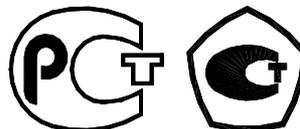


РА1.016.000 РЭ-002



ОКП 42 2182

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ  
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ  
«ПАРМА Т400»**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
РА1.016.000 РЭ**



**ООО «ПАРМА», Санкт-Петербург**



“Аксиома Кана.

Если ничто другое не помогает, прочтите, наконец, инструкцию!”

Законы Мэрфи

### ВНИМАНИЕ!

Не приступайте к работе с прибором, не изучив содержание данного документа.

В связи с постоянной работой по совершенствованию прибора в конструкцию могут быть внесены изменения, не влияющие на его технические характеристики и не отраженные в настоящем документе.



**Преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400»**

**Внешний вид.**

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Нормативные ссылки	6
2	Обозначения и сокращения	6
3	Требования безопасности	7
4	Описание Т400 и принципов его работы	7
4.1	Назначение	7
4.2	Условия окружающей среды	8
4.3	Состав Т400	8
4.4	Технические характеристики	8
4.4.1	Гарантированные технические характеристики	8
4.4.2	Справочные технические характеристики	11
4.5	Электропитание Т400	12
4.6	Устройство и работа Т400	12
4.6.1	Общие сведения	12
4.7	Описание работы Т400	13
5	Подготовка Т400 к работе	15
5.1	Эксплуатационные ограничения	15
5.2	Распаковывание и повторное упаковывание	15
5.3	Порядок установки	16
5.4	Подготовка к работе	16
5.4.1	Подключение цепи питания Т400	16
5.4.2	Подключение Т400 к ПК и установка драйвера	16
5.4.3	Установление связи Т400 с ПК	18
5.4.4	Установка, запуск и описание ПО «Т400Link»	19
6	Средства измерений, инструмент и принадлежности	23
7	Порядок работы	23
7.1	Меры безопасности	23
7.2	Конфигурирование Т400	23
7.3	Подключение Т400 к интерфейсу RS-485	25
7.4	Подключение Т400 к измерительным цепям	28
7.5	Включение и опробование	32
7.6	Выполнение измерений	32
8	Поверка	34
8.1	Нормативные ссылки	34
8.2	Термины и определения	34
8.3	Нормируемые метрологические характеристики	35
8.4	Операции поверки	37
8.5	Средства поверки	37
8.6	Требования к квалификации поверителей	37
8.7	Требования безопасности	37
8.8	Условия проведения поверки и подготовка к ней	37
8.9	Проведение поверки	38
8.9.1	Внешний осмотр	38
8.9.2	Проверка сопротивления изоляции	38
8.9.3	Проверка электрической прочности изоляции	39
8.9.4	Проверка параметров входных электрических цепей	39
8.9.5	Опробование	40
8.9.6	Определение погрешностей Т400 при измерении метрологических характеристик	41
8.9.7	Обработка результатов измерений	43
8.10	Оформление результатов поверки	43

9	Техническое обслуживание .....	43
10	Текущий ремонт .....	43
11	Транспортирование и хранение .....	43
12	Маркировка .....	43
13	Упаковка .....	44
14	Гарантии изготовителя .....	44
15	Порядок предъявления рекламаций .....	44
	Приложение А Описание информационного обмена по протоколу MODBUS .....	45
A.1	Список функций .....	45
A.2	Сообщения об ошибках .....	45
A.3	Регистры доступные только для чтения .....	45
A.4	Регистры конфигурации .....	47
A.5	Регистр времени .....	48
	Приложение Б Описание информационного обмена по протоколу МЭК 60870-5-101 реализованного в Т400 .....	49
Б.1	Система или устройство .....	49
Б.2	Конфигурация сети .....	49
Б.3	Физический уровень .....	49
Б.4	Канальный уровень .....	49
Б.4.1	Передача по каналу .....	49
Б.4.2	Адресное поле канального уровня .....	49
Б.4.3	Длина кадра .....	50
Б.5	Прикладной уровень .....	50
Б.5.1	Режим передачи прикладных данных .....	50
Б.5.1.1	Общий адрес ASDU .....	50
Б.5.1.2	Адрес объекта информации .....	50
Б.5.1.3	Причина передачи .....	50
Б.5.1.4	Выбор стандартных ASDU .....	51
	Приложение В Форма записи измеренных данных в формате .csv .....	56
	Приложение Г Формулы для расчета параметров цепи реализованные в Т400 .....	57
	Приложение Д Форма протокола поверки Т400 .....	59

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения преобразователя измерительного многофункционального «ПАРМА Т400», выпускаемого по ТУ 4221-021-31920409-2009.

Руководство по эксплуатации содержит технические характеристики, описание принципа работы, порядок подготовки и ввода в эксплуатацию, а также другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации преобразователя измерительного многофункционального «ПАРМА Т400».

Предложения и замечания по работе преобразователя измерительного многофункционального «ПАРМА Т400», а также по содержанию и оформлению эксплуатационной документации, просьба направлять по адресу:

198216, Россия, г. Санкт-Петербург, Ленинский пр., д. 140

тел.: (812) 346-86-10, факс: (812) 376-95-03

E-mail: [parma@parma.spb.ru](mailto:parma@parma.spb.ru), сайт: [www.parma.spb.ru](http://www.parma.spb.ru)

## 1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 14254-80 (МЭК 529-76, МЭК 529-76(2-83)) Изделия электротехнические. Оболочки. Степени защиты. Обозначения. Методы испытаний.

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

ГОСТ Р 52319-2005 (МЭК 61010-1-2000) Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования.

ГОСТ Р 51522-99 (МЭК 61326-1-97) Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р МЭК 536-94 Классификация электротехнического и электронного оборудования по способу защиты от поражения электрическим током.

ГОСТ Р 51288-99 Средства измерений электрических и магнитных величин. Эксплуатационные документы.

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.

ТУ 4221-021-31920409-2009 Преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400» Технические условия.

## 2 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

2.1 В настоящем руководстве по эксплуатации применяются следующие сокращения:

<b>Т400</b>	– Преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400»
<b>АЦП</b>	– Аналого-цифровой преобразователь
<b>ПК</b>	– Персональный компьютер
<b>СПД</b>	– Сеть (сети) передачи данных
<b>ПО</b>	– Программное обеспечение

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Т400, в части защиты от поражения электрическим током, соответствует требованиям ГОСТ Р 52319, категория монтажа (категория перенапряжения) – II (CAT. II). Класс защиты от поражения электрическим током по ГОСТ Р МЭК 536 II.

3.2 Степень защиты корпуса Т400 от проникновения твердых предметов и влаги IP22 по ГОСТ 14254.

3.3 Электрическая прочность и сопротивление изоляции Т400 соответствует требованиям ГОСТ Р 52319 (МЭК 61010-1).

3.4 Электрическое сопротивление изоляции Т400 не менее 2 МОм.

3.5 Электрическая прочность изоляции Т400 в нормальных условиях выдерживает без повреждений в течение 1 минуты испытательное напряжение синусоидальной формы частотой 50 или 60 Гц:

- 2,542 кВ между контактом «земля» с одной стороны и закороченными цепями сети питания переменного тока и объединенными вместе контактами действующего значения напряжения и силы переменного тока и интерфейсных разъемов, с другой стороны;
- 2,2 кВ между
- закороченными цепями сети питания переменного тока с одной стороны и объединенными вместе контактами входов измерения напряжений, токов и контактов интерфейсных разъемов;
- закороченными контактами входов напряжения с одной стороны и объединенными вместе контактами входов измерения токов и контактов интерфейсных разъемов;
- закороченными цепями интерфейсных разъемов с одной стороны и закороченными контактами входов измерения напряжений, токов и контактов сети питания с другой стороны.
- каждым входом каналов тока с одной стороны и закороченными контактами входов измерения напряжений, токов, контактов сети питания и интерфейсных разъемов с другой стороны

3.6 При эксплуатации Т400 необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» для установок до 1000 В.

3.7 К эксплуатации Т400 могут быть допущены лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже 3, аттестованные в установленном порядке на право проведения работ в электроустановках потребителей до 1000 В.

3.8 При проведении измерений необходимо соблюдать требования безопасности по ГОСТ12.3.019.

### 4 ОПИСАНИЕ Т400 И ПРИНЦИПОВ ЕГО РАБОТЫ

#### 4.1 Назначение

4.1.1 Полное торговое наименование, тип и обозначение: преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400», ТУ 4221-021-31920409-2009.

4.1.2 Сведения о сертификации:

– Декларация о соответствии № 017 от 20.07.2009 г., зарегистрированная 20.07.2009 г. Органом по сертификации продукции АНО "ЭКСПЕРТСЕРТИС", РОСС RU.0001.11.МЛ05, действительна до 20.07.2014.

– Преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400» зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 41584-09 и допущен к применению в Российской Федерации, акт испытаний для целей утверждения типа преобразователей измерительных многофункциональных «ПАРМА Т400» от 22.09.2009.

4.1.3 Преобразователи измерительные многофункциональные «ПАРМА Т400» (модификации класс А и класс S) (далее по тексту - Т400) предназначены для измерения параметров электрической энергии в системах энергоснабжения общего назначения переменного трехфазного (трех и четырех проводных сетей) и однофазного тока с номинальной частотой 50 Гц с последующей передачей полученных результатов измерений через последовательный интерфейс RS-485 на контроллер верхнего уровня систем АИИС по одному из протоколов MODBUS RTU, MODBUS ASCII или МЭК 60870-5-101.

4.1.4 Преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400» может

применяться в электрических сетях напряжением  $\leq 0,4$  кВ непосредственно, или относительно вторичного трансформатора, в сетях среднего и высокого напряжения качестве элемента нижнего уровня в системах АИИС на объектах производства, преобразования, передачи и распределения электроэнергии в электроэнергетике и различных отраслях промышленности.

4.1.5 Нормальные условия применения в соответствии с 4.2.1 настоящего руководства.

4.1.6 Рабочие условия применения, в части климатических воздействий, в соответствии с 4.2.2 настоящего руководства.

## 4.2 Условия окружающей среды

4.2.1 Нормальные условия применения Т400 по ГОСТ 22261. Номинальная температура окружающего воздуха плюс 20 °С. Допускаемое отклонение температуры окружающего воздуха  $\pm 5$  °С.

4.2.2 Рабочие условия применения в части климатических воздействий соответствуют требованиям группы 5 по ГОСТ 22261 при следующих рабочих условиях применения:

- температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 55 °С;
- относительная влажность воздуха 95 % при 35 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4.2.3 По условиям транспортирования Т400 соответствует требованиям, предъявляемым к группе 5, по ГОСТ 22261 при следующих предельных условиях транспортирования:

- температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 55 °С;
- относительная влажность воздуха 95 % при 35 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4.2.4 В части электромагнитной совместимости Т400 соответствует требованиям помехоустойчивости оборудования класса А, по ГОСТ Р 51522 с критерием качества функционирования А.

4.2.5 Радиопомехи от Т400 соответствуют требованиям 7.2 ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

4.2.6 В части механических воздействий Т400 относится к группе 5 по ГОСТ 22261, а также виброустойчив и удароустойчив при воздействии ударов многократного и одиночного действия в рабочих условиях применения.

4.2.7 Т400 прочен к воздействию свободного падения.

4.2.8 Т400 в таре выдерживает транспортную тряску, соответствующую предельным условиям транспортирования для группы 5 по ГОСТ 22261.

## 4.3 Состав Т400

4.3.1 Состав комплекта Т400:

- Преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400» – 1 шт.;
- кабель USB «А-В» для подключения к ПК – 1 шт.\*;
- формуляр РА1.016.000 ФО – 1 экз.;
- компакт-диск с ПО и руководством по эксплуатации РА1.016.000РЭ – 1 шт.
- наклейка – 5 шт.
- упаковочная коробка – 1 шт..

Примечание - \* - кабель USB «А-В» для подключения к ПК поставляется по требованию заказчика.

## 4.4 Технические характеристики

### 4.4.1 Гарантированные технические характеристики

4.4.1.1 Т400 выпускаются двух классов, класс А – повышенной точности и класс S – менее точные.

4.4.1.2 Т400 класса А обеспечивает измерение параметров электрической энергии в диапазонах и с погрешностями, указанными в таблице 1, а Т400 класса S в таблице 2 соответственно

Таблица 1 - Нормируемые метрологические характеристики Т400 класса А

Характеристика выходного сигнала	Обозначение	Ед. изм.	Диапазон	Пределы допускаемой основной погрешности $\Delta$ - абсолютной, $\delta$ - относительной,		Дополнительные условия
Действующее значение напряжения переменного тока (фазного)	$U_{\phi}$	В	от 1 до 300	от 1 до 100	$\Delta=\pm(0,0005 \cdot X+0,05)$	$U_{\text{ном}}=57,74 \text{ В}$
				от 100 до 300	$\delta=\pm 0,1 \%$	$U_{\text{ном}}=220 \text{ В}$
Действующее значение междуфазного напряжения	$U_{\text{мф}}$	В	от 1,7 до 520	от 1,7 до 100	$\Delta=\pm(0,001 \cdot X+0,05)$	$U_{\text{ном}}=100 \text{ В}$
				от 100 до 520	$\delta=\pm 0,1 \%$	$U_{\text{ном}}=380 \text{ В}$
Действующее значение напряжения нулевой последовательности	$U_0$	В	от 1 до 300	от 0 до 100	$\Delta=\pm(0,0005 \cdot X+0,05)$	$U_{\text{ном}}=57,74 \text{ В}$
				от 100.01 до 300	$\delta=\pm 0,1 \%$	$U_{\text{ном}}=220 \text{ В}$
Частота переменного тока	$f$	Гц	от 40 до 60		$\Delta=\pm 0,01$	$f_{\text{ном}}=50 \text{ Гц}$ $U \geq 10 \text{ В}$
Действующее значение силы переменного тока (фазного)	$I_{\phi}$	А	от 0,02 до 6		$\Delta=\pm(0,00125 \cdot X+0,00075)$	$I_{\text{ном}}=5 \text{ А}$
Действующее значение тока нулевой последовательности	$I_0$	А	от 0,02 до 6		$\Delta=\pm(0,00125 \cdot X+0,00125)$	
<b>Активная мощность</b>						
По одной фазе	Р	Вт	от 0 до 1800		$\delta=\pm(0,25+0,0075 \cdot (P_k/P_n-1)) \%$	$ \cos \varphi  \geq 0,5$
По трем фазам			от 0 до 5400			
<b>Реактивная мощность</b>						
По одной фазе	Q	вар	от 0 до 1800		$\delta=\pm(0,25+0,0075 \cdot (Q_k/Q_n-1)) \%$	$ \sin \varphi  \geq 0,5$
По трем фазам			от 0 до 5400			
<b>Полная мощность</b>						
По одной фазе	S	В·А	от 0 до 1800		$\delta=\pm(0,25+0,0075 \cdot (S_k/S_n-1)) \%$	
По трем фазам			от 0 до 5400			
Примечание – X –измеренное значение фазного (междуфазного) напряжения и силы переменного тока; $P_k$ , $Q_k$ и $S_k$ конечное значение диапазона измерения активной, реактивной и полной мощности; $P_n$ , $Q_n$ и $S_n$ измеренное значение активной, реактивной и полной мощности.						

Таблица 2 – Нормируемые метрологические характеристики Т400 класса S

Характеристика выходного сигнала	Обозначение	Ед. изм.	Диапазон	Пределы допускаемой основной погрешности $\Delta$ - абсолютной, $\gamma$ - приведенной,		Дополнительные условия
Действующее значение напряжения переменного тока (фазного)	$U_{\phi}$	В	от 1 до 300	от 1 до 100	$\Delta=\pm 0,1$	$U_{\text{ном}}=57,74 \text{ В}$
				от 100,01 до 300	$\gamma=\pm 0,15 \%^{1)}$	$U_{\text{ном}}=220 \text{ В}$
Действующее значение междуфазного напряжения	$U_{\text{мф}}$	В	от 1,7 до 520	от 1,7 до 100	$\Delta=\pm 0,15$	$U_{\text{ном}}=100 \text{ В}$
				от 100 до 520	$\gamma=\pm 0,15 \%^{1)}$	$U_{\text{ном}}=380 \text{ В}$
Действующее значение напряжения нулевой последовательности	$U_0$	В	от 1 до 300	от 0 до 100	$\Delta=\pm 0,1$	$U_{\text{ном}}=57,74 \text{ В}$
				от 100 до 300	$\gamma=\pm 0,15 \%^{1)}$	$U_{\text{ном}}=220 \text{ В}$
Частота переменного тока	$f$	Гц	от 40 до 60	от 45 до 55	$\Delta=\pm 0,01$	$f_{\text{ном}}=50 \text{ Гц}$ , $U \geq 10 \text{ В}$
Действующее значение силы переменного тока (фазного)	$I_{\phi}$	А	от 0,02 до 6	от 0,02 до 3	$\Delta=\pm 0,005$	$I_{\text{ном}}=5 \text{ А}$
				от 3 до 6	$\gamma=\pm 0,15 \%^{2)}$	
Действующее значение тока нулевой последовательности	$I_0$	А	от 0,02 до 6	от 0,02 до 3	$\Delta=\pm 0,005$	
				от 3 до 6	$\gamma=\pm 0,15 \%^{2)}$	
<b>Активная мощность</b>						
По одной фазе	Р	Вт	от 0 до 1800	от 0 до 500	$\Delta=\pm 1,25$	$ \cos\varphi  \geq 0,2$
				от 500,1 до 1800	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
По трем фазам	Р	Вт	от 0 до 5400	от 0 до 1500	$\Delta=\pm 1,25$	$ \cos\varphi  \geq 0,2$
				от 1500,1 до 5400	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
<b>Реактивная мощность</b>						
По одной фазе	Q	вар	от 0 до 1800	от 0 до 500	$\Delta=\pm 1,25$	$ \sin\varphi  \geq 0,2$
				от 500,1 до 1800	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
По трем фазам	Q	вар	от 0 до 5400	от 0 до 1500	$\Delta=\pm 1,25$	$ \sin\varphi  \geq 0,2$
				от 1500,1 до 5400	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
<b>Полная мощность</b>						
По одной фазе	S	В·А	от 0 до 1800	от 0 до 500	$\Delta=\pm 1,25$	
				от 500,1 до 1800	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
По трем фазам	S	В·А	от 0 до 5400	от 0 до 1500	$\Delta=\pm 1,25$	
				от 1500,1 до 5400	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
Примечание – <sup>1)</sup> за нормирующее значение принимается номинальное значение фазного (междуфазного) напряжения переменного тока; – <sup>2)</sup> – за нормирующее значение принимается конечное значения диапазона измерений силы тока; – <sup>3)</sup> - за нормирующее значение принимается конечное значение диапазона измерения активной, реактивной и полной мощности; Рк, Qк и Sк конечное значение диапазона измерения активной, реактивной и полной мощности; Ри, Qi и Si измеренное значение активной, реактивной и полной мощности.						

## 4.4.1.3 Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха 20 °С. Допускаемое отклонение температуры окружающего воздуха  $\pm 5$  °С;
- относительная влажность воздуха 30-80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

## 4.4.1.4 Условия, удовлетворяющие основным допускаемым погрешностям:

- температура окружающего воздуха от 0 до плюс 35 °С – при измерении силы переменного тока;
- температура окружающего воздуха от минус 10 до плюс 55 °С – при измерении напряжения переменного тока, активной, реактивной и полной мощности.

## 4.4.1.5 Пределы допускаемой дополнительной погрешности преобразования:

- при измерении силы тока, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 35 °С до плюс 55 °С и в диапазоне от 0 до минус 40 °С – 0,5 значения основной допускаемой погрешности на каждые 10 °С ;
- при измерении напряжения переменного тока в диапазоне от 10 до минус 40 °С – 0,5 значения основной допускаемой погрешности на каждые 10 °С ;

## 4.4.2 Справочные технические характеристики

4.4.2.1 Т400 обеспечивает одновременное измерение параметров электрической энергии, преобразование измерительной информации в цифровой код с последующей передачей на микроконтроллер через последовательный интерфейс RS-485 по одному из протоколов MODBUS RTU, MODBUS ASCII или МЭК 60870-5-101.

4.4.2.2 Т400 преобразовывает измерительный сигнал в цифровой код. Номинальные значения входных сигналов и значения масштабных коэффициентов соответствуют значениям, приведенным в таблице 3

Таблица 3

Номинальная величина характеристики	Значение номинальной величины	Единицы измерения	Обозначение масштабного коэффициента преобразования	Значение масштабного коэффициента преобразования
$f_{\text{НОМ}}$	50	Гц	$K_{\text{ч}}$	50000
$P_{\text{НОМ}}$	3300	Вт	$K_{\text{м}}$	16500
$Q_{\text{НОМ}}$	3300	вар	$K_{\text{м}}$	16500
$S_{\text{НОМ}}$	3300	В·А	$K_{\text{м}}$	16500
$U_{\text{м.ф. ном}}$	380	В	$K_{\text{н м.ф.}}$	19000
$I_{\text{НОМ}}$	5	А	$K_{\text{т}}$	25000
$U_{\text{ф. ном}}$	220	В	$K_{\text{н ф}}$	22000
$P_{\text{ф. ном}}$	1100	Вт	$K_{\text{мф}}$	11000
$Q_{\text{ф. ном}}$	1100	вар	$K_{\text{мф}}$	11000
$S_{\text{ф. ном}}$	1100	В·А	$K_{\text{мф}}$	11000

4.4.2.3 Скорость обмена данными по интерфейсу RS-485 может быть 9600, 19200 и 38400 бод.

4.4.2.4 Передача измеренных данных осуществляется по запросу внешней стороны.

4.4.2.5 Коэффициенты искажения синусоидальности кривых входного напряжения и тока не более 30 %.

4.4.2.6 Для Т400 класса А, пределы допускаемой дополнительной погрешности преобразования при коэффициентах искажения синусоидальности кривых входного напряжения и тока от 20 до 30 % не более - 0,5 значения основной допускаемой погрешности.

4.4.2.7 Стабильность работы внутренних часов Т400 в нормальных условиях не более  $\pm 1$  с/сутки.

4.4.2.8 Т400 выдерживает перегрузку в течение 1 минуты по напряжению с действующим значением 600 В.

