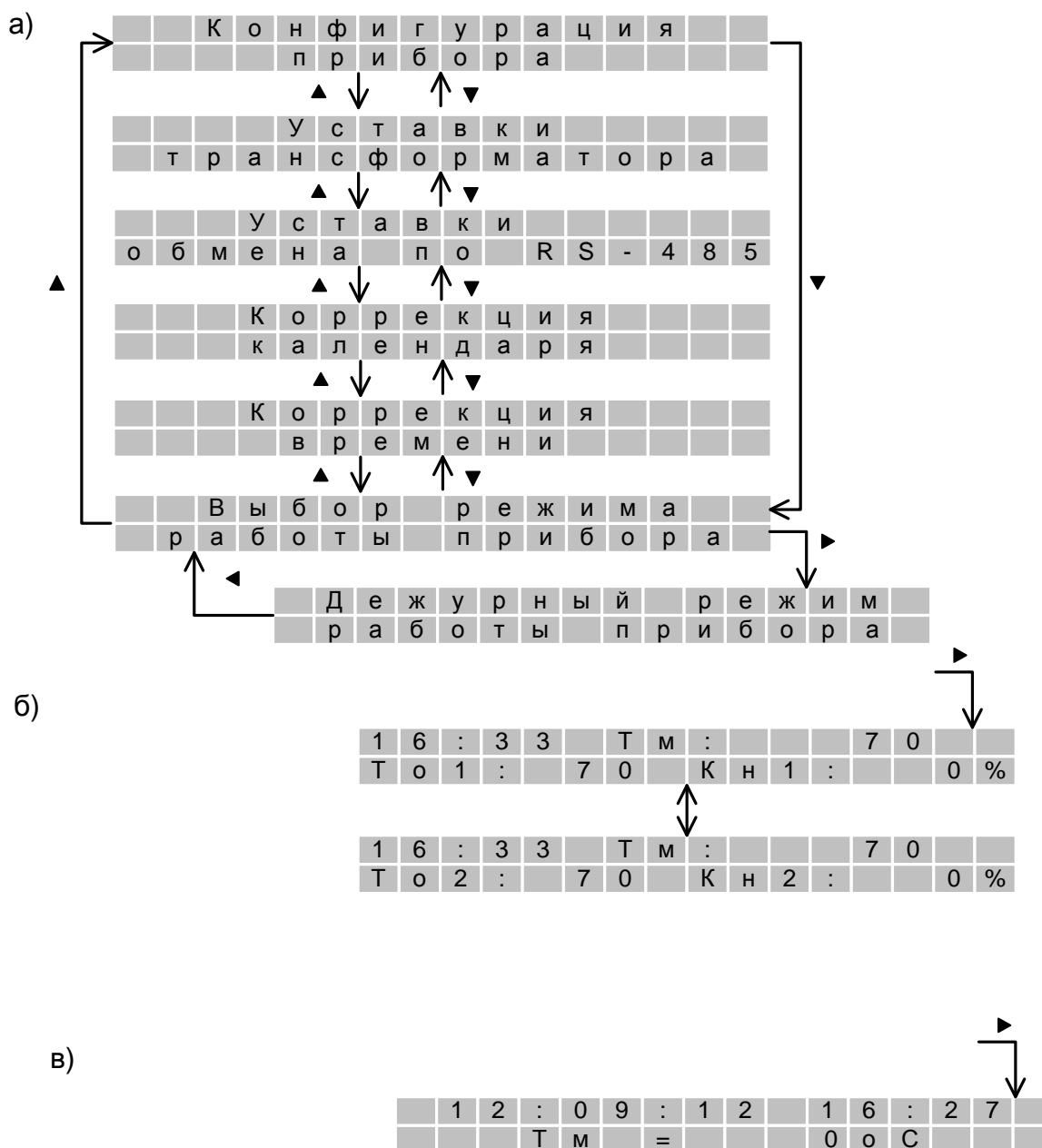


Рисунок 15

## 2.5.9.2 Выбор режима заливки трансформатора

2.5.9.2.1 Выбор режима заливки трансформатора проведите согласно рисунку 16, находясь в пункте «Выбор режима работы прибора» меню инициализации.

Прибор перейдет в режим заливки. На экране появится информация об уровне масла в расширителе трансформатора. В скобках приведено процентное соотношение уровня заливки от заданного значения, при данной температуре заливки. Когда уровень масла достигнет 95% от заданного значения уровня, появляется однократный предупреждающий звуковой сигнал сирены. При 98% заливке предупреждающий звуковой сигнал сирены прозвучит дважды. При 100% заливке звуковой сигнал сирены звучит непрерывно.

**ВНИМАНИЕ: ЕСЛИ ПО КАКОЙ-ЛИБО ИЗ ПРИЧИН НЕОБХОДИМО ПРЕРВАТЬ РЕЖИМ ЗАЛИВКИ ИЛИ СОХРАНИТЬ ПРЕЖНИЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАЛИВКИ ОПЕРАТОР ДОЛЖЕН:**

**- НАЖАТЬ КНОПКУ «◀» ДЛЯ ВОЗВРАЩЕНИЯ В МЕНЮ «ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ»;**

**- ПРИ ОШИБОЧНЫХ ДЕЙСТВИЯХ ОПЕРАТОРА ПОВТОРИТЕ РЕЖИМ ЗАЛИВКИ, ВНИМАТЕЛЬНО ОЗНАКОМИВШИСЬ С ЕГО ОПИСАНИЕМ.**

2.5.9.2.2 Для завершения режима заливки нажмите кнопку «▶». На экране появится сообщение «**ЗАВЕРШИТЬ РЕЖИМ И СОХРАНИТЬ ИЗМ?**» Нажмите кнопку «▶». На экране появится сообщение «**ЗАЛИВКА ТРАНС-РА ЗАВЕРШЕНА**». Уровни заливки трансформатора будут сохранены для дальнейших вычислений.

2.5.9.2.3 Нажмите кнопку «◀» для возвращения в меню «Выбор режима работы прибора».

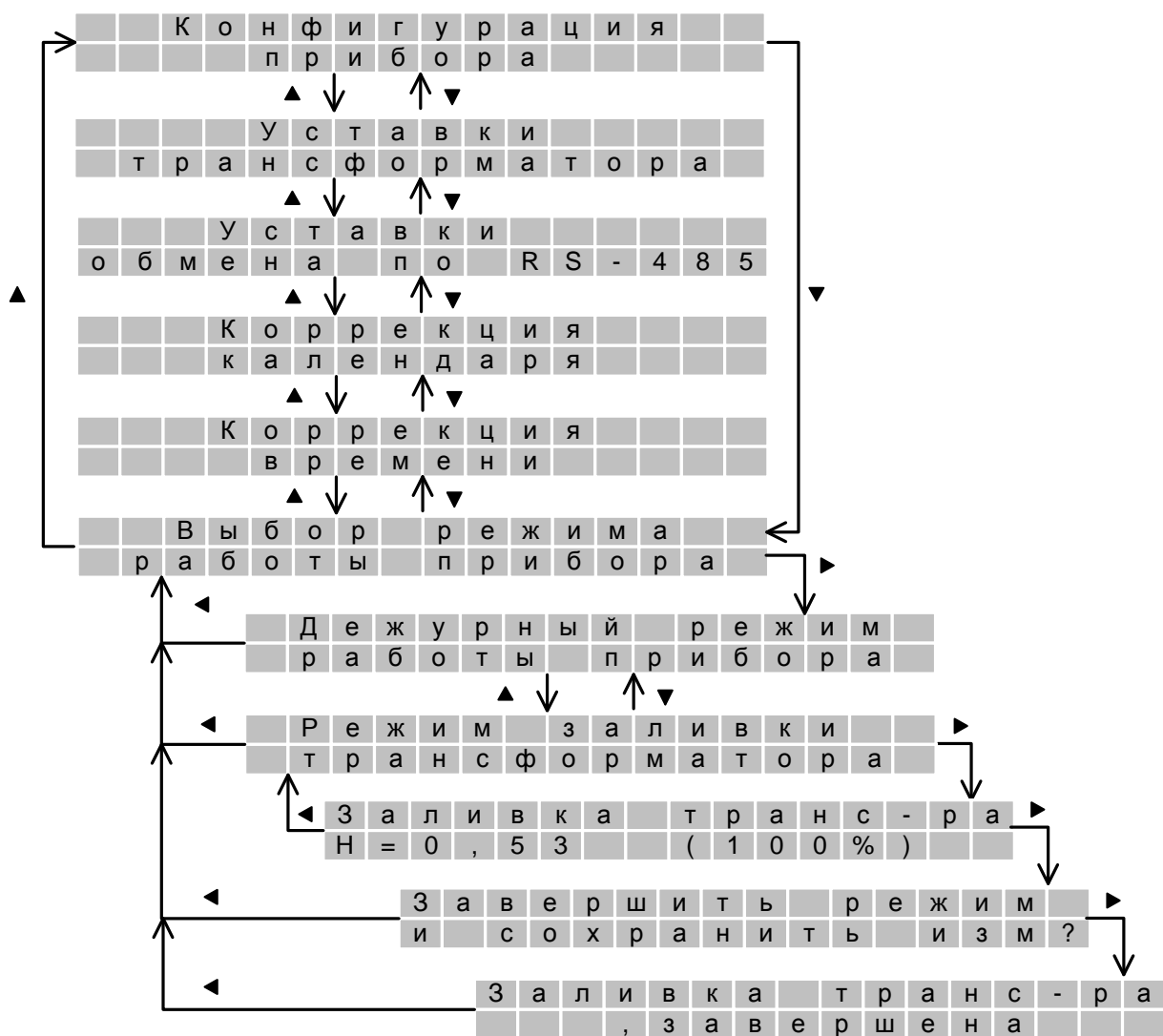


Рисунок 16

### 2.5.9.3 Выбор режима заливки отсека РПН

2.5.9.3.1 Выбор режима заливки отсека РПН проведите согласно рисунку 17, находясь в пункте «Выбор режима работы прибора» меню инициализации.

Прибор перейдет в режим заливки. На экране появится информация об уровне масла в расширителе отсека РПН. В скобках приведено процентное соотношение уровня заливки от заданного значения при данной температуре заливки. Когда уровень масла достигнет 95% от заданного уровня, появляется однократный предупреждающий звуковой сигнал сирены. При 98% заливке предупреждающий звуковой сигнал сирены прозвучит дважды. При 100% заливке звуковой сигнал сирены звучит непрерывно.

**ВНИМАНИЕ: ЕСЛИ ПО КАКОЙ-ЛИБО ИЗ ПРИЧИН НЕОБХОДИМО ПРЕРВАТЬ РЕЖИМ ЗАЛИВКИ ИЛИ СОХРАНИТЬ ПРЕЖНИЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАЛИВКИ ОПЕРАТОР ДОЛЖЕН:**

- НАЖАТЬ КНОПКУ «◀» ДЛЯ ВОЗВРАЩЕНИЯ В МЕНЮ «ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ»;
- ПРИ ОШИБОЧНЫХ ДЕЙСТВИЯХ ОПЕРАТОРА ПОВТОРИТЕ РЕЖИМ ЗАЛИВКИ, ВНИМАТЕЛЬНО ОЗНАКОМИВШИСЬ С ЕГО ОПИСАНИЕМ.

2.5.9.3.2 Для завершения режима заливки нажмите кнопку «▶». На экране появится сообщение «ЗАВЕРШИТЬ РЕЖИМ И СОХРАНИТЬ ИЗМ?» Нажмите кнопку «▶». На экране появится сообщение «ЗАЛИВКА ТРАНС-РА ЗАВЕРШЕНА». Уровни заливки трансформатора будут сохранены для дальнейших вычислений.

2.5.9.3.3 Нажмите кнопку «◀» для возвращения в меню «Выбор режима работы прибора».

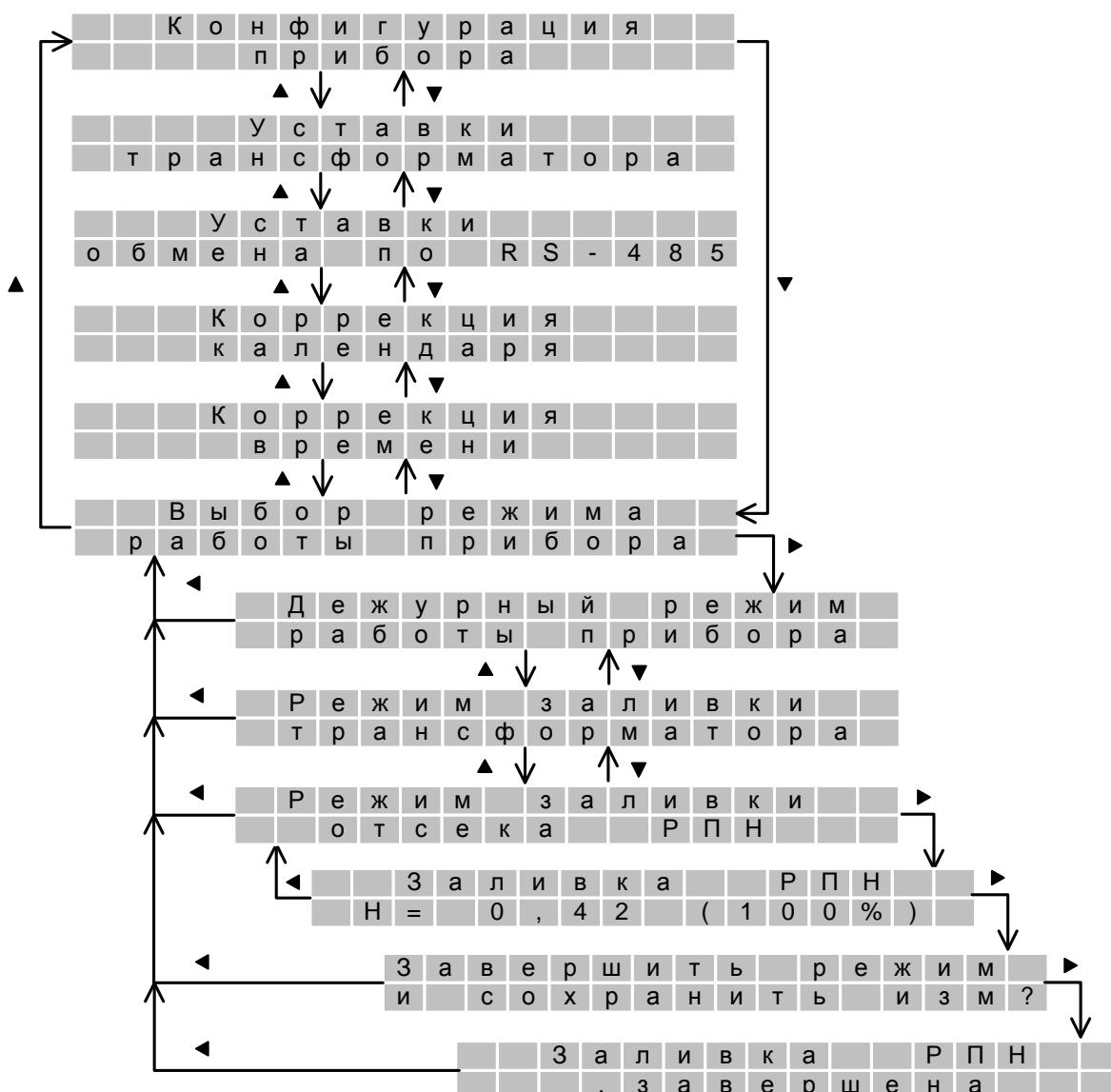


Рисунок 17

## 2.5.9.4 Выбор режима проверки прибора

2.5.9.4.1 Выбор режима проверки проведите согласно рисунку 18 а), находясь в пункте «Выбор режима работы прибора» меню инициализации.

Прибор перейдет в режим проверки прибора, на экране появится индикация согласно рисунку 18 б) для приборов ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12 и рисунку 18 в) для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22.

### ВНИМАНИЕ: В ДАННОМ РЕЖИМЕ:

- НЕ ВЕДЕТСЯ ПРОТОКОЛ МИНИМАЛЬНО-МАКСИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ;
- НЕ СЧИТАЕТСЯ РЕСУРС ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРА;
- НЕ ФИКСИРУЮТСЯ АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ В МАССИВАХ ТЕКУЩИХ И ЖУРНАЛА АВАРИЙ.

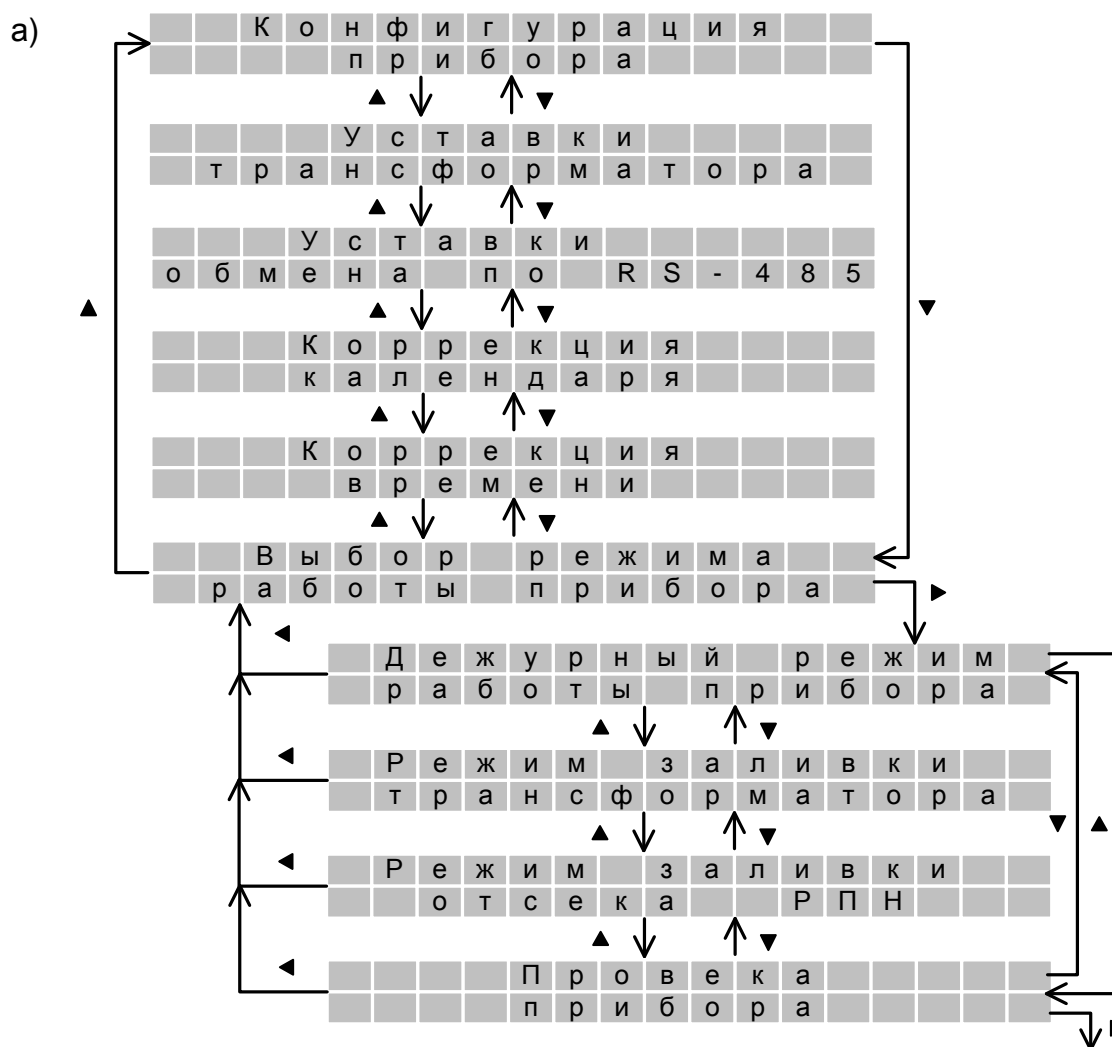
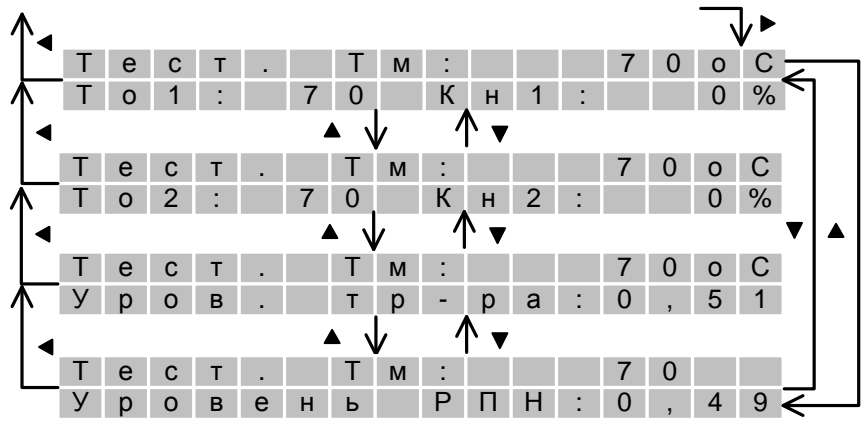


