

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СВЕЙ»

Код ОКП 42 2180

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «СВЕЙ»

\_\_\_\_\_ А.М.Шуман

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2009 г.

МП

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЦИФРОВЫЕ  
**СПЦ**

Руководство по эксплуатации

РЭ 4221 – 002 – 12325925 - 2009



Разработчик

Зам. главного инженера ООО «СВЕЙ»

\_\_\_\_\_ М.Н.Черепанов

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_ В.И.Калинин

ЕКАТЕРИНБУРГ, 2009

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА СПЦ.....</b>	<b>5</b>
1.1 Назначение и область применения .....	5
1.2 Варианты изготовления.....	5
1.3 Технические характеристики.....	6
<b>2 СОСТАВ СПЦ.....</b>	<b>13</b>
<b>3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СПЦ.....</b>	<b>14</b>
<b>4 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ.....</b>	<b>17</b>
<b>5 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.....</b>	<b>18</b>
<b>6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....</b>	<b>18</b>
<b>7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ.....</b>	<b>18</b>
<b>8 ПОВЕРКА.....</b>	<b>21</b>
<b>9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....</b>	<b>21</b>
<b>10 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ.....</b>	<b>21</b>
<b>11 ХРАНЕНИЕ.....</b>	<b>21</b>
<b>12 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....</b>	<b>21</b>
<b>13 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.....</b>	<b>22</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ.....</b>	<b>23</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б. СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ.....</b>	<b>24</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ.....</b>	<b>26</b>

<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА МЭК 60870-5-101.....</b>	<b>31</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>31</b>
<b>1. ФОРМАТЫ ПАКЕТОВ.....</b>	<b>31</b>
1.1 <i>Пакет с фиксированной длиной.....</i>	<i>31</i>
1.2 <i>Пакет с переменной длиной.....</i>	<i>31</i>
1.3 <i>Описание полей пакетов.....</i>	<i>32</i>
1.3.1 <i>Поле длины (L).....</i>	<i>32</i>
1.3.2 <i>Байт управления (Control).....</i>	<i>32</i>
1.3.3 <i>Addr — адрес станции.....</i>	<i>33</i>
1.3.4 <i>Идентификатор типа.....</i>	<i>33</i>
1.3.5 <i>Классификатор переменной структуры.....</i>	<i>34</i>
<b>2. ФОРМУЛЯР СОГЛАШЕНИЙ ПО СОВМЕСТИМОСТИ.....</b>	<b>34</b>
<b>3. АДРЕСАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ.....</b>	<b>35</b>
3.1 <i>Телеизмерения.....</i>	<i>35</i>
3.2 <i>Токовые выходы.....</i>	<i>37</i>
3.3 <i>Дискретные сигналы.....</i>	<i>37</i>
3.4 <i>Адресация параметров конфигурации и служебных параметров.....</i>	<i>37</i>
3.5 <i>Форматы представления параметров.....</i>	<i>39</i>
3.5.1 <i>Формат описателя качества QDS.....</i>	<i>40</i>
3.5.2 <i>Формат одноэлементной информации с описателем качества SIQ.....</i>	<i>41</i>
3.5.3 <i>Формат представления времени CP56Время2a.....</i>	<i>41</i>
3.5.4 <i>Формат представления времени CP24Время2a.....</i>	<i>42</i>
<b>4. СТАНДАРТНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ОБМЕНА.....</b>	<b>43</b>
4.1 <i>Инициализация станции.....</i>	<i>44</i>
4.2 <i>Установка времени.....</i>	<i>44</i>
4.2.1 <i>Пакет установки времени (тип 103).....</i>	<i>45</i>
4.3 <i>Общий опрос станции.....</i>	<i>46</i>
4.3.1 <i>Пакет общего опроса станции (тип 100).....</i>	<i>46</i>
4.3.2 <i>Пакет запроса данных класса 1.....</i>	<i>47</i>
4.3.3 <i>Пакет ТС (тип 1).....</i>	<i>47</i>
4.3.4 <i>Пакет ТИТ (тип 11, тип 13).....</i>	<i>48</i>
4.4 <i>Текущий опрос.....</i>	<i>50</i>
4.4.1 <i>Пакет ТС (тип 2).....</i>	<i>51</i>
4.4.2 <i>Пакет ТИТ (тип 12, тип 14).....</i>	<i>51</i>
4.4.3 <i>Пакет конец инициализации (тип 70).....</i>	<i>54</i>
4.5 <i>Пример обмена.....</i>	<i>55</i>
4.6 <i>Оптимизация обмена.....</i>	<i>57</i>
<b>5. ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>58</b>

Руководство предназначено для изучения устройства, работы, правил монтажа и технического обслуживания преобразователей измерительных цифровых типа СПЦ (далее СПЦ).

Цифровые измерительные преобразователи СПЦ предназначены для преобразования в цифровые коды сигналов переменного тока, напряжения, мощности и частоты в трехфазных электрических трех- и четырехпроводных цепях.

Область применения преобразователей СПЦ: автоматизированные системы управления, телемеханические комплексы, автоматизированные информационно-измерительные системы учета электроэнергии, в том числе коммерческого учета, на предприятиях электроэнергетики других отраслях промышленности.

Преобразователь соответствует требованиям ГОСТ 22261-94, ГОСТ 14014-91, ГОСТ Р 50377-92 в части безопасности, ГОСТ Р 50839-95 и ГОСТ Р 51318.22 в части электромагнитной совместимости.

Преобразователи предназначены для эксплуатации в закрытых помещениях. По устойчивости к климатическим воздействиям преобразователи относятся к группе 2 по ГОСТ 22261-94.

При эксплуатации также следует руководствоваться методикой поверки СПЦ.

Структура обозначения при заказе:

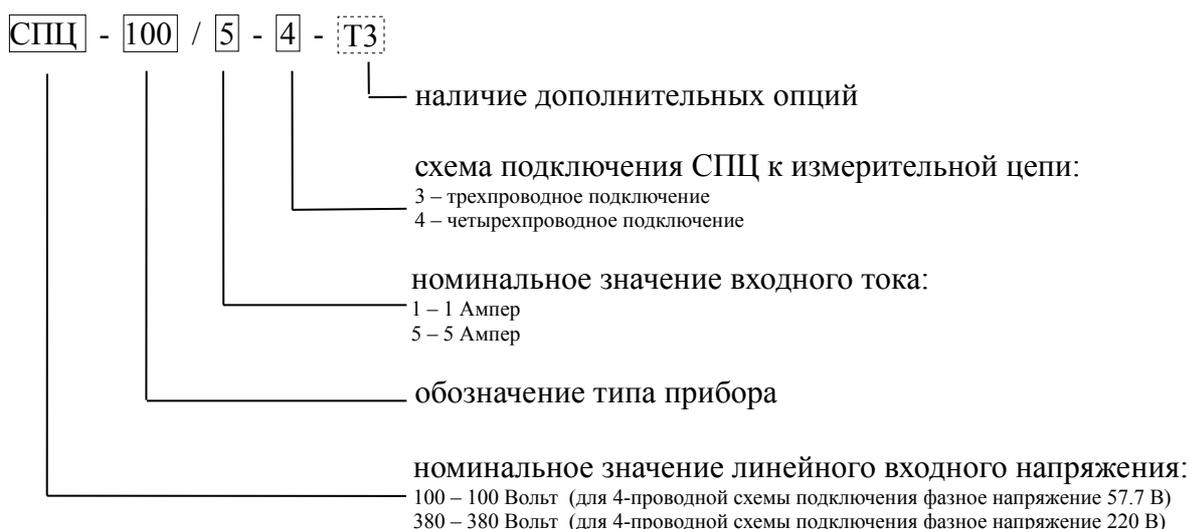


Рис.1

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА СПЦ

### 1.1 Назначение и область применения

1.1.1 Цифровые измерительные преобразователи СПЦ предназначены для преобразования в цифровые коды сигналов переменного тока, напряжения, мощности и частоты в трехфазных электрических трех- и четырехпроводных цепях.

1.1.2 СПЦ с токовыми выходами обеспечивают преобразование измеряемых параметров в сигналы постоянного тока  $\pm 5$  мА.

1.1.3 СПЦ со входами опроса датчиков «сухой контакт» обеспечивают обработку и передачу дискретных сигналов с датчиков типа «сухой контакт».

1.1.4 Область применения преобразователей СПЦ: контрольно-измерительные автоматизированные системы управления, телемеханические комплексы, автоматизированные системы учета и контроля электроэнергии на предприятиях электроэнергетики других отраслях промышленности.

1.1.5 Структура условного обозначения СПЦ приведена на рисунке 1.

### 1.2 Варианты изготовления

Варианты изготовления по схеме включения и номинальным значения входных параметров

Обозначение	Номинальные значения входных сигналов		Схема подключения
	Ток, А	Напряжение, В	
СПЦ-100/1-4	3x1	3x57,7	Четырехпроводная
СПЦ-100/1-3	2x1	2x100	Трехпроводная
СПЦ-100/5-4	3x5	3x57,7	Четырехпроводная
СПЦ-100/5-3	2x5	2x100	Трехпроводная
СПЦ-380/5-4	3x5	3x220	Четырехпроводная

Варианты изготовления по наличию дополнительных опций приведены в таблице 1.2.1

таблица 1.2.1

	СПЦ-xxx/x	СПЦ-xxx/x-x-T2	СПЦ-xxx/x-x-T3
Питание от сети переменного тока 187...253В	+	+	+
Универсальное питание 120...370В постоянного или 90...264 переменного тока	-	+	+
Токовые выходы $\pm 5$ мА	-	-	3 шт
Входы для опроса 4 датчиков «сухой контакт»	4 шт	4 шт	4 шт
Напряжение опроса датчиков «сухой контакт»	30...48В	30В	30В

При заказе преобразователей с токовыми выходами необходимо для каждого токового выхода указать наименование преобразуемого параметра, а также значение шкалы преобразуемого параметра, соответствующее току 5 мА на выходе. Если параметры токовых выходов не были оговорены при заказе, перед вводом в эксплуатацию необходимо установить параметры токовых выходов при помощи сервисной программы.

По спецзаказу возможно изготовление преобразователей с токовыми выходами  $\pm 20$  мА и 4...20 мА.

### 1.3 Технические характеристики

#### 1.3.1 Нормальные условия применения преобразователей

Влияющая величина	Нормальное значение (нормальная область значений)
температура окружающего воздуха °С	15-25
относительная влажность воздуха, %	30-80
атмосферное давление, кПа	84-106
внешнее магнитное поле	отсутствует или магнитное поле Земли

Нормальная область питающего напряжения совпадает с рабочей областью, указанной в п.1.3.2.

#### 1.3.2 Рабочие условия применения преобразователей

Влияющая величина	Рабочее значение (рабочая область значений)
температура окружающего воздуха °С;	0 ... +55
относительная влажность воздуха, %	30-80
атмосферное давление, кПа	84-106

Преобразователи СПЦ-xxx/x-x имеют стандартный диапазон питающих напряжений и возможность питания от сети переменного тока.

Влияющая величина	Рабочее значение (рабочая область значений)
частота питающей сети, Гц	45 ... 55
Напряжение питающей сети переменного тока, В	187...253
Форма кривой переменного напряжения питающей сети	синусоидальная, коэффициент несинусоидальности не превышает 5%

Преобразователи СПЦ-xxx/x-xT2, СПЦ-xxx/x-xT3 имеют расширенный рабочий диапазон питающих напряжений и возможность питания от сети постоянного или переменного тока:

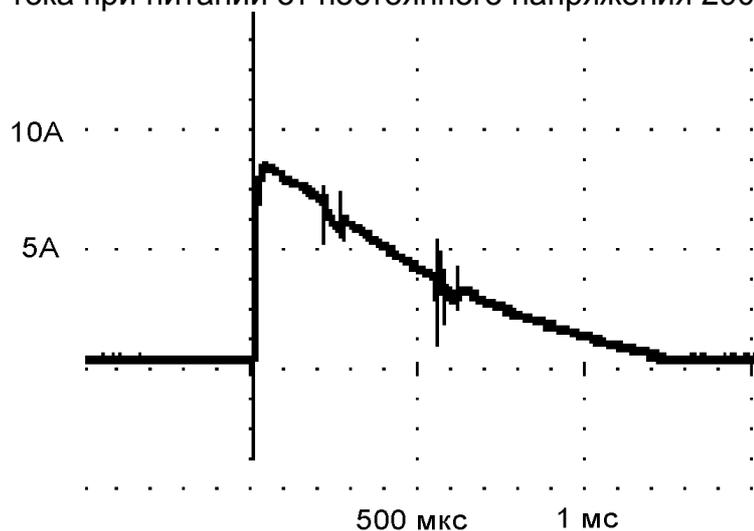
Влияющая величина	Рабочее значение (рабочая область значений)
Частота питающей сети переменного тока, Гц	45 ... 440
Напряжение питающей сети переменного тока, В	90...264
Напряжение питающей сети постоянного тока, В	120...370

## 1.3.3 Потребляемая мощность от цепи питания:

Тип преобразователя	Режим работы	Потребляемая мощность, Вт
СПЦ-xxx/x-x	Цепи телесигнализации в разомкнутом состоянии или не используются	3.3 Вт
	Все цепи телесигнализации в замкнутом состоянии	4.6 Вт
СПЦ-xxx/x-xТ2	Цепи телесигнализации в разомкнутом состоянии или не используются	3.8 Вт
	Все цепи телесигнализации в замкнутом состоянии	5.3 Вт
СПЦ-xxx/x-xТ3	Цепи телесигнализации в разомкнутом состоянии или не используются, токовые выходы в разомкнутом состоянии или не используются	3.8 Вт
	Все цепи телесигнализации в замкнутом состоянии, токовые выходы в разомкнутом состоянии или не используются	5.3 Вт
	Все цепи телесигнализации в замкнутом состоянии, токовые формируют токи 5 ма на нагрузке 1000 Ом	6.6 Вт

Преобразователи СПЦ-xxx/x-xТ2 и СПЦ-xxx/x-xТ3 имеют в составе импульсный источник питания, что приводит к броску тока в момент включения.