- 4.4.2.9 Т400 выдерживает перегрузку в течение 1 минуты переменным током с действующим значением 10 А.
- 4.4.2.10 Входное сопротивление измерительных входов напряжения не менее 300 кОм.
- 4.4.2.11 Входное сопротивление измерительных входов силы тока не более 25 мОм.
- 4.4.2.12 Время установления рабочего режима – не более 20 с с момента включения и подачи измеряемых сигналов.
- 4.4.2.13 Время непрерывной работы преобразователя не ограничено.
- 4.4.2.14 Потребляемая мощность не более 2 В·А.
- 4.4.2.15 Среднее время восстановления работоспособного состояния – 2 ч.
- 4.4.2.16 Средняя наработка на отказ – не менее 100000 ч.
- 4.4.2.17 Средний срок службы – не менее 15 лет.
- 4.4.2.18 Масса: – не более 0,8 кг.
- 4.4.2.19 Габаритные размеры: не более (ШхВхГ) (140х90х65) мм.
- 4.4.2.20 Нормальные условия применения в соответствии с 4.2.1 настоящего руководства.

#### 4.5 Электропитание Т400

4.5.1 Питание Т400 осуществляется от измеряемой цепи или от сети переменного тока частотой от 45 до 55 Гц, напряжением (220±44) В, с коэффициентом нелинейных искажений не более 15 %.

#### 4.6 Устройство и работа Т400

##### 4.6.1 Общие сведения

4.6.1.1 Т400 является полностью автоматизированным, стационарным измерительным прибором, который устанавливается на объекте эксплуатации посредством крепления как на 35-мм DIN-рейку, так и на панель.

4.6.1.2 Внешний вид Т400 показан на рисунке 1

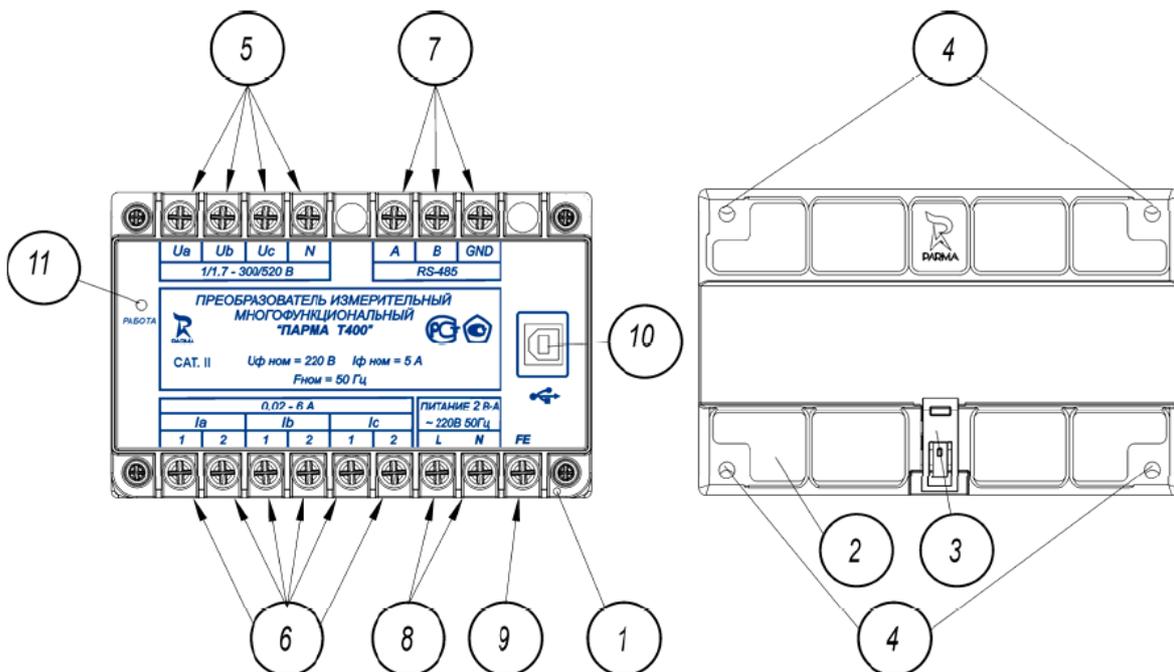


Рисунок 1 – Внешний вид Т400

4.6.1.3 Корпус Т400 выполнен из коррозионно-стойких материалов термопласт ABS, и состоит из крышки (1) и основания (2).

4.6.1.4 На крышке (1) расположены:

- (5) – клеммы измерительных входов напряжения («N» - клеммы подключения проводов «N» (нейтрали), «Ua», «Ub», и «Uc» - для подключения фазных проводов;
- (6) клеммы измерительных входов тока, три входа, обозначенных «Ia», «Ib», «Ic»;

- (7) клеммы интерфейса RS-485 – для подключения к СПД системы верхнего уровня;
- (8) клеммы для подключения цепи питания «фаза» («L») и «нейтраль» («N»);
- (9) клемма функционального заземления «FE»;
- (10) разъем интерфейса (USB тип B) – для настройки рабочего интерфейса. Если в работе интерфейсный разъем USB не используется, то для его сохранности предусмотрены специальные наклейки, с предупредительной надписью «Держать закрытыми»;
- (11) светодиод «Работа» предназначенный для индикации состояния Т400.

4.6.1.5 В основании (2) расположена измерительная плата, на внешней поверхности основания предусмотрено крепление на 35-мм DIN-рейку без применения инструмента (3), и отверстия для крепления на стену или панель (4).

#### 4.7 Описание работы Т400

4.7.1 Принцип действия Т400 основан на одновременном измерении параметров электрической энергии и преобразовании измерительной информации в цифровой код, с последующей передачей по проводной линии связи на микроконтроллер верхнего уровня через последовательный интерфейс RS-485 по одному из протоколов MODBUS RTU, MODBUS ASCII или МЭК 60870-5-101.

4.7.2 Управление Т400 осуществляет система верхнего уровня с помощью команд, передаваемых по основному интерфейсу RS-485.

4.7.3 Т400 разработан на основе программируемого микроконтроллера, что позволяет интегрировать измерительные, вычислительные и коммуникационные функции в одном устройстве.

4.7.4 ПО Т400 делится на внутреннее и внешнее.

4.7.5 Внутреннее ПО Т400 – это программа и данные, хранящиеся во внутренней памяти микроконтроллера. Внутреннее ПО Т400 реализует измерительные и вычислительные алгоритмы работы Т400, а также указанные протоколы обмена данными Т400 и внешних устройств.

4.7.6 Внешнее ПО Т400 – это программы для ПК, предназначенные для конфигурирования, диагностики, поверки Т400, а также для обновления внутреннего ПО Т400.

4.7.7 Функциональная схема Т400 представлена на рисунке 2.

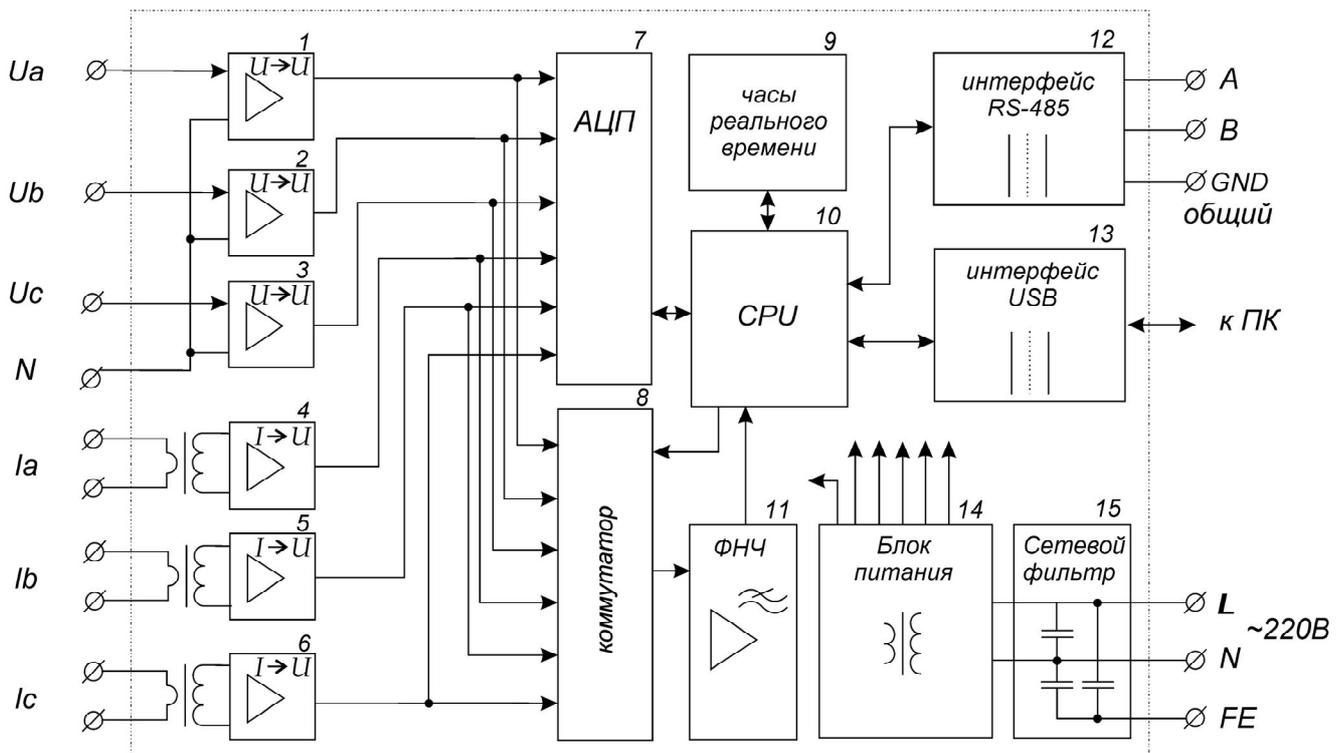


Рисунок 2 – Функциональная схема Т400

4.7.8 Сигналы измеряемых напряжений через клеммы Ua, Ub, Uc (и клемму N – нейтраль в 4-х проводной схеме) подаются на схемы преобразователей напряжения (далее ПН)

(1), (2), (3). ПН (1), (2) и (3) являются полностью идентичными. ПН ослабляет входное переменное напряжение в 280...300 раз и далее сдвигает его в область положительных значений, делая сигнал пригодным для дальнейшего преобразования в цифровую форму. Сигнал с выхода ПН, поступающий на вход АЦП (7) описывается соотношением:  $U_{\text{вых.пн}} = U_{\text{вх}} / \text{Косл} + 2,5 \text{ В}$ , где  $U_{\text{вх}}$  – амплитуда мгновенного напряжения на входной клемме,  $\text{Косл}$  – коэффициент ослабления, имеющий значение 280...300. Частотная характеристика ПН имеет спад на высоких частотах, предотвращая влияние радиочастотных помех на качество измерений.

4.7.9 Каналы измерения тока состоят из трансформаторов тока (далее ТТ)  $T_a$ ,  $T_b$ ,  $T_c$ , и трех одинаковых схем преобразования тока в напряжение (далее ПТН). Входы ПТН подключены к вторичным обмоткам ТТ. Сигналы измеряемых токов фаз подаются на соответствующие пары клемм  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$ . Каждая пара клемм соединена внутри прибора с первичной обмоткой соответствующего ТТ. Первичная обмотка ТТ представляет собой один виток провода, пропущенный через тороидальный сердечник ТТ. Коэффициент трансформации составляет от 1:700 до 1:1000. Таким образом, во вторичной обмотке ТТ, подключенной ко входу ПТН, протекает ток в 700...1000 раз меньший, чем в первичной обмотке. ПТН также сдвигают напряжение своего выходного сигнала в область положительных значений, делая его пригодным для преобразования в цифровую форму. Сигнал, поступающий с выхода ПТН на вход АЦП (7) описывается соотношением:  $U_{\text{вых.птн}} = I_{\text{вх}} / \text{Ктр} * 169 + 2,5 \text{ В}$ , где  $I_{\text{вх}}$  – мгновенное значение измеряемого тока (переменного),  $\text{Ктр}$  – коэффициент трансформации, имеющий значения 700...1000, 169 – константа. Частотная характеристика канала измерения тока имеет спад на высоких частотах, предотвращая влияние радиочастотных помех на качество измерений.

4.7.10 С выходов преобразователей (1), (2), (3), (4), (5), (6) сигналы, мгновенные значения которых прямо пропорциональны мгновенным значениям измеряемых напряжений и токов поступают на соответствующие входы 6-канального аналого-цифрового преобразователя (7) (АЦП). АЦП (7) преобразует аналоговые сигналы всех шести каналов одновременно и информация о мгновенных значениях поступает в процессор (10) (CPU) для дальнейшей обработки.

4.7.11 Помимо входов АЦП, аналоговые сигналы с выходов ПН и ПТН поступают также на входы аналогового коммутатора (8), где производится выбор сигнала с наибольшим уровнем для измерения частоты сети. Коммутатор (8) имеет шесть входов для измеряемых сигналов (слева по схеме) и один выход. Управление коммутатором осуществляет процессор на основе данных АЦП. С выхода коммутатора (8) выбранный сигнал поступает на вход узкополосного активного фильтра низкой частоты (ФНЧ) (11), имеющего частоту среза около 75 Гц. Фильтрация необходима для повышения качества измерения частоты при наличии в измеряемых сигналах большого уровня гармоник. Отфильтрованный сигнал преобразуется в однополярный импульсный сигнал - меандр, с частотой, равной основной частоте сети и подается на процессор (10) для дальнейшей обработки.

4.7.12 Процессор (10) реализует все управляющие, вычислительные, диагностические и коммуникационные функции прибора. В качестве процессора используется микроконтроллер с внутренней флэш-памятью программ и RISC-архитектурой. Программное обеспечение может быть обновлено с ПК через интерфейс USB.

4.7.13 Для приема команд и передачи данных с/на аппаратуру верхнего уровня T400 имеется интерфейс RS-485 (12). Он является основным интерфейсом прибора. Клеммы A, B и GND (общий) этого интерфейса выполнены идентично клеммам для подключения измеряемых цепей и питания. Клеммы интерфейса подключаются к сети передачи данных (СПД) RS-485 согласно стандартной схемы соединения устройств с таким интерфейсом. Наружные цепи интерфейса гальванически развязаны от цепей измерения и питания (напряжение изоляции 2,5 кВ). Питание гальванически развязанных цепей интерфейса производится от внутреннего блока питания T400 (14) через развязывающий DC/DC преобразователь с напряжением изоляции 3 кВ. Клемма "GND" служит для выравнивания потенциалов интерфейсов приборов, удаленных друг от друга на значительное (десятки метров) расстояние. Входное

сопротивление приемника интерфейса составляет минимум 96 кОм, что позволяет без аппаратных ограничений подключать к одной паре проводов СПД RS-485 до 247 преобразователей (максимально возможное количество адресуемых приборов, ограниченное спецификой протоколов обмена). Цепи интерфейса RS-485 внутри прибора содержат элементы защиты от перенапряжений на линии и перегрузки.

4.7.14 Для конфигурирования, проверки работоспособности и обновления программного обеспечения преобразователь снабжен служебным интерфейсом USB (13). Разъем USB тип В (розетка) находится на передней панели преобразователя и закрыт защитной заглушкой из изоляционного материала. Интерфейс USB гальванически развязан с основной измерительной схемой и цепями питающей сети (напряжение изоляции 2,5 кВ) и позволяет изменять параметры преобразователя, в том числе и с портативного компьютера непосредственно на объекте, где преобразователь установлен. Отключать измеряемые цепи при этом не требуется. Питание гальванически развязанной части интерфейса производится от порта USB ПК, ток потребления составляет не более 20 мА.

4.7.15 Т400 имеет в своем составе часы реального времени (9), сохраняющие ход на протяжении свыше 6 часов после выключения питания прибора. Установка часов осуществляется программно по любому из интерфейсов, а точность их хода не более  $\pm 1$  с/сутки. Прибор может передавать метки текущего времени, содержащие год, месяц, день, часы, минуты, секунды. Формат меток времени определяется протоколом, используемым для связи с прибором.

4.7.16 Блок питания (14) формирует питающие напряжения, необходимые для работы всех схемных узлов преобразователя. В блоке питания применен тороидальный маломощный трансформатор промышленной частоты, имеющий высокий КПД, что исключает перегрев прибора при повышенных напряжениях питания. Вторичная обмотка трансформатора не имеет гальванической связи с первичной (сетевой) обмоткой (напряжение изоляции свыше 2,5 кВ). Блок питания также имеет в своем составе выпрямитель, сглаживающий фильтр и схему DC/DC конвертора (step-down) с высоким КПД и позволяющего нормальную работу в большом диапазоне напряжений питающей сети. Для питания развязанной части интерфейса RS-485 (его внешних цепей) в составе блока питания использован дополнительный развязанный DC/DC-конвертор с напряжением изоляции 3 кВ. Блок питания обеспечивает непрерывную работу преобразователя при кратковременных (до 3 сек) пропадающих питания. Кроме того, блок питания имеет встроенные элементы защиты от перегрузки по первичным и вторичным цепям.

4.7.17 Сетевой фильтр (15) предназначен для подавления коммутационных и радиопомех из питающей сети. Для эффективной работы фильтра клемма «FE» (functional earth, функциональное заземление) должна быть подсоединена к заземляющей шине (PE). Ток утечки через заземляющий провод составляет не более 0,15 мА. Допускается при отсутствии возможности заземления этой клеммы оставить ее не подсоединенной.

## **5 ПОДГОТОВКА Т400 К РАБОТЕ**

### **5.1 Эксплуатационные ограничения**

5.1.1 Запрещается эксплуатация Т400 в условиях окружающей среды, отличных от установленных в 4.2 настоящего руководства.

5.1.2 Запрещается транспортирование и хранение Т400 в условиях окружающей среды, отличных от установленных в разделе 11 настоящего руководства.

5.1.3 Запрещается эксплуатировать Т400 с механическими повреждениями корпуса.

5.1.4 Запрещается подключать и отключать провода под напряжением.

5.1.5 Запрещается включать в сеть и подавать измерительные сигналы на разобранный Т400.

### **5.2 Распаковывание и повторное упаковывание**

5.2.1 Распаковывание и повторное упаковывание Т400 следует производить в следующей последовательности:

- 1 Открыть коробку.
- 2 Из коробки извлечь:
  - вкладыш;
  - упакованную в полиэтиленовый пакет эксплуатационную документацию (формуляр, компакт-диск с ПО и руководством по эксплуатации и наклейки с предупредительной надписью «Держать закрытым»);
  - упакованную в полиэтиленовый пакет кабель USB B←USB A для подключения ПК;
  - упакованный в полиэтиленовый пакет преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400».

5.2.2 Повторное упаковывание следует производить в обратной последовательности.

5.2.3 После распаковывания следует произвести внешний осмотр Т400:

- открыть пакет и достать Т400;
- проверить наличие и целостность пломб ;
- Т400 и комплектующие изделия не должны иметь видимых внешних повреждений корпуса;
- внутри Т400 не должно быть незакрепленных предметов;
- изоляция не должна иметь трещин, обугливания и других повреждений;
- маркировка Т400, комплектующих изделий и кабелей должна легко читаться и не иметь повреждений.

### 5.3 Порядок установки

5.3.1 Пространственное положение Т400 при работе может быть любым.

5.3.2 Т400 устанавливается на DIN-рейку 35 мм или на панель, в зависимости от места расположения цепи питания и измеряемой сети. Крепление к стене или панели осуществляется винтами или саморезами диаметром 3-4 мм и длиной 20-25 мм.

### 5.4 Подготовка к работе

#### 5.4.1 Подключение цепи питания Т400

5.4.1.1 Т400 подключить к сети переменного тока, с помощью сетевого шнура или с помощью проводов, через выключатель.

5.4.1.2 Для подключения Т400 к сети переменного тока необходимо использовать провода рассчитанные на работу в сети напряжением переменного тока 220 В с частотой 50 Гц. Концы проводов необходимо освободить от внешней изоляции на 30 - 40 мм и разделить концы проводов, оставив длину неизолированных участков провода 4-5 мм для подключения под винт к клеммам «L» и «N» Т400.

5.4.1.3 После подачи питания в течение 1 – 2 секунд происходит инициализация и самодиагностика Т400, светодиод «Работа» на передней панели Т400 мигает попеременно красным и зеленым светом. Последующее зеленое непрерывное свечение означает готовность Т400 к работе.

5.4.1.4 Желтое или мигающее красное свечение светодиода являются признаком неисправности Т400. Т400 следует отключить от сети переменного тока и обратиться на предприятие-изготовитель.

#### 5.4.2 Подключение Т400 к ПК и установка драйвера

5.4.2.1 При первом подключении Т400 к ПК необходимо установить драйвер, который находится на компакт-диске входящим в комплект поставки Т400. Процедура выполняется только один раз.

5.4.2.2 Для установки драйвера и ПО «Т400Link» необходимо:

- выполнить операции по 5.4.1;
- соединить разъем USB, расположенный на верхней крышке Т400 с входом USB ПК используя USB-кабель из комплекта поставки, как показано на рисунке 3;

5.4.2.3 ПК должен удовлетворять следующим требованиям:

- операционная система Windows XP;

- интерфейс USB;
- наличие привода CD-ROM.