Рисунок 18 (рисунок 1 из 2)

б)



в)

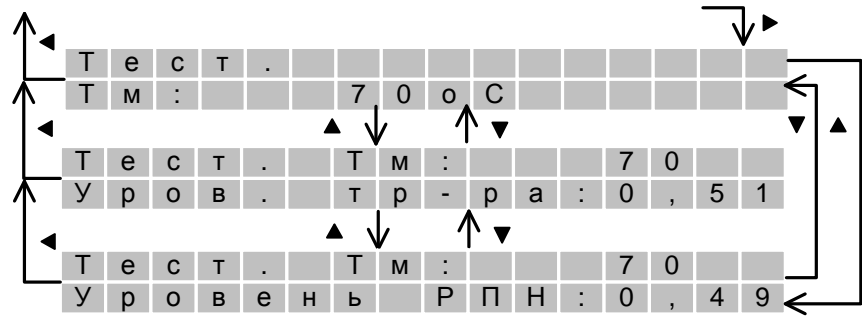


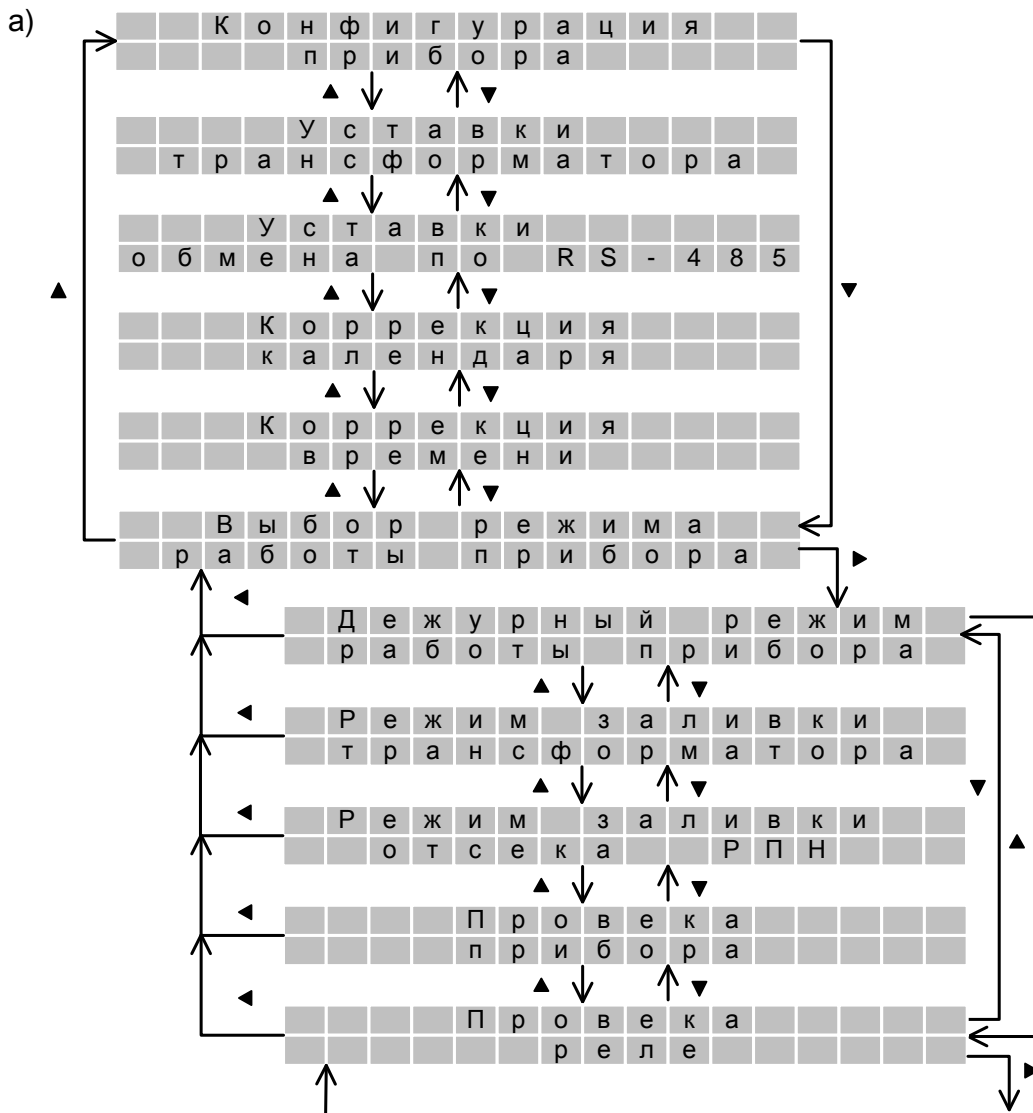
Рисунок 18 (рисунок 2 из 2)



## 2.5.9.5 Выбор режима проверки реле

2.5.9.5.1 Выбор режима проверки реле проведите согласно рисунку 19 б) для приборов ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12 и рисунку 19 в) для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22, находясь в пункте «Выбор режима работы прибора» меню инициализации.

Рисунок 19 (рисунок 1 из 3)



б)

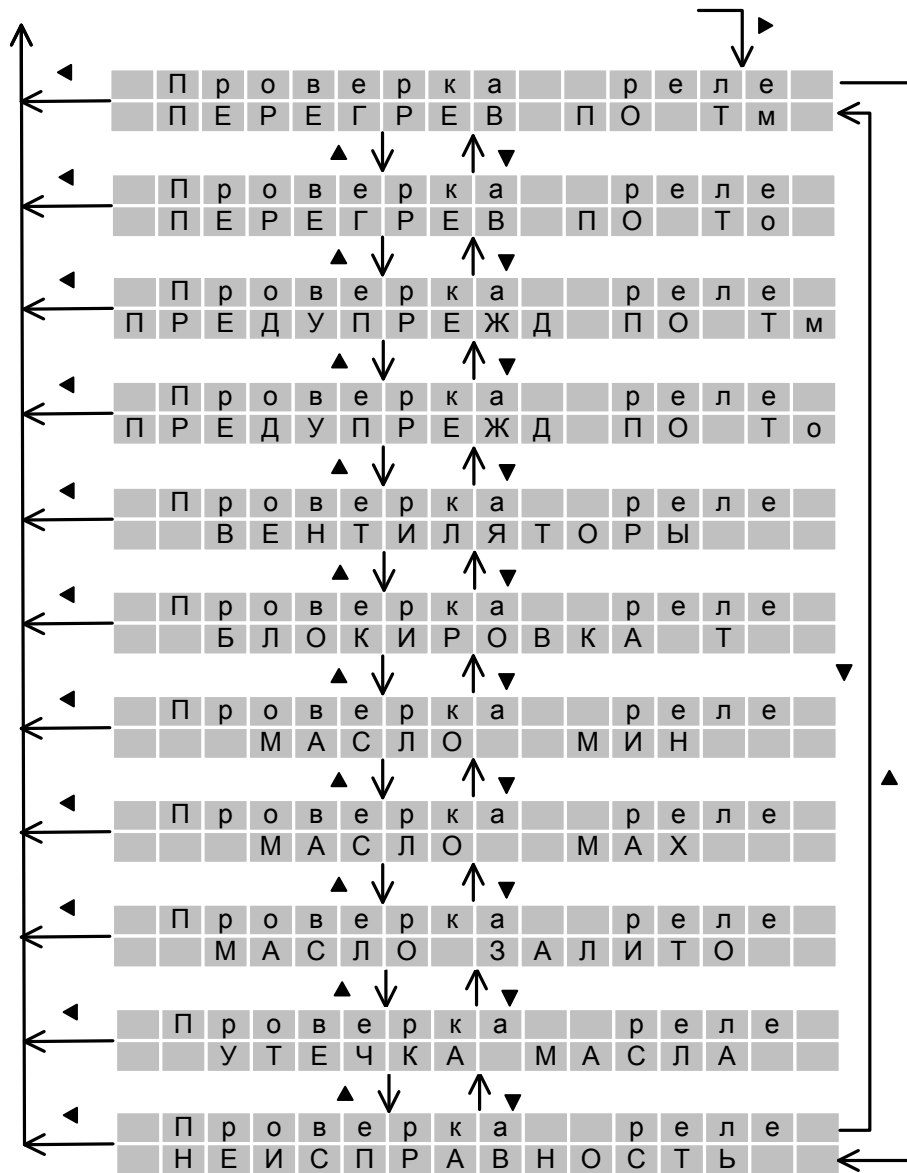


Рисунок 19 (рисунок 2 из 3)

в)

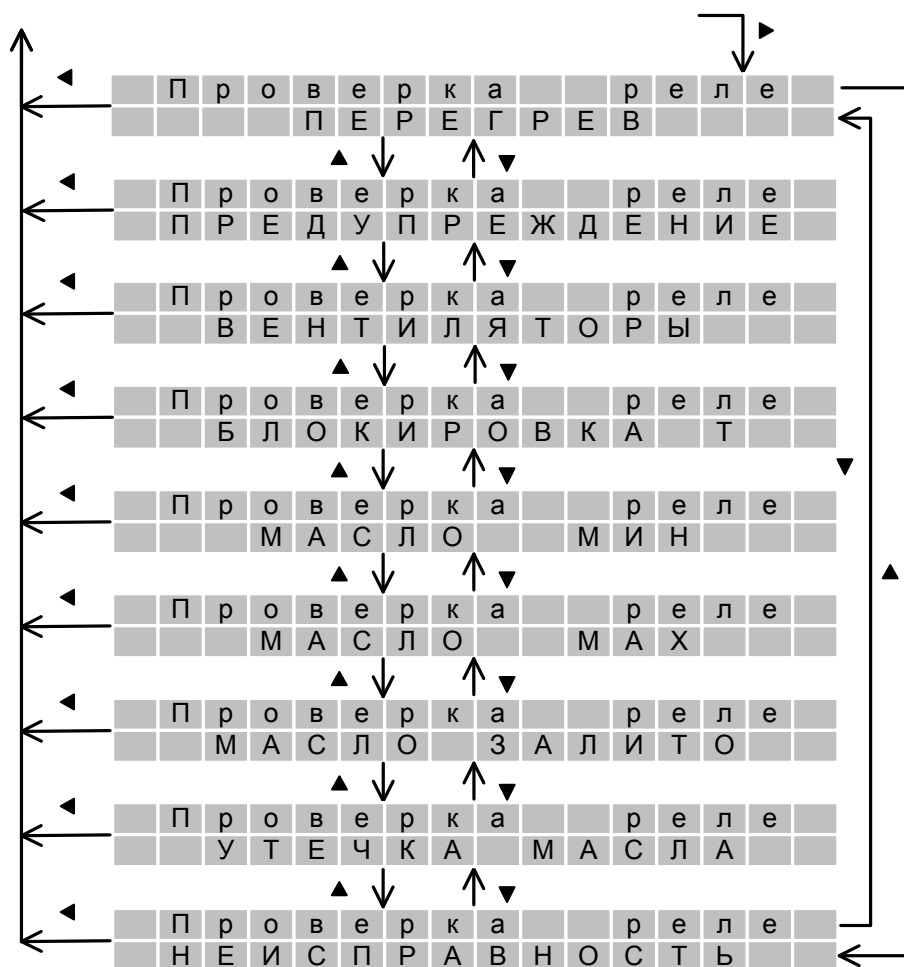
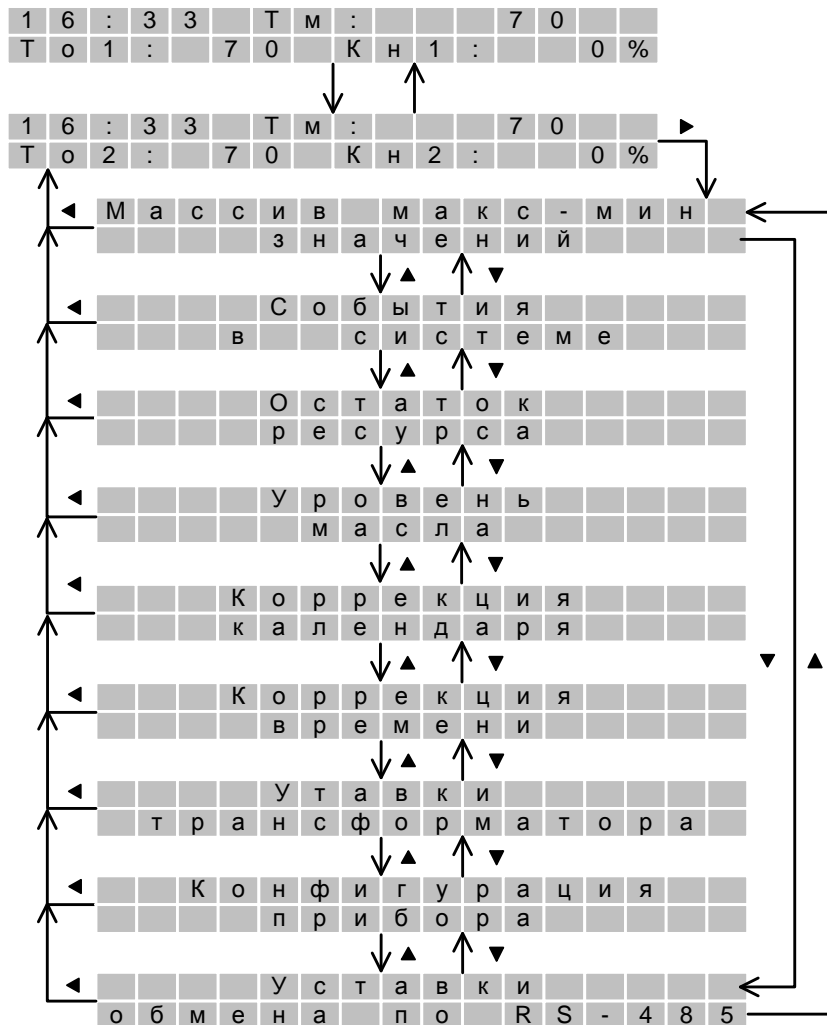


Рисунок 19 (рисунок 3 из 3)

## 2.5.10 Просмотр и коррекция информации в дежурном режиме работы прибора

2.5.10.1 Для перехода в меню просмотра и коррекции информации прибора нажмите кнопку «▶» на лицевой панели. Меню просмотра и коррекции информации приведено на рисунке 20 а) для приборов ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12 и рисунке 20 б) для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22.

а)



б)

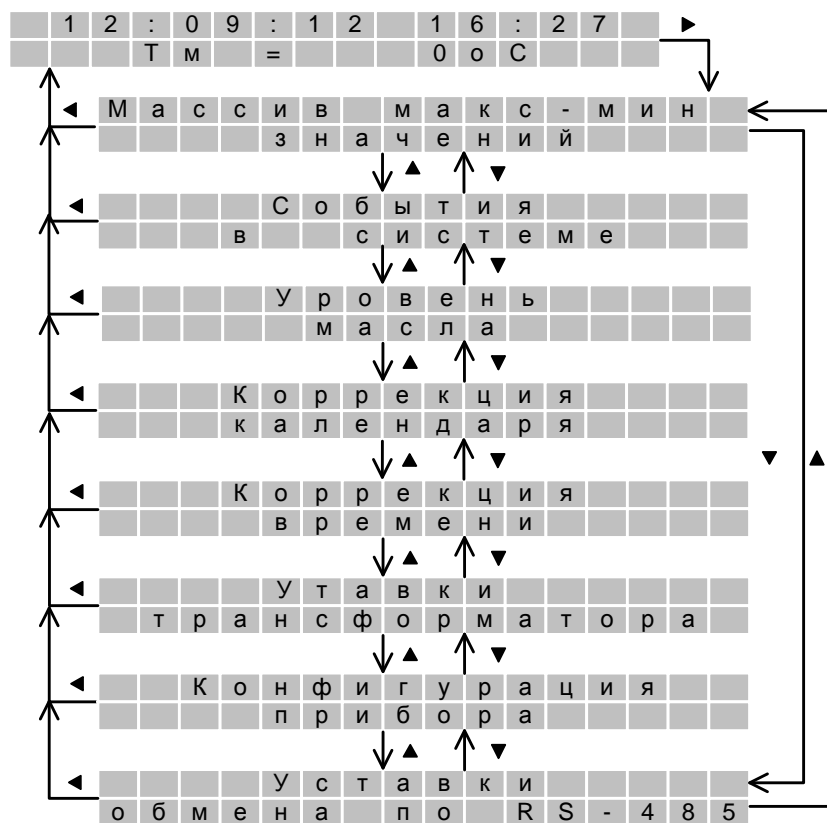


Рисунок 20

## 2.5.10.2 Просмотр максимально-минимальных значений параметров

2.5.10.2.1 Просмотр массива максимально-минимальных значений параметров проводится согласно рисунку 21, находясь в пункте «Массив макс-мин значений» меню просмотра и коррекции информации прибора.

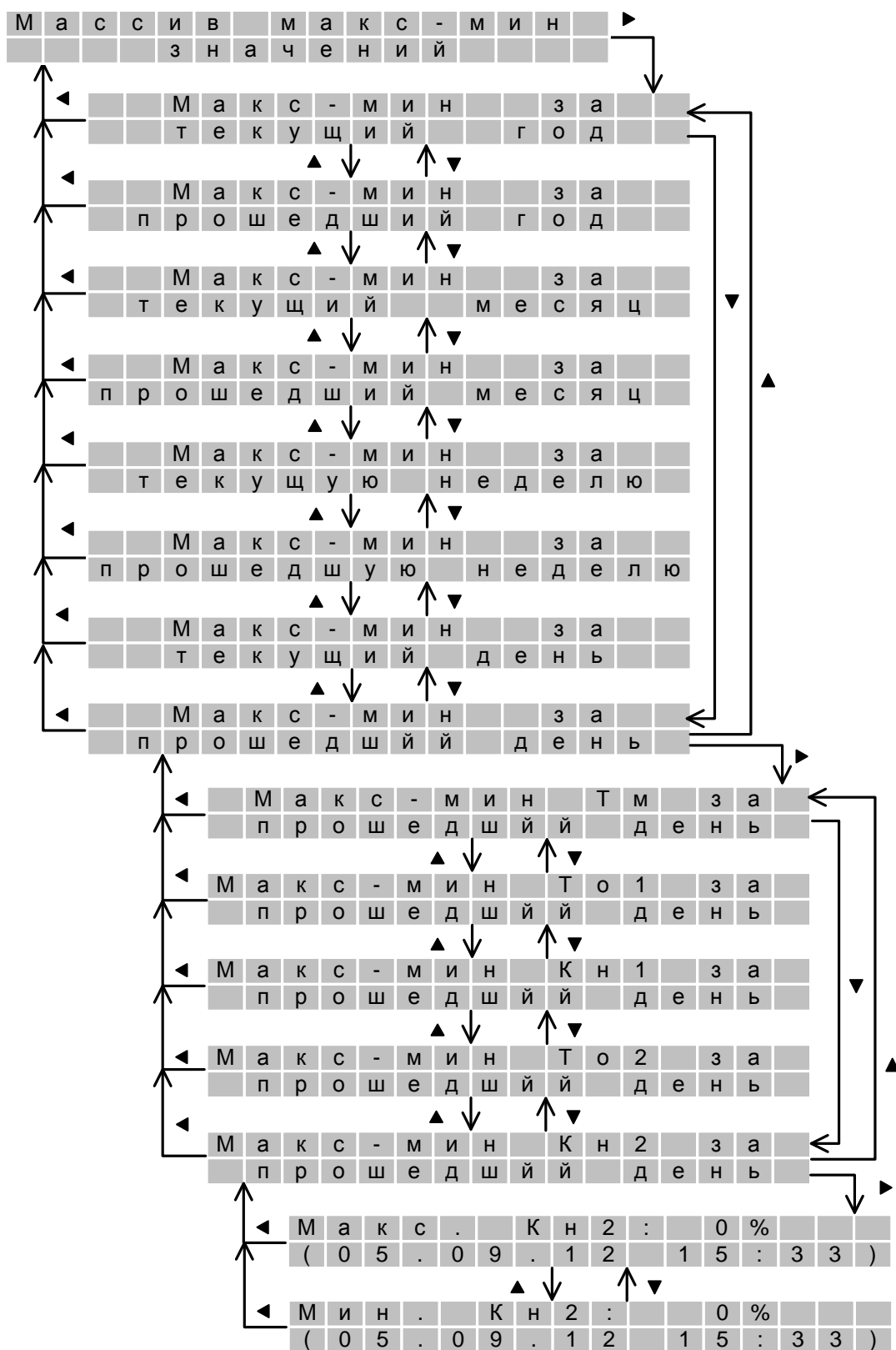


Рисунок 21

Примечание – Для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21 и ТМТ2-22 в меню максимально-минимальных значений есть только один параметр – Тм.