График броска тока при питании от постоянного напряжения 290В:



## 1.3.4 Набор измеряемых параметров для СПЦ конкретного типа

Наименование параметра	СПЦ-xxx/4-xx <sup>(3)</sup> (4-проводная схема подключения)		СПЦ-xxx/x-3-xx <sup>(3)</sup> (3-проводная схема подключения)	
	возможность измерения	погрешность измерения <sup>(2)</sup>	возможность измерения	погрешность измерения <sup>(2)</sup>
Фазное напряжение по каждой фазе <sup>(1)</sup>	да	табл. 1.3.7	нет	-
Фазный ток по фазам А и С <sup>(1)</sup>	да	табл. 1.3.7	да	табл. 1.3.7
Фазный ток по фазе В <sup>(1)</sup>	да	табл. 1.3.7	нет	-
Линейные напряжения АВ и ВС <sup>(1)</sup>	да	0,5%	да	табл. 1.3.7
Линейное напряжения АС <sup>(1)</sup>	да	0,5%	да	0,5%
Активная мощность по каждой фазе	да	табл. 1.3.7	нет	-
Суммарная по трем фазам активная мощность	да	табл. 1.3.7	да	табл. 1.3.7
Реактивная мощность по каждой фазе	да	табл. 1.3.7	нет	-
Суммарная по трем фазам реактивная мощность	да	табл. 1.3.7	да	табл. 1.3.7
Полная мощность по каждой фазе	да	0,5%	нет	-
Среднее линейное напряжение	да	0,5%	да	0,5%
Среднее фазное напряжение	да	0,5%	нет	0,5%
Средний ток по трем фазам	да	0,5%	да	0,5%
Частота сети	да	табл. 1.3.7	да	табл. 1.3.7
Углы векторов входных токов и напряжений	да	0,5°	да	0,5°

<sup>(1)</sup> Для напряжений и токов измеряются действующие значения.

<sup>(2)</sup> Приведено оценочное значение погрешности, обусловленное метрологическими характеристиками. Испытания на соответствие по данному параметру не производятся. Нормируемые метрологические характеристики приведены в п. 1.3.7.

<sup>(3)</sup> Расшифровка обозначения прибора приведена на рисунке 1 (стр.3) и таблице таблица 1.2.1 (стр.4)

1.3.5 СПЦ, подключаемые по четырехпроводной схеме обеспечивают путем расчета определение междуфазных напряжений по результатам преобразования в цифровой код фазных напряжений. СПЦ, подключаемые по трехпроводной схеме обеспечивают прямое измерение междуфазных напряжений, в СПЦ, подключаемых по трехпроводной схеме фазные напряжения не измеряются.

1.3.6 Диапазоны значений измеряемых величин и их номинальные значения в зависимости от исполнения

таблица 1.3.6

Наименование параметра	СПЦ-100/5-х-хх <sup>(1)</sup>		СПЦ-100/1-х-хх <sup>(1)</sup>	
	диапазон измерения	номинальное значение	диапазон измерения	номинальное значение
Фазное напряжение	0-69,3 В	57,735 В	0-69,3 В	57,735 В
Фазный ток	0-6 А	5 А	0-1,2 А	1 А
Линейные напряжения	0-120 В	100 В	0-120 В	100 В
Активная мощность по каждой фазе	415,6 Вт	288,68 Вт	83,1 Вт	69,282 Вт
Суммарная по трем фазам активная мощность	1247 Вт	866,03 Вт	250 Вт	173,205 Вт
Реактивная мощность по каждой фазе	415,6 вар	288,68 вар	83,1 вар	69,282 вар
Суммарная по трем фазам реактивная мощность	1247 вар	866,03 вар	250 вар	173,205 вар
Частота сети	47,5-52,5 Гц	50 Гц	47,5-52,5 Гц	50 Гц

Наименование параметра	СПЦ-380/5-х-хх <sup>(1)</sup>		СПЦ-380/1-х-хх <sup>(1)</sup>	
	диапазон измерения	номинальное значение	диапазон измерения	номинальное значение
Фазное напряжение	0-264 В	220 В	0-264 В	220 В
Фазный ток	0-6 А	5 А	0-1,2 А	1 А
Линейные напряжения	0-456 В	380 В	0-456 В	380 В
Активная мощность по каждой фазе	1584 Вт	1100 Вт	316,8 Вт	220 Вт
Суммарная по трем фазам активная мощность	4752 Вт	3300 Вт	950,4 Вт	660 Вт
Реактивная мощность по каждой фазе	1584 вар	1100 вар	316,8 вар	220 вар
Суммарная по трем фазам реактивная мощность	4752 вар	3300 вар	950,4 вар	660 вар
Частота сети	47,5-52,5 Гц	50 Гц	47,5-52,5 Гц	50 Гц

<sup>(1)</sup> Расшифровка обозначения прибора приведена на рисунке 1 (стр.3) и таблице таблица 1.2.1 (стр.4)

## 1.3.7 Нормируемые метрологические характеристики:

Таблица 1.3.7

Наименование измеряемых величин	Предел допускаемой основной приведенной погрешности в диапазоне измерений, приведенном в табл 1.3.6, %
Фазный Ток, I (фазы А, В, С для СПЦ с 4-проводной схемой включения, фазы А и С для СПЦ с 3-проводной схемой включения)	±0,3
Напряжение, U (фазное А, В, С для СПЦ с 4-проводной схемой включения, линейное А-В и В-С для СПЦ с 3-проводной схемой включения)	±0,3
Мощность активная, P	±0,5
Мощность реактивная, Q	±0,5
Частота, F	±0,03
Погрешность преобразования измеренной величины в сигнал постоянного тока ±5мА	±0,15

где:

I - текущее значение измеряемого тока;

U - текущее значение измеряемого напряжения;

P - текущее значение измеряемой активной мощности;

Q - текущее значение измеряемой реактивной мощности;

F - текущее значение измеряемой частоты переменного тока.

Абсолютные значения диапазонов измерения и номинальных значений измеряемых параметров в зависимости от исполнения приведены в п.1.3.4

Основная приведенная погрешность рассчитывается по формуле:  $\gamma = \frac{\Delta}{X_H} \cdot 100\%$

где  $\Delta$  – абсолютная основная погрешность измерения,  
 $X_H$  – номинальное значение измеряемой величины

1.3.8 Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения, обусловленные изменением внешних влияющих факторов не превышают значений, приведенных в таблице 1.3.7.

Таблица 1.3.8

Наименование влияющего фактора	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, %
Температура окружающей среды	0,01 1/°C

1.3.9 Полная приведенная погрешность  $\gamma_{и}$  измерения физических величин с учетом влияющих факторов должна определяться как:

$$\gamma_{и} = (\gamma_{о} + \gamma_{дт}) \%,$$

где  $\gamma_{о}$  – допускаемая основная приведенная погрешность измерения физических величин, предусмотренная настоящими ТУ;

$\gamma_{дт}$  – дополнительная погрешность измерения, обусловленная влиянием температуры внешней окружающей среды,

$$\gamma_{дт} = 0,01\% \cdot |\Delta T|;$$

$\Delta T$  – отклонение значения температуры от нормальных условий, °С;  
0,01 – коэффициент, выраженный в 1/°С.

1.3.10 Допускаемая полная приведенная погрешность преобразования сигнала в постоянный ток  $\pm 5$  мА не превышает значения, рассчитываемого по следующей формуле:

$$\gamma_{ТВ} = \gamma_{и} + 0.15\% + \gamma_{дТВ}$$

где  $\gamma_{и}$  – погрешность измерения, указанная в пункте 1.3.7 для измеряемых сигналов; в режиме прямого управления токовым выходом с последовательного порта  $\gamma_{и}=0$ ;

0.15% - погрешность цифро-аналогового преобразования;

$\gamma_{дТВ}$  – дополнительная погрешность преобразования, обусловленная влиянием температуры внешней окружающей среды,

$$\gamma_{дТВ} = 0,004\% \cdot (|\Delta T|);$$

$\Delta T$  – отклонение значения температуры от нормальных условий, °С;  
0,004 – коэффициент, выраженный в 1/°С.

1.3.11 СПЦ-xxx/x-x, СПЦ-xxx/x-x-T2, СПЦ-xxx/x-x-T3, обеспечивают прием, обработку и передачу дискретных сигналов – телесигнализации (сигналов ТС) от датчиков типа «сухой контакт».

Цепи телесигнализации СПЦ-xxx/x имеют изолированный источник питания напряжением 30...60В; СПЦ-xxx/x-x-T2, СПЦ-xxx/x-x-T3 - 27..33В. Ток в замкнутой цепи зависит от сопротивления цепи и может составлять от 5 до 10 мА.

Остаточный ток через датчик в состоянии “разомкнуто” не должен превышать 0.1 мА. Сопротивление линии связи при подключении датчиков дискретных сигналов к входам СПЦ не должно превышать 1000 Ом.

1.3.12 СПЦ-xxx/x-x-T3 имеют изолированные выходы постоянного тока  $\pm 5$  мА, на которые можно вывести значения любых измеряемых параметров. Стандартные настройки токовых выходов приведены в таблице 7.5. При нагрузке до 800 Ом размах сигнала на токовом выходе, при котором сохраняется допустимая погрешность составляет не менее  $\pm 6$  мА. При нагрузке до 1000 Ом -  $\pm 5$  мА. Максимальное выходное напряжение на разомкнутом выходе не превышает  $\pm 15$  В. Максимальное значение выходного тока не превышает 10 мА.

1.3.13. Мощность, потребляемая СПЦ в каждой измерительной цепи напряжения вычисляется формуле:  $P = \frac{U^2}{R}$ ,

где U – входное напряжение,  
R – входное сопротивление = 300000 Ом

и при номинальном значении напряжения и номинальном значении частоты составляет :

для 4-проводного СПЦ на 57.7В — 0.012 ВА,  
для 3-проводного СПЦ на 100 В линейного напряжения — 0.033 ВА,  
для 4-проводного СПЦ на 220В — 0.16 ВА.

1.3.14. Мощность, потребляемая СПЦ в каждой измерительной цепи переменного тока вычисляется по формуле  $P = \left( \frac{I}{K_{\text{трансф}}} \right)^2 \times (R_n + R_{\text{обм}}) + R_{\text{dc}} \times I^2$ ,

где I – входной ток,  
K<sub>трансф</sub> – коэффициент трансформации трансформатора тока  
R<sub>обм</sub> – сопротивление обмотки токового трансформатора  
R<sub>n</sub> – сопротивление нагрузки токового трансформатора  
R<sub>dc</sub> – омическое сопротивление цепи прохождения тока (0.02 Ом с учетом сопротивления контактов разъемов и контактов с кабелем)

и при номинальном значении тока и номинальном значении частоты составляет :

для СПЦ на 5А:  $P = \left( \frac{5}{2000} \right)^2 \times (33.2 + 114) + 0.02 \times 5^2 = 0.50092 \text{ ВА}$

для СПЦ на 1А:  $P = \left( \frac{1}{2000} \right)^2 \times (160 + 114) + 0.02 \times 1^2 = 0.0200685 \text{ ВА}$

1.3.15 СПЦ сохраняет работоспособность при перегрузках по входным измерительным цепям:

Наименование параметра	Продолжительность воздействия
Входное напряжение с действующим значением 500 В и амплитудой не более 1500 В	неограниченно
Входное напряжение с действующим значением 1000 В и амплитудой не более 1500 В	10 сек, интервал 60 сек, 5 раз
Входной ток 200 А	1 сек, интервал 300 сек, 5 раз
Входной ток 50 А	10 сек, интервал 10 сек, 2 раза
Входной ток 35 А	20 сек, интервал 60 сек, 2 раза

1.3.16 Преобразователи подключаются к сети через измерительные трансформаторы тока и напряжения. Преобразователи с номинальным напряжением 220В могут подключаться без измерительных трансформаторов в сетях с соответствующим номинальным напряжением.

1.3.17 Преобразователи через интерфейс RS-485 позволяют устанавливать следующие параметры:

- скорость обмена по каналу RS-485;

- коэффициенты трансформации по напряжению и току;
- параметры токовых выходов;

1.3.18. Предельные условия хранения и транспортирования преобразователей не должны превышать значений, приведенных в таблице 1.3.18

таблица 1.3.18

Влияющая величина		Значение (область значений)
температура окружающего воздуха °С;		-55 ... +55
Относительная влажность воздуха, %		95 при 30 °С
атмосферное давление, кПа		84-106
транспортная тряска:	число ударов в минуту	80-120
	максимальное ускорение, м/с <sup>2</sup>	30
	продолжительность воздействия, ч	2

1.3.19 Время выхода на рабочий режим не более 5 сек.