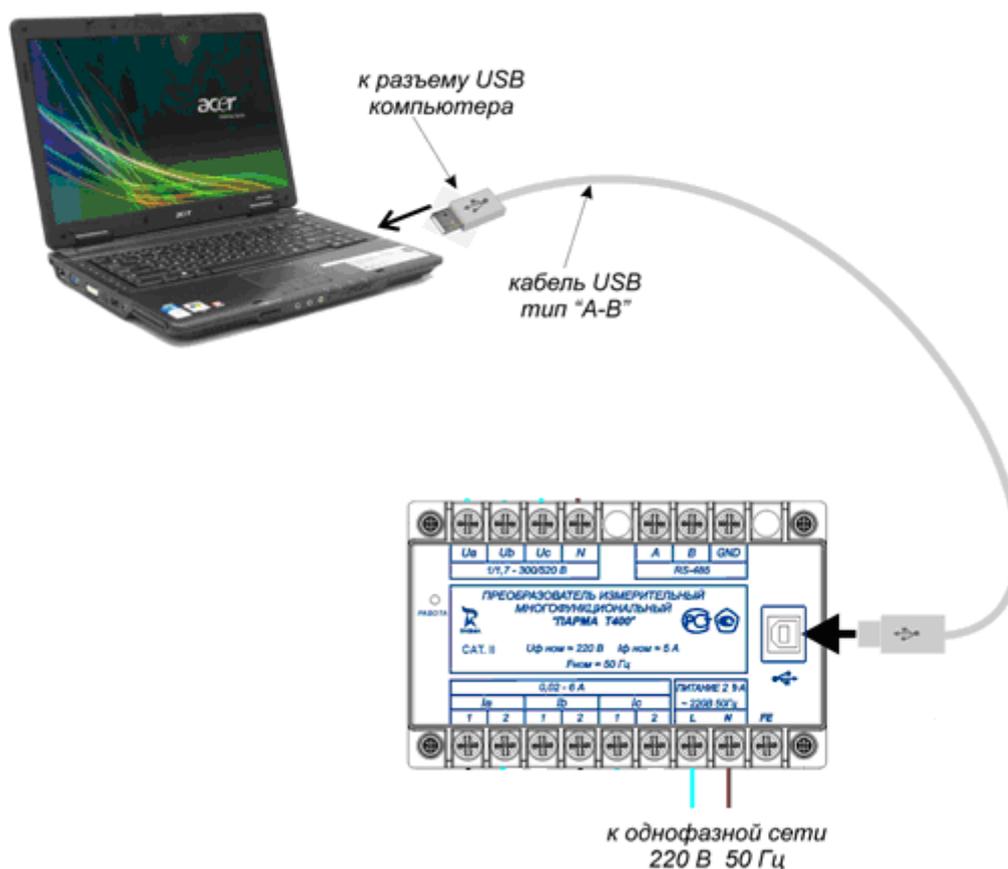


Рисунок 3 – Подключение Т400 к ПК

5.4.2.4 После подключения Т400 к ПК, в правом нижнем углу экрана появится сообщение, как показано на рисунке 4



Рисунок 4

5.4.2.5 Вставьте диск с ПО Т400, входящий в комплект поставки в дисковод ПК.

5.4.2.6 В программе «Мастер нового оборудования» откажитесь от поиска программного оборудования на узле Windows Update, как показано на рисунке 5, и нажмите кнопку «Далее»

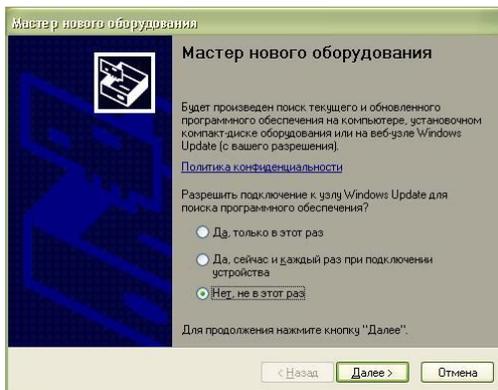


Рисунок 5

5.4.2.7 В программе «Мастер нового оборудования» выберите кнопку «Установка из указанного места», как показано на рисунке 6, и нажмите кнопку «Далее».

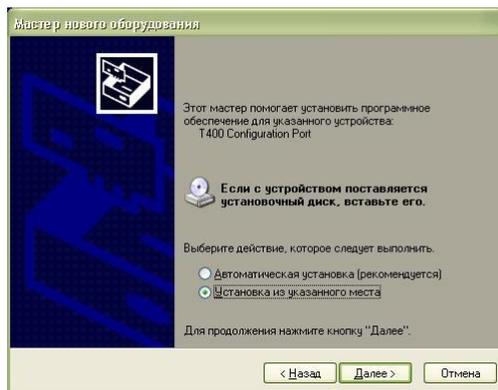


Рисунок 6

5.4.2.8 В появившемся окне активируйте кнопку «Установка из указанного места» и отметить «галочку» «Включить следующее место поиска», как показано на рисунке 7. Установите в качестве места поиска CD-ROM Вашего ПК. Нажмите кнопку «Далее».

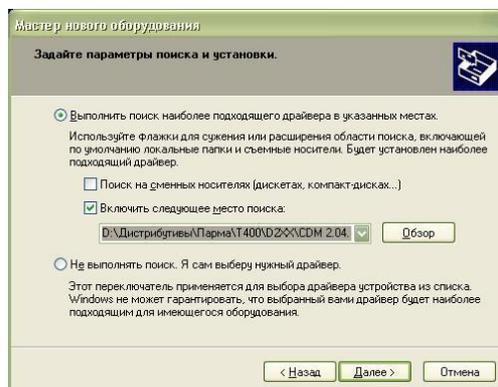


Рисунок 7

5.4.2.9 Повторить все операции установки, описанные выше столько раз, сколько потребует система, так как установка драйвера может осуществляться в несколько этапов, в зависимости от особенностей используемого ПК.

5.4.2.10 Если в процессе установки появляется сообщение, что данное программное обеспечение не тестировалось на совместимость с Windows XP, следует нажать кнопку «Все равно продолжить».

5.4.2.11 Если операционная система Windows предложит перезагрузить компьютер, чтобы изменения вступили в силу, выполните предложенную операцию, перезагрузите ПК.

### 5.4.3 Установление связи T400 с ПК

5.4.3.1 После установки драйверов на ПК, необходимо установить связь T400 с ПК, т. е. определить, какой виртуальный COM-порт ПК назначен для связи с T400.

5.4.3.2 Для этого открыть диалоговое окно «свойства системы», рисунок 8. Это можно сделать одним из следующих способов:

- кнопка ПУСК → «панель управления» → «система»;
- воспользовавшись комбинацией клавиш WIN\_KEY+Pause(Break);
- нажать правой кнопкой мышки на иконке «мой компьютер» на рабочем столе, во всплывающем меню выбрать «свойства».



Рисунок 8

5.4.3.3 Выбрать закладку «Оборудование» и нажать кнопку «Диспетчер Устройств». В окне «Диспетчер Устройств» выбрать пункт «Порты COM и LPT» и раскрыть список имеющихся портов. Найти в списке «USB Serial Port (COM\_X)», где *X* будет являться назначенным номером виртуального COM-порта для связи ПК и T400, как показано на рисунке 9. В данном примере виртуальному COM-порту был назначен номер 5.

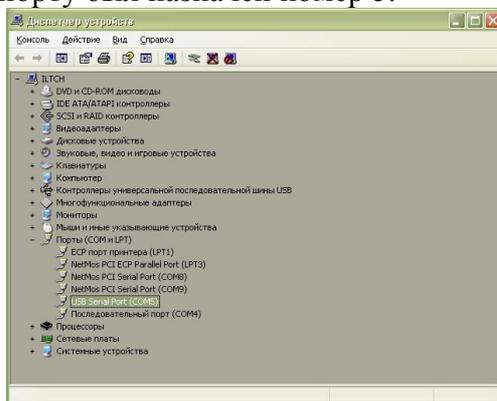


Рисунок 9

5.4.3.4 В случае возникновения затруднений в определении номера порта, можно отсоединить USB-кабель от T400 на 10 – 15 секунд и потом присоединить обратно, одновременно наблюдая за изменениями, происходящими в окне «Диспетчер устройств» (рисунок 9). Нужный порт исчезнет при отключении T400, а потом появится снова.

5.4.3.5 Подключение T400 к ПК завершено, можно приступить к запуску ПО «T400Link».

#### 5.4.4 Установка, запуск и описание ПО «T400Link»

5.4.4.1 ПО «T400Link» предназначено для:

- проведения конфигурирования и диагностики T400;
- отображения результатов измерения параметров электрической энергии в реальном времени в физических единицах;
- регистрации результатов измерения, снабженных метками времени на жесткий диск ПК в файл типа «.csv»;
- проведения поверки T400.

5.4.4.2 Для установки ПО «T400Link» на ПК необходимо, компакт-диск с «ПО Преобразователя измерительного многофункционального «ПАРМА T400», входящего в комплект поставки T400 установить в CD-ROM Вашего ПК, с помощью программы «Проводник» открыть директорию компакт-диска с ПО T400 и найдите файл T400LINK.EXE.

5.4.4.3 На жестком диске ПК в удобном месте создайте папку с именем «T400» и скопируйте туда этот файл.

5.4.4.4 Запустите ПО «T400Link», открыв файл T400LINK.EXE двойным щелчком левой кнопки мыши или иным способом.

5.4.4.5 После запуска ПО «Т400Link» появляется главное окно программы, как показано на рисунке 10

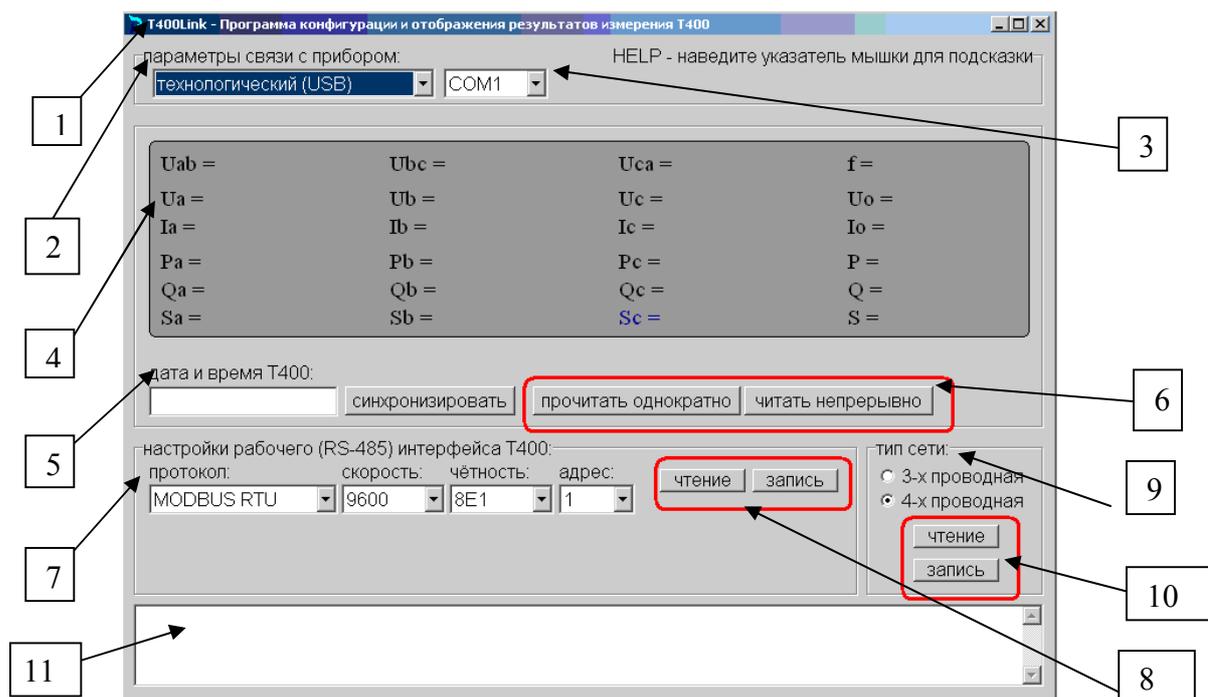


Рисунок 10 – Внешний вид главного окна ПО «Т400Link»

Где – (1) – название программы «Т400Link» - программа конфигурации, отображения результатов измерения и поверки Т400»;

– (2) – секция «Параметры связи с прибором» - предназначенная для выбора интерфейса, по которому ПО «Т400Link» обращается к преобразователю измерительному многофункциональному «ПАРМА Т400». Для связи Т400 с ПК в ПО «Т400Link» предусмотрено два интерфейса – технологический (USB) и рабочий (RS-485); Технологический (USB) интерфейс предназначен для конфигурирования Т400 и проверки работоспособности, а по рабочему (RS-485) – осуществляется передача измеренных данных по одному из протоколов MODBUS RTU, MODBUS ASCII или по протоколу МЭК 60870-5-101. Описание информационного обмена по протоколу MODBUS приведено в приложении А, а описание информационного обмена по протоколу МЭК 60870-5-101 в приложении Б соответственно;

– (3) – номер COM-порта по которому осуществляется передача данных;

– (4) – основное поле для отображения измеренных Т400 параметров электрической энергии;

– (5) – поле дата и время Т400 – предназначено для отображения текущих даты и времени встроенных часов Т400, для снабжения метками времени данных, записываемых в формате .csv или передаваемых по протоколам. Кнопка «СИНХРОНИЗИРОВАТЬ» - предназначена для синхронизации встроенных часов Т400 с текущим временем на ПК.

– (6) – две кнопки «ПРОЧИТАТЬ ОДНОКРАТНО» и «ЧИТАТЬ НЕПРЕРЫВНО» для подтверждения связи Т400 с ПК. Подтверждением установления связи Т400 с ПК при нажатии кнопки «ПРОЧИТАТЬ ОДНОКРАТНО» – будет отображение заводского номера Т400 и текущих измеренных значений параметров электрической энергии только в данный момент времени, рисунок 11,

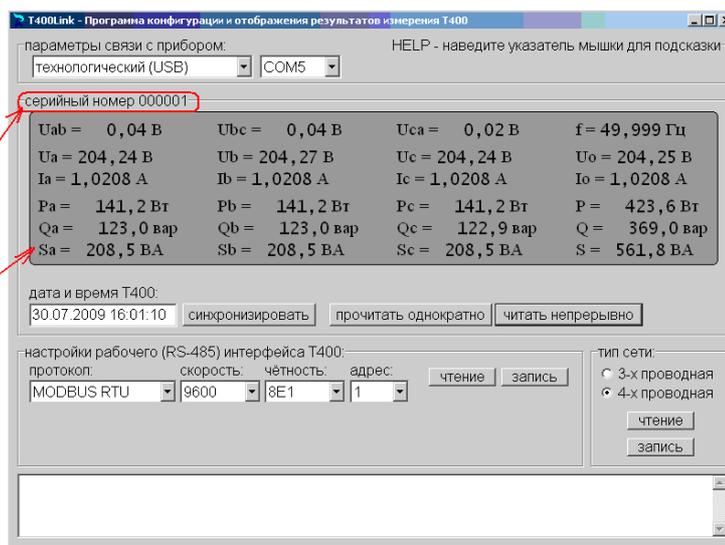


Рисунок 11

а кнопка «ЧИТАТЬ НЕПРЕРЫВНО» - предназначена для непрерывного чтения измеряемых T400 параметров электрической энергии. При активизации кнопки «ЧИТАТЬ НЕПРЕРЫВНО» - появляется диалоговое окно, как показано на рисунке 12

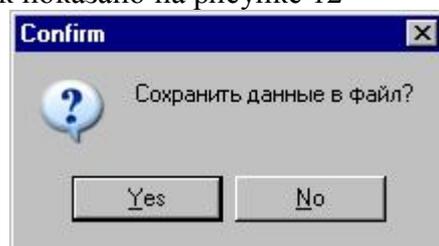


Рисунок 12

Если выбрать кнопку «Yes» - то программа предложит создать файл, в который будет записываться измеренные T400 данные в формате .csv. Форма записи измеряемых T400 данных в формате .csv приведена в приложении В. Если, выбрать кнопку «No» - отказаться от записи, то ПО «T400Link» отобразит заводской номер T400 и будет осуществлять текущий мониторинг измеряемых T400 параметров, как показано на рисунке 11.

Если сделать на выбранном параметре двойной щелчок манипулятора «мышь», то в основном поле отобразиться только значение выделенного параметра и его графическое отображение, как показано на рисунках 13-15

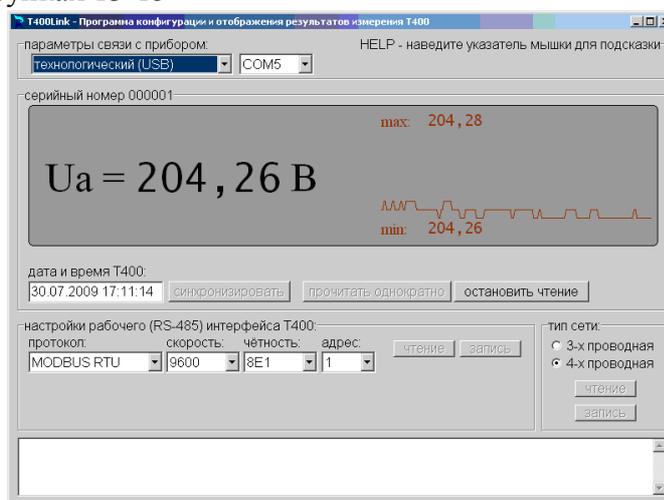


Рисунок 13 – Внешний вид главного окна ПО «T400Link» с отображением измеренного каналом А действующего значения напряжения переменного тока в числовом и графическом виде

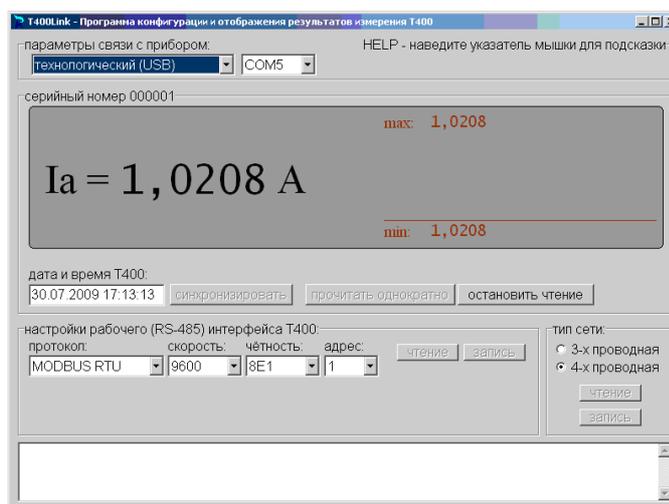


Рисунок 14 – Внешний вид главного окна ПО «Т400Link» с отображением измеренного каналом А значения силы переменного тока, в числовом и графическом виде

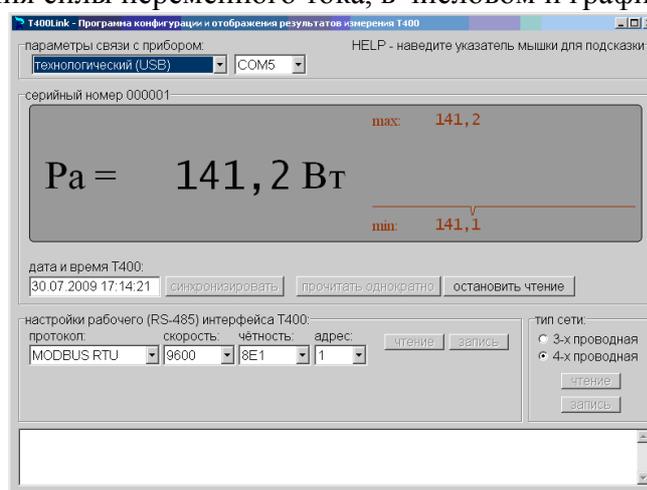


Рисунок 15 – Внешний вид главного окна ПО «Т400Link» с отображением измеренного каналом А значения активной мощности в числовом и графическом виде

– (7)– поле для настройки рабочего интерфейса RS-485 – предназначено для настройки интерфейса по которому будет осуществляться передача данных с Т400 на ПК или микроконтроллером верхнего уровня SCADA систем. Поле для настройки доступно для редактирования только при подключении технологического USB-порта. Для настройки рабочего интерфейса необходимо задать:

- протокол, по которому осуществляется передача данных, один из MODBUS RTU, MODBUS ASCII или по протоколу МЭК 60870-5-101;
- скорость обмена данными – 9600; 19200 или 38400;
- четность – выбрать из ниспадающего списка один из допустимых форматов передачи байта:

- в режиме MODBUS RTU (8E1 – восемь бит данных, бит четности (Even), один стоп-бит; 8O1 – восемь бит данных, бит нечетности (Odd), один стоп-бит; 8N2 – восемь бит данных, два стоп-бита (без бита четности));

- а в режиме MODBUS ASCII (7E1 – семь бит данных, бит четности (Even), один стоп-бит; 7O1 – семь бит данных, бит нечетности (Odd), один стоп-бит; 7N2 – семь бит данных, два стоп-бита (без бита четности));

- адрес конкретного Т400 – от 1 до 247. Адрес (=0) – предназначен для использования в широковещании, например, для синхронизации часов. Широковещательные запросы Т400 выполняет без ответного сообщения.

Для настройки рабочего интерфейса RS-485 по протоколу обмена МЭК 60870-5-101, рисунок 16 дополнительно необходимо задать:

- адрес канального уровня, в байтах;

- причина передачи ASDU, в байтах;
- общий адрес ASDU, в байтах;
- адрес объекта информации, в байтах.

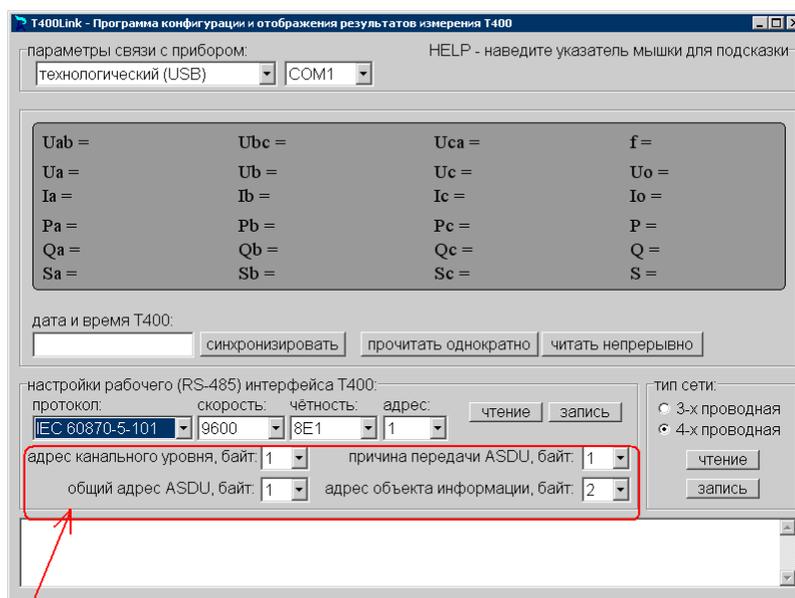


Рисунок 16

– (8) – две кнопки «ЧТЕНИЕ» и «ЗАПИСЬ». Кнопка «ЗАПИСЬ» предназначена для записи в энергонезависимую память T400 параметров рабочего интерфейса, по которому будет осуществляться передача данных, результаты записи будут отображены в информационном поле (11) в виде сообщения, а кнопка «ЧТЕНИЕ» позволяет почесть действующие установки рабочего интерфейса записанные в энергонезависимой памяти T400;

– (9) – поле «тип сети» – 3-х проводная или 4-х проводная – выбирается в зависимости от типа сети к которой подключен T400. Две кнопки (10) «ЗАПИСЬ» и «ЧТЕНИЕ». Кнопка «ЗАПИСЬ» - предназначена для записи в энергонезависимую память T400 выбранного типа сети, а кнопка «ЧТЕНИЕ» - предназначена для чтения действующих установок типа сети в энергонезависимой памяти T400. в информационном поле (11) – отобразится соответствующее сообщение.