### 2.5.10.3 Просмотр событий в системе

2.5.10.3.1 Просмотр событий в системе проведите согласно рисунку 22, находясь в пункте «События в системе» меню просмотра и коррекции информации.

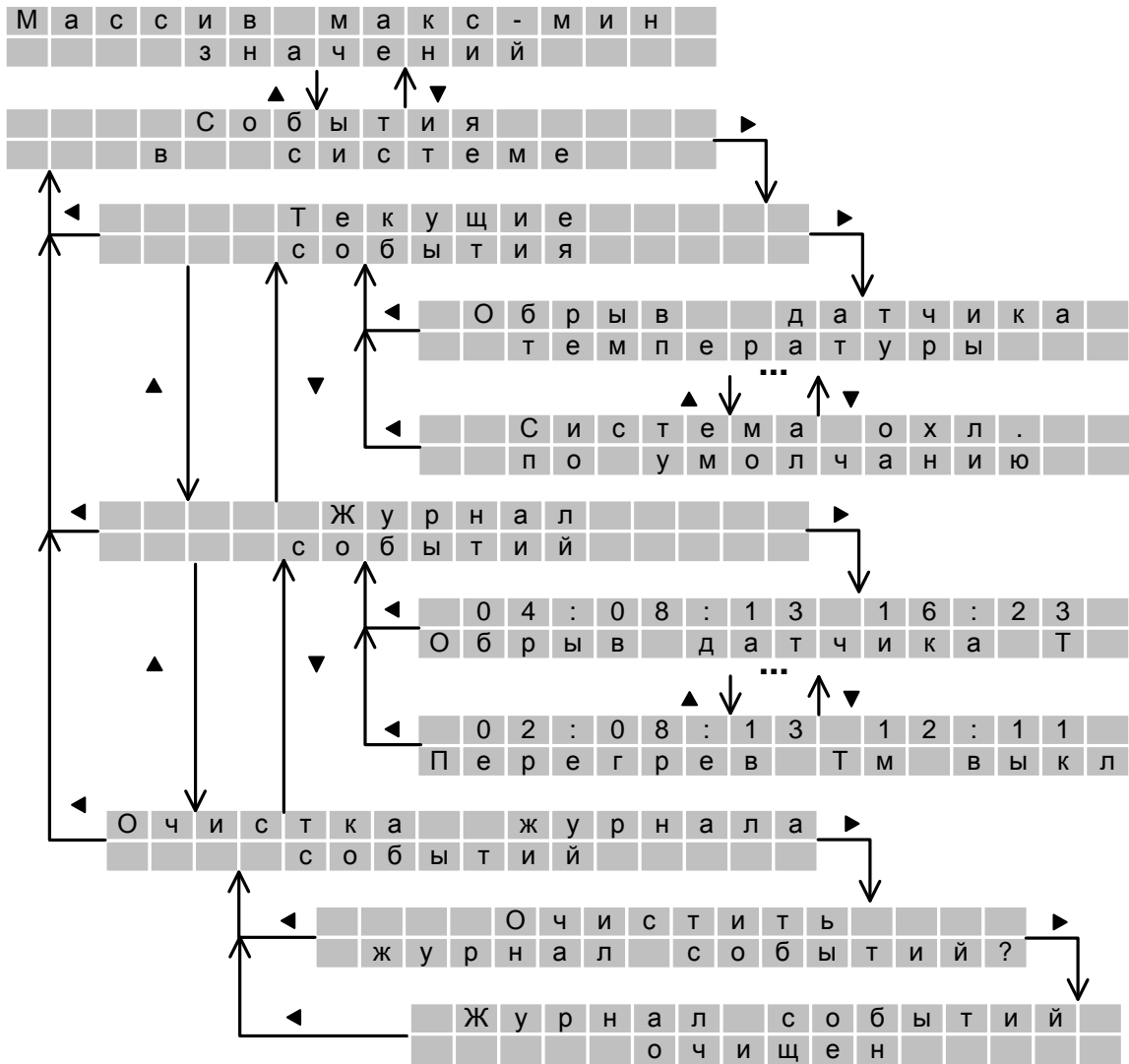


Рисунок 22

## 2.5.10.4 Просмотр остатка ресурса

2.5.10.4.1 Просмотр остатка ресурса проведите согласно рисунку 23, находясь в пункте «Остаток ресурса» меню просмотра и коррекции информации прибора.

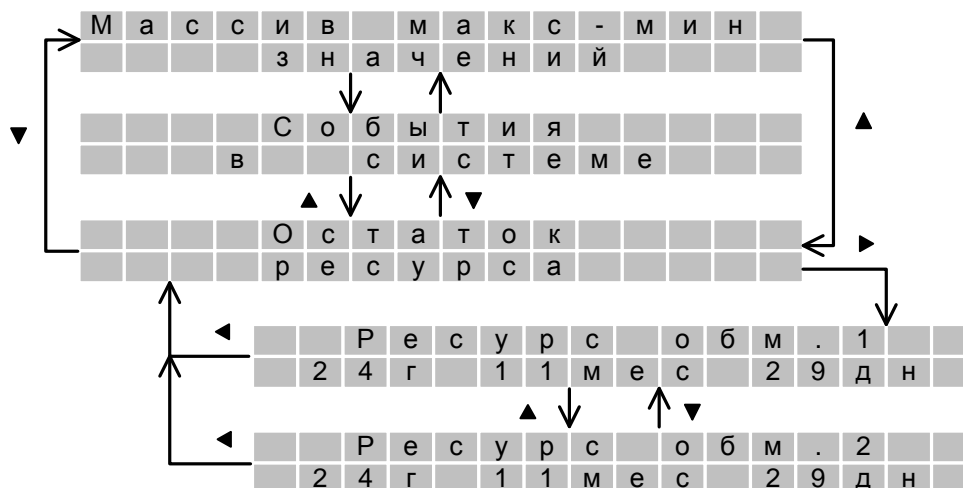


Рисунок 23

Примечание - При просмотре меню открывается с текущими значениями ресурса:

- двух обмоток (при конфигурации - контроль тока двух обмоток);
- одной обмотки (при конфигурации - контроль тока одной обмотки).

## 2.5.10.5 Просмотр уровня масла

2.5.10.5.1 Просмотр уровня масла проведите согласно рисунку 24, находясь в пункте «Просмотр уровня масла» меню просмотра и коррекции информации прибора.

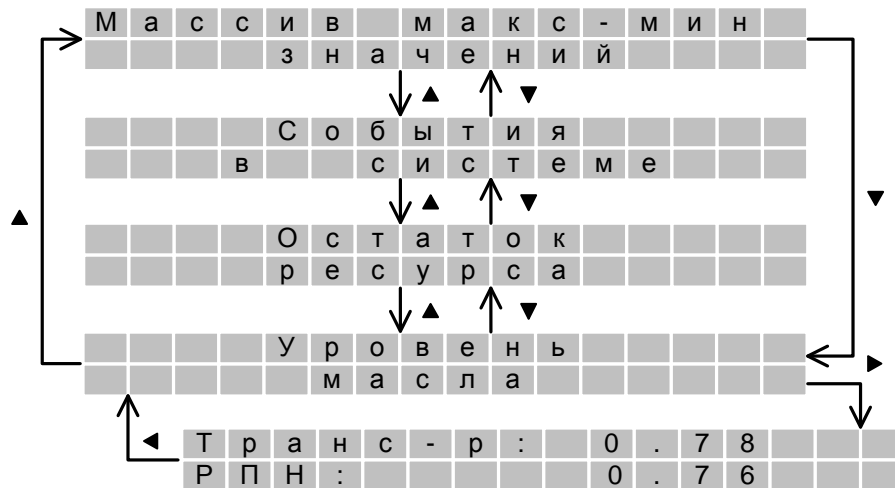


Рисунок 24

### Примечания

1 При просмотре меню открывается с текущими значениями уровня масла в отсеках трансформатора и РПН (при конфигурации - контроль уровня трансформатора и РПН), либо одного из отсеков в зависимости от конфигурации прибора.

2 Для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21 и ТМТ2-22 пункт «Остаток ресурса» в меню отсутствует.

## 2.5.10.6 Просмотр уставок трансформатора

2.5.10.6.1 Просмотр уставок трансформатора проведите согласно рисунку 25, находясь в пункте «Уставки трансформатора» меню просмотра и коррекции информации прибора.



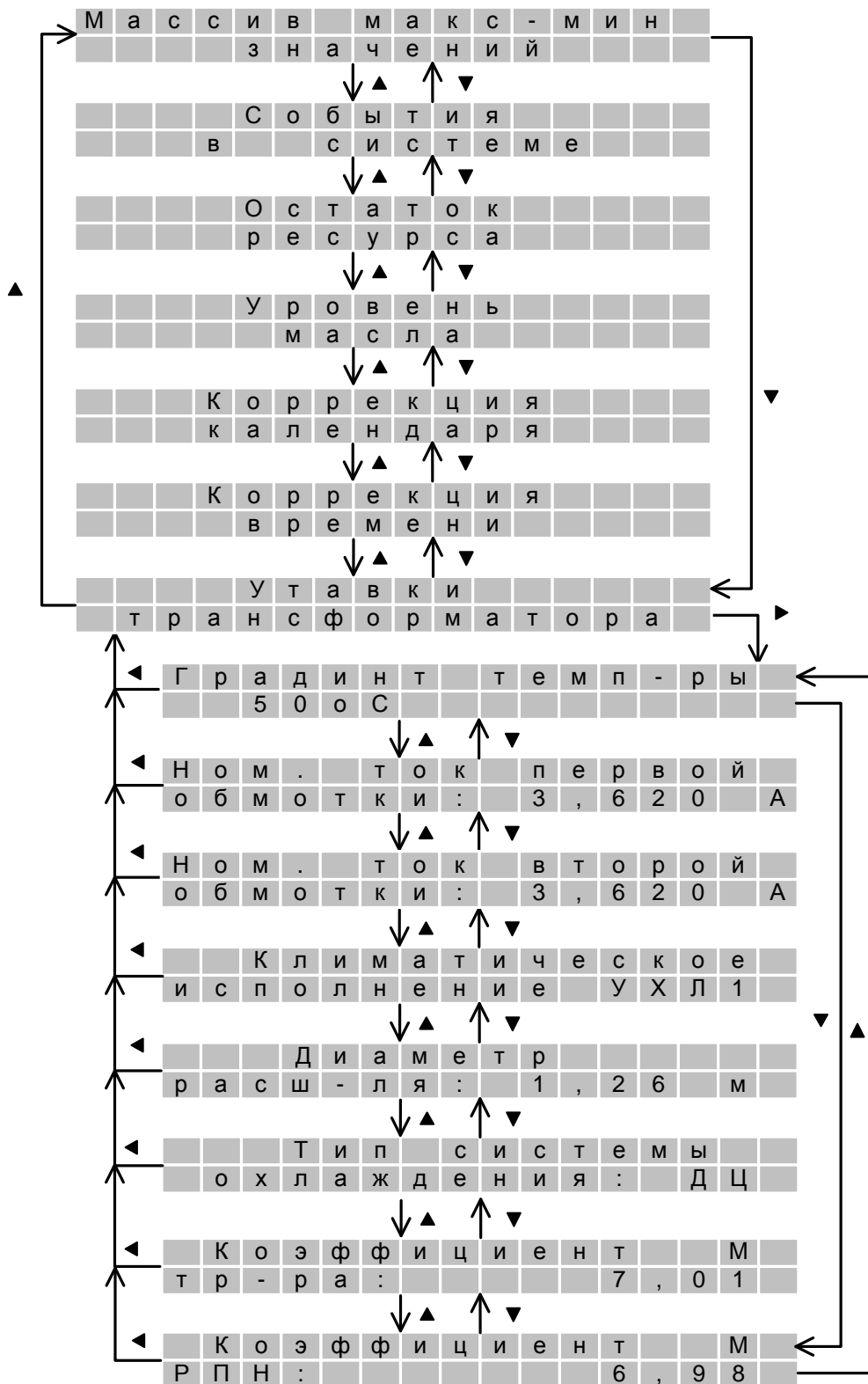


Рисунок 25

Примечания

- 1 Для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21 и ТМТ2-22 отсутствуют пункты:
  - «Остаток ресурса»;
  - «Градиент температур», «Номинальный ток первой обм.» и «Номинальный ток второй обм.».
- 2 При просмотре меню открывается с введенными в прибор значениями уставок.

## 2.5.10.7 Просмотр конфигурации прибора

2.5.10.7.1 Просмотр конфигурации прибора проведите согласно рисунку 26, находясь в пункте «Конфигурации прибора» меню просмотра и коррекции информации прибора.

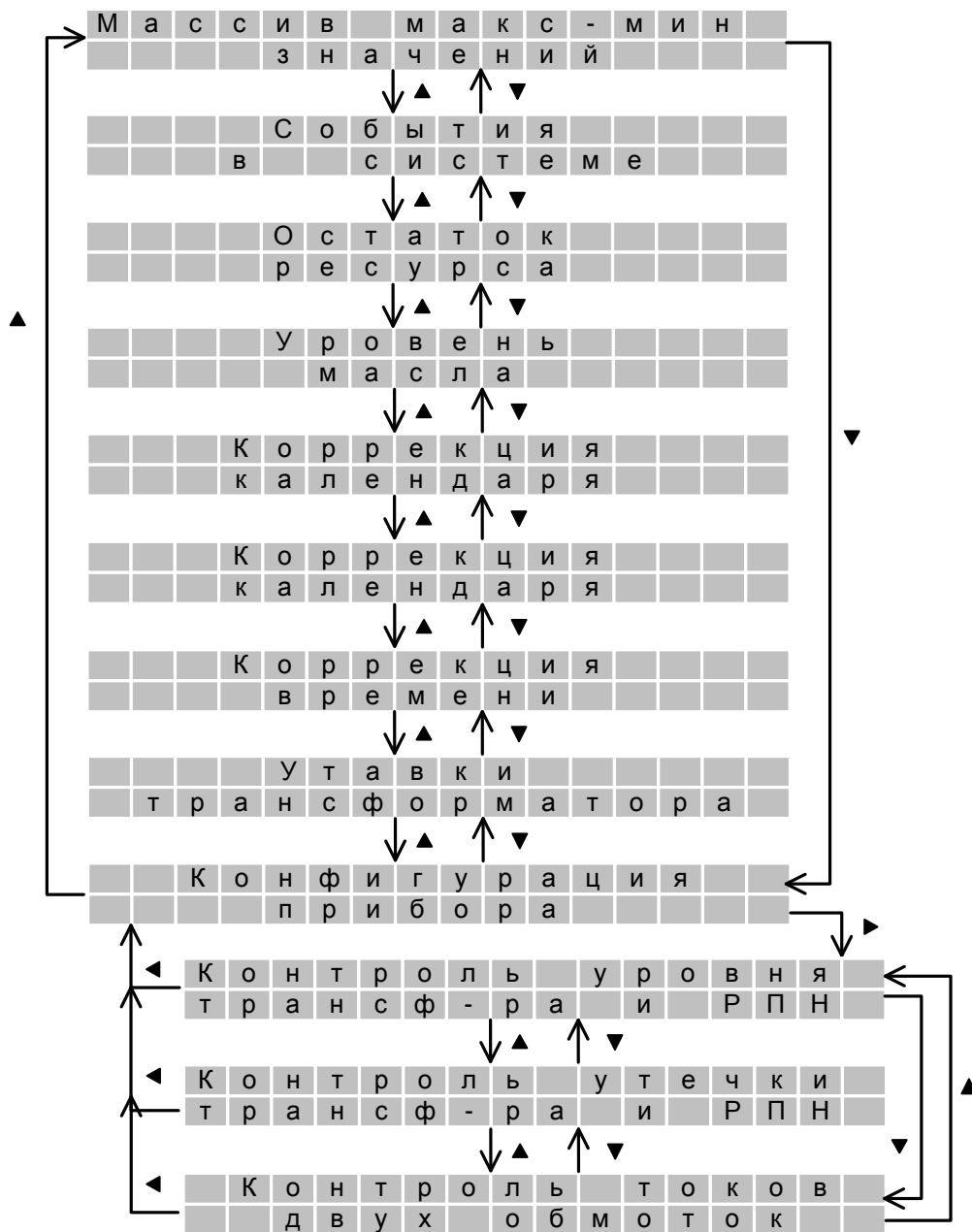


Рисунок 26

### Примечания

- 1 При просмотре меню открывается с введенными в прибор значениями конфигурации.
- 2 Для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21 и ТМТ2-22 отсутствуют пункты:
  - «Остаток ресурса»;
  - контроль токов обмоток.

НПЦМ.421413.010РЭ

## 2.5.10.8 Коррекция текущих даты и времени, коррекция параметров обмена по RS-485

2.5.10.8.1 Коррекция перечисленных параметров проводится аналогично приведенному в пп. 2.5.6 - 2.5.8.

## 2.5.11 Включение прибора

2.5.11.1 Включение прибора проведите в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 - Порядок включения прибора

Режим включения прибора	Порядок проведения включения прибора	Примечание
Заливка (доливка масла в трансформатор и отсек РПН)	п. 2.5.9.2, п. 2.5.9.3.	
Заливка (доливка масла в трансформатор)	п. 2.5.9.2	
Заливка (доливка масла в отсек РПН)	п. 2.3.9.3	
Заливка (доливка масла в трансформатор и отсек РПН) и дежурный режим	п. 2.5.9.2, п. 2.5.9.3, п. 2.5.9.1	
Заливка (доливка масла в трансформатор) и дежурный режим	п. 2.5.9.2, п. 2.5.9.1	
Заливка (доливка масла в отсек РПН) и дежурный режим	п. 2.5.9.3, п.2.5.9.1	
Дежурный режим прибора	п. 2.5.9.1	1)

Примечание – <sup>1)</sup> При установке приборов на трансформаторы, работающие под нагрузкой, особое внимание обратите на выбор конфигурации прибора и рекомендации по выбору конфигурации приборов, указанные в п 2.5.1

## **3 Техническое обслуживание приборов**

### **3.1 Общие указания**

3.1.1 Прибор поставляется потребителю настроенным и испытанным на предприятии - изготовителе.

3.1.2 До введения прибора в эксплуатацию обслуживающий персонал должен быть ознакомлен с настоящим руководством по эксплуатации.

### **3.2 Порядок технического обслуживания**

3.2.1 Техническое обслуживание прибора включает два вида работ:

- профилактический осмотр;
- восстановление работоспособности.

3.2.2 Профилактический осмотр должен проводиться не реже чем раз в год и предусматривает: контроль функционирования прибора по световой индикации и удаление загрязнений с прибора и защитных стекол элементов индикации.

3.2.3 Восстановление работоспособности прибора должно производиться на предприятии-изготовителе.

### **3.3 Проверка работоспособности приборов**

3.3.1 Проверка работоспособности каждого из приборов перед установкой и после ремонта проводится в объеме, предусмотренном таблицей 7.

3.3.2 Соберите соответствующую схему рабочего места проверки прибора, приведённую в одном из приложений К, Л, М, Н.

**Внимание.** Длина подводящей конструкции (с учетом толщины дна расширителя) от расширителя до датчика давления поставляется - 70 мм. Данный параметр заложен в программу и считается уставкой при вычислении уровня масла.

3.3.3 Перечень измерительных средств и испытательного оборудования приведен в приложении О.

3.3.4 Подайте питание на прибор. Приборы рабочего места И1, И2 и И3 выключены (если они входят в состав рабочего места). Дисплей прибора должен подсветиться. На дисплее должна появиться информация согласно п. 2.3.1.