1.3.20 Средняя наработка до отказа составляет не менее 150000 ч.

1.3.21 Средний срок службы СПЦ составляет не менее 25 лет.

1.3.22 Изоляция между последовательными и параллельными цепями, а также между последовательными цепями разных фаз выдерживает в течении 1 мин воздействие напряжения переменного тока 600В (среднеквадратичное значение) частотой 50 Гц. Изоляция между всеми соединенными между собой цепями и корпусом выдерживает в течение 1 мин испытательное напряжение 2500 В. Изоляция между соединенными между собой клеммами напряжения питания и соединенными между собой остальными клеммами должна выдерживать в течении 1 мин воздействие напряжения переменного тока 600В (среднеквадратичное значение) частотой 50 Гц. Изоляция между соединенными между собой клеммами цепей ТС и соединенными между собой остальными клеммами выдерживает в течении 1 мин воздействие напряжения переменного тока 600В (среднеквадратичное значение) частотой 50 Гц. Изоляция между соединенными между собой клеммами цепей RS-485 и соединенными между собой остальными клеммами выдерживает в течении 1 мин воздействие напряжения переменного тока 600В (среднеквадратичное значение) частотой 50 Гц. Изоляция между соединенными между собой клеммами цепей любого из токовых выходов и соединенными между собой остальными клеммами выдерживает в течении 1 мин воздействие напряжения переменного тока 600В (среднеквадратичное значение) частотой 50 Гц

1.3.23 Сопротивление изоляции электрических цепей СПЦ не менее 20 Мом - при температуре  $(20 \pm 5)$  °С и влажности от 30 до 80 %.

1.3.24 Масса СПЦ не более 1 кг.

## 2 СОСТАВ СПЦ

1. Преобразователь цифровой типа СПЦ – 1 шт.;
2. Розетка штепсельная преобразователя – 1 шт.;
3. Руководство по эксплуатации – 1 шт. на партию;
4. Паспорт – 1 шт.
5. Методика поверки – 1 шт. на партию;

- 6. Сервисная программа для индивидуальной работы с преобразователями через интерфейс RS-485 – 1 шт. (лазерный диск) на партию;
- 7. Упаковочная коробка – 1 шт.

### 3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СПЦ

3.1 СПЦ включает в себя следующие узлы:

- источник питания;
- измерительные датчики напряжения и тока;
- быстродействующий микроконтроллер;
- устройство опроса датчиков типа «сухой контакт» (ТС);
- цифро-аналоговые преобразователи с выходом  $\pm 5$  мА (опционально);
- последовательный интерфейс RS485;

3.2 Конструктивно СПЦ выполнен в унифицированном пластмассовом корпусе штепсельного типа, обеспечивающем замыкание токовых цепей при извлечении – рисунок 3.1.

В нижней части корпуса расположен штепсельный разъем, на который выведены цепи питания, цепи тока и напряжения, RS-485. В боковой части корпуса расположен дополнительный разъем, на который выведены цепи опроса датчиков «сухой контакт»

и выходы постоянного тока  $\pm 5$  мА.

Входные и выходные цепи СПЦ гальванически развязаны между собой.

Крышка корпуса (1) крепится к разъемной части (2) четырьмя винтами. Крышка корпуса имеет две защелки (3) для фиксации преобразователя в ответной части разъема (4). Конструкция входного разъема обеспечивает замыкание токовых цепей при извлечении преобразователей. На разъеме между контактными ламелями (6) имеются специальные направляющие выступы (7), предохраняющие ламели от замыканий при случайном перекосе преобразователя в момент установки в ответную часть разъема. Ответная часть разъема имеет клеммник (5) под винт М4 для входных и выходных цепей.

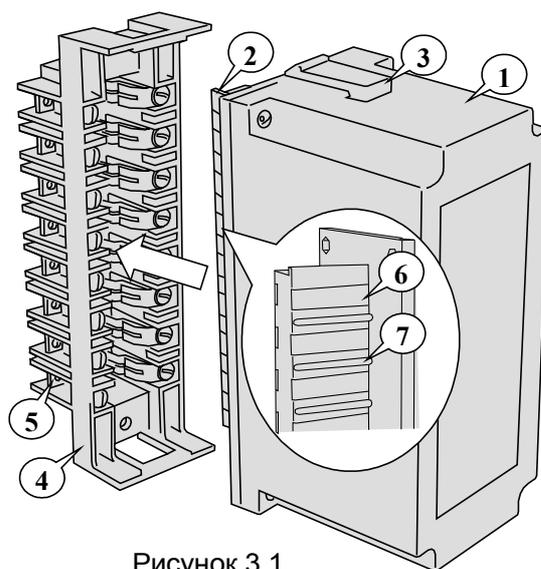


Рисунок 3.1

3.3 Структурная схема преобразователя приведена на рисунке 3.2.

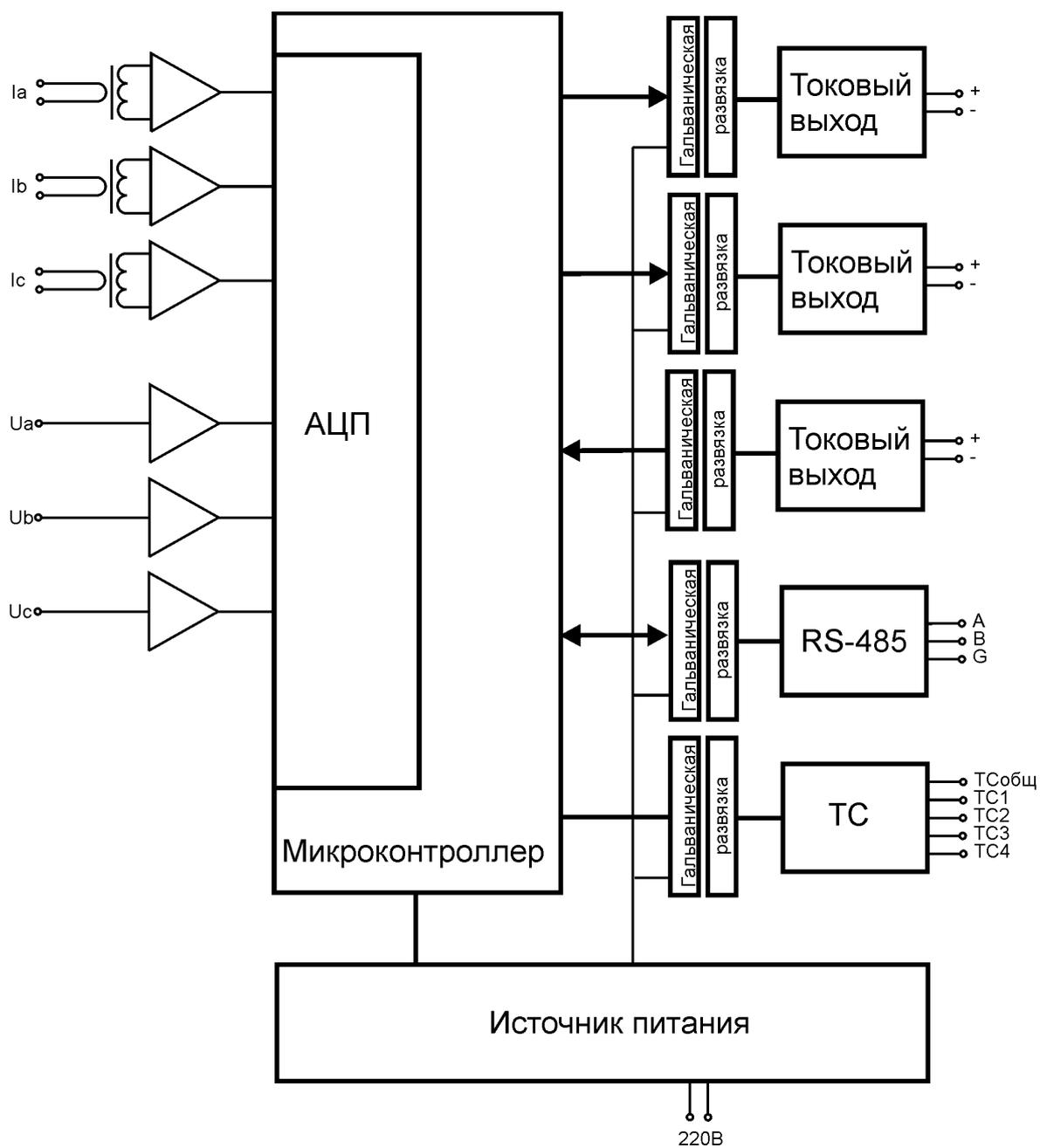


Рисунок 3.2.

Первичный ток измеряется с помощью трансформаторов тока. Сигнал с трансформаторов тока и фазные напряжения подаются на вход АЦП через буферные усилители, обеспечивающие согласование уровней сигналов. В СПЦ для 3-проводной схемы подключения канал тока  $I_b$  и напряжения  $U_b$  отсутствуют.

АЦП осуществляет выборку аналоговых сигналов с частотой 128 отсчетов за период напряжения сети.

Микроконтроллер осуществляет цифровую обработку сигналов, сохраняет результаты в памяти и обеспечивает выдачу информации через последовательный интерфейс.

Последовательный интерфейс обеспечивает гальваническую изоляцию и передачу данных по стандарту RS-485.

Токвые выходы обеспечивают гальваническую изоляцию и преобразование результатов измерения в силу постоянного тока от -5 мА до +5 мА.

Вход дискретных сигналов ТС обеспечивают гальваническую изоляцию и съем сигнала с датчиков типа «сухой контакт».

Источник питания обеспечивает формирование напряжений, необходимых для питания всех блоков.

Блоки ТС и токовых выходов являются опциональными и могут отсутствовать в конкретной модели изделия.

3.4 Расчет значений напряжений, токов и мощностей для СПЦ с 4-проводным подключением производится по следующим формулам:

Для среднеквадратичного значения напряжения:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} U_i^2}{n}},$$

где  $U_i$  – мгновенные фазные и линейные напряжения

Для среднеквадратичного значения тока:

$$I = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} I_i^2}{n}}$$

Для активной мощности:

$$P = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} U_i \cdot I_i}{n}$$

Для полной мощности:

$$S = U * I$$

Для реактивной мощности:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

3.5 Расчет значений напряжений, токов и мощностей для СПЦ с 3-проводным подключением производится по следующим формулам:

Для среднеквадратичного значения напряжения:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} U_i^2}{n}},$$

где  $U_i$  – мгновенные линейные напряжения

Для среднеквадратичного значения тока:

$$I = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} I_i^2}{n}}$$

Для активной мощности:

$$P = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} U_{ab_i} \cdot I_{a_i}}{n} + \frac{\sum_{i=0}^{n-1} U_{cb_i} \cdot I_{c_i}}{n}$$

Для полной мощности:

$$S = U_{ab} * I_a + U_{cb} * I_c$$

Для реактивной мощности:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

3.5 Габаритные и установочные размеры преобразователя приведены на рисунке А1 в приложении А.

3.6 Схемы подключения СПЦ приведены на рисунках А2, А3 в приложении А.

#### 4 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ.

4.1 На лицевой панели СПЦ нанесены:

- условное обозначение СПЦ;
- обозначение ТУ;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- серийный номер;
- знак двойной изоляции ;
- номинальное напряжение;
- номинальный ток;
- номинальная частота;
- условное обозначение СПЦ в зависимости от вида сети, к которой он подключается;
- испытательное напряжение изоляции ;
- год изготовления;
- изображение знака утверждения типа по ПР.50.2.009;
- знак сертификата соответствия;
- схема электрическая подключения;
- тип интерфейса

4.2 Все надписи выполнены по ГОСТ 26.020-80. Условные обозначения соответствуют требованиям ГОСТ 25372-82. Качество маркировки обеспечивает ее сохранность в течение среднего срока службы.

4.3 Крышка корпуса имеет специальное углубление для пломбирования одного из винтов крепления крышки к основанию.

## 5 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При работе с преобразователями СПЦ опасным производственным фактором является напряжение 220 В силовой цепи блока.

5.2 При эксплуатации СПЦ и проведении испытаний необходимо:

-соблюдать “Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей” и “Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей”;

- подключать внешние цепи регистратора согласно маркировке только при отключенном напряжении питания.

5.3 По способу защиты от поражения электрическим током СПЦ соответствует классу 2 по ГОСТ Р 50377-92.

5.4 К эксплуатации СПЦ допускаются лица, достигшие 18-ти лет, имеющие группу по электробезопасности не ниже II, удостоверение на право работы на электроустановках до 1000 В и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

5.5 Обеспечиваемая преобразователями защита может быть неэффективной, если преобразователи эксплуатируются способом, не указанным изготовителем.

## 6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

6.1 Эксплуатационные ограничения

Запрещается эксплуатация СПЦ в атмосфере агрессивных газов и паров.

Величины токов и напряжений, подводимых к цепям преобразователя не должны превышать значений, установленных настоящим руководством.

## 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

7.1 Порядок монтажа и подключения

Персонал, осуществляющий монтаж и обслуживание ПЦ должен руководствоваться ГОСТ 12.2.007, «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок».