5.4.4.6 При наведении манипулятора «мышь», при работе с ПО «T400Link» можно получить соответствующую подсказку.

## 6 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИНСТРУМЕНТ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

6.1 Средства поверки T400 приведены в разделе 8 «Методика поверки».

6.2 Для подключения измерительных цепей необходима отвертка крестообразная.

## 7 ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 7.1 Меры безопасности

7.1.1 При эксплуатации T400 должны соблюдаться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» для установок до 1000 В.

7.1.2 К эксплуатации T400 могут быть допущены лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже 3, аттестованные в установленном порядке на право проведения работ в электроустановках потребителей до 1000 В и изучившие настоящую инструкцию.

7.1.3 При проведении измерений необходимо соблюдать требования безопасности по ГОСТ 12.3.019.

### 7.2 Конфигурирование T400

7.2.1 Конфигурирование T400 заключается в задании параметров рабочего интерфейса, по которому будет осуществляться передача измеренных T400 данных на ПК или микроконтроллер верхнего уровня.

7.2.2 Для выполнения конфигурирования T400 необходимо подключить T400 к цепи

питания переменного тока и через технологический разъем USB к ПК, как показано на рисунке 3.

7.2.3 После подачи питания в течение 1 – 2 секунд происходит инициализация и самодиагностика Т400, светодиод «Работа» на передней панели Т400 мигает попеременно красным и зеленым светом. Последующее зеленое непрерывное свечение означает готовность Т400 к работе.

7.2.4 Установить связь Т400 с ПК, согласно 5.4.3. Определите СОМ-порт, по которому будет осуществляться связь Т400 с ПК.

7.2.5 Запустите ПО «Т400Link», открыв файл Т400LINK.EXE двойным щелчком левой кнопки мыши или иным способом.

7.2.6 После запуска, откроется главное окно ПО «Т400Link».

7.2.7 В ПО «Т400Link» из выпадающего списка секции «Параметры связи с прибором» выбрать:

- интерфейс – «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ (USB);
- СОМ-порт X – где X номер СОМ-порта назначенный операционной системой ПК;

и нажать кнопку «ПРОЧИТАТЬ ОДНОКРАТНО».

При этом в ПО «Т400Link» над основным полем для отображения измеренных Т400 параметров электрической энергии должен отобразиться заводской номер Т400, в основном поле – текущие параметры электрической энергии, а также станет доступной для редактирования секция «Настройка рабочего (RS-485) интерфейса Т400».

7.2.8 Секция «Настройка рабочего (RS-485) интерфейса Т400» – позволяет настроить рабочий интерфейс RS-485 Т400 для работы в СПД.

7.2.9 В рамках протокола, Т400 выполняет роль подчинённого (slave), то есть отвечает на запросы.

7.2.10 В Т400 поддерживаются два режима MODBUS: режим ASCII и режим RTU.

7.2.11 В режиме MODBUS RTU Т400 поддерживает следующие форматы передачи байта:

- 8E1 – восемь бит данных, бит чётности (Even), один стоп-бит;
- 8O1 – восемь бит данных, бит нечётности (Odd), один стоп-бит;
- 8N2 – восемь бит данных, два стоп-бита (без бита чётности);

7.2.12 В режиме MODBUS ASCII Т400 поддерживает следующие форматы передачи байта:

- 7E1 – семь бит данных, бит чётности (Even), один стоп-бит;
- 7O1 – семь бит данных, бит нечётности (Odd), один стоп-бит;
- 7N2 – семь бит данных, два стоп-бита (без бита чётности);

7.2.13 Т400 поддерживает скорости передачи 9600, 19200, 38400 бод.

7.2.14 Т400 в процессе конфигурации может быть присвоен произвольный адрес MODBUS из диапазона 1-247. Допустимо использование широковещательного адреса (=0), например, для синхронизации часов. Широковещательные запросы Т400 выполняет без ответного сообщения.

7.2.15 Т400 поддерживает режим обмена данными по протоколу МЭК 60870-5-101.

7.2.16 Если для обмена данными выбран протокол по МЭК 60870-5-101, то формат передачи байта по 7.2.11, скорость передачи данных по 7.2.13, а также дополнительно следует настроить следующие параметры:

- адрес канального уровня, в байтах;
- причина передачи ASDU, в байтах;
- общий адрес ASDU, в байтах;
- адрес объекта информации, в байтах.

7.2.17 После настройки рабочего интерфейса RS-485 нажать кнопку «ЗАПИСЬ», при этом в информационном поле ПО «Т400Link», если все параметры настройки выполнены корректно появится соответствующее сообщение, что параметры успешно записаны в память Т400 или не записаны, если настройки выбраны не корректно.

7.2.18 По умолчанию (если не сконфигурировано иначе) Т400 работает в режиме MOD-

BUS RTU, 9600, 8E1. Изначально (при выходе с производства) T400 присваивается адрес 1.

### 7.3 Подключение T400 к интерфейсу RS-485

7.3.1 Структура СПД RS-485 определяется поставленной задачей, количеством используемых T400 и конкретными условиями на объекте применения.

7.3.2 При построении СПД на базе интерфейса RS-485 необходимо следовать рекомендациям стандарта TIA/EIA-485A и прилагаемого к нему бюллетеня TSB-89, а также учитывать особенности реализации этого интерфейса в T400, излагаемые ниже.

7.3.3 Функциональная схема интерфейса представлена на рисунке 17

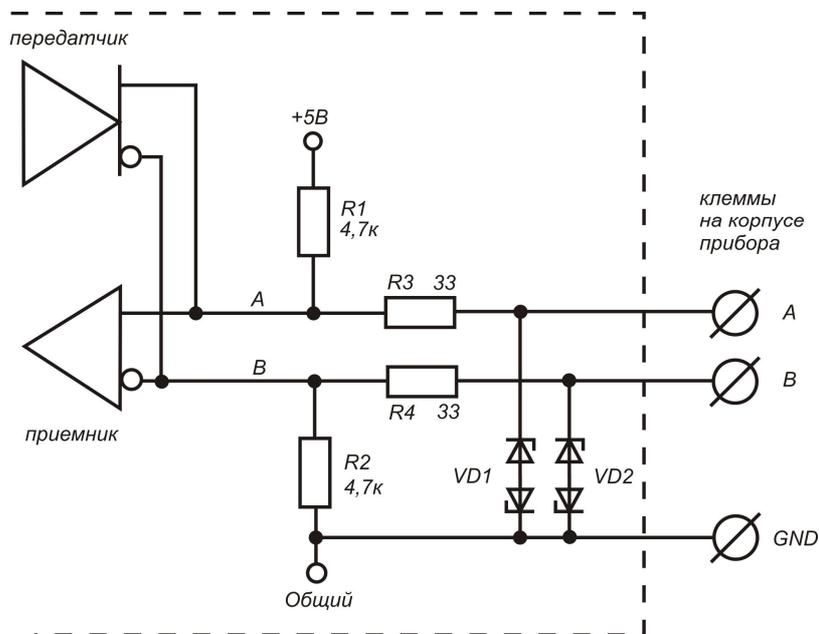


Рисунок 17

Где – R1 и R2 – подтягивающие резисторы (резисторы защитного смещения), которые обеспечивают логический “0” на линии, когда ни один передатчик в сети не активен. При соединении 8-ми T400 параллельно, эквивалентное сопротивление этих резисторов будет равно рекомендованному значению, а их распределение по отдельным экземплярам T400 повышает помехоустойчивость.

Следует обратить внимание, что при подключении меньшего количества T400 возможно снижение помехоустойчивости в отсутствии активных устройств СПД.

Резисторы R3, R4 ограничивают выходной ток передатчика.

Диоды VD1, VD2 служат для защиты от перенапряжений на каждом проводе более 6 В.

7.3.4 Параметры приемника:

- входное сопротивление, не менее 96 кОм;
- дифференциальное входное напряжение смещения, от минус 30 до минус 200 мВ;
- входной гистерезис, не менее 20 мВ;
- входной ток, не менее  $\pm 0,1$  мА.

7.3.5 Параметры передатчика:

- дифференциальное выходное напряжение не более 5 В;
- ток короткого замыкания, не более  $\pm 250$  мА.

7.3.6 Устанавливаемые скорости обмена данными по интерфейсу RS-485 в T400 могут быть следующие: 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 76800, 115200 бод.

7.3.7 Пример организации одной ветки СПД RS-485, состоящей из системы верхнего уровня и нескольких T400 показаны на рисунке 18.



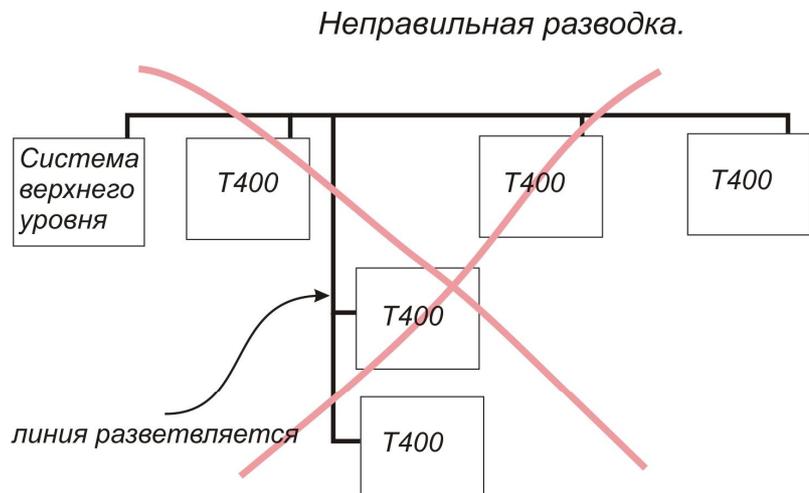


Рисунок 19

7.3.10 При необходимости использования в сети более 8-ми Т400 одновременно, организуются дополнительные ветки сети. Для каждой ветки должны соблюдаться правила, изложенные в 7.3.8 и 7.3.9. Пример организации сети с использованием более 8 шт. Т400 одновременно показан на рисунке 20.

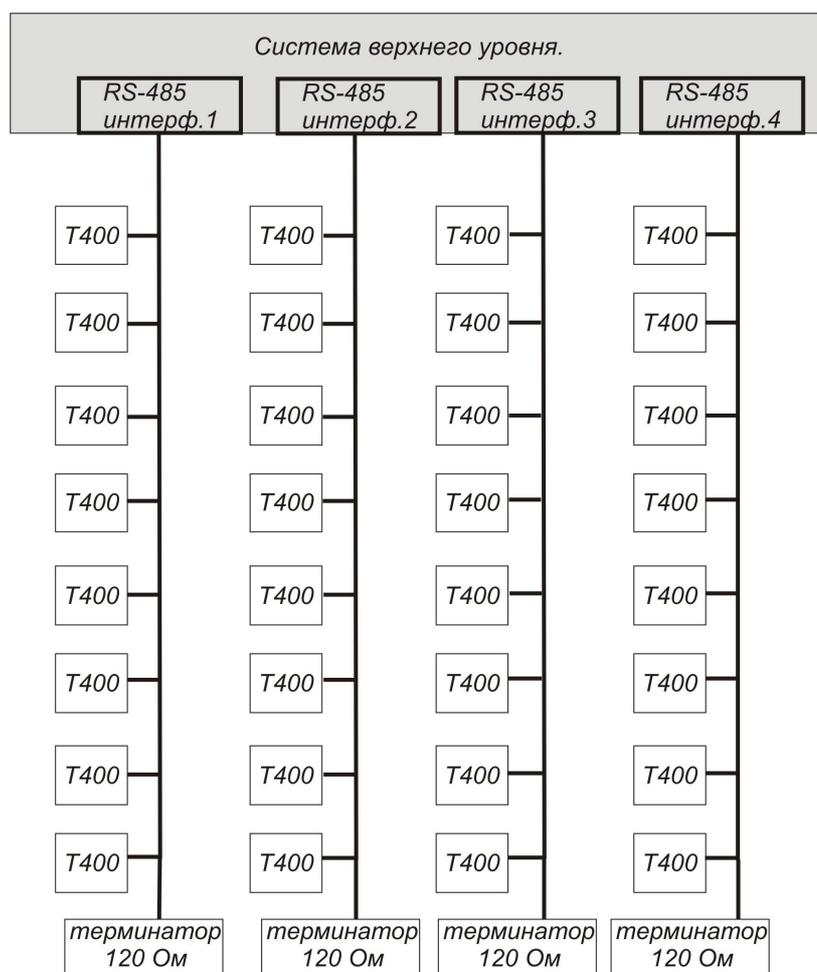


Рисунок 20

#### 7.4 Подключение Т400 к измерительным цепям

**ВНИМАНИЕ!** Перед подключением Т400 к измеряемым цепям и цепям питания убедитесь, что они полностью обесточены!

7.4.1 Подключение Т400 к измерительным цепям следует производить по одной из схем, приведенных на рисунках 21-26 в соответствии с типом сети.

7.4.2 Подключите измерительные цепи напряжения к соответствующим клеммам Т400. Подключение измерительных цепей напряжения осуществляется проводами сечением не менее 0,25 мм<sup>2</sup>.

7.4.3 При подключении измерительных цепей тока следует обращать внимание на полярность измерительных цепей тока. Провод от источника тока подключается к клемме (1) со знаком (\*) (звездочка), провод от приемника тока к клемме (2) без этого знака. Подключение измерительных цепей тока осуществляется проводами сечением не менее 1 мм<sup>2</sup>.

7.4.4 Подключить Т400 к сети переменного тока или к измеряемой цепи с действующим значением напряжения переменного тока от 176 до 264 В, частотой от 45 до 55 Гц. Цепи питания подключить проводами сечением не менее 0,25 мм<sup>2</sup> в соответствии с требованиями 5.4.1. При необходимости, установить в цепи питания двухполюсный выключатель.

7.4.5 Для повышения стабильности работы Т400 в условиях большого уровня помех в питающей сети, в Т400 предусмотрено функциональное заземление средней точки сетевого фильтра. Соедините клемму функционального заземления «FE» с шиной заземления (PE) стандартным заземляющим проводом с желто-зеленым цветом изоляции. Для эффективной работы рекомендуется использовать заземляющий провод сечением не менее 0,5 мм<sup>2</sup> наименьшей длины. В случае невозможности подключения к шине заземления допускается оставить клемму «FE» не подсоединенной.

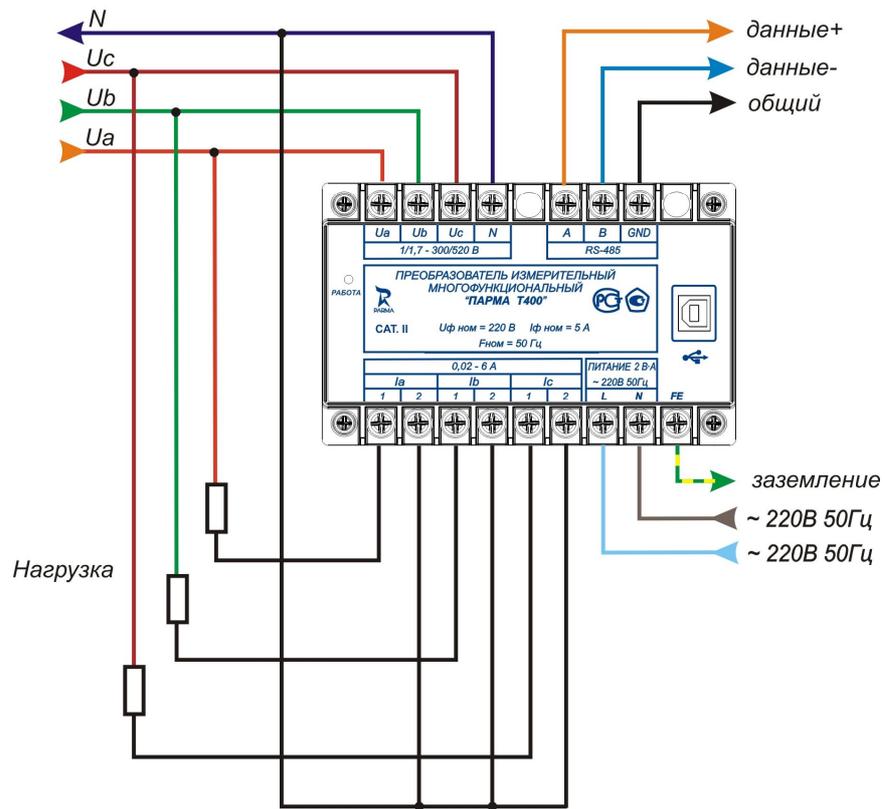


Рисунок 21 Непосредственное подключение Т400 к трехфазной сети 4-х проводная схема, если токи в фазах не более 6 А

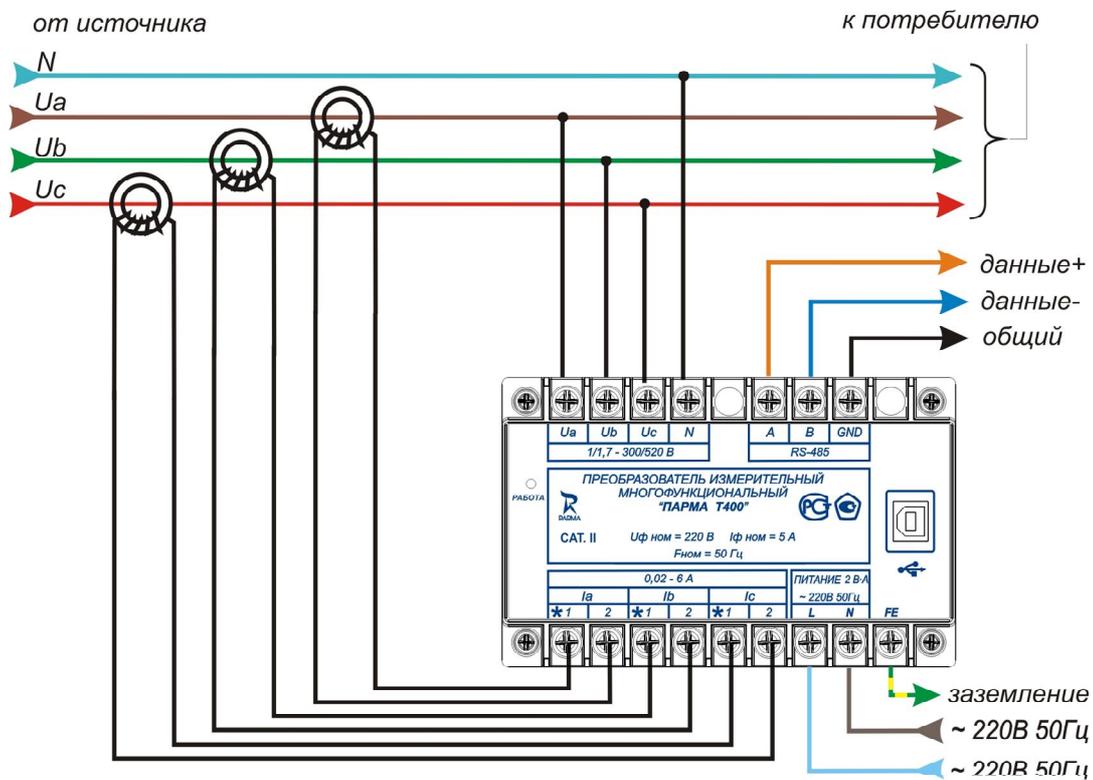


Рисунок 22 Подключение к сети 220/380 В с использованием внешних трансформаторов тока. 4-х проводная схема

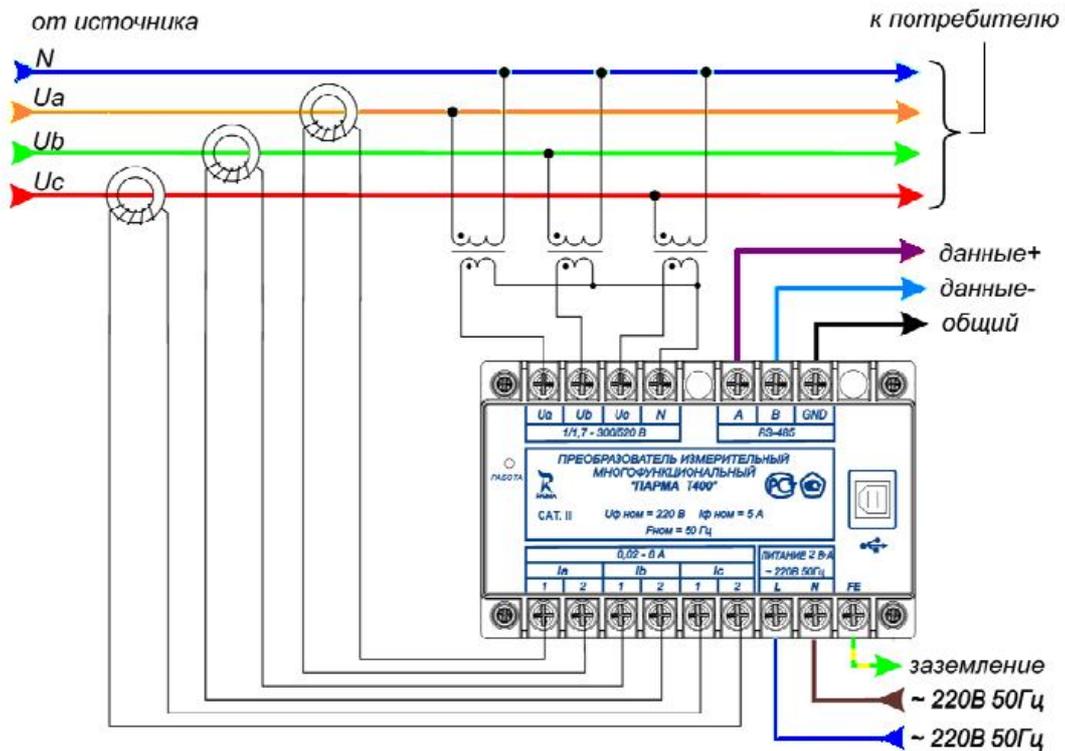


Рисунок 23 Подключение Т400 к трехфазной цепи, через внешние измерительные трансформаторы тока и напряжения, 4-х проводная схема