Таблица 7 – Объем проверок работоспособности приборов

Вид проверки	Номер подраздела, пункта проверки работоспособности	Модификация прибора
1 Проверка точности измерения, индикации температуры верхнего слоя масла Тм Проверка выдачи информации о текущих значениях Тм «токовой петлей» (4–20) мА	3.3.6	Для всех модификаций
2 Проверка точности вычисления температуры ННТ обмотки трансформатора То1 и То2. Проверка выдачи информации о текущих значениях температуры ННТ обмотки трансформатора То1 и То2	3.3.7	ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12
3 Проверка точности измерения коэффициента нагрузки Кн	3.3.8	ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12
4 Проверка исправности реле	3.3.9	Для всех модификаций
5 Проверка уровня масла	3.3.10	Для всех модификаций

3.3.5 Установите значения уставок и конфигурацию прибора согласно таблице 8.

Таблица 8

Наименование параметра	Значение уставки	Пункт	Примечание
Конфигурация прибора: - контроль уровня масла отключен; - контроль утечки масла отключен; - контроль токов двух обмоток трансформатора	–	2.5.2 2.5.3 2.5.4	1)
Номинальный ток первой обмотки измерительного трансформатора (In)	5 А	2.5.5.2	2)
Номинальный ток второй обмотки измерительного трансформатора (In)	5 А	2.5.5.3	2)
Климатическое исполнение трансформатора	У1	2.5.5.4	
Диаметр расширителя	1,26 м	2.5.5.5	
Градиент температуры	+ 50 °С	2.5.5.1	2)
Примечания 1 <sup>1)</sup> Контроль токов должен быть отключен для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22; 2 <sup>2)</sup> Данные уставки не устанавливаются для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22.			

### 3.3.6 Проверка точности измерения, индикации температуры верхнего слоя масла Тм. Проверка выдачи информации о текущих значениях «токовой петлей» (4–20) мА

3.3.6.1 Переведите прибор в режим проверки прибора по методике п. 2.5.9.4

3.3.6.2 Устанавливая последовательно на магазине сопротивлений одно из указанных в таблице 9 значений, сравните считанные с дисплея прибора значения Тм с эталонными (таблица 9). Отклонение считанного значения Тм от эталонного не должно быть более  $\pm 1$  °С.

3.3.6.3 Сравните показания измеренных выходных токов на ИПЗ, с соответствующим эталонными значениями в таблице 9. Отклонение показаний не должно превышать  $\pm 0,19$  мА.

Таблица 9

Значение сопротивления*, Ом	Эталонное значение Тм (То1, То2), °С	Эталонное значение выходного тока, мА
80,00	-50	4
100,00	0	8
139,11	100	16

### 3.3.7 Проверка точности измерения, индикации температуры ННТ обмотки трансформатора То1 и То2 Проверка выдачи информации о текущих значениях температуры ННТ обмотки трансформатора То1 и То2 «токовой петлей» (4–20) мА

3.3.7.1 Переведите прибор в режим «Проверка прибора» по методике п. 2.5.9.4.

3.3.7.2 Устанавливая последовательно на магазине сопротивлений одно из указанных в таблице 10 значений, сравните считанные с дисплея прибора значения То1 с эталонными (таблица 10). Отклонение считанного значения То1 от эталонного не должно быть более  $\pm 1$  °С.

Нажмите кнопку «▲». На дисплее прибора появятся значения температуры То2. Сравните считанные с дисплея прибора значения с эталонными (таблица 10). Отклонение считанного значения от эталонного не должно быть более  $\pm 1$  °С.

3.3.7.3 Установите на ИП2 режим измерения тока. Сравните показания измеренного выходного тока на ИП2 при каждом установленном значении сопротивления, с соответствующим эталонными значениями в таблице 10. Отклонение показаний не должно превышать  $\pm 0,19$  мА.

Таблица 10

Значение сопротивления*, Ом	Эталонное значение $T_{o1}, T_{o2}, ^\circ C$	Эталонное значение выходного тока, мА
80,00	-50	4
100,00	0	8
139,11	100	16

### 3.3.8 Проверка точности измерения коэффициента нагрузки $K_n$

3.3.8.1 Включите питание источника переменного тока И2. Перед включением убедитесь, что источник И2 настроен на ток не более 5 А.

Значение сопротивления на ИП1 равно 107,92 Ом.

3.3.8.2 Устанавливая последовательно на И2 значения тока (I), приведённые в таблице 11, сравните считанные с дисплея прибора значения  $K_n$  ( $K_{n1}, K_{n2}$ ) с расчётными значениями (таблица 11). Отклонение считанного значения  $K_n$  от приведённого в таблице 11 не должно быть превышать  $\pm 1\%$ .

Таблица 11

Входной ток, I, А	Расчётное значение $K_n$ , %
1,0	20
3,0	60
5,0	100

Примечание - Значения коэффициентов нагрузки трансформатора рассчитаны по формуле

$$K_n = (I/I_n) * 100 \% \quad (1)$$

где  $I_n = 5 \text{ А}$

3.3.8.3 Отключите питание источника тока.И2. Отключите источник переменного тока И2 от клемм прибора ХТ1/38 и ХТ1/41.

### 3.3.9 Проверка исправности реле

3.3.9.1 Переведите прибор в режим «Проверка реле» по п. 2.5.9.5.

3.3.9.2 Последовательно выбирайте пункт меню по методике п. 2.5.9.5 в соответствии с таблицей 10.

3.3.9.3 Проконтролируйте сопротивление прибором ИП2 между контактами разъема согласно таблице 12 для приборов ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12. Для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22 согласно таблице 13. Прибор ИП2 показать значение сопротивления в соответствии с таблицами 12, 13.

Таблица 12 – Контроль сопротивления для приборов ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12

Пункт меню	Контакт разъема ХТ		Световая индикация на панели прибора
	$\leq 5 \text{ Ом}$	$\geq 3 \text{ МОм}$	
ПЕРЕГРЕВ по Тм	5 и 6	3 и 4, 6 и 7	ПЕРЕГРЕВ
ПЕРЕГРЕВ по То	8 и 9	6 и 7, 9 и 10	ПЕРЕГРЕВ
ПРЕДУПРЕЖД. по Тм	6 и 7	5 и 6, 8 и 9	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
ПРЕДУПРЕЖД. по То	9 и 10	8 и 9, 11 и 12	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
ВЕНТИЛЯТОРЫ	11 и 12, 13 и 14	9 и 10	ВЕНТИЛЯТОРЫ
БЛОКИРОВКА Т	-	13 и 14, 11 и 12, 15 и 16	БЛОКИРОВКА Т
МАСЛО МИН	15 и 16, 13 и 14	17 и 18	НЕНОРМА МАСЛА
МАСЛО МАКС	17 и 18	15 и 16, 19 и 20	
МАСЛО ЗАЛИТО <sup>1)</sup>	17 и 18	15 и 16, 19 и 20	
УТЕЧКА МАСЛА	19 и 20	17 и 18	УТЕЧКА МАСЛА
НЕИСПРАВНОСТЬ	3 и 4	5 и 6	НЕИСПРАВНОСТЬ
Примечание – <sup>1)</sup> Звуковая сигнализация « Сирена»			

Таблица 13 - Контроль сопротивления для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22

Пункт меню	Контакт разъема ХТ		Световая индикация на панели прибора
	$\leq 5 \text{ Ом}$	$\geq 3 \text{ МОм}$	
ПЕРЕГРЕВ	5 и 6	3 и 4, 6 и 7	ПЕРЕГРЕВ
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ	6 и 7	5 и 6	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
ВЕНТИЛЯТОРЫ	11 и 12, 13 и 14	-	ВЕНТИЛЯТОРЫ
БЛОКИРОВКА Т	-	11 и 12, 13 и 14, 15 и 16	БЛОКИРОВКА Т
МАСЛО МИН	13 и 14, 15 и 16	17 и 18	НЕНОРМА МАСЛА
МАСЛО МАКС	17 и 18	15 и 16, 19 и 20	
МАСЛО ЗАЛИТО <sup>1)</sup>	17 и 18	15 и 16, 19 и 20	
УТЕЧКА МАСЛА	19 и 20	17 и 18	УТЕЧКА МАСЛА
НЕИСПРАВНОСТЬ	3 и 4	5 и 6	НЕИСПРАВНОСТЬ
Примечание – <sup>1)</sup> Звуковая сигнализация « Сирена»			

3.3.9.4 Нажмите дважды кнопку « ◀ » для возвращения в меню

«Выбор режима работы». Проконтролируйте прибором ИП2 сопротивление между контактами разъема согласно таблице 14. Прибор ИП2 должен показать сопротивление в соответствии с таблицей 14



Таблица 14

Прибор	Контакт разъема ХТ	Прибор	Контакт разъема ХТ
	$\geq 3$ МОм		$\geq 3$ МОм
ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12	3 и 4, 5 и 6	ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22	3 и 4, 5 и 6
	6 и 7		6 и 7
	8 и 9		-
	9 и 10		-
	11 и 12		11 и 12
	15 и 16		15 и 16
	17 и 18		17 и 18
	19 и 20		19 и 20

### 3.3.10 Проверка уровня масла

3.3.10.1 Снимите питание с прибора. Подключите приборы ИП2, ИП3 к контактам ХТ1/34 и ХТ1/35, ХТ1/36 и ХТ1/37 соответственно.

3.3.10.2 Подайте питание на прибор. Дисплей прибора должен подсветиться. На дисплее должна появиться информация согласно п. 2.3.1.

3.3.10.3 Установите значения уставок и конфигурацию прибора согласно таблице 15.

Таблица 15

Наименование параметра	Значение уставки	Пункт	Примечание
Конфигурация прибора: - контроль уровня масла трансформатора и РПН - контроль утечки отключен - контроль токов двух обмоток трансформатора	—	<b>2.5.2</b> <b>2.5.3</b> <b>2.5.4</b>	1)
Номинальный ток первой обмотки измерительного трансформатора (In)	5 А	<b>2.5.5.2</b>	2)
Номинальный ток второй обмотки измерительного трансформатора (In)	5 А	<b>2.5.5.3</b>	2)
Климатическое исполнение трансформатора	У1	<b>2.5.5.4</b>	
Диаметр расширителя	1,26 м	<b>2.5.5.5</b>	
Градиент температуры	+ 50 °С	<b>2.5.5.1</b>	2)
Примечания 1 <sup>1)</sup> Контроль токов должен быть отключен для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22. 2 <sup>2)</sup> Данные уставки не устанавливаются для приборов ТМТ2-20, ТМТ2-21, ТМТ2-22.			

3.3.10.4 Включите источник постоянного тока И1 для проверки приборов ТМТ2 и ТМТ2-20. **ВНИМАНИЕ: Перед включением источника постоянного тока И1 убедитесь, что источник И1 установлен в режим источника тока и ток на выхода не более 20 мА.**

Включите источник постоянного напряжения И3 для приборов ТМТ2-11, ТМТ2-12, ТМТ2-21 и ТМТ2-22.

3.3.10.5 Установите на ИП1 сопротивление равное 107,92 Ом. При этом через интервал времени не более 60 с на дисплее прибора должна появиться температура Тм равная значению от плюс 19 до 21 °С.

3.3.10.6 Переведите прибор в режим проверки по методике п. 2.5.9.4.

3.3.10.7. Установите последовательно на И1 значения тока, приведённые в таблице 16 для приборов ТМТ2 и ТМТ2-20. Для приборов ТМТ2-11, ТМТ2-12, ТМТ2-21 и ТМТ2-22 установите последовательно на И3 значения напряжения, приведённые в таблице 17. Сравните считанные с дисплея прибора значения уровня масла с эталонными значениями (таблиц 16 и 17 соответственно). Отклонение считанного значения от приведённого в таблицах не должно быть превышать 0,02 о.е.

Таблица 16

<b>Ток, мА</b>		<b>Эталонное значение уровня масла, о.е.</b>	<b>Эталонное значение выходного тока, мА</b>
код прибора			
ТМТ2, ТМТ2-20			
6,78		0,2	7,2
8,95		0,4	10,4
13,92		0,8	16,8
Примечание - Данные приведены для температуры масла 20 °С и для подводящей конструкции к датчику давления равной 70 мм.			

Таблица 17

<b>Напряжение, В</b>		<b>Эталонное значение уровня масла, о.е.</b>	<b>Эталонное значение выходного тока, мА</b>
код прибора			
ТМТ2-11, ТМТ2-21	ТМТ2-12, ТМТ2-22		
0,84	1,68	0,2	7,2
1,5	3,0	0,4	10,4
2,82	5,63	0,8	16,8
Примечание - Данные приведены для температуры масла 20 °С и для подводящей конструкции к датчику давления равной 70 мм.			

3.3.10.8 Сравните показания измеренных выходных токов на ИП2, ИП3 с соответствующим эталонными значениями в таблице 16 и таблице 17 соответственно. Отклонение показаний не должно превышать  $\pm 0,19$  мА.

3.3.10.9 Отключите напряжение питания от прибора и от ИЗ. (или И1)..  
Разберите рабочее место.

#### **4 Транспортирование и хранение**

4.1 Транспортирование прибора допускается наземным и воздушным транспортом в упаковке изготовителя. Прибор до установки в трансформатор должен храниться в упаковке изготовителя в складских помещениях. Климатические условия при транспортировании и хранении: температура воздуха от минус 60 до плюс 70 °С; влажность воздуха 100 % и ниже при плюс 25 °С.

#### **5 Гарантии и текущий ремонт изготовителя**

5.1 Предприятие-изготовитель гарантирует сохранность эксплуатационных характеристик прибора в течение 4 лет со дня ввода в эксплуатацию, но не более 5 лет с даты изготовления прибора.

5.2 В случае отказа прибор подлежит отправке на предприятие-изготовитель.

5.3 Восстановление работоспособности прибора производится на предприятии-изготовителе. В течение гарантийного срока прибор ремонтируется либо заменяется на новый. По истечению срока гарантии ремонт прибора осуществляется по договору с предприятием-изготовителем.

5.4 При необходимости заводского ремонта следует связаться с предприятием – изготовителем по контактам, указанным в настоящем руководстве.

Неисправный прибор необходимо упаковать, сопроводить актом бракования с описанием неисправности и отправить по согласованному адресу.

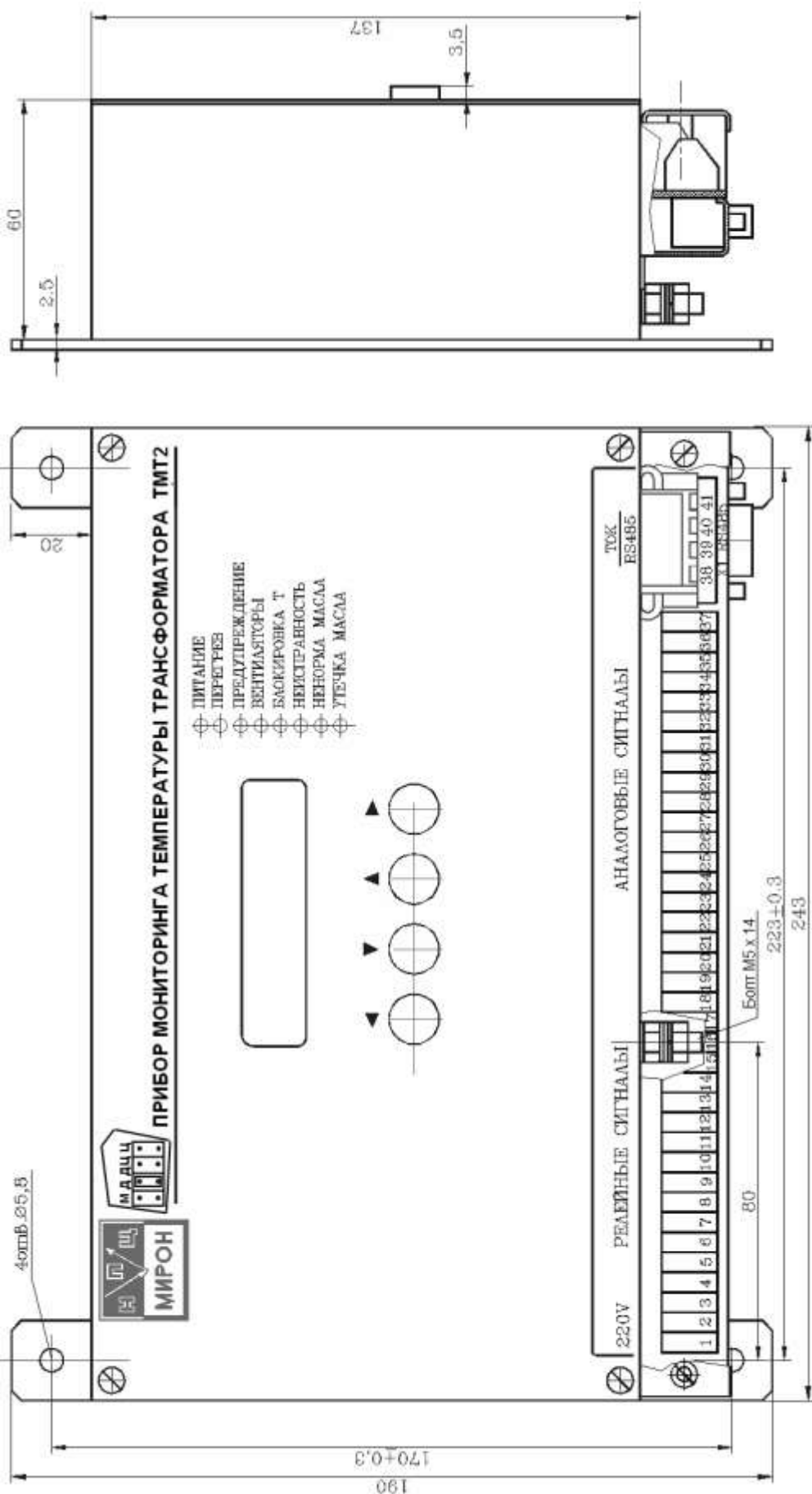
#### **6 Утилизация**

6.1 Особых требований по утилизации не предъявляется.