Перед установкой СПЦ необходимо произвести его наружный осмотр, убедиться в отсутствии механических повреждений.

Розетка СПЦ закрепляется на монтажном щите или панели двумя винтами. Установочные размеры приведены в приложении А на рисунке А.1.

Подключение входных силовых цепей к клеммникам розетки, производится в соответствии с электрической схемой подключения, указанной в приложении Б.

Схема монтажа преобразователей должна содержать в качестве средств отключения от сети выключатель или автомат защиты. Средства отключения от сети должны находиться вблизи оборудования, быть легко доступны, и должны быть маркированы как отключающие устройства оборудования.

7.2 Установка и извлечение преобразователей.

При установке преобразователя необходимо:

- убедиться в соответствии цвета преобразователя цвету розетки;
- совместить разъем преобразователя с ответной частью, не допуская замыкания контактов преобразователя и ответного разъема, как показано на рисунке 7.1;
- строго по направляющим, не допуская перекосов, утопить преобразователь в ответную часть разъема до упора;
- убедиться, что фиксаторы корпуса защелкнулись.

При извлечении преобразователя из ответной части разъема необходимо захватить корпус преобразователя, как показано на рисунке 7.2 указательными пальцами надавить на фиксаторы корпуса, и, слегка покачивая его влево-вправо,

потянуть на себя. Перекос преобразователя в вертикальной плоскости не допускается.

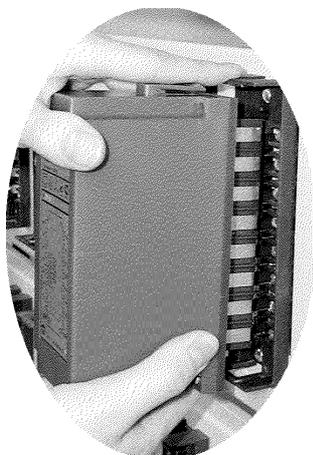


Рисунок 7.1

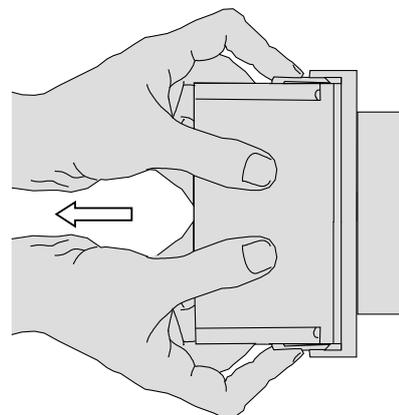


Рисунок 7.2

### 7.3 Рекомендации по подключению цепей RS-485.

Обмен информацией с преобразователями осуществляется по последовательному интерфейсу RS-485. Входной ток СПЦ по входу RS-485 составляет  $\frac{1}{4}$  от стандартного, что позволяет подключать к одной линии до 100 преобразователей, однако для увеличения скорости опроса рекомендуется устанавливать на одну шину RS-485 не более 6 преобразователей. При 6 преобразователях на шине и скорости обмена 57600 период опроса будет менее 1 сек.

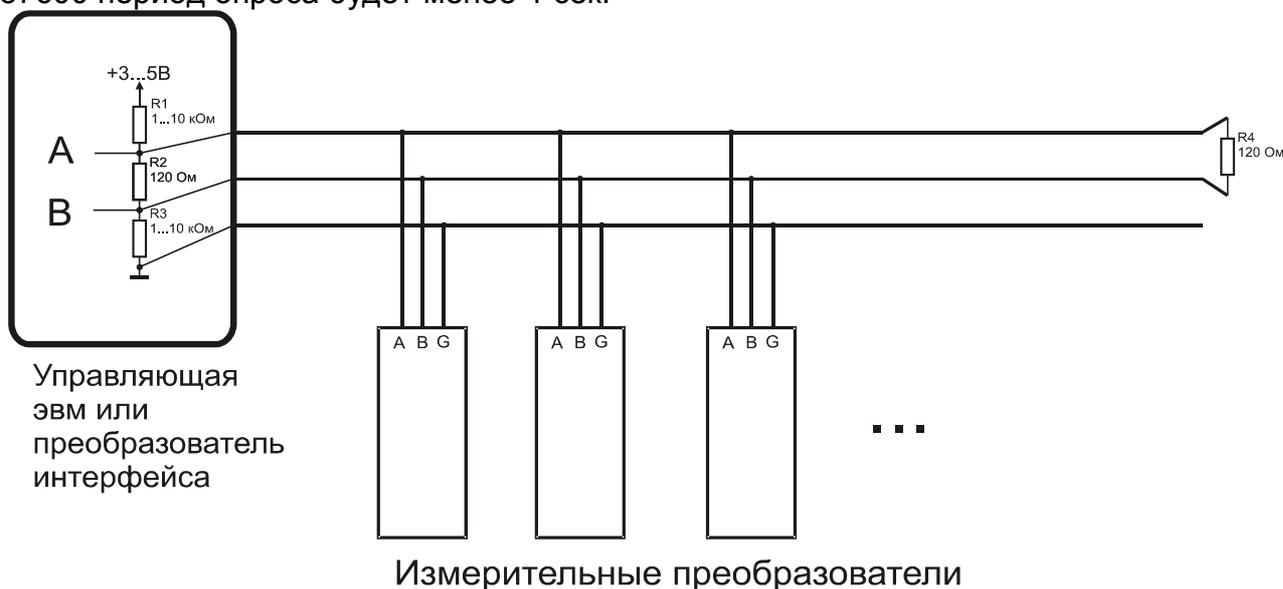


рисунок 7.3

Рекомендуемая схема подключения приведена на рисунке 7.3. Сеть должна быть проложена по топологии шины, без ответвлений. Устройства следует подключать к кабелю проводами минимальной длины. Резисторы R1 и R3 обеспечивают состояние логической 1 в спокойном состоянии линии. Резисторы R2 и R4 обеспечивают согласование линии.

Резисторы R1 – R3 могут быть встроенными в преобразователь интерфейса или в плату RS-485. Проверить их наличие можно по документации на используемое оборудование. В случае их отсутствия необходимо поставить внешние элементы.

Для подключения преобразователей рекомендуется использовать кабель «витая пара».

Можно применять стандартный кабель, используемый в сетях Ethernet категории 3 или 5 или 5е. Волновое сопротивление такого кабеля составляет 100 Ом. Соответственно рекомендуется использовать согласующие резисторы (R2 и R5) номиналом 100 Ом. Для передачи сигнала используется одна пара (например – оранжевый полосатый – «А», оранжевый – «В», оставшиеся провода соединяются вместе и подключаются к «G».

При использовании экранированного кабеля экран заземляется в одной точке.

**Некоторые преобразователи интерфейса RS232-RS485 содержат переключатели установки скорости (в частности у ADAM4520I они находятся внутри корпуса). При использовании таких преобразователей необходимо, чтобы скорость, выбранная переключателями, соответствовала скорости обмена, установленной на последовательном порту и СПЦ.**

#### 7.4 Подготовка к эксплуатации.

Преобразователи СПЦ имеют следующие заводские установки:

- сетевой адрес – соответствует серийному номеру изделия;
- скорость обмена по каналу RS-485 – 57600 бит/сек;
- коэффициенты трансформации по току и напряжению – 1;

Перед установкой преобразователя на объекте при помощи сервисной программы должны быть произведены необходимые установки. Сервисная программа поставляется в комплекте с преобразователями (одна на партию) и также может быть загружена с сайта [www.aura-e.ru](http://www.aura-e.ru).

#### 7.5 Настройка параметров токовых выходов.

При наличии токовых выходов их параметры также должны быть настроены сервисной программой. Стандартные установки параметров токовых выходов приведены в таблице 7.5

таблица 7.5

Тип СПЦ	№ выхода	Наименование параметра	Предел измерения	Соответствующий выходной ток
100/1-х-ТЗ	1	Суммарная активная мощность	-250...+250 Вт	-5...+5 мА
	2	Суммарная реактивная мощность	-250...+250 вар	-5...+5 мА
	3	Средний ток	-1,0...+1,0 А	-5...+5 мА
100/5-х-ТЗ	1	Суммарная активная мощность	-1000...+1000 Вт	-5...+5 мА
	2	Суммарная реактивная мощность	-1000...+1000 вар	-5...+5 мА
	3	Средний ток по 3 фазам	-5...+5 А	-5...+5 мА
380/1-4-ТЗ	1	Суммарная активная мощность	-1000...+1000 Вт	-5...+5 мА
	2	Суммарная реактивная мощность	-1000...+1000 вар	-5...+5 мА
	3	Средний ток	-5...+5 А	-5...+5 мА

380/5-4-Т3	1	Суммарная активная мощность	-5000...+5000 Вт	-5...+5 мА
	2	Суммарная реактивная мощность	-5000...+5000 вар	-5...+5 мА
	3	Средний ток	-5...+5 А	-5...+5 мА

нагрузочные характеристики токовых выходов приведены в п.1.3.12

#### 7.6 Включение и опробование.

Установите преобразователь в розетку. Включите напряжение питания СПЦ и силовые цепи, проверьте работоспособность преобразователя при помощи сервисной программы.

## 8 ПОВЕРКА

8.1 Поверка преобразователей осуществляется аккредитованными метрологическими службами юридических лиц.

8.2 Поверка преобразователей производится в соответствии с методикой поверки (ПРИЛОЖЕНИЕ «В»).

8.3 Периодичность поверки – 1 раз в 6 лет.

## 9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание СПЦ производится в соответствии с планами ППР эксплуатирующей организации и включает в себя:

- проверку надежности крепления силовых и интерфейсных цепей (производится путем подтяжки винтов на клеммниках преобразователя);
- удаление пыли с корпуса преобразователя (производится мягкой чистой обтирочной ветошью).

## 10 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Текущий ремонт преобразователей осуществляется предприятием-изготовителем. После ремонта преобразователи подлежат калибровке и поверке.

Цепи питания 220В содержат запаянный на плату плавкий предохранитель. Номинал предохранителя для СПЦ ХХХ/Х-Х равен 0.5А, для СПЦ ххх/х-х-Т2 и ххх/х-х-Т3 номинал равен 1.6А.

## 11 ХРАНЕНИЕ

Хранение СПЦ должно проводиться на стеллажах в упаковке изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 до 55 °С и относительной влажности воздуха не более 80 % при 25 °С. В помещении для хранения не должно быть пыли, а также газов и паров, вызывающих коррозию. Условия хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды в соответствии с условиями хранения 1 по ГОСТ 15150-69 .

## 12 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортирование СПЦ в транспортной таре допускается производить транспортным средством с обеспечением защиты от дождя и снега, в том числе:

- автомобильным транспортом по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием (дороги первой категории) без ограничения скорости или по булыжным и грунтовыми дорогам (дороги второй и третьей категории) со скоростью до 40 км/ч;
- железнодорожным (в отопляемых отсеках).
- в герметизированных отопляемых отсеках самолетов

Транспортирование СПЦ производится в соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на конкретном виде транспорта.

Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды в соответствии с условиями хранения 2 по ГОСТ 15150-69 .

### **13 Гарантии изготовителя**

13.1 При поставке СПЦ предприятие–изготовитель гарантирует соответствие преобразователей требованиям настоящих РЭ при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования, монтажа, установленных настоящими РЭ.

13.2 Гарантийный срок эксплуатации СПЦ - 36 месяцев со дня отгрузки потребителю, либо со дня ввода его в эксплуатацию, если пуско-наладочные работы выполняются предприятием-изготовителем.

13.3 Гарантийный срок хранения - 6 месяцев с момента отгрузки.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. Габаритные и установочные размеры

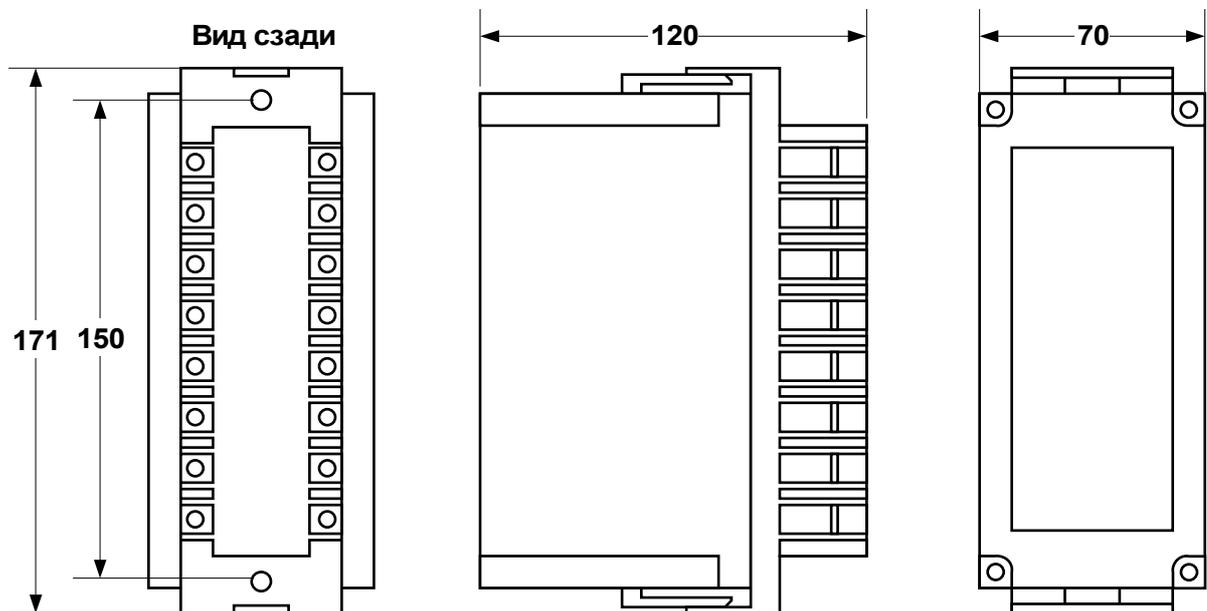


Рисунок А1. Габаритные и установочные размеры СПЦ.