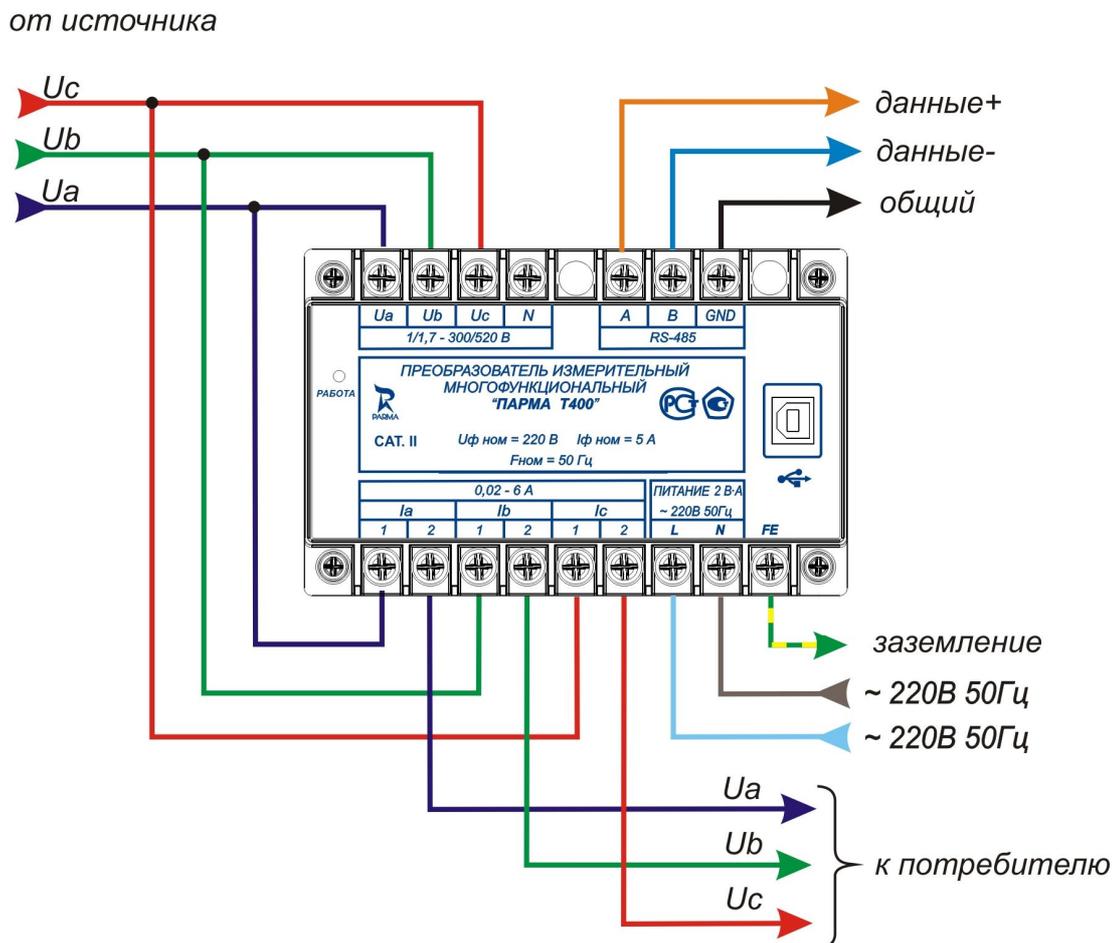


Рисунок 24 Непосредственное подключение Т400 к трехфазной сети. 3-х проводная схема

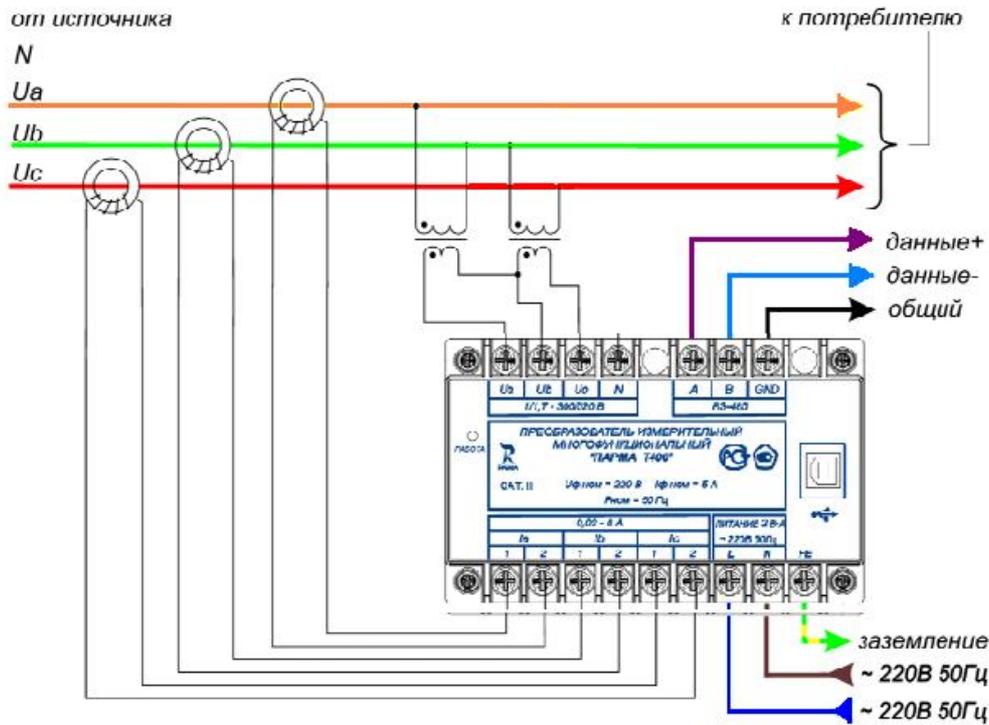


Рисунок 25 Подключение Т400 к трехфазной сети, через внешние измерительные трансформаторы тока и напряжения, 3-х проводная схема

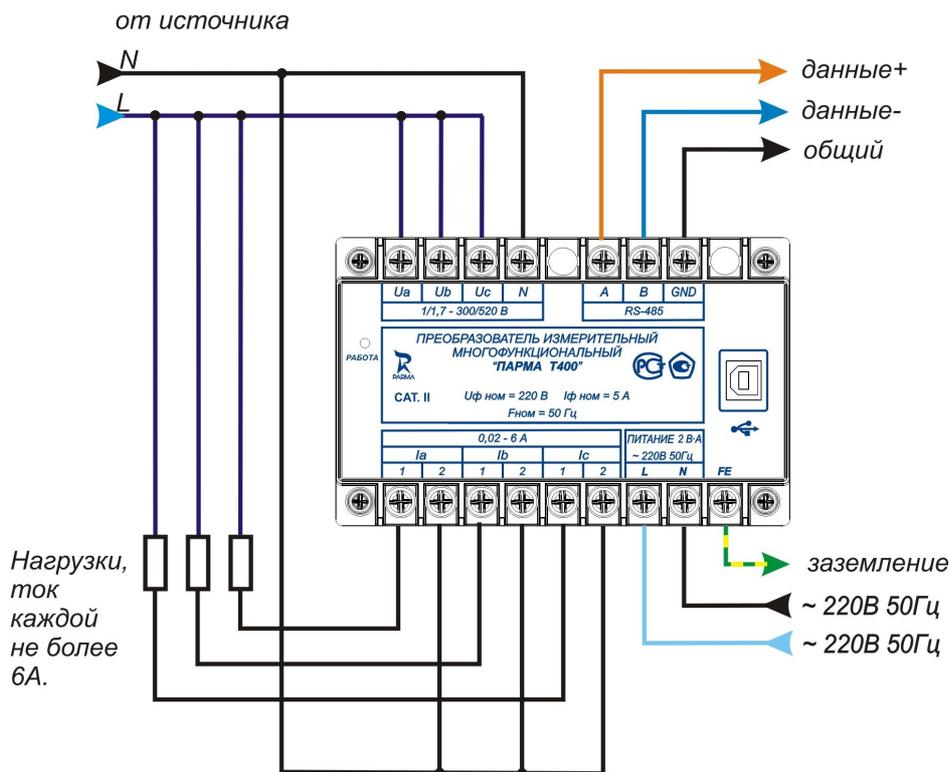


Рисунок 26 Непосредственное подключение Т400 к однофазной сети, если величина тока в цепи каждого потребителя не более 6 А

Где – L1, L2 и L3 – фазные провода ;  
 N – провод нейтрали

7.4.6 Подключение Т400 к однофазной сети через измерительные трансформаторы тока и напряжения осуществляется аналогично схеме для 4-х проводной и 3-х проводной схеме

## 7.5 Включение и опробование

7.5.1 Подключить Т400 к измеряемой цепи по одной из схем, показанных на рисунках 18-22.

7.5.2 Включить питание Т400, и по наличию индикации, горит светодиод «Работа» убедиться, что Т400 работает.

7.5.3 Подключить Т400 к ПК или к микроконтроллеру верхнего уровня АИИС по рабочему интерфейсу RS-485, руководствуясь 7.3.

7.5.4 Запустить ПО «Т400Link» или иное ПО, работающее с одним из протоколов MODBUS RTU, MODBUS ASCII или с протоколом МЭК 60870-5-101.

7.5.5 Параметры для настройки протоколов MODBUS RTU, MODBUS ASCII приведены в Приложении А, а параметры для настройки протокола МЭК 60870-5-101 приведены в приложении Б соответственно.

7.5.6 Установить связь Т400 с ПО в соответствии с 5.4.3 или в соответствии с параметрами заданными при конфигурировании.

7.5.7 Записать в энергонезависимую память Т400, тип сети «3-х проводная» или «4-х проводная» по которой будет осуществляться измерение параметров электроэнергии. При однофазном подключении тип сети «4-х проводная». Убедиться, что тип сети записан, в информационном поле ПО «Т400Link» должно появиться соответствующее сообщение.

7.5.8 Нажать кнопку «ПРОЧИТАТЬ ОДНОКРАТНО», при этом в ПО «Т400Link», рисунок 27, должен отобразиться заводской номер, подключённого Т400, и текущие измеренные параметры электрической энергии.

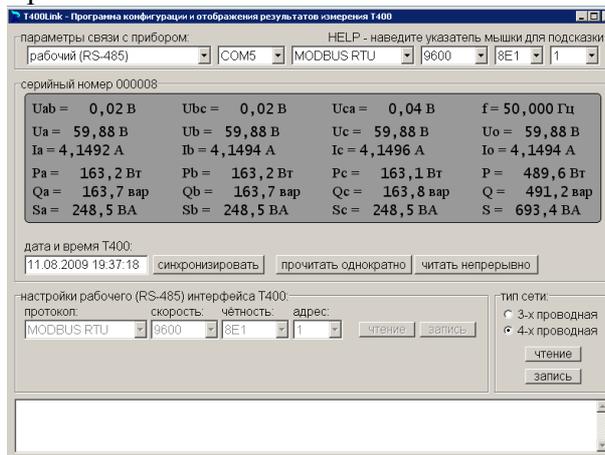


Рисунок 27

## 7.6 Выполнение измерений

7.6.1 Т400 выполняет измерение параметров электрической энергии, в том числе:

- действующего значения напряжения переменного тока (фазного и междуфазного) и напряжения нулевой последовательности;
- действующего значения силы переменного тока и тока нулевой последовательности;
- активной, реактивной и полной фазной мощности и активной, реактивной и полной мощности трехфазной системы;

7.6.2 Расчет параметров электрической энергии осуществляется по формулам, приведенным в Приложении Г.

7.6.3 Измерение частоты переменного тока осуществляется прямым методом.

7.6.4 Синхронизация «Дата и время Т400» осуществляется при нажатии кнопки «ЧИТАТЬ ОДНОКРАТНО» или «ЧИТАТЬ НЕПРЕРЫВНО».

7.6.5 Если при нажатии кнопки «ЧИТАТЬ НЕПРЕРЫВНО», отказаться от записи данных, то Т400 будет осуществлять передачу измерения данных и отображение их в ПО «Т400Link» один раз в 200 мс.

7.6.6 Если на любом измеряемом параметре сделать двойной щелчок манипулятором «мышь», то в основном поле ПО «Т400Link», рисунок 28, останется только значение выбранно-

го измеряемого параметра, его максимальные и минимальные значения, а также графическое отображение процесса измерения за последние 200 точек измерения.

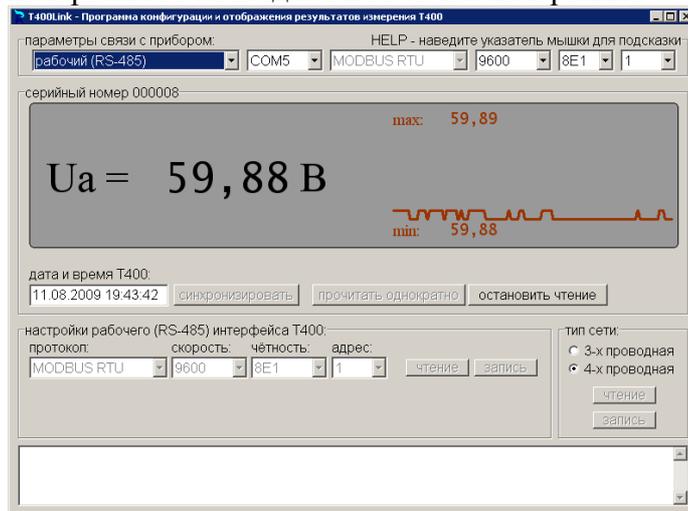


Рисунок 28

7.6.7 Обновление измеряемых параметров, показанных на рисунке 24 осуществляется путем замещения первого из измеренных значений.

7.6.8 Для останова процесса измерений и выхода из ПО «T400Link» необходимо нажать кнопку «ОСТАНОВИТЬ ЧТЕНИЕ», а затем кнопку «X» (крест).

## 8 ПОВЕРКА

Поверку Т400 осуществляют органы государственной метрологической службы или аккредитованные метрологические службы юридических лиц.

Поверка преобразователей измерительных многофункциональных «ПАРМА Т400» классов А и S (далее по тексту – Т400) осуществляется в соответствии с настоящей методикой поверки.

Поверку Т400 осуществляют органы государственной метрологической службы или аккредитованные метрологические службы юридических лиц.

Т400, не прошедшие поверку, к выпуску в обращение и к применению не допускается.

Межповерочный интервал – 5 лет.

### 8.1 Нормативные ссылки

8.1.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
- ГОСТ Р 52319-2005 (МЭК 61010-1-2001) Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования.
- ПР 50.2.006-94 Порядок проведения поверки средств измерений.
- РА1.016.000 РЭ – преобразователи измерительные многофункциональные «ПАРМА Т400» Руководство по эксплуатации.

### 8.2 Термины и определения

8.2.1 В настоящей методике используются следующие обозначения и сокращения:

- |             |  |
|-------------|--|
| <b>Т400</b> | – Преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400» |
| <b>ПК</b>   | – Персональный компьютер   |
| <b>ПО</b>   | – Программное обеспечение  |

### 8.3 Нормируемые метрологические характеристики

8.3.1 Нормируемые метрологические характеристики Т400 приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 - Нормируемые метрологические характеристики Т400 класс А

Характеристика выходного сигнала	Обозначение	Ед. изм.	Диапазон	Пределы допускаемой основной погрешности $\Delta$ - абсолютной, $\delta$ - относительной,		Дополнительные условия
Действующее значение напряжения переменного тока (фазного)	$U_{\phi}$	В	от 1 до 300	от 1 до 100	$\Delta = \pm(0,0005 \cdot X + 0,05)$	$U_{\text{НОМ}} = 57,74 \text{ В}$
				от 100 до 300	$\delta = \pm 0,1 \%$	$U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$
Действующее значение междуфазного напряжения	$U_{\text{мф}}$	В	от 1,7 до 520	от 1,7 до 100	$\Delta = \pm(0,001 \cdot X + 0,05)$	$U_{\text{НОМ}} = 100 \text{ В}$
				от 100 до 520	$\delta = \pm 0,1 \%$	$U_{\text{НОМ}} = 380 \text{ В}$
Действующее значение напряжения нулевой последовательности	$U_0$	В	от 1 до 300	от 0 до 100	$\Delta = \pm(0,0005 \cdot X + 0,05)$	$U_{\text{НОМ}} = 57,74 \text{ В}$
				от 100.01 до 300	$\delta = \pm 0,1 \%$	$U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$
Частота переменного тока	$f$	Гц	от 40 до 60		$\Delta = \pm 0,01$	$f_{\text{НОМ}} = 50 \text{ Гц}$ $U \geq 10 \text{ В}$
Действующее значение силы переменного тока (фазного)	$I_{\phi}$	А	от 0,02 до 6		$\Delta = \pm(0,00125 \cdot X + 0,00075)$	$I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$
Действующее значение тока нулевой последовательности	$I_0$	А	от 0,02 до 6		$\Delta = \pm(0,00125 \cdot X + 0,00125)$	
<b>Активная мощность</b>						
По одной фазе	Р	Вт	от 0 до 1800		$\delta = \pm(0,25 + 0,0075 \cdot (P_k/P_n - 1), \%$	$ \cos \varphi  \geq 0,5$
По трем фазам			от 0 до 5400			
<b>Реактивная мощность</b>						
По одной фазе	Q	вар	от 0 до 1800		$\delta = \pm(0,25 + 0,0075 \cdot (Q_k/Q_n - 1), \%$	$ \sin \varphi  \geq 0,5$
По трем фазам			от 0 до 5400			
<b>Полная мощность</b>						
По одной фазе	S	В·А	от 0 до 1800		$\delta = \pm(0,25 + 0,0075 \cdot (S_k/S_n - 1), \%$	
По трем фазам			от 0 до 5400			
Примечание – X – измеренное значение фазного (междуфазного) напряжения и силы переменного тока; $P_k$ , $Q_k$ и $S_k$ конечное значение диапазона измерения активной, реактивной и полной мощности; $P_n$ , $Q_n$ и $S_n$ измеренное значение активной, реактивной и полной мощности.						

Таблица 5 – Нормируемые метрологические характеристики Т400 класс S

Характеристика выходного сигнала	Обозначение	Ед. изм.	Диапазон	Пределы допускаемой основной погрешности $\Delta$ - абсолютной, $\gamma$ - приведенной,		Дополнительные условия
Действующее значение напряжения переменного тока (фазного)	$U_{\phi}$	В	от 1 до 300	от 1 до 100	$\Delta=\pm 0,1$	$U_{\text{ном}}=57,74 \text{ В}$
				от 100,01 до 300	$\gamma=\pm 0,15 \%^{1)}$	$U_{\text{ном}}=220 \text{ В}$
Действующее значение междуфазного напряжения	$U_{\text{мф}}$	В	от 1,7 до 520	от 1,7 до 100	$\Delta=\pm 0,15$	$U_{\text{ном}}=100 \text{ В}$
				от 100 до 520	$\gamma=\pm 0,15 \%^{1)}$	$U_{\text{ном}}=380 \text{ В}$
Действующее значение напряжения нулевой последовательности	$U_0$	В	от 1 до 300	от 0 до 100	$\Delta=\pm 0,1$	$U_{\text{ном}}=57,74 \text{ В}$
				от 100 до 300	$\gamma=\pm 0,15 \%^{1)}$	$U_{\text{ном}}=220 \text{ В}$
Частота переменного тока	$f$	Гц	от 40 до 60	от 45 до 55	$\Delta=\pm 0,01$	$f_{\text{ном}}=50 \text{ Гц}$ , $U \geq 10 \text{ В}$
Действующее значение силы переменного тока (фазного)	$I_{\phi}$	А	от 0,02 до 6	от 0,02 до 3	$\Delta=\pm 0,005$	$I_{\text{ном}}=5 \text{ А}$
				от 3 до 6	$\gamma=\pm 0,15 \%^{2)}$	
Действующее значение тока нулевой последовательности	$I_0$	А	от 0,02 до 6	от 0,02 до 3	$\Delta=\pm 0,005$	
				от 3 до 6	$\gamma=\pm 0,15 \%^{2)}$	
Активная мощность						
По одной фазе	P	Вт	от 0 до 1800	от 0 до 500	$\Delta=\pm 1,25$	$ \cos \varphi  \geq 0,2$
				от 500,1 до 1800	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
По трем фазам	P	Вт	от 0 до 5400	от 0 до 1500	$\Delta=\pm 1,25$	$ \cos \varphi  \geq 0,2$
				от 1500,1 до 5400	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
Реактивная мощность						
По одной фазе	Q	вар	от 0 до 1800	от 0 до 500	$\Delta=\pm 1,25$	$ \sin \varphi  \geq 0,2$
				от 500,1 до 1800	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
По трем фазам	Q	вар	от 0 до 5400	от 0 до 1500	$\Delta=\pm 1,25$	$ \sin \varphi  \geq 0,2$
				от 1500,1 до 5400	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
Полная мощность						
По одной фазе	S	В·А	от 0 до 1800	от 0 до 500	$\Delta=\pm 1,25$	
				от 500,1 до 1800	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
По трем фазам	S	В·А	от 0 до 5400	от 0 до 1500	$\Delta=\pm 1,25$	
				от 1500,1 до 5400	$\gamma=\pm 0,25 \%^{3)}$	
Примечание – <sup>1)</sup> за нормирующее значение принимается номинальное значение фазного (междуфазного) напряжения переменного тока; – <sup>2)</sup> – за нормирующее значение принимается конечного значения диапазона измерений силы тока; – <sup>3)</sup> – за нормирующее значение принимается конечное значение диапазона измерения активной, реактивной и полной мощности; $P_k$ , $Q_k$ и $S_k$ конечное значение диапазона измерения активной, реактивной и полной мощности; $P_i$ , $Q_i$ и $S_i$ измеренное значение активной, реактивной и полной мощности.						