# Приложение А

(обязательное)

Габаритный чертёж приборов

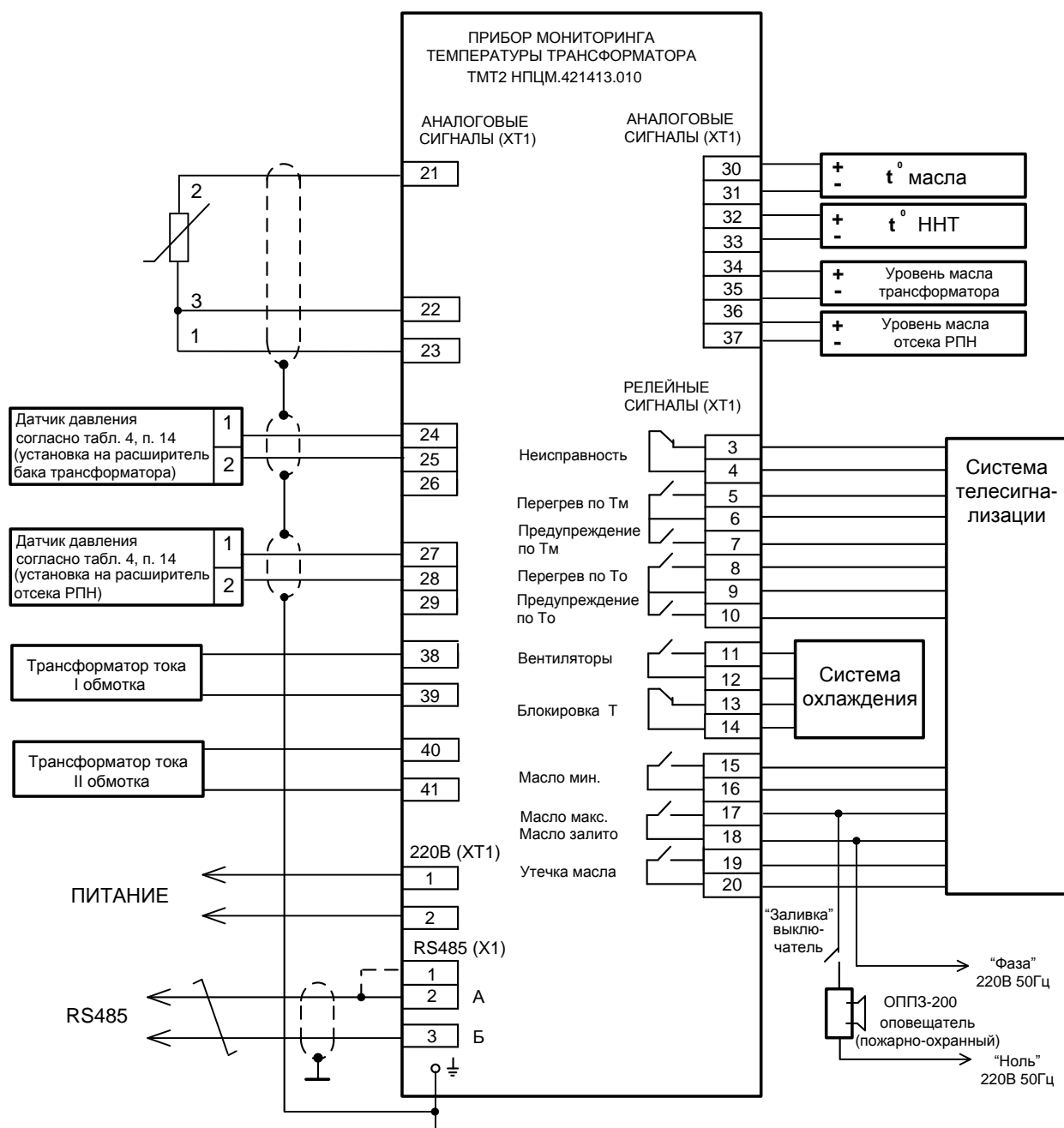


НГЦ.ИД.Т.110.010.01.0

## Приложение Б

(обязательное)

### Схема подключения прибора TMT2

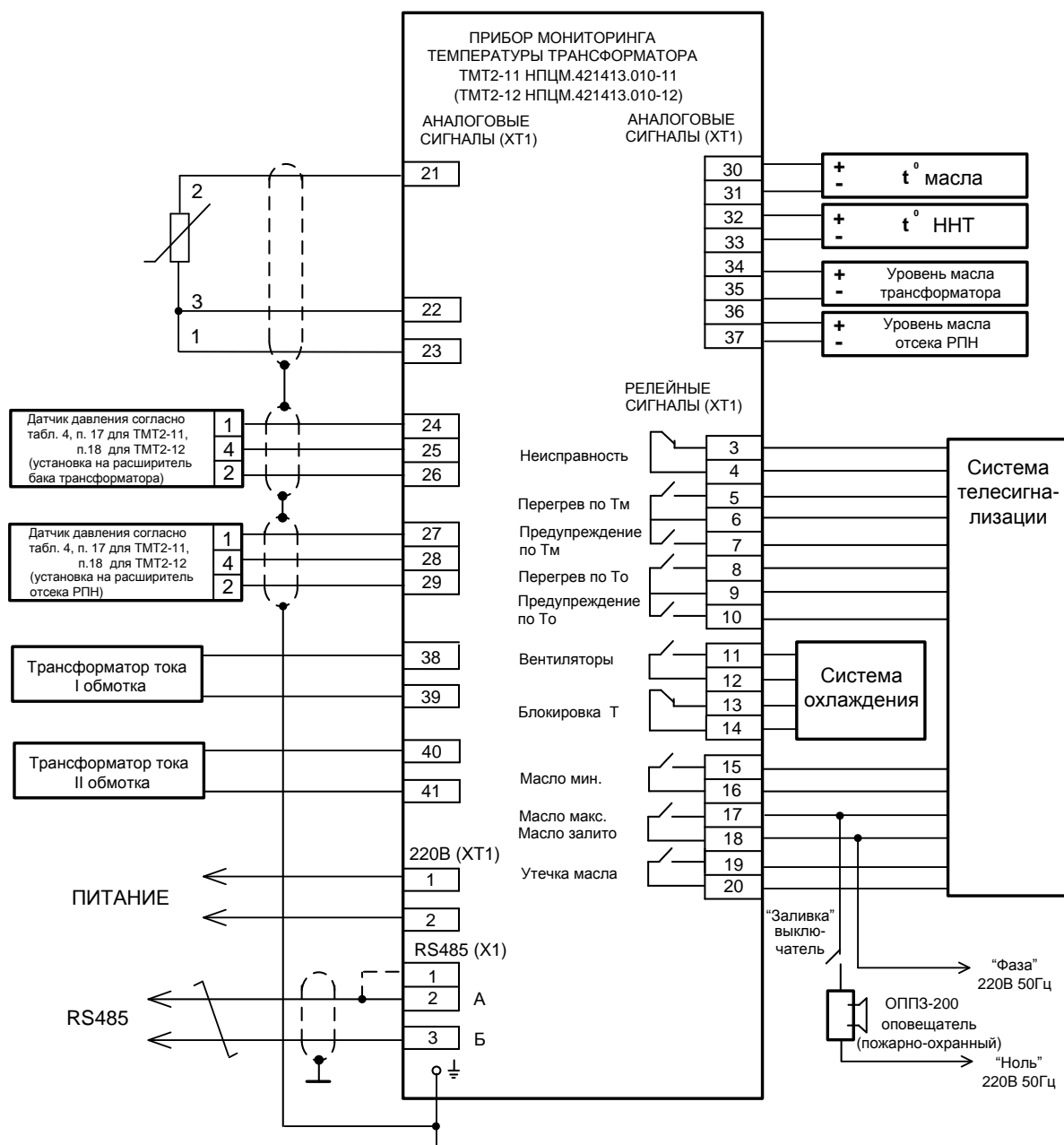


- 1 Перемычку между X1/1 и X1/2 установить в случае, если прибор является последним на магистрали RS-485.
- 2 Экран кабеля RS-485 присоединить к корпусу разъёма кабеля со стороны прибора.
- 3 Переключатель “Заливка” включать в режиме заливки трансформатора и отсека РПН, в режиме эксплуатации трансформатора переключатель “Заливка” отключать.
- 4 При подключении одной токовой обмотки, трансформатор тока присоединить к контактам XТ1/38, XТ1/39.
- 5 **ВНИМАНИЕ:** Установка и подключение датчиков давления проводится строго согласно рисунку настоящего приложения.

## Приложение В

(обязательное)

### Схема подключения приборов ТМТ2-11, ТМТ2-12



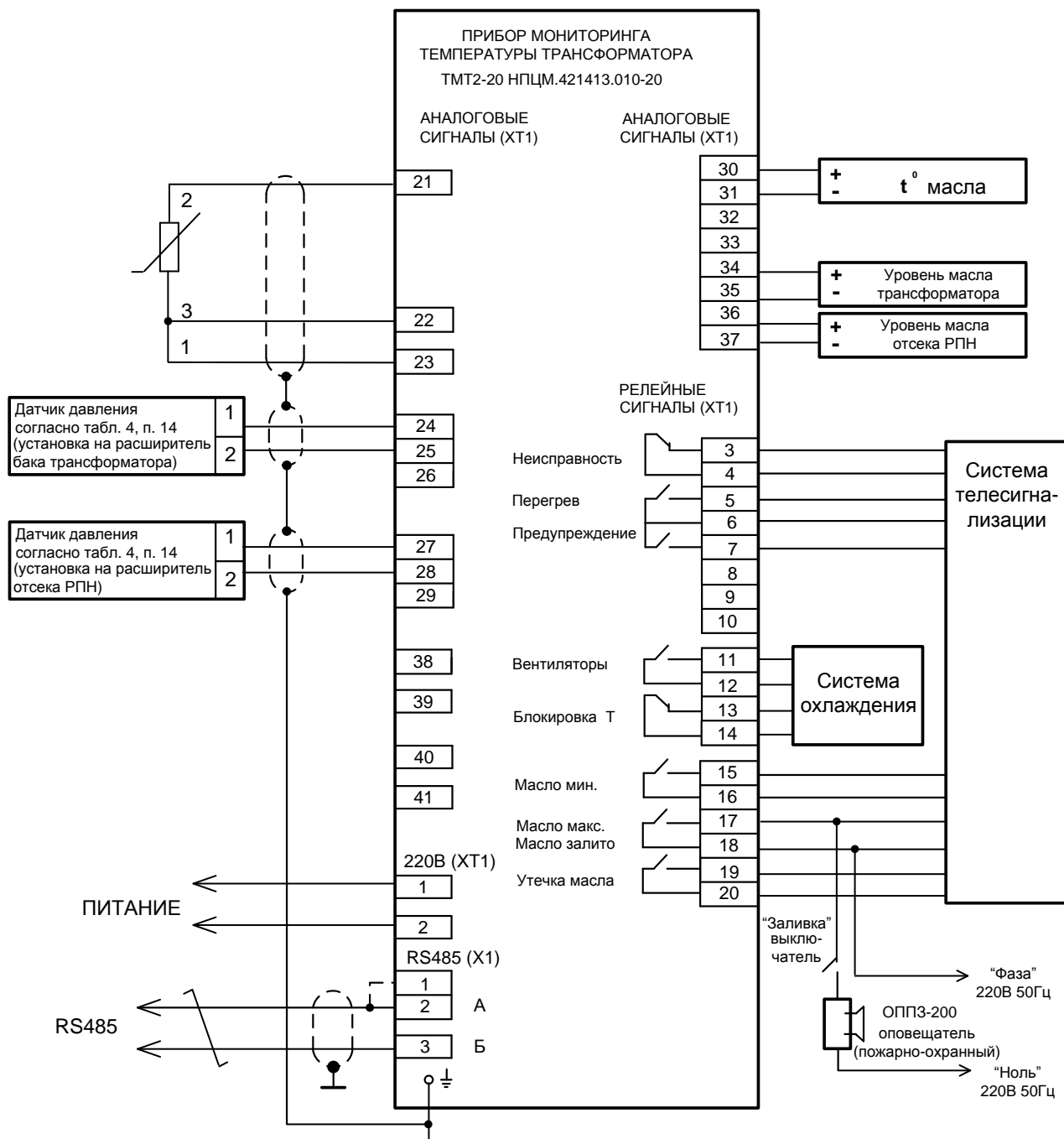
- 1 Перемычку между X1/1 и X1/2 установить в случае, если прибор является последним на магистрали RS-485.
- 2 Экран кабеля RS-485 присоединить к корпусу разъёма кабеля со стороны прибора.
- 3 Переключатель “Заливка” включать в режиме заливки трансформатора и отсека РПН, в режиме эксплуатации трансформатора переключатель “Заливка” отключать.
- 4 При подключении одной токовой обмотки, трансформатор тока присоединить к контактам ХТ1/38, ХТ1/39.
- 5 **ВНИМАНИЕ:** Установка и подключение датчиков давления проводится строго согласно рисунку настоящего приложения

НПЦМ.421413.010РЭ

## Приложение Г

(обязательное)

### Схема подключения прибора ТМТ2-20

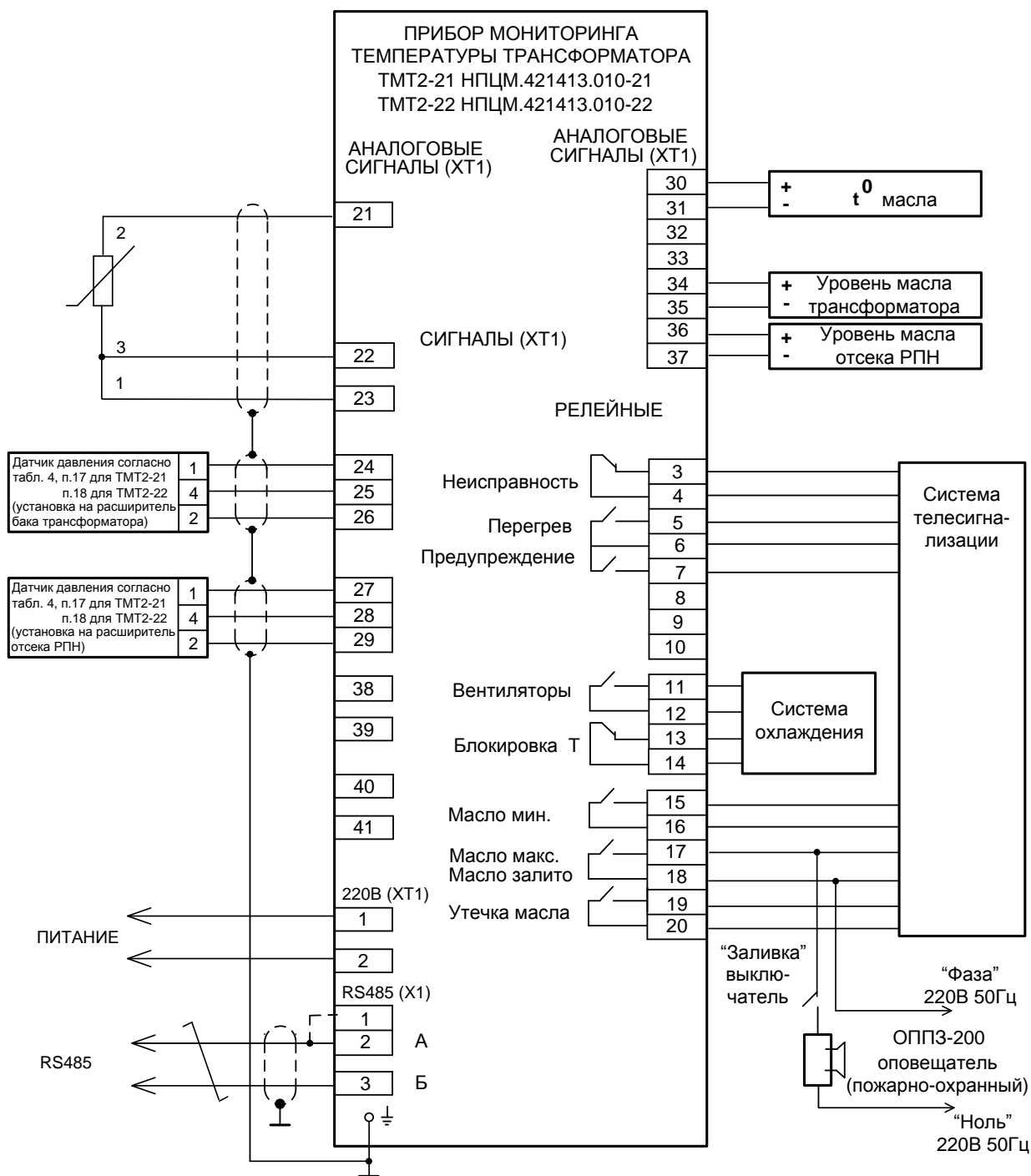


- 1 Перемычку между X1/1 и X1/2 установить в случае, если прибор является последним на магистрали RS-485.
- 2 Экран кабеля RS-485 присоединить к корпусу разъёма кабеля со стороны прибора.
- 3 Выключатель “Заливка” включать в режиме заливки трансформатора и отсека РПН.
- 4 **ВНИМАНИЕ:** Установка и подключение датчиков давления проводится строго согласно рисунку настоящего приложения.

## Приложение Д

(обязательное)

### Схема подключения приборов ТМТ2-21, ТМТ2-22



- 1 Перемычку между X1/1 и X1/2 установить в случае, если прибор является последним на магистрали RS-485.
- 2 Экран кабеля RS-485 присоединить к корпусу разъёма кабеля со стороны прибора.
- 3 Выключатель “Заливка” включать в режиме заливки трансформатора и отсека РПН.
- 4 **ВНИМАНИЕ:** Установка и подключение датчиков давления проводится строго согласно рисунку настоящего приложения.

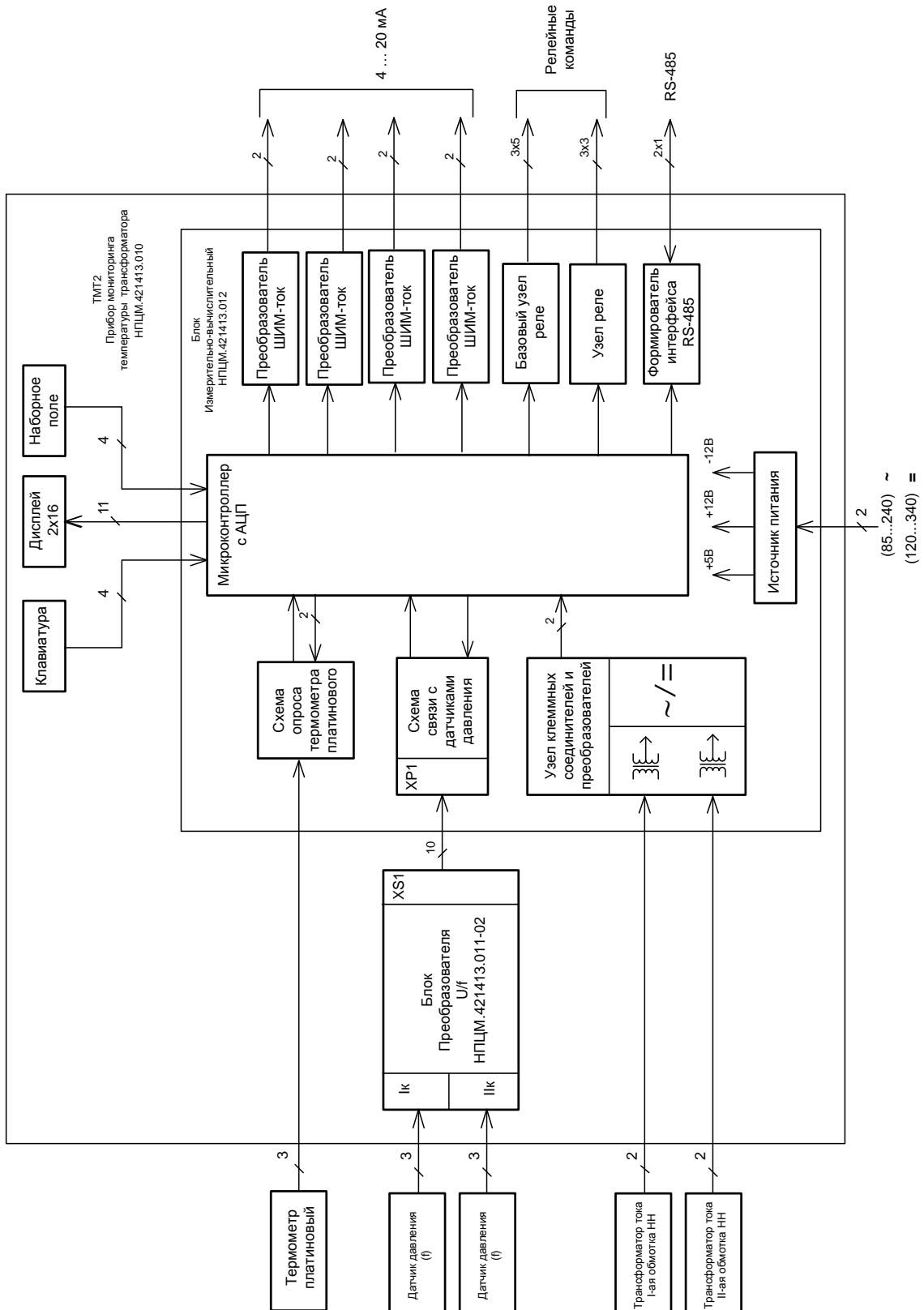
НПЦМ.421413.010РЭ



# Приложение Е

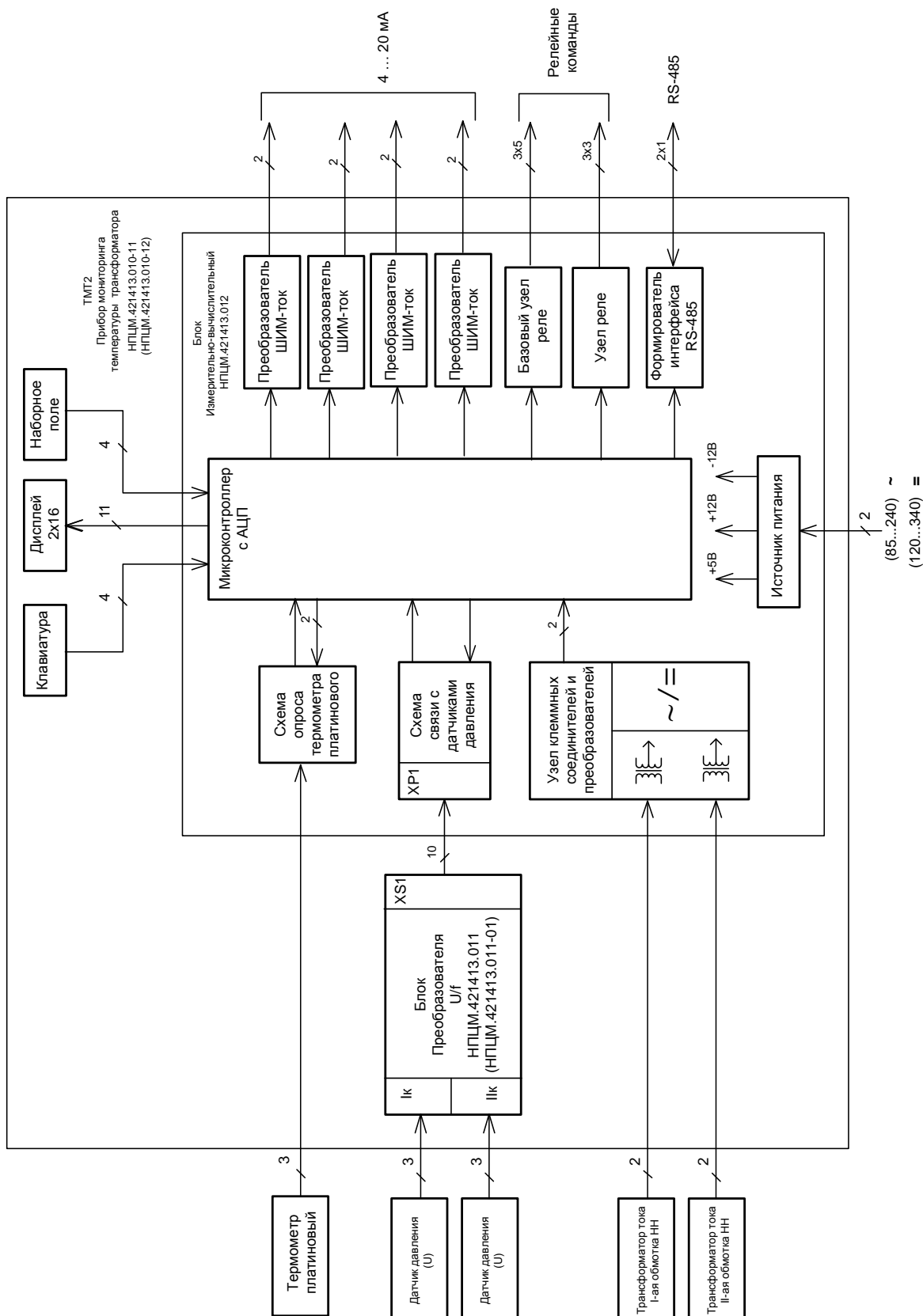
(обязательное)