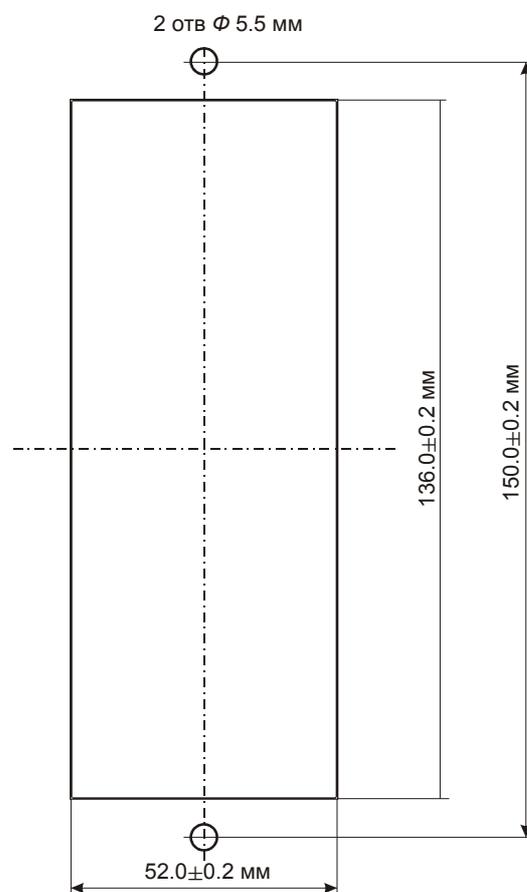


Рисунок А2. Вырез в панели для установки розетки СПЦ.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Схема подключения**  
Вид со стороны установки преобразователя.

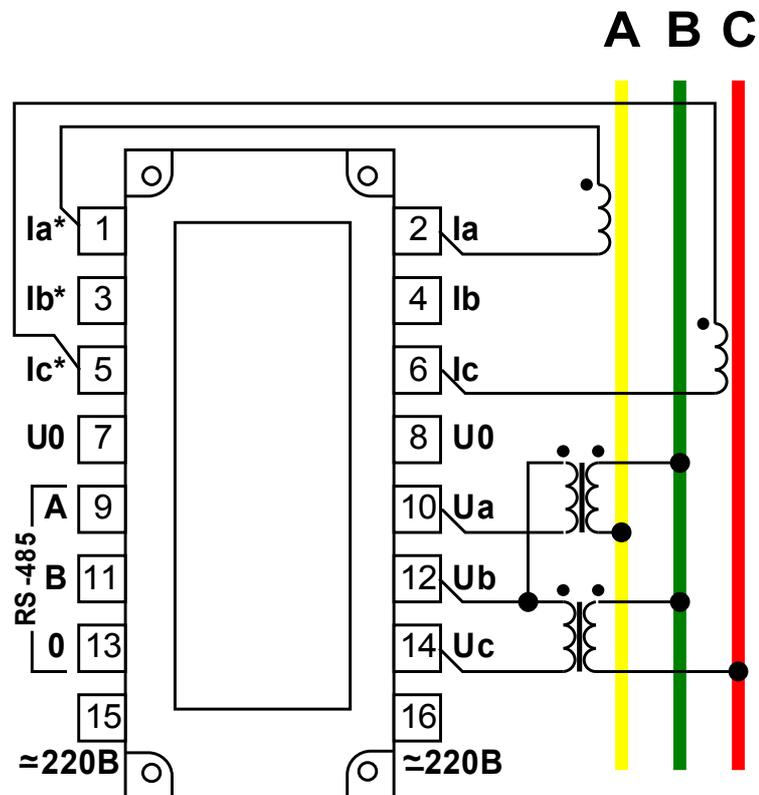


Рисунок Б1 Трехпроводная схема подключения СПЦ-xxx/х-3-хх

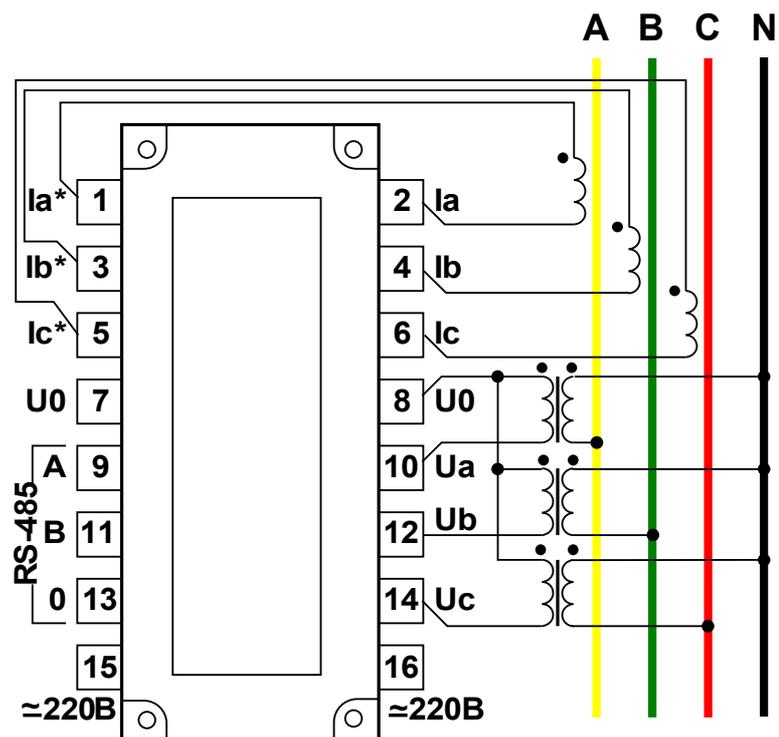


Рисунок Б2 Четырехпроводная схема подключения СПЦ-xxx/х-х  
Вид со стороны установки преобразователя.

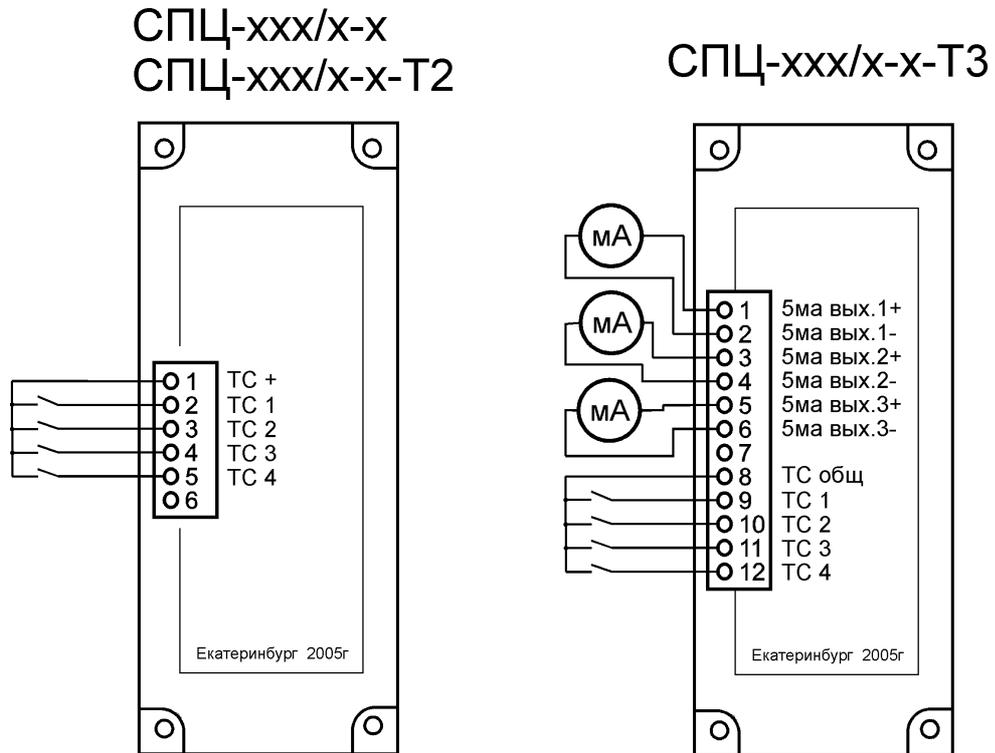


рис. Б3 подключение бокового разъема

**ПРИЛОЖЕНИЕ В. Методика поверки**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ ФГУ “Уралтест”

\_\_\_\_\_ М. В. Чигарев

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2006 г.

**1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.**

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке и после ремонта	периодической поверке
1	2	3	4
1.1 Внешний осмотр.	п. 5.1	+	+
1.2 Проверка метрологических характеристик			
1.2.1 Определение погрешности измерения тока и напряжения на цифровом выходе.	п. 5.2	+	+
1.2.2 Определение погрешности измерения мощности на цифровом выходе.	п. 5.3	+	+
1.2.3 Определение погрешности установки тока на аналоговом выходе.	п. 5.4	+	+
1.2.4 Определение погрешности измерения частоты на цифровом выходе.	п. 5.5	+	-
1.3 Проверка электрической прочности изоляции.			
1.3.1 Измерение сопротивления изоляции	п. 5.6	+	-
1.3.2 Испытание изоляции повышенным напряжением.	п. 5.7	+	-

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.