## 8.4 Операции поверки

8.4.1 При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 6.

8.4.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов при проведении любой из операций, предусмотренных в таблицах 4 и 5.

Таблица 6

Наименование операции	№ пункта	Операция проводится при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции	5.2, 5.3,	Да	Нет
Проверка параметров входных электрических цепей	5.4	Да	Нет
Опробование	5.5	Да	Да
Определение погрешностей Т400 при измерении метрологических характеристик	5.6	Да	Да
Обработка результатов измерений	5.7	Да	Да

## 8.5 Средства поверки

8.5.1 Перечень основных средств измерений и оборудования, необходимого для проведения поверки приведен в таблицах 7.

Таблица 7

Средства поверки	Тип	Предел измерения	Класс точности, погрешность
Калибратор напряжения и тока многофункциональный	«ПАРМА ГС8.033»	10-308 В 45...55 Гц	ПГ $\pm 0,016 + 0,0015(U_k/U - 1)$ ПГ $\pm 0,001$ Гц
Мегомметр	Ф4101	1000 В	КТ 2,5
Универсальная пробойная установка	GPI	U=0.1...5,0 кВ R=1...9999МОм	ПГ $U = \pm(0,01 * U_{\text{инд.}} + 5 \text{ ед. мл. р.})$ ПГ $R \pm 5 \%$ при (R от 1 до 500 Ом ПГ $\pm 10 \%$ при R от 500 до 9999 МОм
миллиомметра	E6-18/1	0,0001...100 Ом	ПГ $\pm 1,5 \%$
ПК (Notebook)	ПО T400link		

8.5.2 Допускается использование других типов средств измерений и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик с заданной точностью.

8.5.3 Все средства поверки должны быть исправны, и иметь подтверждение о пригодности к применению в установленном порядке.

## 8.6 Требования к квалификации поверителей

8.6.1 К проведению поверки Т400 допускаются лица, аттестованные в соответствии с ПР 50.2.012 в качестве поверителей средств измерений электрических величин, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже 3.

## 8.7 Требования безопасности

8.7.1 Требования безопасности при проведении поверки и измерений по ГОСТ12.3.019.

## 8.8 Условия проведения поверки и подготовка к ней

8.8.1 Поверка проводится в нормальных условиях применения.

8.8.2 Нормальные условия применения прибора по ГОСТ 22261.

8.8.3 Номинальная температура окружающего воздуха 20 °С. Допускаемое отклонение

температуры окружающего воздуха  $\pm 5$  °С.

8.8.4 На первичную поверку следует предъявлять Т400, прошедшие приемо-сдаточные испытания и принятые отделом технического контроля предприятия-изготовителя.

8.8.5 Перед проведением поверки выдержать поверяемые Т400 в условиях окружающей среды, указанных в 4.4.1, не менее 2 часов, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в 4.4.2

8.8.6 Т400 подключить к ПК при помощи кабеля USB и установить на ПК ПО, входящих в комплект поставки Т400.

8.8.7 Прогреть в течение 30 минут калибратор напряжения и тока многофункциональный «ПАРМА ГС8.033» и остальные средства калибровки перед проведением поверки нормируемых метрологических характеристик Т400.

## 8.9 Проведение поверки

### 8.9.1 Внешний осмотр

8.9.1.1 Произвести внешний осмотр корпуса Т400, соединительных кабелей, вилок и розеток коммутационных разъемов. Т400 и комплектующие изделия не должны иметь видимых повреждений, вмятин, разрывов и перекосов элементов.

8.9.1.2 Проверить наличие и целостность пломб. Пломбы должны быть не повреждены.

8.9.1.3 Т400 считается прошедшим поверку, если Т400 и коммутационные разъемы не имеют видимых повреждений, вмятин, разрывов и перекосов элементов.

8.9.1.4 Если данное требование не выполняется, Т400 бракуется, поверка прекращается, Т400 направляется в ремонт.

### 8.9.2 Проверка сопротивления изоляции

8.9.2.1 Проверку производят при помощи мегомметра Ф4101.

8.9.2.2 Соединить контакты в соответствии с рисунком 29.

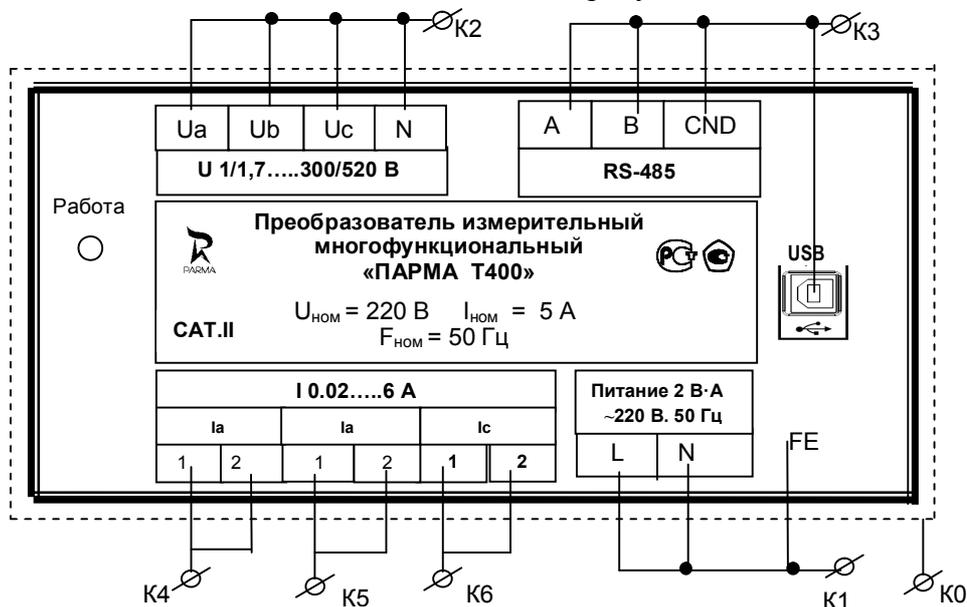


Рисунок 29

Где:

- «фаза», «ноль» и проводника «FE» цепи питания Т400 – К1;
- входные контакты измерительных входов напряжения – К2;
- объединить контакты «А», «В», «GND» интерфейса RS-485 и все контакты разъема USB, образовав контакт К3;
- входные контакты измерительных входов силы тока – К4, К5 и К6 соответственно;
- обернуть корпус Т400 фольгой, соединить с контактом защитного заземления образовав контакт К0.

8.9.2.3 Установить на мегаомметре напряжение 500 В и измерить сопротивление изоляции между:

- контактами К0 и объединенными вместе контактами К1, К2, К3, К4, К5 и К6.
- контактом К1 и объединенными вместе контактами К2, К3, К4, К5 и К6;
- контактами К2 и объединенными вместе контактами К3, К4, К5 и К6;
- контактом К3 и объединенными вместе контактами К1, К2, К4, К5 и К6;
- контактом К4 и объединенными вместе контактами К1, К2, К3, К5 и К6;
- контактом К5 и объединенными вместе контактами К1, К2, К3, К4 и К6;
- контактом К6 и объединенными вместе контактами К1, К2, К3, К4 и К5.

8.9.2.4 По результатам всех измерений сопротивление изоляции должно быть не менее 2,0 МОм.

### 8.9.3 Проверка электрической прочности изоляции

8.9.3.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи универсальной пробойной установки GPI (далее по тексту установка GPI).

8.9.3.2 Испытания электрической прочности изоляции Т400 проводят в соответствии с требованиями и по методике ГОСТ Р 52319.

8.9.3.3 Соединить контакты в соответствии с 8.9.2.2 настоящих технических условий.

8.9.3.4 Т400 поместить в блокировочную высоковольтную камеру.

8.9.3.5 Подать испытательное напряжение 2,2 кВ выдержать его в течение 1 минуты между:

- контактом К0 и К1;
- контактом К1 и объединенными вместе контактами К2, К3, К4, К5 и К6, затем снять напряжение;
- контактами К2 и объединенными вместе контактами К3, К4, К5 и К6, затем снять напряжение;
- контактом К3 и объединенными вместе контактами К1, К2, К4, К5 и К6, затем снять напряжение;
- контактом К4 и объединенными вместе контактами К1, К2, К3, К5 и К6, затем снять напряжение;
- контактом К5 и объединенными вместе контактами К1, К2, К3, К4 и К6, затем снять напряжение;
- контактом К6 и объединенными вместе контактами К1, К2, К3 и К5, затем снять напряжение.

8.9.3.6 Подать испытательное напряжение 2,542 кВ между контактом К0 и объединенными контактами К1, К2, К3, К4, К5 и К6 выдержать его в течение 1 минуты, а затем снять напряжение.

8.9.3.7 При всех испытаниях ток утечки установки GPI не должен превышать 0,7 мА.

8.9.3.8 Т400 считается прошедшим проверку, если в результате испытаний не произошло пробоя изоляции, если данное требование не выполняется Т400.

### 8.9.4 Проверка параметров входных электрических цепей

8.9.4.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи миллиметра Е6-18/1 и мегомметра.

8.9.4.2 Для проверки электрического сопротивления входных цепей силы тока необходимо к клеммам 1 и 2 вход «I<sub>а</sub>» подключить миллиметр Е6-18/1 и измерить их входное сопротивление.

8.9.4.3 Аналогичным образом выполнить измерение входного электрического сопротивления:

- вход- «I<sub>б</sub>» клеммы 1 и 2;
- вход- «I<sub>с</sub>» клеммы 1 и 2

8.9.4.4 Для проверки электрического сопротивления входных цепей напряжения Т400 необходимо последовательно подключить каждый измерительный вход напряжения Т400 к ме-

гомметру. На мегомметре установить напряжение 500 В и измерить входное сопротивление каждого канала напряжения относительно «N».

8.9.4.5 Т400 считается прошедшим поверку, если входное электрическое сопротивление канала для измерения силы переменного тока не более 25 мОм, а входное электрическое сопротивление напряжения переменного тока не менее 300 кОм. Если требование не выполняется, Т400 считается не прошедшим поверку, и подлежит ремонту.

### 8.9.5 Опробование

8.9.5.1 Подключить измерительные входы напряжения и силы переменного тока Т400 к калибратору напряжения и тока многофункционального «ПАРМА ГС8.033», (далее по тексту – калибратор).

8.9.5.2 Подключить Т400 к калибратору, как показано на рисунке 30

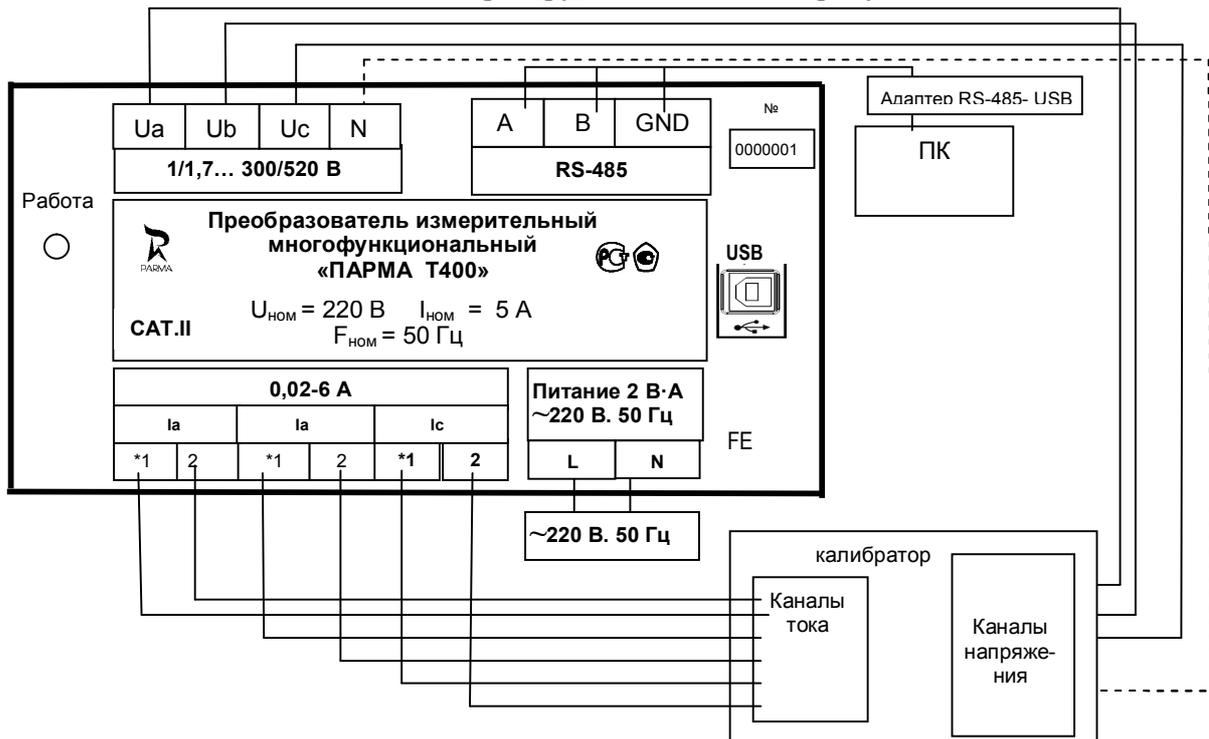


Рисунок 30

– измерительные входы напряжения, клеммы «U<sub>a</sub>», «U<sub>b</sub>», «U<sub>c</sub>», и «N» Т400 к выходам напряжения калибратора – 4-х проводная схема подключения. Для подключения измерительных входов напряжения, по 3-х проводной схеме, отключить клемму «N» Т400 от калибратора;

– измерительные входы тока, «I<sub>a</sub>» – клеммы 1 и 2; «I<sub>b</sub>» – клеммы 1 и 2; «I<sub>c</sub>» – клеммы 1 и 2 к выходам тока калибратора;

– клемму заземления к контуру заземления помещения;

– клеммы питания подключить к сети переменного тока.

8.9.5.3 Убедиться, что светодиод «Работа» горит.

8.9.5.4 Включить калибратор, подготовить его к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.9.5.5 Т400 при помощи кабеля USB, входящего в комплект поставки подключить к ПК.

8.9.5.6 Включить ПК, установить ПО «Т400Link» и запустить его.

8.9.5.7 Для установления связи Т400 с ПК необходимо:

– выбрать виртуальный СОМ-порт – назначенный установленному интерфейсу Вашим ПК – Пуск → Панель управления → Система → Оборудование → Диспетчер Устройств → Порты (СОМ и LPT) → USB Serial Port (например - СОМ 7);

– задать адрес подключения по USB-порту ;

– протокол ModBus RTU

– скорость обмена 9600;

– параметры обмена данными - «8 бит. без контроля четности, 1 стоп- бит»;

8.9.5.8 Для начала измерений необходимо:

- задать параметры подключения Т400 к измеряемой цепи – активировать кнопку тип подключения – «4-х проводная схема»;
- активизировать команду «ПРОЧИТАТЬ ОДНОКРАТНО». Убедиться, что в центральной секции главного меню ПО «Т400Link» появились текущие значения измеряемых величин электрической энергии, в секции «ДАТА И ВРЕМЯ» отобразились текущие дата и время, а заводской номер, отображаемый на дисплее ПК, совпадает с заводским номером на корпусе Т400.

8.9.5.9 Сформировать на калибраторе испытательный сигнал действующего значения напряжения переменного тока 100 В, частотой 50 Гц, действующего значения силы переменного тока 1 А и выдать его.

8.9.5.10 Убедиться, что Т400 измеряет текущие значения параметров электрической энергии.

8.9.5.11 Отключить кабель USB, и подключить Т400 к ПК через разъем RS-485.

- задать адрес подключения по порту RS-485;
- протокол ModBus RTU
- скорость обмена 9600;
- параметры обмена данными;

8.9.5.12 Убедиться, что Т400 измеряет текущие параметры действующего значения напряжения и силы переменного тока.

8.9.5.13 Т400 считается выдержавшим испытания, если индикация осуществляется правильно.

### 8.9.6 Определение погрешностей Т400 при измерении метрологических характеристик

8.9.6.1 Соответствие требованиям проверяют при помощи калибратора .

8.9.6.2 Т400 подключить к калибратору, как показано на рисунке 30.

8.9.6.3 Калибратор подготовить к работе согласно инструкции по эксплуатации.

8.9.6.4 На калибраторе сформировать и последовательно выдать испытательные сигналы согласно таблице 8

Таблица 8

Характеристики		№ испытательного сигнала						
		1	2	3	4	5	6	7
заданные на калибраторе значения	$I_A, (A)$	0,5	0,5	5	3,214	6	6	0,5
	$I_B, (A)$	0,5	0,5	5	3,214	6	6	0,5
	$I_C, (A)$	0,5	0,5	5	3,214	6	6	0,5
	$U_A, (B)$	10	10	100	220	300	300	10
	$U_B, (B)$	10	10	100	220	300	300	10
	$U_C, (B)$	10	10	100	220	300	300	10
	$\phi I_A, (^\circ)$	0	0	0	0	0	0	0
	$\phi I_B, (^\circ)$	0	0	0	0	0	0	-120
	$\phi I_C, (^\circ)$	0	0	0	0	0	0	120
	$\phi U_A, (^\circ)$	0	90	60	45	0	90	0
	$\phi U_B, (^\circ)$	0	90	60	45	0	90	-120
	$\phi U_C, (^\circ)$	0	90	60	45	0	90	120
	$f$ для всех, Гц	45	47	52	55	50	50	50

8.9.6.5 На ПК запустить ПО «Т400Link».

8.9.6.6 Установить параметры подключения Т400 при использовании интерфейсного разъема RS-485:

- задать адрес подключения по порту RS-485;
- протокол ModBus RTU
- скорость обмена 9600;
- параметры обмена данными - «8 бит. без контроля четности, 1 стоп-бит»;

8.9.6.7 Установить тип подключения к сети – «4-х проводная»→ «запись»→ «читать».

8.9.6.8 В ПО «Т400Link» активировать кнопку «ЧИТАТЬ НЕПРЕРЫВНО»→ «СОХРАНИТЬ ДАННЫЕ В ФАЙЛ», выбрать «No». Если выбрать «Yes», и выполнить команды, пред-

ложенные программой создать файл с расширением .csv, то все значения будут сохранены в созданном Вами файле, который в дальнейшем можно просмотреть.

8.9.6.9 Убедиться, что связь Т400 с ПК установлена, в ПО «Т400Link» должны измениться состояния окон, с  на .

8.9.6.10 На калибраторе последовательно сформировать и выдать испытательные сигналы согласно таблице 4.

8.9.6.11 После формирования и выдачи испытательного сигнала Т400 выполнит измерение параметров первого испытательного сигнала и в ПО «Т400Link» в соответствующих окнах отобразятся полученные значения. Выполнить пять измерений испытательного сигнала, из измеренных значений выбрать худший вариант и записать его в протокол поверки. Форма протокола поверки приведена в приложении Г, настоящего руководства по эксплуатации.

8.9.6.12 Аналогичным образом сформировать, выдать и выполнить измерение испытательных сигналов со 2- по 11. Результаты измерений испытательных сигналов записать в протокол поверки.

8.9.6.13 Снять параметры испытательных сигналов с калибратора.

8.9.6.14 Т400 подключить к калибратору по 3-х проводной схеме. В ПО «Т400Link» установить: - тип подключения «3-х проводная»→ «запись»→ «чтение».

8.9.6.15 Аналогичным образом сформировать, выдать и выполнить измерения испытательных сигналов с 8-11 для подключения Т400 по 3-х проводной схеме. Параметры испытательных сигналов с 8-11 для подключения Т400 по 3-х проводной сети приведены в таблице 9

характеристики		№ испытательного сигнала			
		8	9	10	11
заданные на калибраторе значения	$I_A, (A)$	1	5	3	6
	$I_B, (A)$	1	5	3	6
	$I_C, (A)$	1	5	3	6
	$U_A, (B)$	57,74	100	220	300,22
	$U_B, (B)$	57,74	100	220	300,22
	$U_C, (B)$	57,74	100	220	300,22
	$\phi I_A, (^{\circ})$	0	0	0	0
	$\phi I_B, (^{\circ})$	0	0	0	0
	$\phi I_C, (^{\circ})$	0	0	0	0
	$\phi U_A, (^{\circ})$	0	0	0	0
	$\phi U_B, (^{\circ})$	-120	-120	-120	-120
	$\phi U_C, (^{\circ})$	120	120	120	120
$f$ для всех, Гц	50	50	50	50	

8.9.6.16 Определить погрешности Т400 при измерении метрологических характеристик.

8.9.6.17 Значения абсолютной погрешности измерения Т400 определить по формуле (1), относительной по формуле (2), а приведенной по формуле (3).

$$\text{Абсолютная} \quad \Delta A = |A_{И} - A_{П}|, \quad (1)$$

где  $A_{П}$  – заданное значение параметра  
 $A_{И}$  – измеренное значение параметра

$$\text{Относительная, \%} \quad \sigma A = 100 \cdot \frac{A_{И} - A_{П}}{A_{П}}, \quad (2)$$

где  $A_{П}$  – заданное значение параметра  
 $A_{И}$  – измеренное значение параметра

$$\text{Приведенная, \%} \quad \gamma A = 100 \cdot \frac{A - A_{П}}{A_{Д}}, \quad (3)$$

где  $A_{П}$  – заданное значение параметра

$A_{и}$  – измеренное значение параметра

$A_{д}$  – диапазон измерения

8.9.6.18 Результаты вычислений всех погрешностей измерения занести в соответствующие таблицы протокола поверки.

8.9.6.19 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерений и погрешности Т400 при измерении метрологических характеристик соответствуют требованиям таблицы 4 для класса А и требованиям таблицы 5 для класса S, если данное требование не выполняется, Т400 бракуют, и он подлежит ремонту.

### **8.9.7 Обработка результатов измерений**

8.9.7.1 Расчет приведенных погрешностей измерения осуществляется по формуле (1), абсолютных погрешностей измерения осуществляется по формуле (2), а погрешность хода часов Т400 по формуле (3).