## Схема электрическая структурная прибора ТМТ2



# Приложение Ж (обязательное)

## Схема электрическая структурная приборов ТМТ2-11, ТМТ2-12

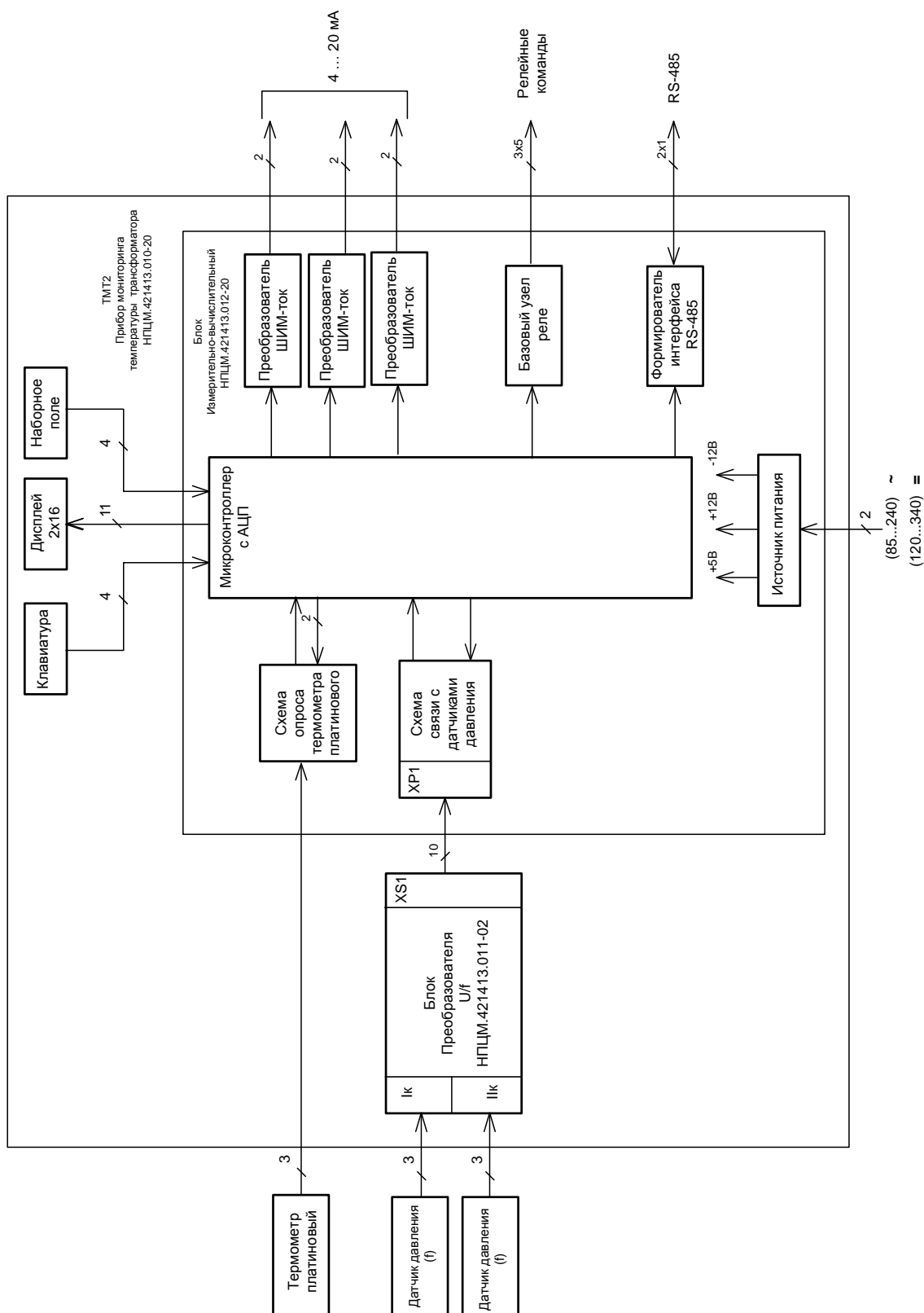


Состав прибора ТМТ2-11 НПЦМ.421413.010-11; блок НПЦМ.421413.012, блок НПЦМ.421413.011  
Состав прибора ТМТ2-12 НПЦМ.421413.010-12; блок НПЦМ.421413.012, блок НПЦМ.421413.011-01

### Приложение 3

(обязательное)

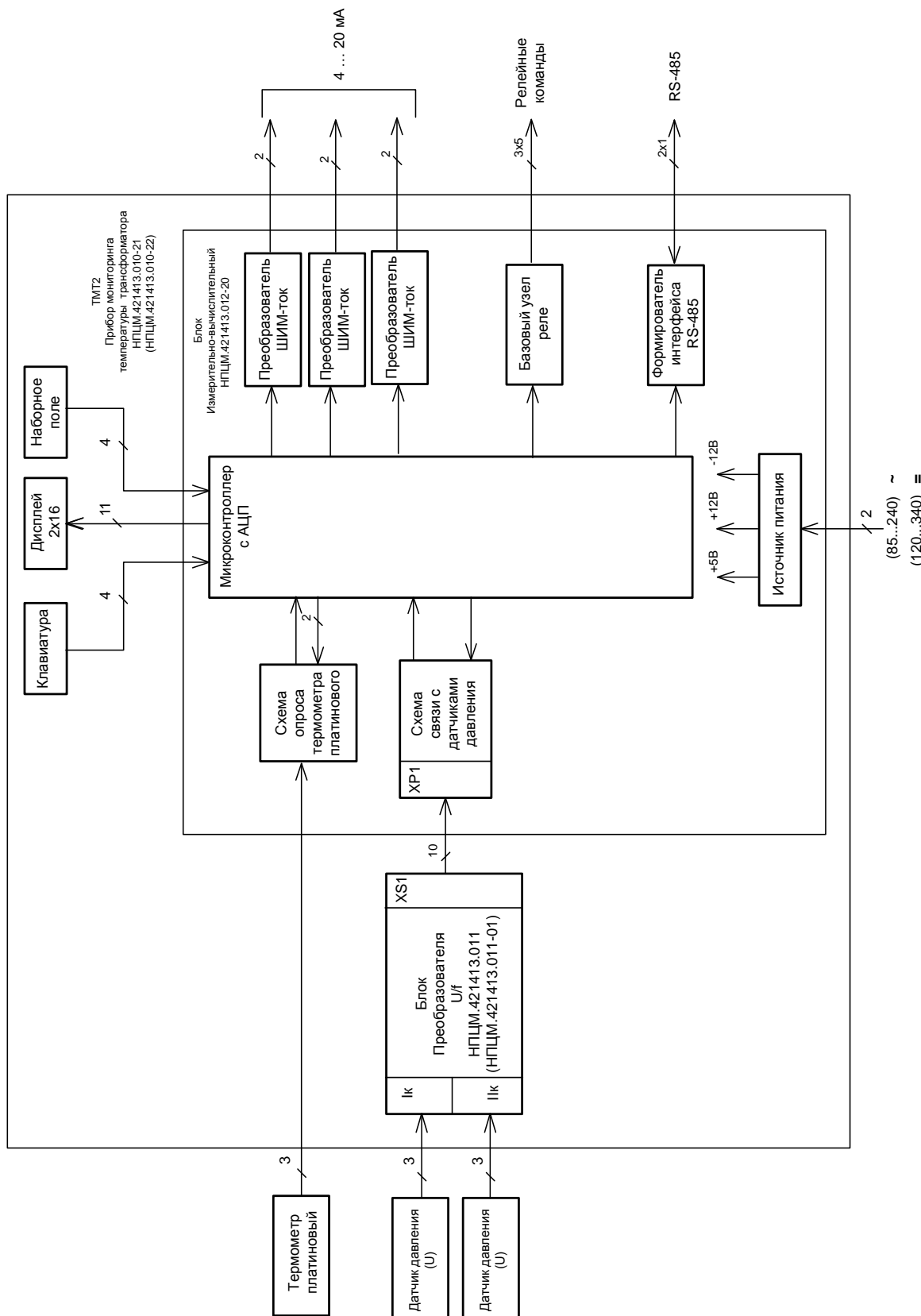
Схема электрическая структурная прибора ТМТ2-20



# Приложение И

(обязательное)

## Схема электрическая структурная приборов ТМТ2-21, ТМТ2-22

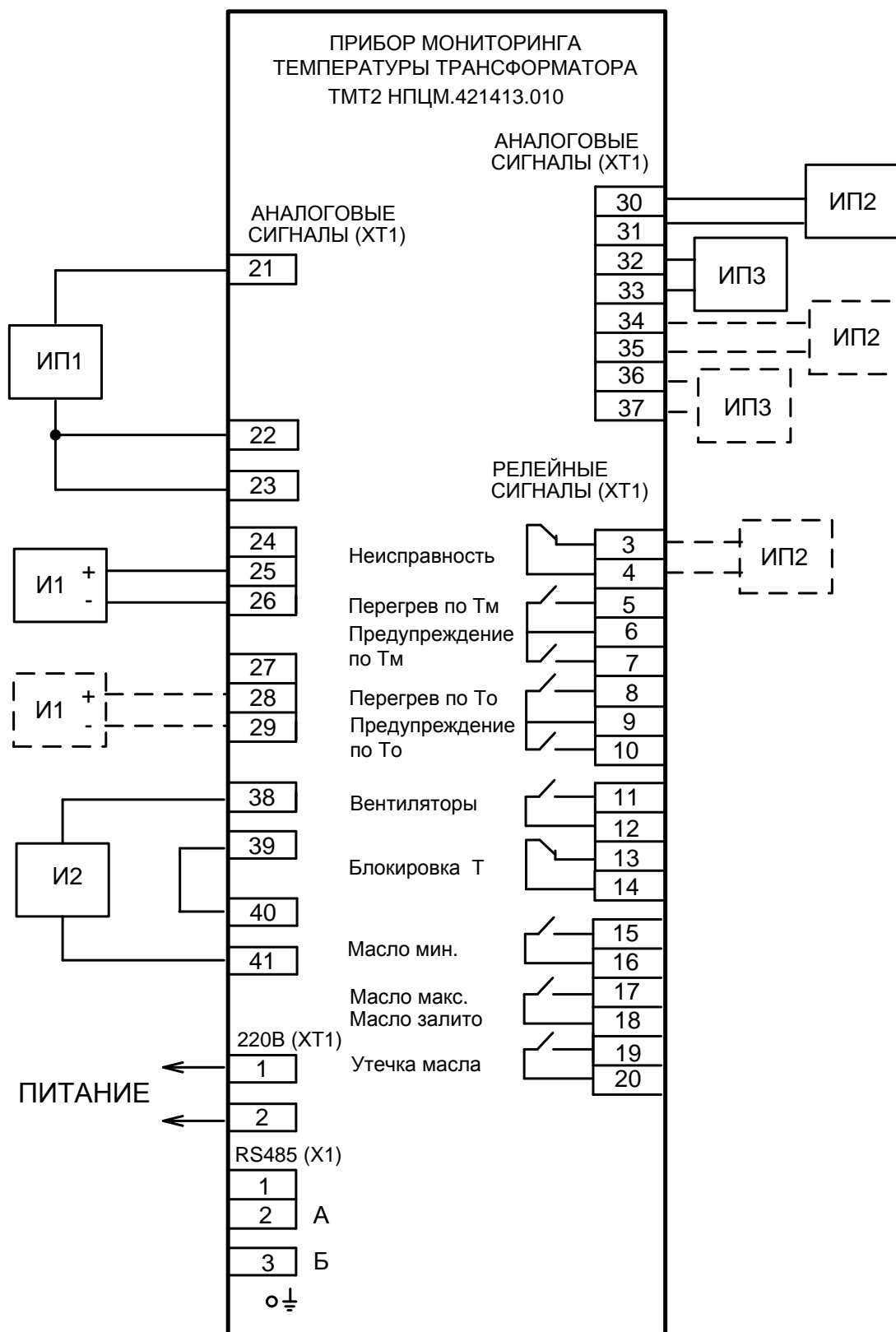


Состав прибора ТМТ2-21 НПЦМ.421413.010-21; блок НПЦМ.421413.012-20, блок НПЦМ.421413.011  
 Состав прибора ТМТ2-22 НПЦМ.421413.010-22; блок НПЦМ.421413.012-20, блок НПЦМ.421413.011-01

## Приложение К

(обязательное)

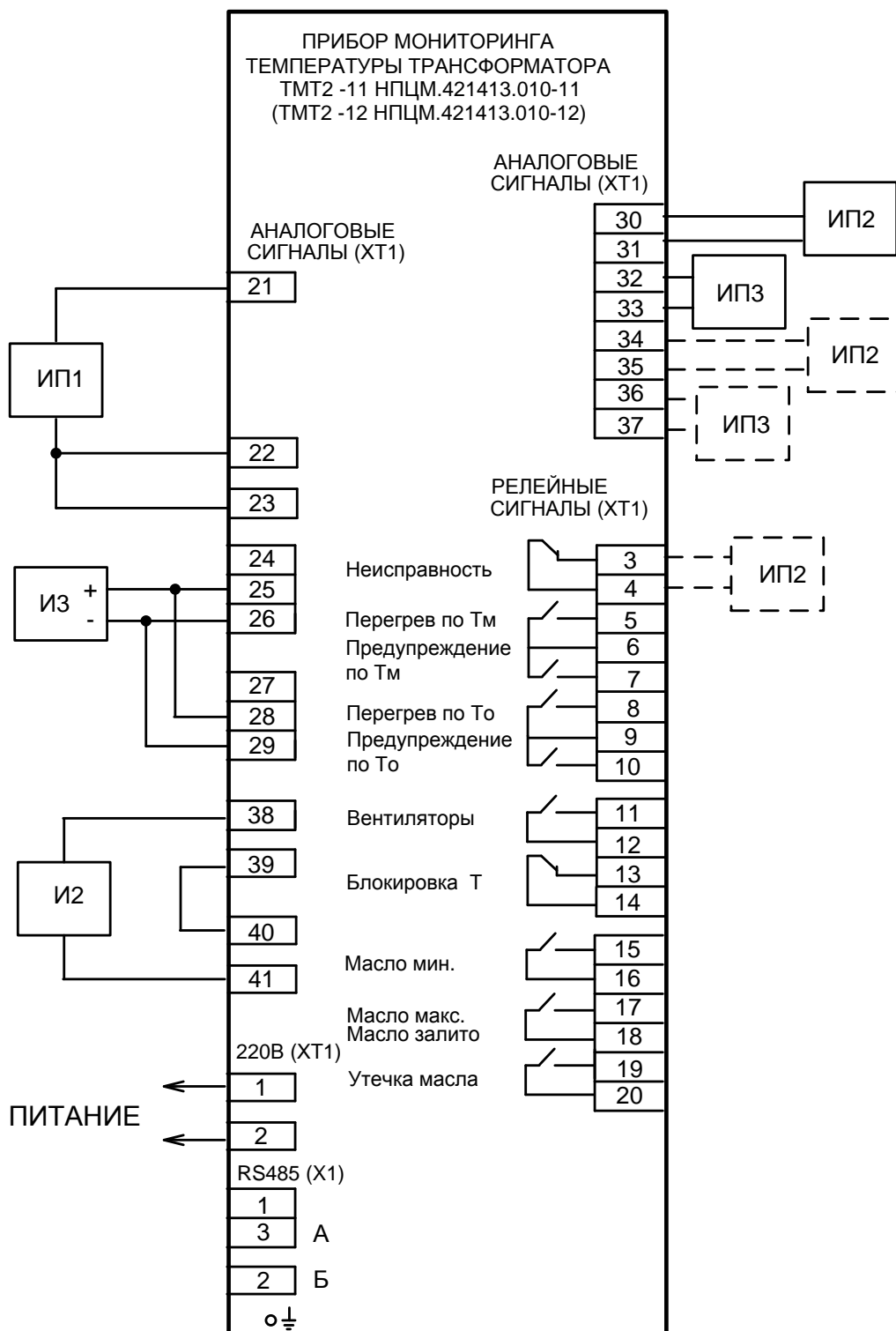
### Схема рабочего места проверки прибора ТМТ2



## Приложение Л

(обязательное)

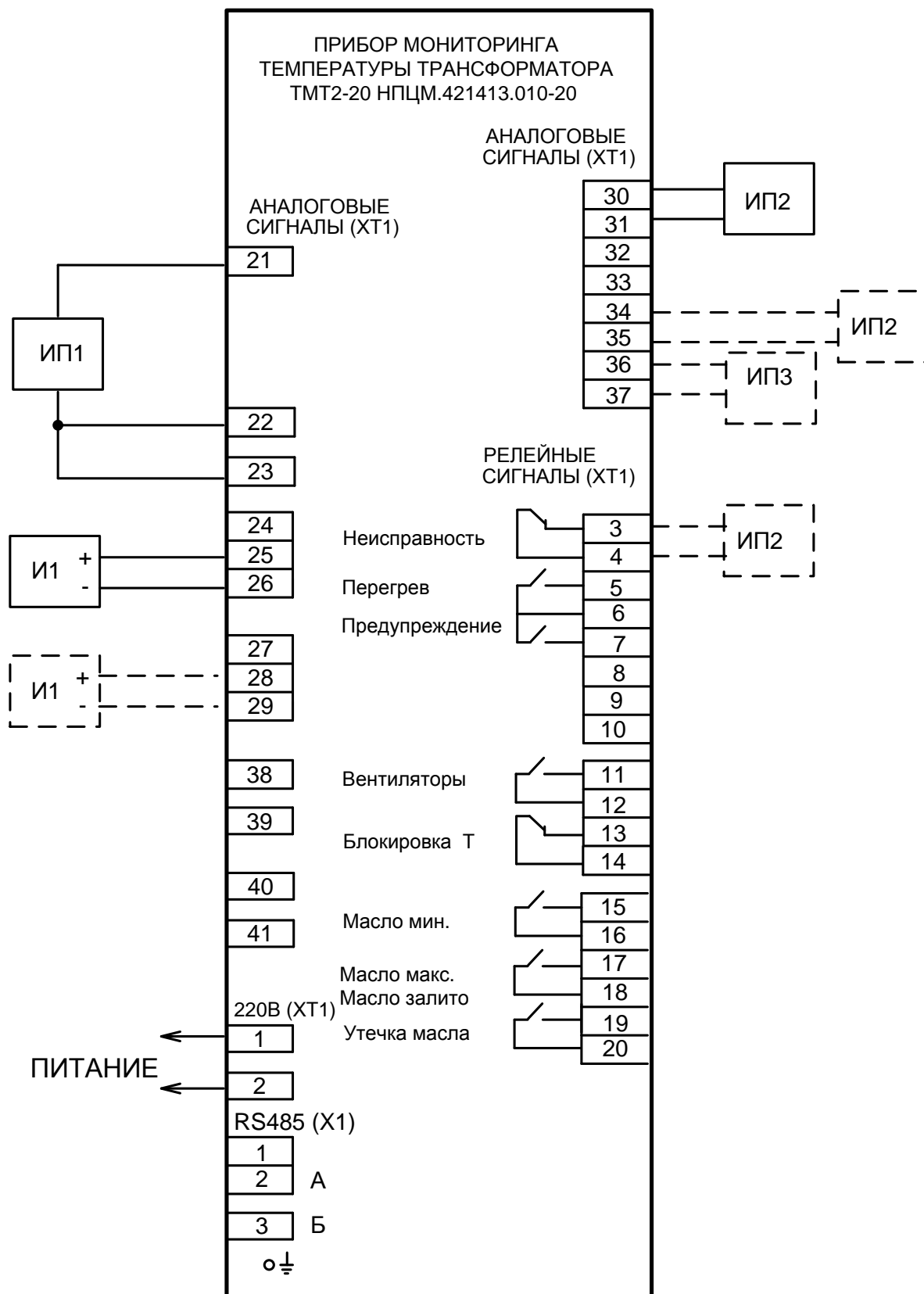
Схема рабочего места проверки приборов ТМТ2-11, ТМТ2-12