Номер пункта НД по поверке	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего требования и характеристики технические и метрологические																																																								
1	2																																																								
п. 5.2	<p>Калибратор Н4-6 основные характеристики в режиме воспроизведения напряжения переменного тока:</p> <table border="1" data-bbox="432 555 1378 869"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Поддиапа- зон, Un</th> <th rowspan="2">Частотный диапазон</th> <th colspan="2">Предел допускаемой основной погрешности, +/- (% от U + % от Un)</th> </tr> <tr> <th>за 1 год, t = (23 +/-5) °C</th> <th>за 3 года, t = (23 +/-5) °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,2 V, 2 V 20 V</td> <td>0,1 Гц-20 кГц 21 -50 кГц 51 - 100 кГц</td> <td>0,015+ 0,0015 +30 мкВ 0,025+ 0,0025 +35 мкВ 0,04 + 0,004 + 40 мкВ</td> <td>0,03 + 0,003 + 30 мкВ 0,04 + 0,004 + 35 мкВ 0,055 + 0,0055 + 40 мкВ</td> </tr> <tr> <td>200 V</td> <td>0,1 Гц-20 кГц 21 - 50 кГц 51 - 100 кГц</td> <td>0,025 + 0,0025 0,04 + 0,004 0,05 + 0,005</td> <td>0,04 + 0,004 0,055 + 0,0055 0,065 + 0,0065</td> </tr> <tr> <td>1000 V</td> <td>0,1 Гц-20 кГц</td> <td>0,04 + 0,004</td> <td>0,05 + 0,005</td> </tr> </tbody> </table> <p>основные характеристики в режиме воспроизведения силы переменного тока:</p> <table border="1" data-bbox="432 943 1445 1256"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Поддиапазон In</th> <th colspan="3">Предел допускаемой основной погрешности, +-(% от I + % от In) за 1 год, t = (23 +/-5)°C, на частотах</th> <th rowspan="2">Максимальное напряжение на нагрузке (при сохранении точности)</th> </tr> <tr> <th>0,1 - 1000 Гц</th> <th>1,1-5 кГц</th> <th>5,1-10 кГц</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,2 mA</td> <td>0,05 + 0,01</td> <td>0,1 + 0,05</td> <td>0,5 + 0,25</td> <td>2В</td> </tr> <tr> <td>2 mA</td> <td>0,05 + 0,005</td> <td>0,08 + 0,01</td> <td>0,25 + 0,05</td> <td>2В</td> </tr> <tr> <td>20 mA</td> <td>0,05 + 0,005</td> <td>0,08 + 0,01</td> <td>0,25 + 0,05</td> <td>2В</td> </tr> <tr> <td>200 mA</td> <td>0,05 * - 0,005</td> <td>0,08 + 0,01</td> <td>0,25 + 0,05</td> <td>2В</td> </tr> <tr> <td>2 A</td> <td>0,08 + 0,01</td> <td>0,15 + 0,015</td> <td>0,5 + 0,05</td> <td>2В</td> </tr> <tr> <td>10A</td> <td>0,1 + 0,02</td> <td>0,5 + 0,05</td> <td>0,5 + 0,05</td> <td>2В</td> </tr> </tbody> </table>	Поддиапа- зон, Un	Частотный диапазон	Предел допускаемой основной погрешности, +/- (% от U + % от Un)		за 1 год, t = (23 +/-5) °C	за 3 года, t = (23 +/-5) °C	0,2 V, 2 V 20 V	0,1 Гц-20 кГц 21 -50 кГц 51 - 100 кГц	0,015+ 0,0015 +30 мкВ 0,025+ 0,0025 +35 мкВ 0,04 + 0,004 + 40 мкВ	0,03 + 0,003 + 30 мкВ 0,04 + 0,004 + 35 мкВ 0,055 + 0,0055 + 40 мкВ	200 V	0,1 Гц-20 кГц 21 - 50 кГц 51 - 100 кГц	0,025 + 0,0025 0,04 + 0,004 0,05 + 0,005	0,04 + 0,004 0,055 + 0,0055 0,065 + 0,0065	1000 V	0,1 Гц-20 кГц	0,04 + 0,004	0,05 + 0,005	Поддиапазон In	Предел допускаемой основной погрешности, +-(% от I + % от In) за 1 год, t = (23 +/-5)°C, на частотах			Максимальное напряжение на нагрузке (при сохранении точности)	0,1 - 1000 Гц	1,1-5 кГц	5,1-10 кГц	0,2 mA	0,05 + 0,01	0,1 + 0,05	0,5 + 0,25	2В	2 mA	0,05 + 0,005	0,08 + 0,01	0,25 + 0,05	2В	20 mA	0,05 + 0,005	0,08 + 0,01	0,25 + 0,05	2В	200 mA	0,05 * - 0,005	0,08 + 0,01	0,25 + 0,05	2В	2 A	0,08 + 0,01	0,15 + 0,015	0,5 + 0,05	2В	10A	0,1 + 0,02	0,5 + 0,05	0,5 + 0,05	2В
Поддиапа- зон, Un	Частотный диапазон			Предел допускаемой основной погрешности, +/- (% от U + % от Un)																																																					
		за 1 год, t = (23 +/-5) °C	за 3 года, t = (23 +/-5) °C																																																						
0,2 V, 2 V 20 V	0,1 Гц-20 кГц 21 -50 кГц 51 - 100 кГц	0,015+ 0,0015 +30 мкВ 0,025+ 0,0025 +35 мкВ 0,04 + 0,004 + 40 мкВ	0,03 + 0,003 + 30 мкВ 0,04 + 0,004 + 35 мкВ 0,055 + 0,0055 + 40 мкВ																																																						
200 V	0,1 Гц-20 кГц 21 - 50 кГц 51 - 100 кГц	0,025 + 0,0025 0,04 + 0,004 0,05 + 0,005	0,04 + 0,004 0,055 + 0,0055 0,065 + 0,0065																																																						
1000 V	0,1 Гц-20 кГц	0,04 + 0,004	0,05 + 0,005																																																						
Поддиапазон In	Предел допускаемой основной погрешности, +-(% от I + % от In) за 1 год, t = (23 +/-5)°C, на частотах			Максимальное напряжение на нагрузке (при сохранении точности)																																																					
	0,1 - 1000 Гц	1,1-5 кГц	5,1-10 кГц																																																						
0,2 mA	0,05 + 0,01	0,1 + 0,05	0,5 + 0,25	2В																																																					
2 mA	0,05 + 0,005	0,08 + 0,01	0,25 + 0,05	2В																																																					
20 mA	0,05 + 0,005	0,08 + 0,01	0,25 + 0,05	2В																																																					
200 mA	0,05 * - 0,005	0,08 + 0,01	0,25 + 0,05	2В																																																					
2 A	0,08 + 0,01	0,15 + 0,015	0,5 + 0,05	2В																																																					
10A	0,1 + 0,02	0,5 + 0,05	0,5 + 0,05	2В																																																					
п.п. 5.3, 5.6, 5.7	<p>Установка МК 6801 пределы измерения: I=0.005-10.5A, U=13-420В, коэффициент мощности=-1... +1; основная относительная погрешность активной мощности: <math>\pm(0.08-0.03*\cos(\varphi))\%</math> основная относительная погрешность реактивной мощности: <math>\pm(0.2-0.1*\sin(\varphi))\%</math></p>																																																								
п.п. 5.4, 5.5	<p>Мультиметр Agilent 34401A пределы измерения постоянного тока: 10 мА, 100 мА, 1 А, 3 А погрешность измерения постоянного тока:</p> <table border="1" data-bbox="432 1666 1445 1850"> <tbody> <tr> <td>10 мА - 0,050+0,020 100 мА - 0,050+0,005 1 А - 0,100+0,010 3 А - 0,120+0,020</td> <td>Погрешности приведены в виде: <math>\pm(\% \text{ от измеренного значения} + \% \text{ от предела измерения})</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>измерение частоты: 3Гц-300кГц погрешность измерения частоты: 0.01%</p>	10 мА - 0,050+0,020 100 мА - 0,050+0,005 1 А - 0,100+0,010 3 А - 0,120+0,020	Погрешности приведены в виде: $\pm(\% \text{ от измеренного значения} + \% \text{ от предела измерения})$																																																						
10 мА - 0,050+0,020 100 мА - 0,050+0,005 1 А - 0,100+0,010 3 А - 0,120+0,020	Погрешности приведены в виде: $\pm(\% \text{ от измеренного значения} + \% \text{ от предела измерения})$																																																								
п. 5.6	Мегаомметр																																																								
п. 5.7	Пробойная установка УПУ-3																																																								

При поверке допускается использовать средства поверки других наименований с характеристиками не хуже указанных.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.

При поверке преобразователей СПЦ должны соблюдаться требования “Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей”, “Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей”, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.

При поверке должны выполняться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С	+15...+25
- относительная влажность воздуха ( не конденсирующаяся ), %	30...80
- атмосферное давление, кПа	84...106
- напряжение питающей сети, В	187...253
- частота питающей сети, Гц	50±2,5

### 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.

Для считывания результатов измерения с преобразователей используется сервисная программа, запущенная на персональном компьютере или ноутбуке, подключенном к преобразователю через интерфейс RS-485. Скорость обмена, установленная в сервисной программе, должна соответствовать скорости обмена, установленной на преобразователе. Адрес преобразователя должен соответствовать серийному номеру, указанному на корпусе преобразователя.

#### 5.1 Внешний осмотр.

Преобразователь СПЦ должен иметь четкую маркировку и обозначение разъемов, читаемые без применения вспомогательных средств. Все внутренние детали должны быть надежно закреплены. Внутренние соединительные провода должны быть собраны в жгуты. Корпус преобразователя не должен иметь сколов и трещин. При невыполнении одного из вышеперечисленных требований преобразователь бракуют и дальнейшей поверке не подвергают.

5.2 Определение погрешности измерения тока и напряжения на цифровом выходе проводят:

для СПЦ с 4-проводной схемой включения на каждой фазе **Ia; Ib; Ic; Ua; Ub; Uc;**

для СПЦ с 3-проводной схемой включения на фазах А и С **Ia; Ic; Uab; Ubc.**

Преобразователь СПЦ подсоединяют к эталонному калибратору Н4-6 по схемам измерения тока и напряжения, приведенным в приложение Б. Измерения проводят при пяти значениях измеряемой величины, равных 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 0,95 конечного значения диапазона измерений. Контролируют значение поверяемой величины по компьютеру, подключенному к преобразователю. Сравнивают показания компьютера с показаниями эталонного калибратора. Рассчитывают величины приведенной погрешности для каждого измеренного значения поверяемой величины по формуле:

$$(A_{\text{изм}} - A_{\text{д}}) 100 \% / A_{\text{к}} \quad (1)$$

где  $A_{\text{изм}}$  – величина измеряемого значения, указанная компьютером;

$A_d$  – величина измеряемого значения, установленного на калибраторе;

$A_k$  – конечное значение диапазона измерений.

Расчитанные значения приведенной погрешности не должны превышать предельных допустимых значений, указанных в руководстве по эксплуатации (далее РЭ). В противоположном случае преобразователь бракуют и далее не поверяют.

### 5.3 Определение погрешности измерения мощности на цифровом выходе.

Преобразователь в соответствии с его схемой включения (3-х или 4-х проводная) подключают к установке МК 6801. Установку готовят к работе в соответствии с требуемой для преобразователя схемой и согласно руководству по эксплуатации установки. Назначение входов и выходов преобразователя приведено в приложении «Б», рис. «Б1», «Б2» и на корпусе преобразователя.

5.3.1 Определение погрешности измерения активной мощности проводят для номинального напряжения  $U_n$ , четырех значениях тока: **10%; 20%; 50% и 100%  $I_n$**  и при трех значениях косинуса угла между  $U$  и  $I$ : **1; 0,5 инд.; 0,8 емк**, для каждого значения тока. Все величины устанавливаются на установке МК 6801. Контролируют измеренные значения мощности по компьютеру, подключенному к преобразователю. Погрешность измерений определяют по формуле (1).

Расчитанные значения приведенной погрешности не должны превышать предельных допустимых значений, указанных в РЭ. В противоположном случае преобразователь бракуют и далее не поверяют.

5.3.2 Определение погрешности измерения реактивной мощности проводят для номинального напряжения  $U_n$ , четырех значениях тока: **10%; 20%; 50% и 100%  $I_n$**  и при трех значениях синуса угла между  $U$  и  $I$ : **1; 0,5 инд.; 0,8 емк**, для каждого значения тока. Все величины устанавливаются на установке МК 6801. Контролируют измеренные значения мощности по компьютеру, подключенному к преобразователю. Погрешность измерений определяют по формуле (1).

Расчитанные значения приведенной погрешности не должны превышать предельных допустимых значений, указанных в РЭ. В противоположном случае преобразователь бракуют и далее не поверяют.

### 5.4 Определение погрешности установки тока на аналоговом выходе.

При помощи сервисной программы задается режим формирования на токовых выходах тока +5мА, -5мА. Ток на аналоговых выходах преобразователя согласно Приложению «Б», рис. «Б3» контролируется по показаниям мультиметра Agilent34401А, установленного в режим измерения постоянного тока. Погрешность установки выходного тока не должна превышать значений, указанных в РЭ. В противоположном случае преобразователь бракуют и далее не поверяют.

### 5.5 Определение погрешности измерения частоты на цифровом выходе.

На входные преобразователя и на мультиметр Agilent34401А, установленный в режим измерения частоты, подается переменное напряжение от одного источника амплитудой  $57В \pm 10\%$ , частотами  $0,95 \cdot f_n$ ,  $f_n$ ,  $1,05 \cdot f_n$ . Контролируют измеренные значения частоты по компьютеру, подключенному к преобразователю.

Измеренное преобразователем значение частоты сравнивается с показаниями мультиметра. Погрешность измерения частоты не должна превышать значений, указанных в руководстве по эксплуатации.

#### 5.6 Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции проводят мегаомметром между корпусом и соединенными между собой выводами силовых цепей и входных цепей. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 Мом. В противном случае преобразователь бракуют и далее не проверяют.

5.7 Испытание изоляции повышенным напряжением с помощью пробойной установки УПУ-3.

5.7.1 Нижеуказанная изоляция должна выдерживать переменное напряжение величиной 600 В частоты 50 Гц в течение 1 минуты (в скобках указаны номера клемм):

- между соединенными между собой клеммами тока (1,2,3,4,5,6) и соединенными между собой клеммами напряжения (7,8,10,12,14);
- между соединенными между собой клеммами питания (15,16) и соединенными между собой остальными клеммами (1-14);
- между соединенными между собой клеммами ТС (1-6 бокового разъема для СПЦ xxx/x-x, СПЦ xxx/x-x-T2 или 8-12 бокового разъема для СПЦ xxx/x-x-T3) и соединенными между собой остальными клеммами (1-16);
- между соединенными между собой клеммами цепей RS-485 (9,11,13) и соединенными между собой остальными клеммами (1,2,3,4,5,6,7,8,10,12,14,15,16);
- между соединенными между собой клеммами цепей каждого токового выхода (1,2 или 3,4 или 5,6) и соединенными между собой остальными клеммами (7,8,9,10,11,12,13,14,15,16).

5.7.2 Изоляция между всеми соединенными между собой клеммами и корпусом, обернутым металлической фольгой, должна выдерживать переменное напряжение величиной 2500 В частоты 50 Гц в течение 1 минуты.

## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Результаты поверки оформляют протоколом.

6.2 При положительном результате первичной поверки при выпуске из производства на паспорт преобразователя и сам преобразователь наносят клеймо. При необходимости может быть выписано свидетельство о поверке.

6.3 При положительном результате первичной поверки после ремонта и периодической поверке на преобразователь наносят клеймо и выписывают свидетельство о поверке.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Протокол обмена МЭК 60870-5-101

### Введение

Данный документ содержит описание подмножества протокола МЭК 60870-5-101-2006, используемого при обмене данными с цифровыми преобразователями СПЦ. Дополнительную информацию можно найти в [6], ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95, ГОСТ Р МЭК 870-5-2-95, ГОСТ Р МЭК 870-5-5-96, и в документе «Методические указания по реализации протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 при взаимодействии систем телемеханики с автоматизированной системой Системного оператора».

Обо всех неточностях, обнаруженных в данном документе, сообщайте по адресу: [cmn@mail.ru](mailto:cmn@mail.ru)

### 1. Форматы пакетов.

Согласно МЭК 60870-5-101-2006 используются кадры формата FT1.2.