### **8.10 Оформление результатов поверки**

8.10.1 Результаты поверки оформляются протоколом. Форма протокола поверки Т400 приведена в приложении Д.

8.10.2 По результатам поверки, необходимо в протоколе поверки, приложение Д, сделать запись о результатах поверки – (ДА) соответствует или (НЕ) соответствует поверенный Т400 требованиям ТУ.

8.10.3 При первичной поверке положительный результат отмечается в формуляре Т400 и оформляется свидетельством о поверке установленного образца, а на корпус Т400 наносится оттиск поверительного клейма (наклейка).

8.10.4 При периодической поверке положительный результат оформляется свидетельством о поверке установленного образца, а поверительное клеймо (наклейка) заменяется.

## **9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

9.1 Введенный в эксплуатацию Т400 не требует специального технического обслуживания, кроме периодического осмотра и очистки корпуса и контактных поверхностей от загрязнений.

9.2 Очистку можно производить только при снятых измеряемых сигналах и отключенном питании!

9.3 Для очистки корпуса от загрязнений использовать сухую кисть или ветошь, для очистки контактов – ветошь или вату, смоченную этиловым спиртом.

9.4 Не применяйте для очистки бензин, ацетон и прочие органически активные вещества!

## **10 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ**

10.1 Ремонт Т400 может осуществлять только изготовитель или организации им уполномоченные.

## **11 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.**

11.1 По условиям транспортирования, в части воздействия механических факторов внешней среды, Т400 относится к группе 5 по ГОСТ 22261 и является пригодным для перевозки в хорошо амортизированных видах транспорта (самолетами, судами, железнодорожным транспортом, безрельсовым наземным транспортом). Требования ГОСТ 22261, в данном случае, распространяется на изделие в таре.

11.2 Условия транспортирования, в части воздействия климатических факторов, соответствуют группе 5 по ГОСТ 22261.

## **12 МАРКИРОВКА.**

12.1 На Т400 указаны: наименование, тип, товарный знак предприятия-изготовителя, национальный знак соответствия в системе ГОСТ Р, национальный знак утверждения типа, заво-

дской номер, год выпуска, обозначения входных и выходных цепей, номинальное напряжение, род тока и частота питающей сети.

12.2 На упаковке указано: наименование и тип изделия, заводской номер, товарный знак и наименование предприятия изготовителя, номер технических условий на изделие манипуляционные знаки по ГОСТ 14192.

12.3 Пломбирование Т400 произведено пломбировочной лентой, идентифицирующей вскрытие. **Пломбы не вскрывать!**

### 13 УПАКОВКА

13.1 Упаковка, в части воздействия климатических факторов внешней среды, по ГОСТ 22261, группа 5.

13.2 Упаковка, в части воздействия механических факторов внешней среды, по ГОСТ 22261, группа 5.

13.3 Габаритные размеры тары, не более (220x150x100) мм.

13.4 Масса брутто, не более 1,5 кг.

### 14 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.

14.1 Изготовитель гарантирует соответствие параметров преобразователя измерительно-го многофункционального «ПАРМА Т400», прошедшего приемо-сдаточные испытания и опломбированного клеймом ОТК предприятия-изготовителя, требованиям технических условий ТУ4221-021-31920409-2009 при соблюдении условий эксплуатации, хранения и транспортирования.

14.2 Пломбирование Т400 произведено пломбировочной лентой, идентифицирующей вскрытие. **Пломбы не вскрывать!**

14.3 Гарантийный срок эксплуатации 18 месяцев со дня ввода в эксплуатацию.

14.4 Гарантийный срок хранения 6 месяцев с момента изготовления изделия.

### 15 ПОРЯДОК ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ РЕКЛАМАЦИЙ.

15.1 При предъявлении рекламации необходимо указать тип и дату выпуска Т400, заводской номер, сообщение об ошибке или внешние проявления неисправности.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А ОПИСАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА ПО ПРОТОКОЛУ MODBUS

### А.1 Список функций

А.1 Преобразователь поддерживает сокращённый список функции протокола MODBUS, приведенных, в таблице А.1

Таблица А.1

код	назначение	максимальное количество регистров
03 (0x03)	чтение регистров конфигурации (read holding registers)	2
04 (0x04)	чтение регистров, доступных только для чтения (read input registers)	29
06 (0x06)	запись в регистр конфигурации (write single register)	1
16 (0x10)	запись в регистры конфигурации (write multiple registers)	2

А.2 Адресные пространства регистров конфигурации и регистров, доступных только для чтения разделены и приведены ниже по тексту.

### А.2 Сообщения об ошибках

А.2.1 В Т400 реализованы сообщения об ошибках, сообщения о которых приведены в таблице А.2

Таблица А.2

код	значение	описание причины возникновения
01	недопустимая функция	запрашиваемая функция не поддерживается преобразователем;
02	недопустимый адрес данных	запрос выходит за регламентированное адресное пространство регистров;
03	недопустимое значение данных	запрошенное количество регистров больше допустимого максимума; в запросе пропущены некоторые поля или их значения некорректны или их длина не соответствует протоколу;
04	ошибка выполнения запроса	хотя бы одно из запрошенных значений не известно; хотя бы одно из запрошенных значений выходит за допустимый диапазон (например, вследствие переполнения); попытка запроса измеряемых величин в отсутствие калибровки преобразователя;

### А.3 Регистры доступные только для чтения

А.3.1 Адресное пространство регистров Т400 доступных только для чтения, приведено в таблице А.3

## Приложение А (продолжение)

Таблица А.3

адрес	имя	описание
0x0000	f	частота
0x0001	P	активная мощность трёхфазной системы
0x0002	Q	реактивная мощность трёхфазной системы
0x0003	S	полная мощность трёхфазной системы
0x0004	UAB	действующее значение междуфазного напряжения
0x0005	UBC	действующее значение междуфазного напряжения
0x0006	UCA	действующее значение междуфазного напряжения
0x0007	IA	действующее значение силы тока фазы А
0x0008	IB	действующее значение силы тока фазы В
0x0009	IC	действующее значение силы тока фазы С
0x000A	I0	действующее значение силы тока нулевой последовательности
0x000B	UA	действующее значение напряжения фазы А
0x000C	UB	действующее значение напряжения фазы В
0x000D	UC	действующее значение напряжения фазы С
0x000E	U0	действующее значение напряжения нулевой последовательности
0x000F	PA	активная мощность фазы А
0x0010	PB	активная мощность фазы В
0x0011	PC	активная мощность фазы С
0x0012	QA	реактивная мощность фазы А
0x0013	QB	реактивная мощность фазы В
0x0014	QC	реактивная мощность фазы С
0x0015	SA	полная мощность фазы А
0x0016	SB	полная мощность фазы В
0x0017	SC	полная мощность фазы С
0x0018	-	резерв
0x0019	-	резерв
0x001A	-	резерв
0x001B	TIMELow	младшие 16-бит регистра времени
0x001C	TIMENIGH	старшие 16-бит регистра времени

А.3.2 Формат регистров преобразователя доступных только для чтения, приведен в таблице А.4

Таблица А.4

имя	разрядность, бит	формат	нормирующее значение	масштабный коэффициент	вес младшего бита
f	16	целое без знака	$f_{НОМ}$	$K_ч$	$f_{НОМ} / K_ч$
P	1+15	целое со знаком	$P_{НОМ}$	$K_М$	$P_{НОМ} / K_М$
Q	1+15	целое со знаком	$Q_{НОМ}$	$K_М$	$Q_{НОМ} / K_М$
S	1+15	целое со знаком	$S_{НОМ}$	$K_М$	$S_{НОМ} / K_М$
U <sub>AB</sub>	16	целое без знака	$U_{НОМ}$	$K_{нф}$	$U_{мф.НОМ} / K_{н.мф}$
U <sub>BC</sub>	16	целое без знака	$U_{НОМ}$	$K_{нф}$	$U_{мф.НОМ} / K_{н.мф}$
U <sub>CA</sub>	16	целое без знака	$U_{НОМ}$	$K_{нф}$	$U_{мф.НОМ} / K_{н.мф}$
I <sub>A</sub>	16	целое без знака	$I_{НОМ}$	$K_Т$	$I_{НОМ} / K_Т$
I <sub>B</sub>	16	целое без знака	$I_{НОМ}$	$K_Т$	$I_{НОМ} / K_Т$
I <sub>C</sub>	16	целое без знака	$I_{НОМ}$	$K_Т$	$I_{НОМ} / K_Т$
I <sub>0</sub>	16	целое без знака	$I_{НОМ}$	$K_Т$	$I_{НОМ} / K_Т$
U <sub>A</sub>	16	целое без знака	$U_{ф.НОМ}$	$K_н$	$U_{ф.НОМ} / K_{н.ф}$
U <sub>B</sub>	16	целое без знака	$U_{ф.НОМ}$	$K_н$	$U_{ф.НОМ} / K_{н.ф}$

## Приложение А (продолжение)

Продолжение таблицы А.4

$U_C$	16	целое без знака	$U_{ф.ном}$	$K_H$	$U_{ф.ном} / K_{H.ф}$
$U_0$	16	целое без знака	$U_{ф.ном}$	$K_H$	$U_{ф.ном} / K_{H.ф}$
$P_A$	1+15	целое со знаком	$P_{ф.ном}$	$K_{Mф}$	$P_{ф.ном} / K_{M.ф}$
$P_B$	1+15	целое со знаком	$P_{ф.ном}$	$K_{Mф}$	$P_{ф.ном} / K_{M.ф}$
$P_C$	1+15	целое со знаком	$P_{ф.ном}$	$K_{Mф}$	$P_{ф.ном} / K_{M.ф}$
$Q_A$	1+15	целое со знаком	$Q_{ф.ном}$	$K_{Mф}$	$Q_{ф.ном} / K_{M.ф}$
$Q_B$	1+15	целое со знаком	$Q_{ф.ном}$	$K_{Mф}$	$Q_{ф.ном} / K_{M.ф}$
$Q_C$	1+15	целое со знаком	$Q_{ф.ном}$	$K_{Mф}$	$Q_{ф.ном} / K_{M.ф}$
$S_A$	1+15	целое со знаком	$S_{ф.ном}$	$K_{Mф}$	$S_{ф.ном} / K_{M.ф}$
$S_B$	1+15	целое со знаком	$S_{ф.ном}$	$K_{Mф}$	$S_{ф.ном} / K_{M.ф}$
$S_C$	1+15	целое со знаком	$S_{ф.ном}$	$K_{Mф}$	$S_{ф.ном} / K_{M.ф}$
$TIME_{LOW}$	16	целое без знака	-	-	1 с
$TIME_{HIGH}$	16	целое без знака	-	-	$2^{16}$ с

А.3.3 Для преобразования значения целочисленного регистра в физическую величину достаточно до множить это значение, на соответствующий вес младшего бита.

А.3.3.4 Номинальные значения входных сигналов и значения масштабных коэффициентов соответствуют значениям, указанным в таблице А.5

Таблица А.5

номинальная величина	значение номинальной величины	единицы измерения	масштабный коэффициент	значение масштабного коэффициента
$f_{ном}$	50	Гц	$K_ч$	50000
$P_{ном}$	3300	Вт	$K_M$	16500
$Q_{ном}$	3300	вар	$K_M$	16500
$S_{ном}$	3300	ВА	$K_M$	16500
$U_{Mф.ном}$	380	В	$K_{H.мф}$	19000
$I_{ном}$	5	А	$K_T$	25000
$U_{ф.ном}$	220	В	$K_{H.ф}$	22000
$P_{ф.ном}$	1100	Вт	$K_{M.ф}$	11000
$Q_{ф.ном}$	1100	вар	$K_{M.ф}$	11000
$S_{ф.ном}$	1100	ВА	$K_{M.ф}$	11000

## А.4 Регистры конфигурации

А.4.1 Адресное пространство регистров конфигурации преобразователя, приведены в таблице А.6

Таблица А.6

адрес	имя	Описание
0x001B	$TIME_{LOW}$	младшие 16-бит регистра времени
0x001C	$TIME_{HIGH}$	старшие 16-бит регистра времени

А.4.2 Формат регистров конфигурации преобразователя приведен в таблице А.7

Таблица А.7

имя	Разрядность, бит	Формат	вес младшего бита
$TIME_{LOW}$	16	целое без знака	1 с
$TIME_{HIGH}$	16	целое без знака	$2^{16}$ с

## Приложение А (продолжение)

### А.5 Регистр времени

А.5.1 Регистр времени TIME является составным. Доступ к нему осуществляется посредством двух отдельных регистров TIME<sub>LOW</sub> и TIME<sub>HIGH</sub>.

А.5.2 Время в преобразователе представлено как 32-битное целое (регистр TIME) число секунд прошедшее с момента «00:00:00 01.01.2000».

А.5.3 Запись в составной регистр времени TIME буферизуется. При записи в регистр TIME<sub>LOW</sub> записываемое значение сохраняется в промежуточном буфере. При записи в регистр TIME<sub>HIGH</sub> встроенные часы обновляются согласно записанному в регистр TIME количеству секунд.

А.5.4 Чтение составного регистра TIME не буферизуется. Поэтому чтение регистров TIME<sub>LOW</sub> и TIME<sub>HIGH</sub> необходимо осуществлять в рамках одного запроса. Если значения этих регистров прочитаны при помощи двух отдельных последовательных запросов, то полученное составное значение регистра времени TIME может быть некорректно.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б ОПИСАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА ПО ПРОТОКОЛУ МЭК 60870-5-101 РЕАЛИЗОВАННОГО В Т400**

(обязательное)

Настоящий документ описывает особенности реализации протокола МЭК 60870-5-101 в Т400. Описание рассчитано на читателя знакомого с этим протоколом. Протокол реализован в соответствии с редакцией стандарта ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006.

**Б.1 СИСТЕМА ИЛИ УСТРОЙСТВО**

- Определение системы
- Определение контролирующей станции (первичный Master)
- Определение контролируемой станции (вторичный Slave)

**Б.2 КОНФИГУРАЦИЯ СЕТИ**

- Точка-точка
- Радиальная точка-точка
- Магистральная
- Многоточечная радиальная

**Б.3 ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ**

- 2400 бит/с
- 4800 бит/с
- 9600 бит/с
- 19200 бит/с
- 38400 бит/с
- 56000 бит/с
- 64000 бит/с

**Б.4 КАНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ****Б.4.1 Передача по каналу**

- Балансная передача
- Небалансная передача

**Б.4.2 Адресное поле канального уровня**

- Отсутствует
- Один байт
- Два байта
- Структурированное
- Неструктурированное

## Приложение Б (продолжение)

(обязательное)

**Б.4.3 Длина кадра**

261 — Максимальная длина L (в направлении управления)

261 — Максимальная длина L (в направлении контроля)

Время в течение которого разрешаются повторения (T<sub>гр</sub>) не ограничивается.

– Стандартное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется следующим образом:

Идентификатор типа	Причина передачи
13	<1>
103	<6>, <7>

– Специальное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется следующим образом:

Идентификатор типа	Причина передачи
103	<45>, <46>

**Б.5 ПРИКЛАДНОЙ УРОВЕНЬ****Б.5.1 Режим передачи прикладных данных**

В стандарте ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 используется только режим 1 (младший байт передается первым).

**Б.5.1.1 Общий адрес ASDU**

– Один байт

– Два байта

**Б.5.1.2 Адрес объекта информации**

– Один байт

– Два байта

– Три байта

– Структурированный

– Неструктурированный

**Б.5.1.3 Причина передачи**

– Один байт

– Два байта (адрес источника не используется и устанавливается в 0)

## Приложение Б (продолжение)

(обязательное)

**Б.5.1.4 Выбор стандартных ASDU****Б.5.1.4.1 Информация о процессе в направлении контроля**

<input type="checkbox"/> <1> :=	одноэлементная информация	M_SP_NA_1
<input type="checkbox"/> <2> :=	одноэлементная информация с меткой времени	M_SP_TA_1
<input type="checkbox"/> <3> :=	двухэлементная информация	M_DP_NA_1
<input type="checkbox"/> <4> :=	двухэлементная информация с меткой времени	M_DP_TA_1
<input type="checkbox"/> <5> :=	информация о положении отпаек	M_ST_NA_1
<input type="checkbox"/> <6> :=	информация о положении отпаек с меткой времени	M_ST_TA_1
<input type="checkbox"/> <7> :=	строка из 32 бит	M_BO_NA_1
<input type="checkbox"/> <8> :=	строка из 32 бит с меткой времени	M_BO_TA_1
<input type="checkbox"/> <9> :=	значение измеряемой величины, нормализованное	M_ME_NA_1
<input type="checkbox"/> <10> :=	значение измеряемой величины, нормализованное с меткой времени	M_ME_TA_1
<input type="checkbox"/> <11> :=	значение измеряемой величины, масштабированное	M_ME_NB_1
<input type="checkbox"/> <12> :=	значение измеряемой величины, масштабированное с меткой времени	M_ME_TB_1
<input checked="" type="checkbox"/> <13> :=	значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой	M_ME_NC_1
<input type="checkbox"/> <14> :=	значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени	M_ME_TC_1
<input type="checkbox"/> <15> :=	интегральная сумма	M_IT_NA_1
<input type="checkbox"/> <16> :=	интегральная сумма с меткой времени	M_IT_TA_1
<input type="checkbox"/> <17> :=	информация о работе релейной защиты с меткой времени	M_EP_TA_1
<input type="checkbox"/> <18> :=	упакованная информация о срабатывании пусковых органов защиты с меткой времени	M_EP_TB_1
<input type="checkbox"/> <19> :=	упакованная информация о срабатывании выходных цепей защиты с меткой времени	M_EP_TC_1
<input type="checkbox"/> <20> :=	упакованная одноэлементная информация с указателем изменения состояния	M_PS_NA_1
<input type="checkbox"/> <21> :=	значение измеряемой величины, нормализованное без описателя качества	M_ME_ND_1
<input type="checkbox"/> <30> :=	одноэлементная информация с меткой времени CP56Время2а	M_SP_TB_1

<input type="checkbox"/> <31> :=	двухэлементная информация с меткой времени CP56Время2a	M_DP_TB_1
<input type="checkbox"/> <32> :=	информация о положении отпаек с меткой времени CP56Время2a	M_ST_TB_1
<input type="checkbox"/> <33> :=	строка из 32 бит с меткой времени CP56Время2a	M_BO_TB_1
<input type="checkbox"/> <34> :=	значение измеряемой величины, нормализованное с меткой времени CP56Время2a	M_ME_TD_1
<input type="checkbox"/> <35> :=	значение измеряемой величины, масштабированное с меткой времени CP56Время2a	M_ME_TE_1
<input type="checkbox"/> <36> :=	значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени CP56Время2a	M_ME_TF_1
<input type="checkbox"/> <37> :=	интегральная сумма с меткой времени CP56Время2a	M_IT_TB_1
<input type="checkbox"/> <38> :=	информация о работе релейной защиты с меткой времени CP56Время2a	M_EP_TD_1
<input type="checkbox"/> <39> :=	упакованная информация о срабатывании пусковых органов защиты с меткой времени CP56Время2a	M_EP_TE_1
<input type="checkbox"/> <40> :=	упакованная информация о срабатывании выходных цепей защиты с меткой времени CP56Время2a	M_EP_TF_1

#### **Б.5.1.4.2 Информация о процессе в направлении управления**

<input type="checkbox"/> <45> :=	однопозиционная команда	C_SC_NA_1
<input type="checkbox"/> <46> :=	двухпозиционная команда	C_DC_NA_1
<input type="checkbox"/> <47> :=	команда пошагового регулирования	C_RC_NA_1
<input type="checkbox"/> <48> :=	команда уставки, нормализованное значение	C_SE_NA_1
<input type="checkbox"/> <49> :=	команда уставки, масштабированное значение	C_SE_NB_1
<input type="checkbox"/> <50> :=	команда уставки, короткий формат с плавающей запятой	C_SE_NC_1
<input type="checkbox"/> <51> :=	строка из 32 бит	C_BO_NA_1

#### **Б.5.1.4.3 Информация о системе в направлении контроля**

<input type="checkbox"/> <70> :=	конец инициализации	M_EI_NA_1
----------------------------------	---------------------	-----------

#### **Б.5.1.4.4 Информация о системе в направлении управления**

<input type="checkbox"/> <100> :=	команда опроса	C_IC_NA_1
<input type="checkbox"/> <101> :=	команда опроса счётчиков	C_CI_NA_1
<input type="checkbox"/> <102> :=	команда чтения	C_RD_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/> <103> :=	команда синхронизации часов	C_CS_NA_1
<input type="checkbox"/> <104> :=	команда тестирования	C_TS_NA_1
<input type="checkbox"/> <105> :=	команда сброса процесса в исходное состояние	C_RP_NA_1
<input type="checkbox"/> <106> :=	команда определения запаздывания	C_CD_NA_1

## Приложение Б (продолжение)

(обязательное)

**Б.5.1.4.5 Передача параметра в направлении управления**

- |  |           |
|--|-----------|
| <input type="checkbox"/> <110> := параметр измеряемой величины,<br>нормализованное значение            | P_ME_NA_1 |
| <input type="checkbox"/> <111> := параметр измеряемой величины,<br>масштабированное значение           | P_ME_NB_1 |
| <input type="checkbox"/> <112> := параметр измеряемой величины,<br>короткий формат с плавающей запятой | P_ME_NC_1 |
| <input type="checkbox"/> <113> := параметр активации   | P_AC_NA_1 |

**Б.5.1.4.6 Пересылка файла**

- |   |           |
|---|-----------|
| <input type="checkbox"/> <120> := файл готов  | F_FR_NA_1 |
| <input type="checkbox"/> <121> := секция готова   | F_SR_NA_1 |
| <input type="checkbox"/> <122> := вызов директории, выбор файла, вызов файла,<br>вызов секции | F_SC_NA_1 |
| <input type="checkbox"/> <123> := последняя секция, последний сегмент                         | F_LS_NA_1 |
| <input type="checkbox"/> <124> := подтверждение приёма файла,<br>подтверждение приёма секции  | F_AF_NA_1 |
| <input type="checkbox"/> <125> := сегмент   | F_SG_NA_1 |
| <input type="checkbox"/> <126> := директория  | F_DR_TA_1 |

Приложение Б (продолжение)