## Приложение М

(обязательное)

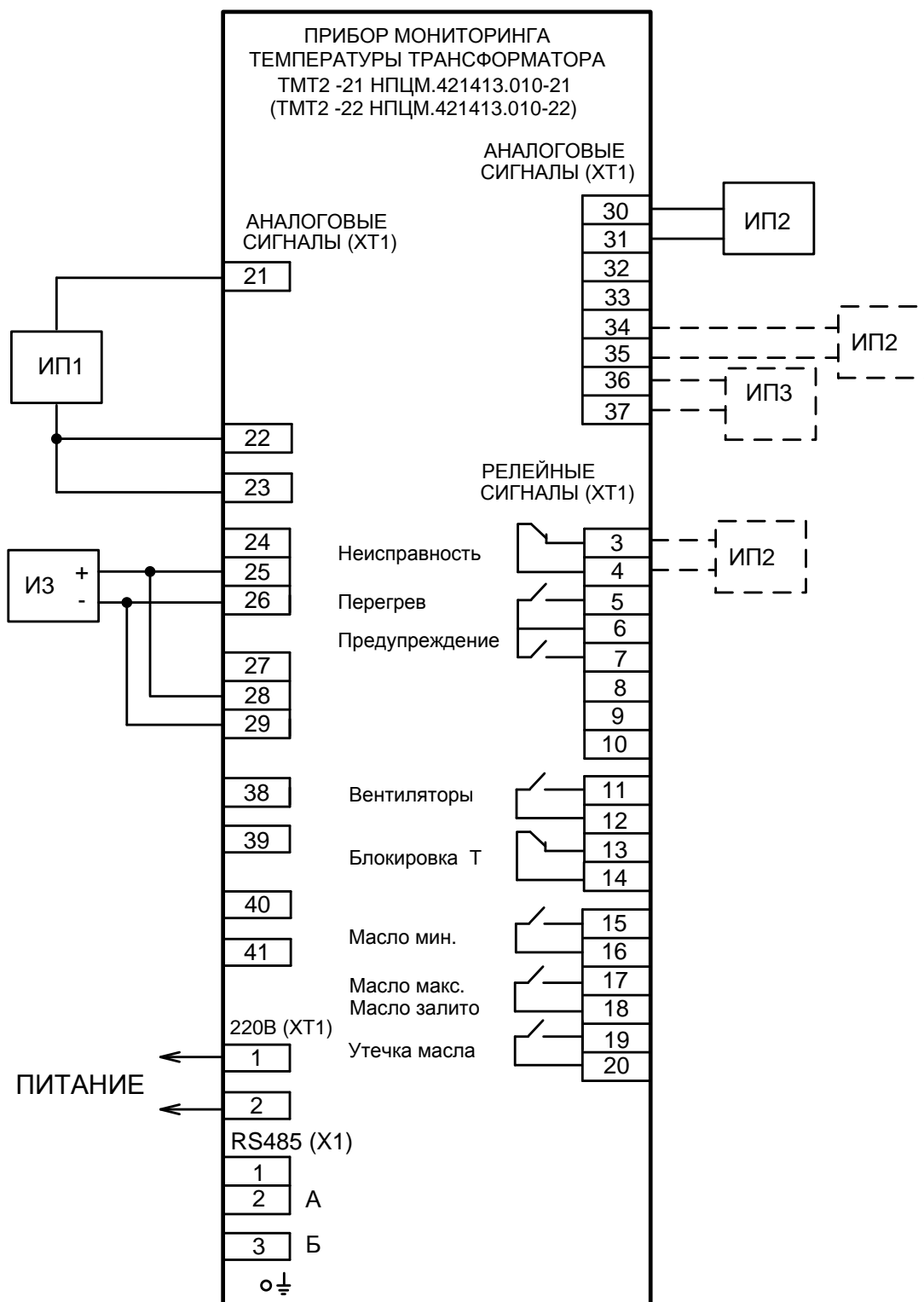
Схема рабочего места проверки прибора **ТМТ2-20**



## Приложение Н

(обязательное)

Схема рабочего места проверки приборов ТМТ2-21, ТМТ2-22





**Приложение О**  
(обязательное)

Таблица О.1 - Перечень измерительных средств и оборудования

<b>Наименование</b>	<b>Основные технические характеристики</b>	<b>Количество</b>
И1	Источник постоянного тока с диапазоном выходного тока от 0,001 до 0,999 А, например, Б5-44	1 шт.
И2	Источник переменного тока от 0 до 5 А	1 шт.
И3	Источник постоянного напряжения с диапазоном выходного напряжения от 0 до 10 В, например, Б5-44	1 шт.
ИП1	Магазин сопротивлений от 80 до 160 Ом	1 шт.
ИП2, ИП3	Прибор для измерения постоянного тока от 0 до 20 мА и сопротивления от 0,1 Ом до 20 МОм, например, мультиметр APPA-63N или FLUKE-17B	2 шт.
<p>Примечание - Взамен средств измерений, указанных в таблице, разрешается использовать другие, обеспечивающие измерение параметров с заданными характеристиками.</p>		

## Приложение П

(обязательное)

### Данные по организации информационного взаимодействия приборов

П.1 Адреса и значения регистров, необходимые для организации информационного взаимодействия с прибором приведены в таблицах П.1 – П.11. Форматы данных приведены в терминах языка программирования "С".

П.2 При организации обмена без контроля чётности необходимо передавать два стоп-бита.

П.3 Текст функции на языке программирования "С", которая вычисляет значение контрольной суммы CRC16 для протокола "Modbus", приведен ниже:

```
WORD CalcCRC16(BYTE *bData, BYTE bDataSize)
```

```
{
```

```
    WORD crc = 0xFFFF;
```

```
    WORD poly = 0xA001;
```

```
    for(int i=0; i<bDataSize; i++)
```

```
    {
```

```
        crc = (bData[i] ^ (crc&0x00FF))|(crc&0xFF00);
```

```
        for(int c=0; c<8; c++)
```

```
        {
```

```
            crc = ((0x0001&crc)*poly)^(crc>>1);
```

```
        }
```

```
    }
```

```
    return crc;
```

```
}
```

П.4 Фрагмент кода, преобразующего полученное значение в переменную типа float, приведён ниже.

abDataRead – массив типа unsigned char, в котором хранятся принятые данные.

// соответствие в таблице П.1

```
float tempT;
```

```
*((BYTE*)&tempT) = abDataRead[4]; // 0
```

```
*((BYTE*)&tempT+1) = abDataRead[3]; // байт 0
```

```
*((BYTE*)&tempT+2) = abDataRead[6]; // байт 1
```

```
*((BYTE*)&tempT+3) = abDataRead[5]; // байт 2
```

НПЦМ.421413.010РЭ

Таблица П.1 - Формат данных

Переменная	Адрес*, дес	Размер, регистров	Вид доступа	Формат данных	Цена младшего разряда
<b>Уставки</b>					
Градиент температур	4 (МБ)	1	ч	unsigned char	1 °С
Номинальный ток первой обмотки, мА	5	1	ч	unsigned short	1 мА
Номинальный ток второй обмотки, мА	6	1	ч	unsigned short	1 мА
Климатическое исполнение	7 (МБ)	1	ч	0 – УХЛ 1 – У1 2 – Т1	-
Тип системы охлаждения	7 (СБ)	1		0 – Д 1 – ДЦ 2 – М 3 – Ц 10 – не определена	-
Диаметр расширителя, мм	58	1	ч	unsigned short	1 мм
<b>Остаточный ресурс трансформатора</b>					
Остаточный ресурс первой обмотки, с	30	2	ч	long int Таблица П.9	1 с
Остаточный ресурс второй обмотки, с	32	2	ч	То же	1 с
<b>Текущие значения контролируемых параметров</b>					
Ток первой обмотки, мА	12	2	ч	Таблица П.8	-
Ток второй обмотки, мА	14	2	ч	Таблица П.8	-
Температура масла, °С	16	2	ч	Таблица П.8	-
Температура первой обмотки, °С	18	2	ч	Таблица П.8	-
Температура второй обмотки, °С	20	2	ч	Таблица П.8	-
Коэффициент нагрузки первой обмотки	22	2	ч	Таблица П.8	-
Коэффициент нагрузки второй обмотки	24	2	ч	Таблица П.8	-
Уровень масла в расширителе трансформатора	26	2	ч	Таблица П.8	-
Уровень масла в расширителе РПН	28	2	ч	Таблица П.8	-

Продолжение таблицы П.1

Переменная	Адрес*, dec	Размер, регистров	Вид доступа	Формат данных	Цена млад- шего разря- да
<b>Текущее время</b>					
Минуты	55 (МБ)	1	Ч/З	unsigned char	1 мин
Часы	55 (СБ)	1		unsigned char	1 час
Число	56 (МБ)	1	Ч/З	unsigned char	1 день
Месяц	56 (СБ))	1		unsigned char	1 мес
Год**	57 (МБ)	1	Ч/З	unsigned char	1 год
<b>Прочие параметры</b>					
Версия ПО	0 (МБ)	1	Ч	unsigned char	-
Регистр ошибок	41	1	Ч	Таблица П.7	-
Состояние трансформатора	42 (МБ)	1	Ч	Таблица П.8	-
Состояние РПН	42 (СБ)	1	-	-	-
Коэффициент М трансформатора	43	2	Ч	float Таблица П.9	-
Коэффициент М РПН	45	2	Ч	float Таблица П.9	-
Режим работы	47	1	Ч	Таблица П.2	-
Регистр релейных сигналов	59	2	Ч	Таблица П.3	-
Массив минимальных и максимальных значений	64	320	Ч	Таблицы П.4 - П.6	-
Количество записей в журнале аварий	381 (МБ)	1	Ч	Количество записей ( ≤ 20 )	-
Журнал аварий	382 – 462	4	Ч	Таблицы П.10, П.11	-
<p>Примечания</p> <p>1 * В некоторых случаях в регистре хранятся две переменные. Для таких случаев указаны байты регистра, содержащие указанные данные: МБ – младший байт, СБ – старший байт.</p> <p>2 ** Передается значение (год – 2000).</p> <p>3 Ч – только чтение.</p> <p>4 З – запись.</p> <p>5 При коррекции часов, регистры 55-57 должны устанавливаться одной командой.</p>					

Таблица П.2 — Режимы работы

<b>Код</b>	<b>Режим</b>
1	Режим заливки трансформатора
2	Режим заливки РПН
4	Переход в рабочий режим
8	Задержка перед переходом в рабочий режим
16	Рабочий режим

Таблица П.3 - Регистр релейных сигналов

<b>Байт</b>	<b>Команда/сигнал</b>	<b>Номер разряда</b>	<b>Состояние сигнала</b>
МБ	Утечка	0	0- выключен 1 - включен
	Перегрев по температуре обмотки	1	0-выключен 1-включен
	Уровень масла выше нормы	2	0-выключен 1-включен
	Уровень масла ниже нормы	3	0-выключен 1-включен
	Блокировка по температуре	4	0-выключен 1-включен
	Включение вентиляторов	5	0-выключен 1-включен
	Предупреждение по температуре масла	6	0-выключен 1-включен
	Перегрев по температуре масла	7	0-выключен 1-включен
СБ	Предупреждение по температуре обмотки	0	0- выключен 1 - включен
	Неисправность	1	0-выключен 1-включен

Таблица П.4 — Перечень параметров таблицы минимальных и максимальных значений

<b>Наименование параметра</b>	<b>Адрес первого регистра записи</b>
Минимальное значение температуры масла за текущий год	64
Максимальное значение температуры масла за текущий год	68
Минимальное значение температуры масла за текущий месяц	72
Максимальное значение температуры масла за текущий месяц	76
Минимальное значение температуры масла за текущую неделю	80
Максимальное значение температуры масла за текущую неделю	84
Минимальное значение температуры масла за предыдущий год	88
Максимальное значение температуры масла за предыдущий год	92
Минимальное значение температуры масла за предыдущий месяц	96
Максимальное значение температуры масла за предыдущий месяц	100
Минимальное значение температуры масла за предыдущую неделю	104
Максимальное значение температуры масла за предыдущую неделю	108
Минимальное значение температуры масла за предыдущий день	112
Максимальное значение температуры масла за предыдущий день	116
Минимальное значение температуры масла за текущий день	344
Максимальное значение температуры масла за текущий день	348

Таблица П.5 — Перечень параметров таблицы минимальных и максимальных значений для приборов ТМТ2, ТМТ2-11 и ТМТ2-12

Наименование параметра	Адрес перво-го ре-гистра записи
Минимальное значение температуры первой обмотки за текущий год	120
Максимальное значение температуры первой обмотки за текущий год	124
Минимальное значение температуры первой обмотки за текущий месяц	128
Максимальное значение температуры первой обмотки за текущий месяц	132
Минимальное значение температуры первой обмотки за текущую неделю	136
Максимальное значение температуры первой обмотки за текущую неделю	140
Минимальное значение температуры первой обмотки за предыдущий год	144
Максимальное значение температуры первой обмотки за предыдущий год	148
Минимальное значение температуры первой обмотки за предыдущий месяц	152
Максимальное значение температуры первой обмотки за предыдущий месяц	156
Минимальное значение температуры первой обмотки за предыдущую неделю	160
Максимальное значение температуры первой обмотки за предыдущую неделю	164
Минимальное значение температуры первой обмотки за предыдущий день	168
Максимальное значение температуры первой обмотки за предыдущий день	172
Минимальное значение температуры второй обмотки за текущий год	176
Максимальное значение температуры второй обмотки за текущий год	180
Минимальное значение температуры второй обмотки за текущий месяц	184
Максимальное значение температуры второй обмотки за текущий месяц	188
Минимальное значение температуры второй обмотки за текущую неделю	192
Максимальное значение температуры второй обмотки за текущую неделю	196
Минимальное значение температуры второй обмотки за предыдущий год	200
Максимальное значение температуры второй обмотки за предыдущий год	204
Минимальное значение температуры второй обмотки за предыдущий месяц	208
Максимальное значение температуры второй обмотки за предыдущий месяц	212
Минимальное значение температуры второй обмотки за предыдущую неделю	216
Максимальное значение температуры второй обмотки за предыдущую неделю	220
Минимальное значение температуры второй обмотки за предыдущий день	224
Максимальное значение температуры второй обмотки за предыдущий день	228
Минимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за текущий год	232
Максимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за текущий год	236
Минимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за текущий месяц	240
Максимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за текущий месяц	244

Продолжение таблицы П.5

Наименование параметра	Адрес перво-го ре-гистрa записи
Минимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за текущую неделю	248
Максимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за текущую неделю	252
Минимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за предыдущий год	256
Максимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за предыдущий год	260
Минимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за предыдущий месяц	264
Максимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за предыдущий месяц	268
Минимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за предыдущую неделю	272
Максимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за предыдущую неделю	276
Минимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за предыдущий день	280
Максимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за предыдущий день	284
Минимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за текущий год	288
Максимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за текущий год	292
Минимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за текущий месяц	296
Минимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за текущий месяц	300
Минимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за текущую неделю	304
Максимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за текущую неделю	308
Минимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за предыдущий год	312
Максимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за предыдущий год	316
Минимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за предыдущий месяц	320
Максимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за предыдущий месяц	324
Минимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за предыдущую неделю	328
Максимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за предыдущую неделю	332
Минимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за предыдущий день	336
Максимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за предыдущий день	340
Минимальное значение температуры первой обмотки за текущий день	352
Максимальное значение температуры первой обмотки за текущий день	356
Минимальное значение температуры второй обмотки за текущий день	360
Максимальное значение температуры второй обмотки за текущий день	364
Минимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за текущий день	368
Максимальное значение коэффициента нагрузки первой обмотки за текущий день	372
Минимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за текущий день	376
Максимальное значение коэффициента нагрузки второй обмотки за текущий день	380



Таблица П.6 - Формат записи минимальных и максимальных значений

Номер слова в записи	Описание
1	Значение параметра в формате unsigned short
2	Время, когда зафиксировано значение. МБ = минуты, СБ = часы
3	Дата, когда зафиксировано значение. МБ = число, СБ = месяц
4	Год, когда зафиксировано значение. МБ = год, СБ = 0

Таблица П.7 – Регистр ошибок

Байт	Команда/сигнал	Номер разряда	Состояние сигнала
МБ	Отказ преобразователя температуры	0	0- неисправности нет; 1- неисправность есть
	КЗ датчика температуры	1	
	Обрыв датчика температуры	2	
	Отказа датчика давления РПН	3	
	Отказа датчика давления трансформатора	4	
	Отсутствия заливки трансформатора	5	
	Отсутствия заливки РПН	6	
	Система охлаждения не выбрана	7	
СБ	Отказ ЭНЗУ	0	

Таблица П.8 – Состояние трансформатора и РПН

Номер бита	Описание	Примечание
1	Бак не залит	DataLo = состояние трансформатора. DataHi = состояние РПН
2	Бак залит	
4	Нагрев после включения	
8	Рабочий режим с контролем утечки	

Таблица П.9 – Формат данных

Номер байта	Переменная типа float (modified IEEE754, 24-bit)	Переменная типа long int (32 bit)
1	DataLo =0	DataLo = байт 0
2	DataHi = байт 0	DataHi = байт 1
3	DataLo = байт 1	DataLo = байт 2
4	DataHi = байт 2	DataHi = байт 3