Байты передаются в формате: 1 старт бит, 8 бит данных, бит четности (even), 1 стоп бит.

#### 1.1 Пакет с фиксированной длиной

№ байта в пакете	Комментарий
Заголовок транспортного уровня	
0	Start=10h
1	Control — байт управления
2	Addr — адрес станции
3	CRC (сумма = байт[1] + байт[2])
4	End=16h

#### 1.2 Пакет с переменной длиной

№ байта в пакете	Комментарий
Заголовок транспортного уровня	
0	Start1=68h
1	L — длина пакета = количество байт с 4 по (n-1) включительно
2	L — повторение длины пакета
3	Start2=68h
4	Control (байт управления)
5	Addr — адрес станции
Начало ASDU (идентификатор блока данных)	
6	Идентификатор типа
7	Классификатор переменной структуры
8	Причина передачи
9	Общий адрес ASDU
Элементы информации	
...	Элементы информации
Окончание пакета (stop frame)	
n	CRC (сумма = байт[4] + байт[5] + ... + байт[n-1])
n+1	End=16h

### 1.3 Описание полей пакетов

#### 1.3.1 Поле длины (L)

Содержит количество байт с 4 по (n-1) включительно.

#### 1.3.2 Байт управления (Control)

Содержит информацию о направлении передачи, типе услуги, а также биты для защиты от потери и дублирования информации.

		2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
1 => 2		DIR	PRM = 1	FCB	FCV	Функциональный Код (FC)			
2 => 1		DIR	PRM = 0	ACD	DFC				

В приведенной таблице обозначения битов в верхней строке соответствуют кадрам, передаваемым от первичной станции к вторичной (1 => 2), в нижней - от вторичной к первичной (2 => 1).

**DIR** - физическое направление (только для балансной передачи):

1 - от А к В, 0 - от В к А;

**PRM** - 1 - сообщение от первичной станции,

0 - сообщение от вторичной станции;

**FCB** (Frame Count Bit) - бит счетчика кадров, передаваемых первичной станцией, служит для защиты от потери и дублирования кадров при искажениях в канале связи;

**FCV** - бит, указывающий актуальность функции бита FCB:

1 - изменение бита FCB актуально и должно контролироваться при приеме,

0 - изменение бита FCB (по сравнению с предыдущим кадром) не должно контролироваться при приеме, но значение FCB должно запоминаться для контроля изменения при приеме следующего кадра с FCV=1;

**ACD** - 1 - наличие на вторичной станции высокоприоритетной информации - класса 1 (режим S3 ЗАПРОС/ОТВЕТ);

**DFC** - управление потоком данных: 1 - дальнейшие сообщения могут вызвать переполнение каких-либо буферов памяти.

При передаче каждого нового сообщения в режиме S2 SEND/CONFIRM или S3 REQUEST/RESPOND тому же адресату (вторичной станции) значение бита FCB изменяется на обратное (кадры нумеруются по модулю 2). Повторная передача кадра с тем же значением FCB производится в двух случаях: когда ответный кадр от вторичной станции бракуется и когда ответ отсутствует в течение установленного тайм-аута.

**Функциональные коды байта управления в сообщениях от первичной станции (PRM = 1):**

Функц код	Тип кадра	Функция	FCV	Ответные функциональные коды от вторичной станции - КП
0	Посылка с ожиданием	Установить удаленный канальный уровень в начальное состояние	0	"0" - ACK "1" - NACK
1	Посылка с ожиданием	Установить пользовательский процесс в исходное состояние	0	"0" - ACK
3	ПОСЫЛКА/ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ	Пользовательские данные	1	"0" - ACK "1" - NACK
4	ПОСЫЛКА БЕЗ ОТВЕТА	Пользовательские данные	0	Нет ответа

8	ЗАПРОС доступа по требованию	запрос о наличии данных класса 1	0	"11" - статус канального уровня
9	ЗАПРОС/ОТВЕТ	Запрос статуса канального уровня	0	"11" - статус канального уровня
10	ЗАПРОС/ОТВЕТ	Запрос данных класса 1	1	"8" - передача пользовательских данных "9" - данные не доступны
11	ЗАПРОС/ОТВЕТ	Запрос данных класса 2	1	"8" - передача пользовательских данных "9" - данные не доступны

На прочие функциональные коды будет выдана отрицательная квитанция.

В данной версии протокола пользовательские данные разделяются на приоритетные классы 1 и 2 следующим образом: к классу 1 отнесены данные, требующие экстренной передачи по технологическим признакам, например, изменившиеся ТС или существенные отклонения ТИТ, а данные класса 2 могут передаваться циклически, периодически, в фоновом режиме, группами или полным объемом данных. Возможны другие алгоритмы определения приоритетов данных для передачи, при этом необходимо обеспечивать требования по допустимому времени передачи информации.

Служебные посылки начальной установки не требуют защиты от дублирования. Они передаются с **FCB = 0** и **одновременно FCV = 0**, так что вторичная станция не сравнивает бит FCB с его значением в предыдущем кадре. В следующем кадре (при отсутствии ошибок) должно быть **FCB = 1** и **FCV = 1**.

#### Функциональные коды байта управления в сообщениях от вторичной станции (PRM=0):

Функц. код	Тип кадра	Функция
0	Подтверждение	Положительная квитанция
1	Подтверждение	Отрицательная квитанция
8	Ответ	Пользовательские данные
9	Ответ	Запрошенные данные недоступны
11	Ответ	Статус канального уровня

В режиме ЗАПРОС/ОТВЕТ положительная квитанция не требуется - ответом на запрос являются пользовательские данные. Отрицательная квитанция передается от КП в следующих случаях:

Функциональный код FC9 "запрошенные данные недоступны", когда, например, первичная станция запрашивает группу, не существующую на данной вторичной станции.

Функциональный код FC1, когда кадр с данными от первичной станции принят канальным уровнем вторичной станции без ошибок, но ASDU не может быть передан прикладному уровню, например, из-за занятости буфера.

#### 1.3.3 Addr — адрес станции

Используется ширина поля 1 байт. Может принимать значение от 1 до 255. Значение 255 является ширококвещательным адресом.

#### 1.3.4 Идентификатор типа

Определяет тип блока данных и последующую структуру пакета.

Использование стандартных типов описано в главе 4.

Использование нестандартных типов описано в главе 5.

**1.3.5 Классификатор переменной структуры**

Биты	7	6	5	4	3	2	1	0
	SQ	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>

Бит SQ определяет метод адресации объектов. Используется только SQ=0 (один или несколько объектов информации).

**2. Формуляр соглашений по совместимости.**

- 1 Система или устройство - **вторичный Slave**
- 2 Конфигурация сети - **Магистральная**
- 3 Физический уровень
  - 3.1 Тип интерфейса **RS-485**
  - 3.2 Скорости передачи **1200,9600,57600,115200 бит/с**  
**На скорости 115200 необходима пауза до 100 мс между процедурами опроса станции к одному и тому же преобразователю.**
- 4 Канальный уровень
  - 4.1 Передача по каналу **Небалансная передача**
  - 4.2 Адресное поле канального уровня (адрес станции) **1 байт**
    - 4.2.1 Широковещательный адрес - **255**
  - 4.3 Длина кадра
    - 4.3.1 Максимальная длина L (в направлении управления) **255 байт**
    - 4.3.2 Максимальная длина L (в направлении контроля) **255 байт**
- 5 Прикладной уровень
  - 5.1 Общий адрес ADSU **1 байт**. Всегда равен 1
  - 5.2 **Информация о процессе в направлении контроля**

Идентификатор типа	Причина передачи	Комментарий
2	3	Одноэлементная информация с меткой времени CP24Время2а. Передача ТС с меткой времени. Сначала в пакет складываются состояния изменившихся ТС из архива событий с меткой времени момента изменения, затем — текущее состояние неизменившихся ТС с меткой времени последнего опроса. Передача неизменившихся ТС происходит по опросу станции с причиной 20 (ответ на опрос). Передача изменившихся ТС происходит по первому поступившему после изменения опросу преобразователя.
1	3(п.4.4), 20(п.4.3)	Одноэлементная информация.
14	3	Короткий формат с плавающей запятой с меткой времени CP24Время2а. Передача ТИТ с меткой времени. Обновление ТИТ происходит с периодичностью 0.4 сек. Передача происходит по первому поступившему после обновления ТИТ опросу преобразователя.

**5.3 Системная информация в направлении управления**

Идентификатор типа	Комментарий
100	Команда опроса
103	Команда синхронизации часов
106	Команда определения запаздывания

Причина передачи преобразователем не анализируется.

**5.4 Информация о системе в направлении контроля**

Идентификатор типа	Комментарий
70	Завершение активации

### 3. Адресация параметров

Используется длина адреса параметра 1 байт.

#### 3.1 Телеизмерения

При передаче в формате с плавающей запятой передается непосредственно измеренное значение. При передаче в масштабированном формате представление параметров описано в столбце таблицы «Представление параметра при передаче в масштабированном формате».

Таблица 3.1

Адрес	Измеряемый параметр	Обозначение	Единица измерения	Представление параметра при передаче в масштабированном формате
1	Среднеквадратичное значение напряжения по фазе А	$U_a$	В	Для СПЦ с номинальным фазным напряжением 57.7 В или линейным 100В $32767=327,67В$  Для СПЦ с номинальным фазным напряжением 220 В или линейным 380В $32767=3276,7В$
2	Среднеквадратичное значение напряжения по фазе В	$U_b$		
3	Среднеквадратичное значение напряжения по фазе С	$U_c$		
4	Среднее значение фазного напряжения	$U_m$		
5	Линейное напряжение А-В	$U_{ab}$		
	Линейное напряжение В-С	$U_{bc}$		
7	Линейное напряжение С-А	$U_{ca}$		
8	Среднее значение линейного напряжения	$U_{lm}$		
9	$3U_0$	$3U_0$		
10	Среднеквадратичное значение тока по фазе А	$I_a$	А	Для СПЦ с номинальным током 1А: $32767=3.2767А$ ;  Для СПЦ с номинальным током 5А: $32767=32.767А$
11	Среднеквадратичное значение тока по фазе В. Для 3-проводного СПЦ – вычисляемый параметр.	$I_b$		
12	Среднеквадратичное значение тока по фазе С	$I_c$		
13	Среднее значение тока по 3 фазам Для 3-проводного СПЦ — по 2 фазам	$I_m$		
14	Активная мощность по фазе А. Для 3-проводного СПЦ – мощность ваттметра $U_{ab} \cdot I_a$	$P_a$	Вт	Для СПЦ 100/5, 380/1, 380/5: $32767=3276.7 Вт$ ,  Для СПЦ 100/1: $32767=327.67 Вт$ ,
15	Активная мощность по фазе В. Для 3-проводного СПЦ – мощность ваттметра $U_{ca} \cdot I_b$	$P_b$		
16	Активная мощность по фазе С. Для 3-проводного СПЦ – мощность ваттметра $U_{bc} \cdot I_c$	$P_c$		

Адрес	Измеряемый параметр	Обозначение	Единица измерения	Представление параметра при передаче в масштабированном формате
17	Суммарная по трем фазам активная мощность	Psum	Вт	Для СПЦ 100/5, 380/1: 32767=3276.7 Вт,  Для СПЦ 380/5: 32767=32767 Вт,  Для СПЦ 100/1: 32767=327.67 Вт
18	Реактивная мощность по фазе А. Для 3-проводного СПЦ – мощность варметра $U_{ab} \cdot I_a$	Qa	ВАр	Для СПЦ 100/5, 380/1, 380/5: 32767=3276.7 вар,  Для СПЦ 100/1: 32767=327.67 вар
19	Реактивная мощность по фазе В. Для 3-проводного СПЦ – мощность варметра $U_{ca} \cdot I_b$	Qb		
20	Реактивная мощность по фазе С. Для 3-проводного СПЦ – мощность ваттметра $U_{bc} \cdot I_c$	Qc		
21	Суммарная по трем фазам реактивная мощность	Qsum	ВАр	Для СПЦ 100/5, 380/1: 32767=3276.7 вар,  Для СПЦ 380/5: 32767=32767 вар,  Для СПЦ 100/1: 32767=327.67 вар
22	Полная мощность по фазе А. Для 3-проводного СПЦ – $U_{ab} \cdot I_a$	Sa	ВА	Для СПЦ 100/5, 380/1, 380/5: 32767=3276.7 ВА,  Для СПЦ 100/1: 32767=327.67 ВА
23	Полная мощность по фазе В. Для 3-проводного СПЦ – $U_{ca} \cdot I_b$	Sb		
24	Полная мощность по фазе С. Для 3-проводного СПЦ – $U_{bc} \cdot I_c$	Sc		
25	Суммарная по трем фазам полная мощность	Ssum	ВА	Для СПЦ 100/5, 380/1: 32767=3276.7 ВА,  Для СПЦ 380/5: 32767=32767 ВА,  Для СПЦ 100/1: 32767=327.67 ВА
26	Частота	F	Гц	32767=327.67Гц
27	Угол вектора $U_a$	$U_a\_angle$	радиан	-31416 = -3.1416 радиан, 31416 = 3.1416 радиан
28	Угол вектора $U_b$	$U_b\_angle$		
29	Угол вектора $U_c$	$U_c\_angle$		
30	Угол вектора $I_a$	$I_a\_angle$		
31	Угол вектора $I_b$	$I_b\_angle$		
32	Угол вектора $I_c$	$I_c\_angle$		
33	Cos( $\varphi$ ) по фазе А	cos_a	Безразмерная от -1 до +1	-10000 = -1, 10000 = 1
34	Cos( $\varphi$ ) по фазе В	cos_b		
35	Cos( $\varphi$ ) по фазе С	cos_c		
36	Время	time	-	-
37	Общий описатель качества	qds	-	-