Б.5.1.4.7 Назначение идентификатора типа и причины передачи

идентификатор типа		причина передачи															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20-36	37-41	44-47
<1>	M_SP_NA_1																
<2>	M_SP_TA_1																
<3>	M_DP_NA_1																
<4>	M_DP_TA_1																
<5>	M_ST_NA_1																
<6>	M_ST_TA_1																
<7>	M_BO_NA_1																
<8>	M_BO_TA_1																
<9>	M_ME_NA_1																
<10>	M_ME_TA_1																
<11>	M_ME_NB_1																
<12>	M_ME_TB_1																
<13>	M_ME_NC_1	X															
<14>	M_ME_TC_1																
<15>	M_IT_NA_1																
<16>	M_IT_TA_1																
<17>	M_EP_TA_1																
<18>	M_EP_TB_1																
<19>	M_EP_TC_1																
<20>	M_PS_NA_1																
<21>	M_ME_ND_1																
<30>	M_SP_TB_1																
<31>	M_DP_TB_1																
<32>	M_ST_TB_1																
<33>	M_BO_TB_1																
<34>	M_ME_TD_1																
<35>	M_ME_TE_1																
<36>	M_ME_TF_1																
<37>	M_IT_TB_1																
<38>	M_EP_TD_1																
<39>	M_EP_TE_1																
<40>	M_EP_TF_1																
<45>	C_SC_NA_1																
<46>	C_DC_NA_1																
<47>	C_RC_NA_1																
<48>	C_SE_NA_1																
<49>	C_SE_NB_1																
<50>	C_SE_NC_1																
<51>	C_BO_NA_1																
<70>	M_EI_NA_1																

Приложение Б (продолжение)  
(Обязательное)

идентификатор типа		причина передачи															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20-36	37-41	44-47
<100>	C_IC_NA_1																
<101>	C_CI_NA_1																
<102>	C_RD_NA_1																
<103>	C_CS_NA_1						X	X									X
<104>	C_TS_NA_1																
<105>	C_RP_NA_1																
<106>	C_CD_NA_1																
<110>	P_ME_NA_1																
<111>	P_ME_NB_1																
<112>	P_ME_NC_1																
<113>	P_AC_NA_1																
<120>	F_FR_NA_1																
<121>	F_SR_NA_1																
<122>	F_SC_NA_1																
<123>	F_LS_NA_1																
<124>	F_AF_NA_1																
<125>	F_SG_NA_1																
<126>	F_DR_TA_1																

# ПРИЛОЖЕНИЕ В ФОРМА ЗАПИСИ ИЗМЕРЕННЫХ ДАННЫХ В ФОРМАТЕ .CSV

(Справочное)

Microsoft Excel - 002\_ж.xls

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Введите вопрос

72%

Arial Cyr 10 Ж К Ч

04.05.2009 14:10:34

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1	Time	Ua	Ub	Uc	Uo	Ia	Ib	Ic	Io	Uab	Ubc	Uca	Pa	Pb	Pc	P	Qa	Qb	Qc	Q	Sa	Sb	Sc	S	f							
3	04.05.2009 14:10	299.9	300.02	299.81	299.91	0.0102	0.01	0.0092	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.3	-0.02.2	-2.707.2	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
4	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.81	299.91	0.0102	0.01	0.0094	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
5	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.81	299.91	0.0102	0.01	0.0094	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
6	04.05.2009 14:10	299.9	300.01	299.81	299.91	0.0102	0.01	0.0092	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.3	-0.02.2	-2.707.2	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
7	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.81	299.9	0.0102	0.01	0.0092	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
8	04.05.2009 14:10	299.9	300.01	299.81	299.9	0.0102	0.01	0.0092	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.3	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
9	04.05.2009 14:10	299.9	300.01	299.81	299.9	0.0102	0.01	0.0092	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
10	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.81	299.9	0.0102	0.01	0.0092	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.3	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
11	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.81	299.9	0.0102	0.01	0.0092	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
12	04.05.2009 14:10	299.9	300.02	299.81	299.91	0.0102	0.01	0.0092	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.3	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
13	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.8	299.9	0.0102	0.0102	0.0094	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
14	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.8	299.9	0.0102	0.0102	0.0094	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
15	04.05.2009 14:10	299.9	300.02	299.81	299.91	0.0102	0.0102	0.0094	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.3	-0.02.2	-2.707.2	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.5	1803.1	1801.7	5407.4	-06.999							
16	04.05.2009 14:10	299.9	300.01	299.81	299.91	0.0102	0.0102	0.0094	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.3	-0.02.2	-2.707.2	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.5	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
17	04.05.2009 14:10	299.9	300.02	299.81	299.91	0.0102	0.0102	0.0094	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.3	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
18	04.05.2009 14:10	299.9	300.02	299.81	299.91	0.0102	0.0102	0.0094	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.3	-0.02.2	-2.707.2	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
19	04.05.2009 14:10	299.89	300.03	299.82	299.92	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.4	-0.02.3	-2.707.4	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.5	1803.2	1801.8	5407.4	-06.999							
20	04.05.2009 14:10	299.89	300.02	299.82	299.92	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.4	-0.02.3	-2.707.4	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.5	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
21	04.05.2009 14:10	299.89	300.03	299.83	299.93	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.7	-0.02.4	-0.02.3	-2.707.6	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.5	1803.2	1801.7	5407.4	-06.999							
22	04.05.2009 14:10	299.89	300.03	299.83	299.93	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.7	-0.02.4	-0.02.3	-2.707.6	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.5	1803.2	1801.7	5407.4	-06.999							
23	04.05.2009 14:10	299.89	300.03	299.83	299.93	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.7	-0.02.4	-0.02.3	-2.707.6	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.5	1803.2	1801.8	5407.4	-06.999							
24	04.05.2009 14:10	299.89	300.03	299.83	299.93	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.4	-0.02.3	-2.707.4	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.5	1803.2	1801.6	5407.4	-06.999							
25	04.05.2009 14:10	299.89	300.02	299.82	299.92	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.3	-0.02.3	-2.707.4	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.5	1803.2	1801.6	5407.2	-06.999							
26	04.05.2009 14:10	299.89	300.03	299.82	299.92	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.3	-0.02.2	-2.707.2	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.6	1802.5	1803.2	1801.6	5407.2	-06.999							
27	04.05.2009 14:10	299.89	300.03	299.82	299.92	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.4	-0.02.2	-2.707.6	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.5	1803.2	1801.6	5407.2	-06.999							
28	04.05.2009 14:10	299.9	300.02	299.81	299.91	0.0102	0.0102	0.0094	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.4	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.6	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
29	04.05.2009 14:10	299.9	300.02	299.81	299.91	0.0102	0.0102	0.0094	0.0098	0.12	0.2	0.1	-0.02.4	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.6	1802.4	1803.1	1801.6	5407.2	-06.999							
30	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.8	299.9	0.0102	0.0102	0.0094	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.4	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
31	04.05.2009 14:10	299.88	300	299.8	299.89	0.0106	0.0104	0.0096	0.0102	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.3	-0.02.2	-2.707.2	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
32	04.05.2009 14:10	299.88	300	299.8	299.89	0.0106	0.0104	0.0096	0.0102	0.12	0.2	0.1	-0.02.6	-0.02.3	-0.02.2	-2.707.2	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
33	04.05.2009 14:10	299.88	300	299.8	299.89	0.0102	0.0102	0.0094	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.1	-2.707	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803	1801.6	5407	-06.999							
34	04.05.2009 14:10	299.88	299.99	299.79	299.88	0.0104	0.0104	0.0096	0.0102	0.12	0.2	0.1	-0.02.4	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803	1801.6	5407	-06.999							
35	04.05.2009 14:10	299.88	299.99	299.79	299.88	0.0104	0.0104	0.0096	0.0102	0.12	0.2	0.1	-0.02.4	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803	1801.6	5407	-06.999							
36	04.05.2009 14:10	299.88	300	299.79	299.89	0.0102	0.0102	0.0094	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.4	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.3	1803	1801.6	5407	-06.999							
37	04.05.2009 14:10	299.88	300	299.79	299.89	0.0102	0.0102	0.0094	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
38	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.8	299.9	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
39	04.05.2009 14:10	299.9	300.02	299.81	299.91	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.5	-0.02.2	-0.02.2	-2.707	-1.560	-1.560.9	-1.559.3	-0.680.4	1802.4	1803.1	1801.6	5407	-06.999							
40	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.81	299.9	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.4	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.3	1803.1	1801.5	5407	-06.999							
41	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.81	299.9	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.4	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.3	1803.1	1801.5	5407	-06.999							
42	04.05.2009 14:10	299.9	300.02	299.81	299.91	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.4	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.560	-1.561	-1.559.3	-0.680.4	1802.3	1803.1	1801.5	5407	-06.999							
43	04.05.2009 14:10	299.89	300.01	299.8	299.9	0.0102	0.0102	0.0096	0.01	0.12	0.2	0.1	-0.02.4	-0.02.2	-0.02.1	-2.706.8	-1.56															

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ЦЕПИ РЕАЛИЗОВАННЫЕ В T400

(справочное)

Таблица В.1 Четырехпроводная цепь

Наименование параметра	Обозначение	Формула
Действующее значение фазного напряжения	$U_a, U_b, U_c$	$U_\phi = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} U_{\phi i}^2}, B$
Действующее значение междуфазного напряжения	$U_{ab,}$	$U_{ab} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (U_{ai} - U_{bi})^2}, B$
	$U_{bc,}$	$U_{bc} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (U_{bi} - U_{ci})^2}, B$
	$U_{ca}$	$U_{ca} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (U_{ci} - U_{ai})^2}, B$
Действующее значение напряжения нулевой последовательности	$U_0$	$U_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (U_{ai} + U_{bi} + U_{ci})^2}, B$
Действующее значение силы переменного тока	$I_a, I_b, I_c$	$I_\phi = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{\phi i}^2}, A$
Действующее значение тока нулевой последовательности	$I_0$	$I_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (I_{ai} + I_{bi} + I_{ci})^2}, A$
Активная мощность фазная	$P_a, P_b, P_c,$	$P_\phi = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} U_{\perp \phi i} \cdot I_{\phi i}$
Активная мощность трехфазной цепи	$P$	$P = P_a + P_b + P_c$
Реактивная мощность фазная	$Q_a, Q_b, Q_c,$	$Q_\phi = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} U_{\perp \phi i} \cdot I_{\phi i}$
Реактивная мощность трехфазной цепи	$Q$	$Q = Q_a + Q_b + Q_c$
Полная мощность фазная	$S_a, S_b, S_c,$	$S_\phi = U_\phi \cdot I_\phi$
Полная мощность трехфазной цепи		$S_\phi = \sqrt{P^2 + Q^2}$
<p>Примечания</p> <p>1 В формулах применены обозначения:  <math>U_{ai} U_{bi} U_{ci}</math> - выборки мгновенных значений фазных напряжений;  <math>I_{ai} I_{bi} I_{ci}</math> - выборки мгновенных значений фазовых токов;  <math>U_{\phi i}</math> и <math>I_{\phi i}</math>, - выборки мгновенных значений соответствующих фазных напряжений <math>U_a, U_b, U_c</math> и фазовых токов <math>I_a, I_b, I_c</math>;  <math>U_{\perp \phi i} I_{\phi i}</math> - выборки мгновенных значений фазных напряжений и токов, прошедших преобразование Гильберта;</p> <p>N - количество выборок за время <math>\approx 0,1667</math> с.</p> <p>2 В формулах для расчета фазных параметров вместо обозначения индекса фазы А,В,С применяется обобщенный индекс «Ф».</p>		

## Приложение Г (продолжение)

Таблица В2 трехпроводная цепь

Наименование параметра	Обозначение	Формула
Действующее значение между-фазного напряжения	$U_{ab,}$	$U_{ab} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (U_{ai} - U_{bi})^2}, \hat{A}$
	$U_{bc.}$	$U_{bc} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (U_{bi} - U_{ci})^2}, \hat{A}$
	$U_{ca}$	$U_{ca} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (U_{ci} - U_{ai})^2}, \hat{A}$
Действующее значение силы переменного тока	$I_{a,}$	$I_a = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{ai}^2}, \hat{A}$
	$I_b.$	$I_b = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{bi}^2}, \hat{A}$
	$I_c$	$I_c = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{ci}^2}, \hat{A}$
Активная мощность трехфазной цепи	$P$	$P = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} [(u_{ai} - u_{bi}) \cdot i_{ai} + (u_{ci} - u_{bi}) \cdot i_{ci}]$
Реактивная мощность трехфазной цепи	$Q$	$Q = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} [(u_{\perp ai} - u_{\perp bi}) \cdot i_{ai} + (u_{\perp ci} - u_{\perp bi}) \cdot i_{ci}]$
Полная мощность трехфазной цепи		$S_{\hat{O}} = \sqrt{P^2 + Q^2}$
<p>Примечания</p> <p>1 В формулах применены обозначения:  <math>U_{ai} U_{bi} U_{ci}</math> - выборки мгновенных значений фазных напряжений;  <math>I_{ai} I_{bi} I_{ci}</math> - выборки мгновенных значений фазовых токов;  <math>U_{\phi i}</math> и <math>I_{\phi i}</math>, - выборки мгновенных значений соответствующих фазных напряжений <math>U_a, U_b, U_c</math> и фазовых токов <math>I_a, I_b, I_c</math>;  <math>U_{\perp \phi i} I_{\phi i}</math> - выборки мгновенных значений фазных напряжений и токов, прошедших преобразование Гильберта;</p> <p><math>N</math> - количество выборок за время <math>\approx 0,1667</math> с.</p> <p>2 В формулах для расчета фазных параметров вместо обозначения индекса фазы А,В,С применяется обобщенный индекс «Ф».</p>		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ Т400

(Обязательное)

### ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКИ

№ \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

**Преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400»**

Заводской . №			
Принадлежит			
<b>Средства поверки</b>			
№ п.п.	Наименование	Зав. №	Дата поверки
1			
2			
3			

**Условия поверки:** Т – \_\_\_\_\_ °С; Атмосферное давление: - \_\_\_\_\_ кПа; влажность \_\_\_\_\_ %

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1. Внешний осмотр: ( \_\_\_\_\_ ) *соответствует требованиям ТУ.*
2. Результаты проверки электрического сопротивления и испытания электрической прочности изоляции Т400 приведены в таб.1-2, а результаты проверки параметров входных электрических цепей Т400 приведены в таблице 3 и 4

Таблица 1 Измерение сопротивления изоляции Т400

Измерение	Нормируемое сопротивление МОм	Измеренное входное сопротивление МОм
Между контактами К0 и объединенными контактами К1, К2, К3, К4, К5 и К6	Не менее 2.0	
Между контактами К0 и К1	Не менее 2,0	
Между контактом К1 и объединенными контактами К2, К3, К4, К5 и К6	Не менее 2.0	
Между контактам К2 и объединенными вместе контактами К3, К4, К5 и К6;	Не менее 2.0	
Между контактом К3 и объединенными контактами К1, К2, К3, К4, К5 и К6	Не менее 2.0	
Между контактом К4 и объединенными контактами К1, К2, К3, К5, и К6	Не менее 2.0	
Между контактом К5 и объединенными контактами К1, К2, К3, К4, и К6	Не менее 2.0	
Между контактом К6 и объединенными контактами К1, К2, К3, К4, и К5	Не менее 2.0	

Вывод: ( \_\_\_\_\_ ) соответствует требованиям ТУ.

Таблица 2 Испытание электрической прочности изоляции Т400

измерение	Напряжение испытательное, кВ	Время воздействия	Результаты испытания
Между контактами К0 и объединенными контактами К1, К2, К3, К4	2,542	1 минута	
Между контактами К0 и К1	2,2	1 минута	
Между контактом К1 и объединенными контактами К2, К3, К4, К5 и К6	2,2	1 минута	
Между контактам К2 и объединенными вместе контактами К3, К4, К5 и К6;	2,2	1 минута	
Между контактом К3 и объединенными контактами К1, К2, К3, К4, К5 и К6	2,2	1 минута	
Между контактом К4 и объединенными контактами К1, К2, К3, К5, и К6	2,2	1 минута	
Между контактом К5 и объединенными контактами К1, К2, К3, К4, и К6	2,2	1 минута	
Между контактом К6 и объединенными контактами К1, К2, К3, К4, и К5	2,2	1 минута	

Вывод: ( \_\_\_\_\_ ) соответствует требованиям ТУ.

Таблица 3 Проверка параметров входных электрических цепей каналов напряжения

Измерение	Нормируемое входное сопротивление, кОм	Измеренное входное сопротивление, кОм
Между клеммами «U <sub>A</sub> » и «N»	Не менее 300	
Между клеммами «U <sub>B</sub> » и «N»	Не менее 300	
Между клеммами «U <sub>C</sub> » и «N»	Не менее 300	

Вывод: ( \_\_\_\_\_ ) соответствует требованиям ТУ;

Таблица 4 Проверка параметров входных электрических цепей каналов тока

Измерение	Нормируемое входное сопротивление, МОм	Измеренное входное сопротивление, МОм
Между клеммами «1» и «2» входа «I <sub>A</sub> »	Не более 25	
Между клеммами «1» и «2» входа «I <sub>B</sub> »	Не более 25	
Между клеммами «1» и «2» входа «I <sub>C</sub> »	Не более 25	

Вывод: ( ) соответствует требованиям ТУ;

3. Опробование: ( ) соответствует требованиям ТУ;

4. Проверка нормируемых метрологических характеристик Т400 приведены в таблицах 4.1 – 4.9:

Таблица 4.1 Определение погрешности Т400 при измерении действующего значения напряжения переменного тока

№ испытательного сигнала	Заданное значение U, В	измеренное значение напряжение, В			погрешности измерения			Пределы допускаемой основной погрешности измерения,
		фаза А	фаза В	фаза С	фаза А	фаза В	фаза С	
1	10,000							
8	57,735							
3	100,00							
4	220,000							
5	300,000							

Вывод ( ) соответствует требованиям ТУ

Таблица 4.2 Определение погрешности Т400 при измерении междуфазного напряжения переменного тока

№ испытательного сигнала	Заданное значение U, В,		измеренное значение напряжения, В			Погрешности измерения,			Пределы допускаемой основной погрешности измерения,
	все фазы	Заданное значение U <sub>мф</sub> , В	фаза А	фаза В	фаза С	фаза А	фаза В	фаза С	
7	10,000	17,321							
8	57,735	100,000							
9	89,020	154,000							
10	220,000	381,05							
11	300,220	520,00							

Вывод ( ) соответствует требованиям ТУ

Таблица 4.3 Определение погрешностей Т400 при измерении напряжения нулевой последовательности

№ испытательного сигнала	Заданное значение U <sub>0</sub> , В,	Измеренное значение, U <sub>0</sub> , В	Погрешность измерения,	Пределы допускаемой основной погрешности измерения,
7	0			
3	100			
4	220			
5	300			

Вывод ( ) соответствует требованиям ТУ

Таблица 4.4 Определение погрешности Т400 при измерении действующего значения силы переменного тока

№ испытательного сигнала	Значение заданное на калибраторе, А	измеренное значение тока, А			Погрешности измерения,			Пределы допускаемой основной погрешности измерения,
		фаза А	фаза В	фаза С	фаза А	фаза В	фаза С	
1	0,5							
8	1,0							
10	3,0							
3	5,0							
6	6,0							

Вывод ( ) соответствует требованиям ТУ

Таблица 4.5 Определение погрешностей Т400 при измерении тока нулевой последовательности

№ испытательного сигнала	Заданное значение I <sub>0</sub> , А,	Измеренное значение, I <sub>0</sub> , А	Погрешности измерения	Пределы допускаемой основной погрешности измерения,
7	0			
10	3			
9	5			
11	6			

Вывод ( ) соответствует требованиям ТУ

Таблица 4.6 Определение погрешности Т400 при измерении активной мощности

№ испытательного сигнала	Заданное значение активной фазной мощности, Вт	Заданное значение активной 3-фазной мощности, Вт	Измеренные значения активной мощности, Вт				Погрешности измерения активной мощности,				Пределы допускаемой основной погрешности измерения активной мощности,		
			фаза А	фаза В	фаза С	3 фазы	фаза А	фаза В	фаза С	3 фазы	Фазной	3-фазной,	
1	5,0	15,0											
3	250,0	750,0											
4	500,0	1500,0											
5	1800,00	5400,0											

Вывод ( ) соответствует требованиям ТУ

Таблица 4.7 Определение погрешности Т400 при измерении реактивной мощности

№ испытательного сигнала	Заданное значение реактивной фазной мощности, вар	Заданное значение реактивной 3-фазной мощности, вар	Измеренные значения реактивной мощности, вар				Погрешности измерения реактивной мощности,				Пределы допускаемой основной погрешности измерения реактивной мощности,		
			фаза А	фаза В	фаза С	3 фазы	фаза А	фаза В	фаза С	3 фазы	Фазной	3-фазной	
2	5,0	15,0											
3	433,0	1299,0											
4	500,0	1500,0											
6	1800,00	5400,0											

Вывод ( ) соответствует требованиям ТУ

Таблица 4.8 Определение погрешности Т400 при измерении полной мощности

№ испытательного сигнала	Заданное значение полной фазной мощности, В*А	Заданное значение полной 3-фазной мощности, В*А	Измеренные значения полной мощности, В*А				Погрешности измерения полной мощности,				Пределы допускаемой основной погрешности измерения полной мощности,		
			фаза А	фаза В	фаза С	3 фазы	фаза А	фаза В	фаза С	3 фазы	Фазной	3-фазной	
1	5	15,0											
3	500,0	1500,0											
4	707,1	2121,2											
5	1800,0	5400,0											

Вывод ( ) соответствует требованиям ТУ

Таблица 4.9 Определение погрешности Т400 при измерении частоты переменного тока

№ испытательного сигнала	заданное на ГС8.033 значение f, Гц	измеренное Т400 значение f, Гц	абсолютные погрешности измерения, Гц	Пределы абсолютной погрешности измерения, Гц
1	45,0			
2	47,0			
5	50,0			
3	52,0			
4	55,0			

Вывод ( ) соответствует требованиям ТУ

Заключение – преобразователь измерительный многофункциональный «ПАРМА Т400» зав. № \_\_\_\_\_ ( ) соответствует требованиям ТУ 4221-021-31920409-2009 по классу \_\_\_\_\_.

Поверку произвел: \_\_\_\_\_