Таблица П.10 – Формат журнала аварий

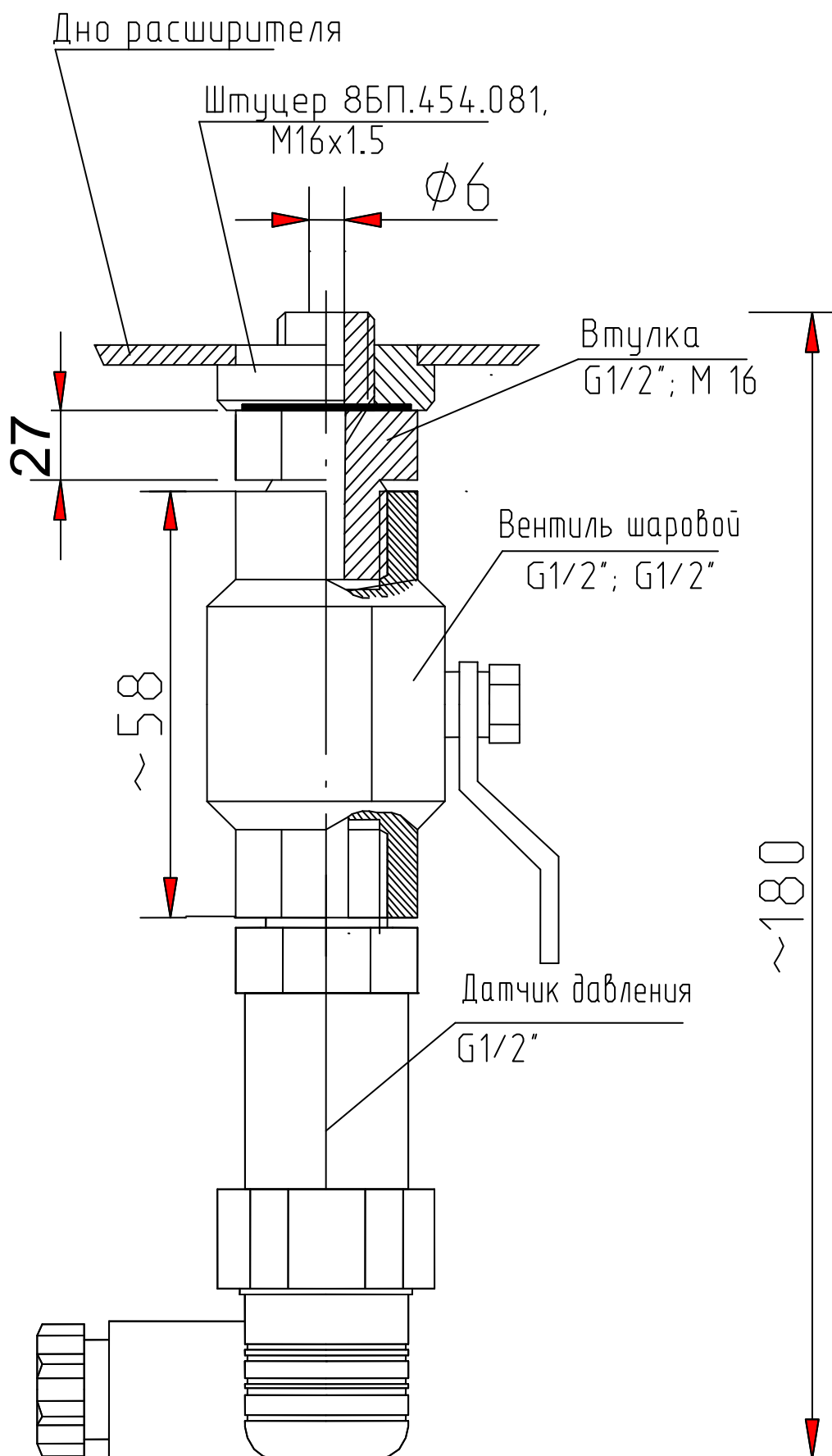
Номер байта	Описание
1	DataLo = код ошибки по таблице П.11
2	DataHi = 0
3	DataLo = минуты
4	DataHi = часы
5	DataLo = число
6	DataHi = месяц
7	DataLo = год
8	DataHi = 0

Таблица П.11 – Коды ошибок журнала событий (аварий)

Код	Название ошибки
1	Отказ преобразователя датчика температуры
2	КЗ датчика температуры
4	Обрыв датчика температуры
128	Не выбрана система охлаждения
130	Восстановление преобразователя температуры
131	Восстановление датчика температуры
134	Произошел сброс по переполнению сторожевого таймера
137	Ошибка записи в EEPROM при инициализации массива мин-макс. значений
138	Ошибка записи в EEPROM при обновлении массива мин-макс. значений
139	Ошибка CRC
140	
141	
143	
160	Выдана команда перегрев по температуре масла
161	Выдана команда предупреждение по температуре масла
162	Выдана команда перегрев по температуре обмотки *
163	Выдана команда предупреждение по температуре обмотки *
164	Выдана команда включение вентиляторов по температуре масла
165	Выдана команда включение вентиляторов по температуре обмотки *
172	Выдана команда блокировка по температуре
180	Снята команда перегрев по температуре масла
181	Снята команда предупреждение по температуре масла
182	Снята команда перегрев по температуре обмотки*
183	Снята команда предупреждение по температуре обмотки *
184	Снята команда включение вентиляторов по температуре масла
185	Снята команда включение вентиляторов по температуре обмотки *
186	Уровень масла в расширителе трансформатора стал меньше 0.9
187	Уровень масла в расширителе трансформатора превысил 0.1
188	Уровень масла в расширителе РПН стал меньше 0.9
189	Уровень масла в расширителе РПН превысил 0.1
190	Утечка масла из бака трансформатора устранена
191	Утечка масла из бака РПН устранена
192	Снята команда блокировка по температуре
Примечание - Знак « * » для приборов TMT2, TMT2-11 и TMT2-12	

## Приложение Р

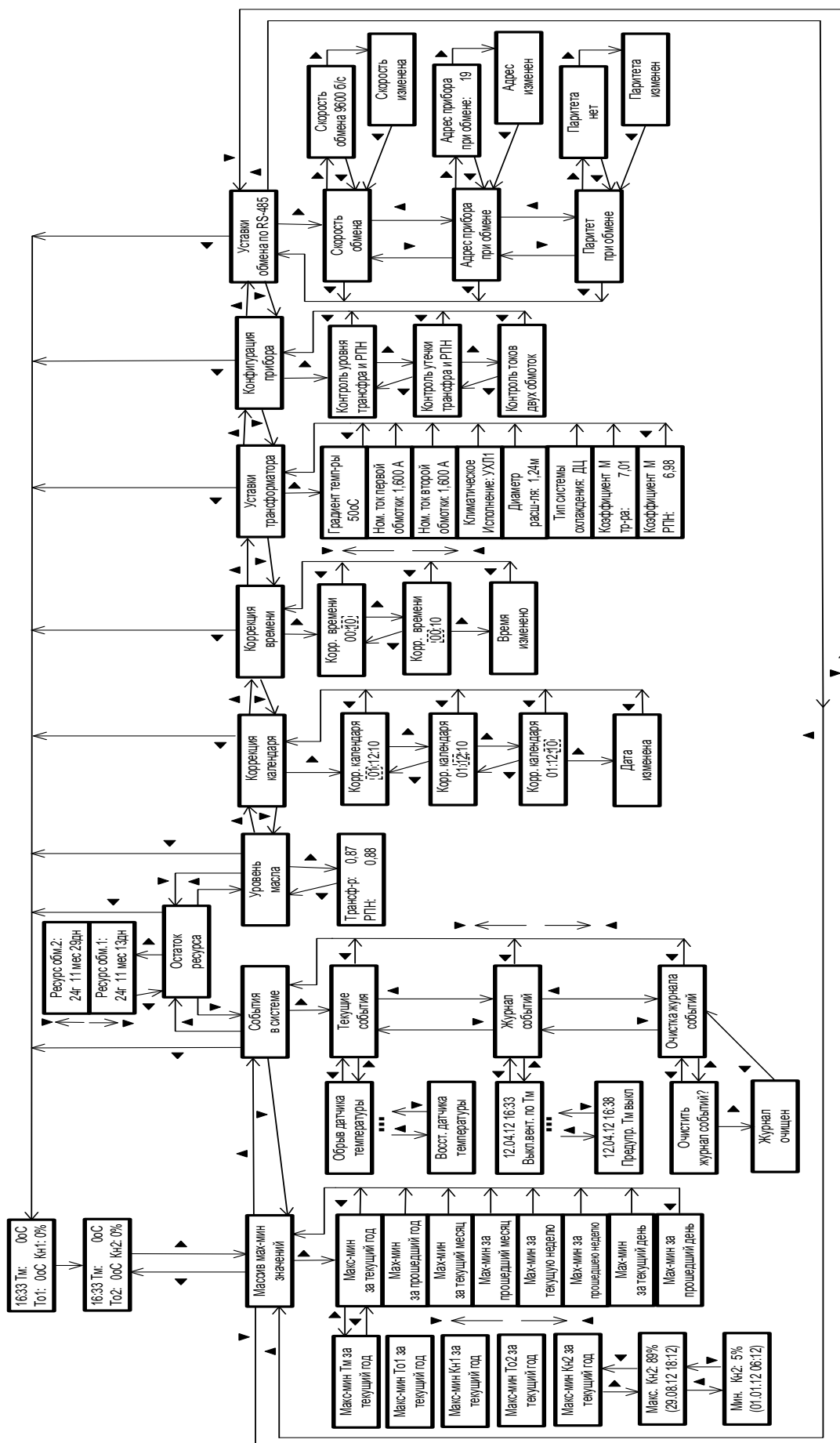
Один из вариантов установки датчика давления



НПЦМ.421413.010РЭ

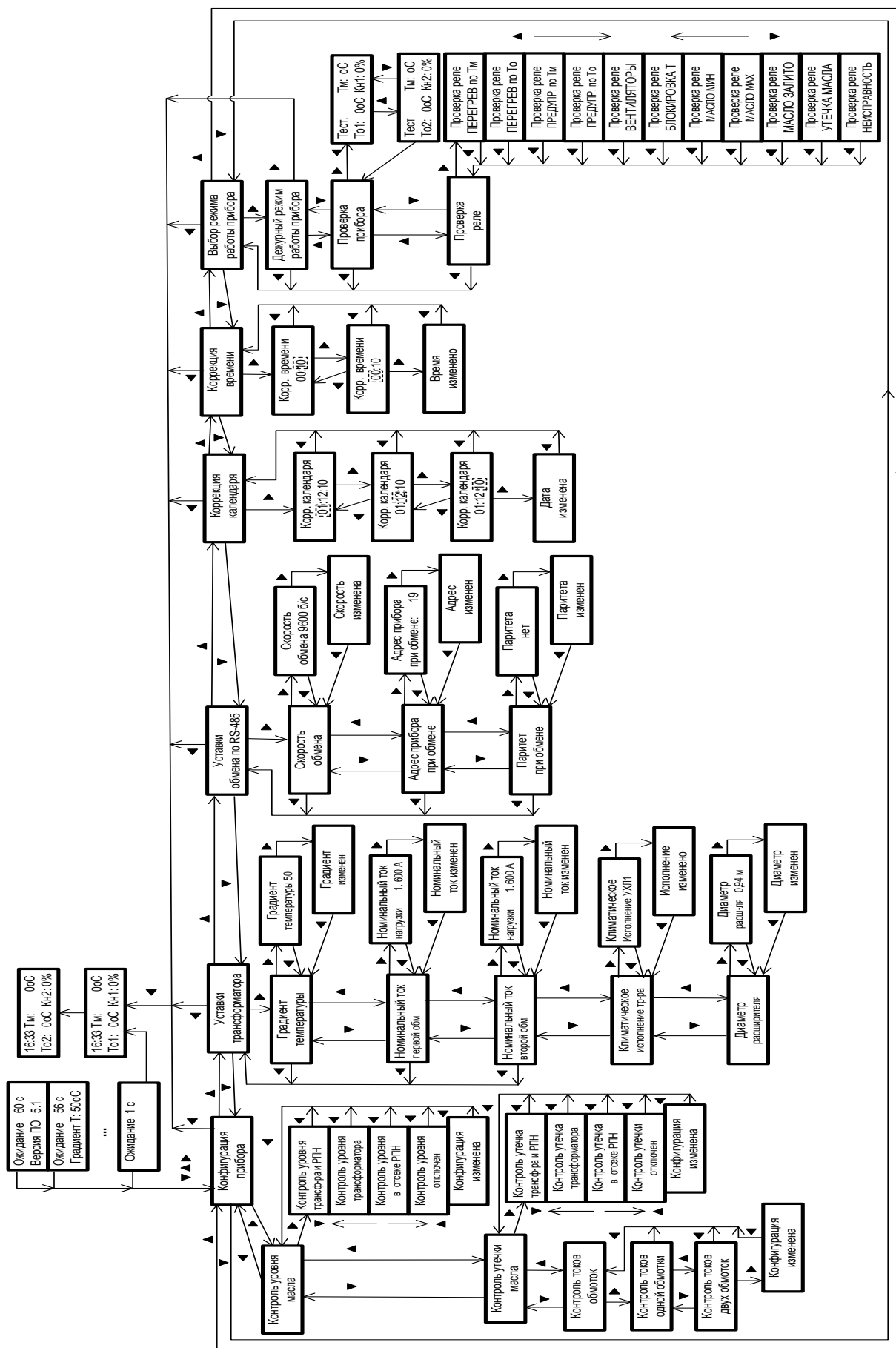
## Приложение С (обязательное)

Меню просмотра и коррекции информации приборов TMT2, TMT2-11, TMT2-12



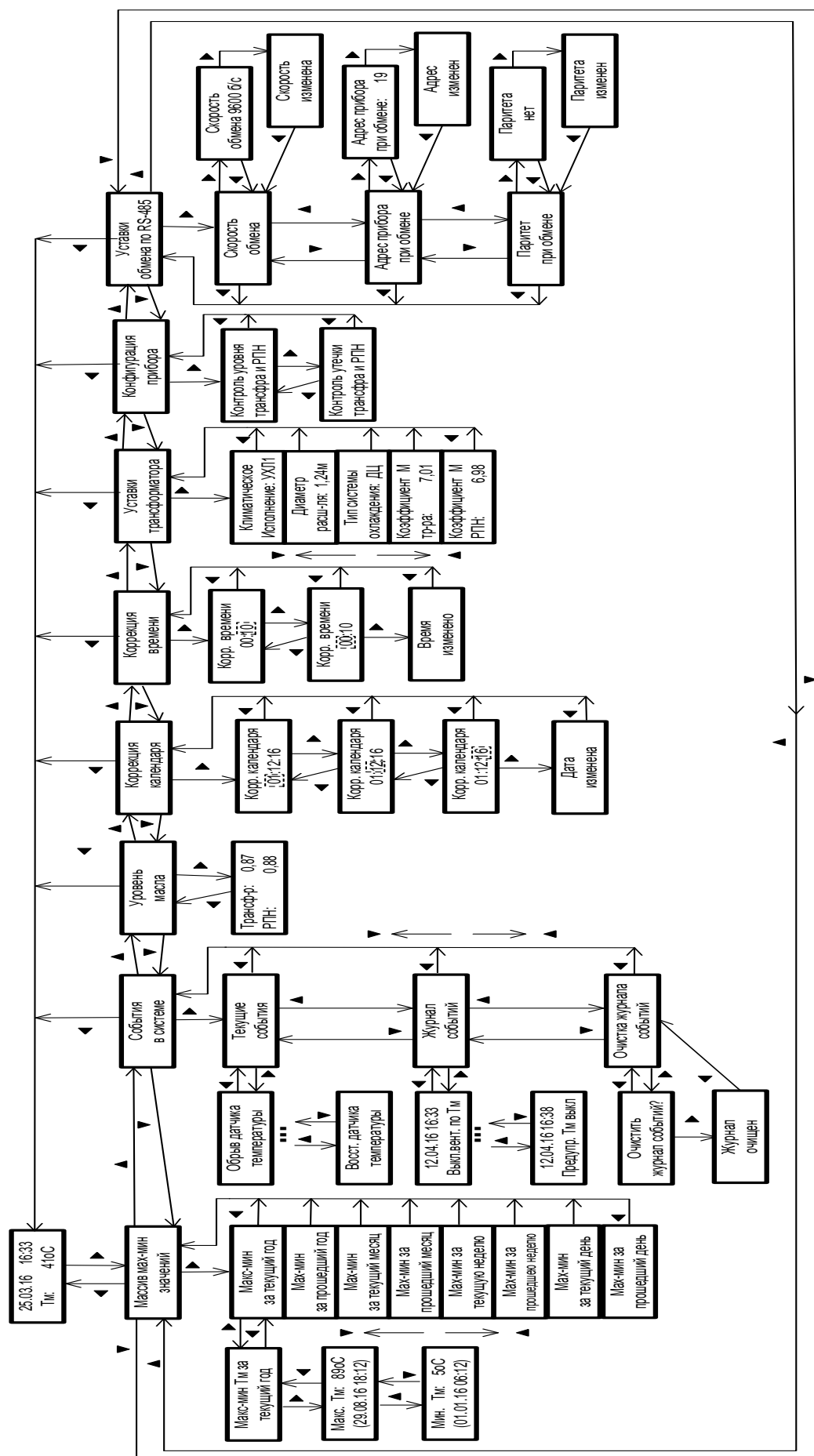
# Приложение Т (обязательное)

## Меню инициализации приборов ТМТ2, ТМТ2-11, ТМТ2-12

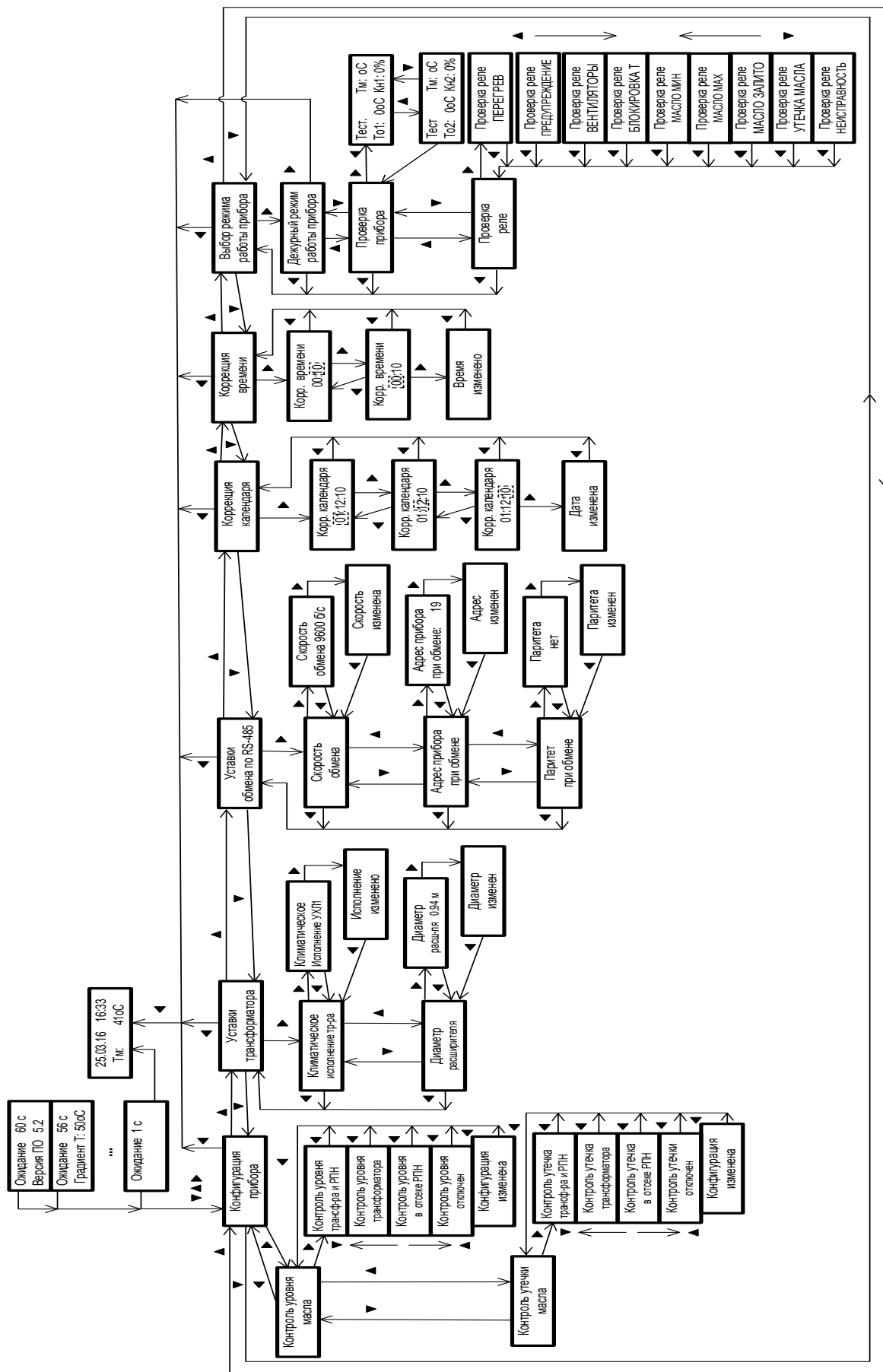


## Приложение У (обязательное)

Меню просмотра и коррекции информации приборов ТМТ2-20 – ТМТ2-22



**Приложение Ф**  
(обязательное)  
**Меню инициализации приборов TMT2-20 – TMT2-22**





**Приложение X**  
(справочное)

Ссылочные нормативные документы

<b>Обозначение документа, на который дана ссылка</b>	<b>Наименование документа</b>	<b>Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта перечисления, приложения разрабатываемого документа, в котором дана ссылка</b>
ГОСТ 14209-85 (МЭК 345-91)	Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки	1.2.3
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды	1.2.2, 1.3.1
ГОСТ 17516.1-90	Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим воздействующим факторам	1.3.3
ГОСТ 11677-85	Трансформаторы силовые. Общие технические условия	Таблица 2
ГОСТ 14254-96	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками. (Код IP)	1.3.2

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	ВСЕ	-	-	-	-	-			03.12г
2	1,7,3,5,12, 53,48	-	-	-	-	-			26.11.14
3	ВСЕ	-	-	-	-	-			04 17
4	5,10-13, 51,57,60, 62,64,66, 68,70,72								08 18
5	4,5,10,11, 52-59, 61	-	-	-	-	-			06 21