**3.2 Токовые выходы**

Адрес	Измеряемый параметр	Обозначение
51	Токовый выход 1	iout1
52	Токовый выход 2	iout2
53	Токовый выход 3	iout3

**3.3 Дискретные сигналы**

Адрес	Измеряемый параметр	Обозначение
61	ТС1	ts1
62	ТС2	ts2
63	ТС3	ts3
64	ТС4	ts4

**3.4 Адресация параметров конфигурации и служебных параметров**

Адрес параметра	Наименование параметра	Формат параметра	Примечание
101	Серийный номер преобразователя	uint32	Уникальный серийный номер. Соответствует номеру на корпусе преобразователя. Запись разрешена в системном режиме
102	Адрес станции	uint8	От 1 до 255. Значение, устанавливаемое при выпуске с производства равно 255. При вводе в эксплуатацию необходимо установить корректный адрес станции. Запись разрешена.
103	Скорость обмена	uint32	Запись разрешена
104	Тип преобразователя	uint8	Только чтение СПЦ 100/1-4 =10 СПЦ 100/1-4-T2 =11 СПЦ 100/1-4-T3 =12 СПЦ 100/5-4 =13 СПЦ 100/5-4-T2 =14 СПЦ 100/5-4-T3 =15  СПЦ 100/1-3 =20 СПЦ 100/1-3-T2 =21 СПЦ 100/1-3-T3 =22 СПЦ 100/5-3 =23 СПЦ 100/5-3-T2 =24 СПЦ 100/5-3-T3 =25  СПЦ 380/1-4 =30 СПЦ 380/1-4-T2 =31 СПЦ 380/1-4-T3 =32 СПЦ 380/5-4 =33 СПЦ 380/5-4-T2 =34 СПЦ 380/5-4-T3 =35
105	Версия программы	uint32	Только чтение
106	Тип протокола обмена	uint16	Запись разрешена в системном режиме 1 - МЭК 60870-5-101 (аналоговые измерения передаются в формате с плавающей запятой, идентификатор типа пакета 13,14) 2 - МЭК 60870-5-101 (аналоговые измерения передаются в масштабированном формате с фиксированной запятой, идентификатор типа пакета 11,12) 65535 - FT3
107	Задержка ответа на запрос	uint16	Запись разрешена в системном режиме. В десятках микросекунд.

108-130	Служебные параметры	-	-
131	Назначение токового выхода 1	uint8	Запись разрешена
132	Назначение токового выхода 2	uint8	Запись разрешена
133	Назначение токового выхода 3	uint8	Запись разрешена
134-140	резерв	-	-
141	Сдвиг шкалы токового выхода 1	float	Запись разрешена. Позволяет задать смещение диапазона отображения. Например, если требуется преобразовать в ток значение частоты таким образом, чтобы при 47 Гц на токовом выходе был ток -5 ма, при 50 Гц — 0 ма, при 53 Гц - +5 мА, смещение задается равным 50.0
142	Сдвиг шкалы токового выхода 2	float	
143	Сдвиг шкалы токового выхода 3	float	
144-150	резерв	-	-
151	Масштаб шкалы токового выхода 1	float	Запись разрешена Ток в миллиамперах на токовом выходе задается по формуле $I = (\text{результат измерения} - \text{сдвиг}) * \text{масштаб}$
152	Масштаб шкалы токового выхода 2	float	
153	Масштаб шкалы токового выхода 3	float	
154-200	Служебные параметры	-	-
201-235	Апертуры телеизмерений (0.0 — разрешает передачу, любое другое значение — запрещает передачу)	float	Запись разрешена

### 3.5 Форматы представления параметров

Формат параметра	Обозначение	Длина параметра, байт	Комментарий
0	ok	0	Используется в расширении протокола при положительном результате записи параметра.
1	float	4	
2	uint8	1	
3	uint16	2	
4	uint32	4	
5	uint64	8	резерв
6	int8	1	резерв
7	int16	2	резерв
8	int32	4	резерв
9	int64	8	резерв
10	char[]	m	резерв
11	CP24Время2a	4	
12	CP56Время2a	7	
13	SIQ	1	Одноэлементная информация с описателем качества
21	float_q_t24	8	float (4 байта) + QDS (описатель качества, 1 байт) + CP24Время2a (3 байта)
41	float_q_t56	12	float (4 байта) + QDS (описатель качества, 1 байт) + CP56Время2a (7 байт)
61	float_q	5	float (4 байта) + QDS (описатель качества, 1 байт)
254	readonly	0	Используется в расширении протокола в ответе на запрос записи параметра, доступного только для чтения.
255	invalid	0	Используется в расширении протокола в ответе на запрос несуществующего параметра.

### 3.5.1 Формат описателя качества QDS

Описатель качества состоит из пяти определенных битов (флагов) качества, которые могут устанавливаться независимо друг от друга. Описатель качества обеспечивает контролируемую станцию дополнительной информацией о качестве объекта информации.

№ бита	Наименование	Комментарий
7	IV	<p>&lt;0&gt; := действительное значение            &lt;1&gt; := недействительное значение            Значение действительно, если правильно получено. После того, как функция опроса обнаруживает неправильные условия в источнике информации (поврежденные или неработающие устройства опроса), значение величины маркируется как недействительное. При этих условиях значение ОБЪЕКТА ИНФОРМАЦИИ не определено. Бит «недействительно» используется для указания получателю, что значение величины может быть неправильным и им нельзя пользоваться.</p>
6	Res	Резерв
5		
4		
3	BL	<p>&lt;0&gt; := нет блокировки            &lt;1&gt; := блокировка            Значение ОБЪЕКТА ИНФОРМАЦИИ заблокировано для передачи, оно остается в состоянии, в котором было до блокировки. Блокировка и деблокировка могут инициироваться местным блокирующим устройством или автоматически на основании местной причины.</p>
2	SB	<p>&lt;0&gt; := нет замещения            &lt;1&gt; := проведено замещение            Значение ОБЪЕКТА ИНФОРМАЦИИ поступает на вход или от оператора (диспетчера) или от автоматического источника.</p>
1	NT	<p>&lt;0&gt; := актуальное значение            &lt;1&gt; := неактуальное значение            Значение актуально, если большинство опросов было успешным. Значение неактуально, если оно не обновлялось в течение заданного промежутка времени или было недоступно.</p>
0	OV	<p>&lt;0&gt; := нет переполнения            &lt;1&gt; := переполнение            Значение ОБЪЕКТА ИНФОРМАЦИИ находится вне заранее определенного диапазона значений (в основном применимо к аналоговым величинам)</p>

**3.5.2 Формат одноэлементной информации с описателем качества SIQ**

№ бита	Наименование	Комментарий
7	IV	<0> := действительное значение <1> := недействительное значение Значение действительно, если правильно получено. После того, как функция опроса обнаруживает неправильные условия в источнике информации (поврежденные или неработающие устройства опроса), значение величины маркируется как недействительное. При этих условиях значение ОБЪЕКТА ИНФОРМАЦИИ не определено. Бит «недействительно» используется для указания получателю, что значение величины может быть неправильным и им нельзя пользоваться.
6	NT	<0> := актуальное значение <1> := неактуальное значение
5	SB	<0> := нет замещения <1> := проведено замещение Значение ОБЪЕКТА ИНФОРМАЦИИ поступает на вход или от оператора (диспетчера) или от автоматического источника.
4	BL	<0> := нет блокировки <1> := блокировка Значение ОБЪЕКТА ИНФОРМАЦИИ заблокировано для передачи, оно остается в состоянии, в котором было до блокировки. Блокировка и деблокировка могут инициироваться местным блокирующим устройством или автоматически на основании местной причины.
3	Res	Резерв
2		
1		
0	SPI	<0> := выключено <1> := включено

**3.5.3 Формат представления времени CP56Время2a**

№ байта	Назначение битов							
	0	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>
	миллисекунды (младший байт)							
1	2 <sup>15</sup>	2 <sup>14</sup>	2 <sup>13</sup>	2 <sup>12</sup>	2 <sup>11</sup>	2 <sup>10</sup>	2 <sup>9</sup>	2 <sup>8</sup>
	миллисекунды (старший байт)							
2	IV	Res1	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
			минуты					
3	SU	Res2	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	
			часы					
4	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
	день недели			день месяца				
5	Res3				2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
					месяц			
6	Res4	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
	год							

Миллисекунды принимают значение от 0 до 59999

Минуты принимают значение от 0 до 59

Часы принимают значение от 0 до 23

День месяца принимает значение от 1 до 31

День недели принимает значение от 1 до 7 (если установлено в 0 — день недели не используется)

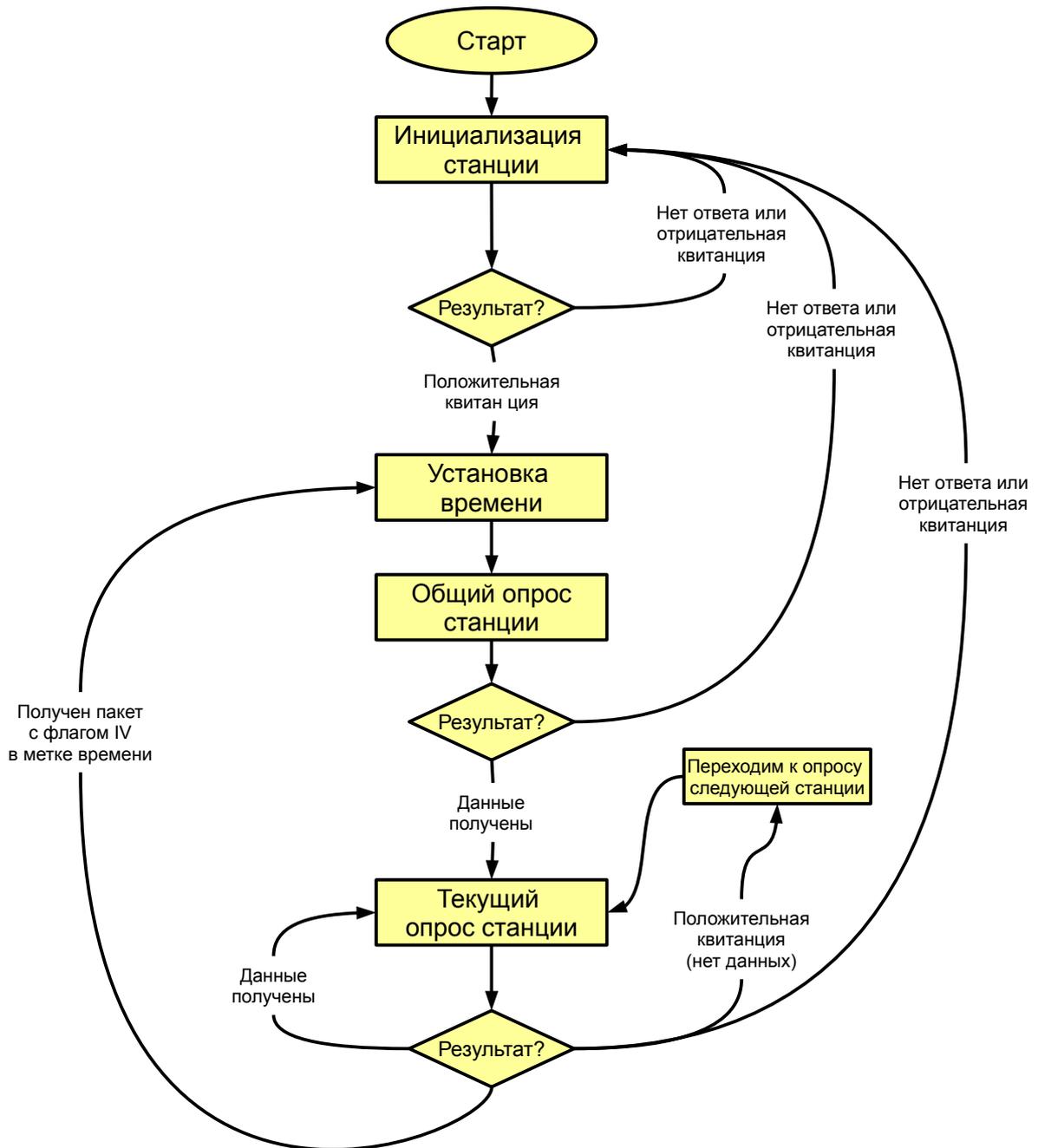
Месяц принимает значение от 1 до 12

Год принимает значение от 0 до 64 = 2000...2064

### 3.5.4 Формат представления времени CP24Время2a

№ байта	Назначение битов							
0	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
	миллисекунды (младший байт)							
1	$2^{15}$	$2^{14}$	$2^{13}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$
	миллисекунды (старший байт)							
2	IV	Res1	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
			минуты					

#### 4. Стандартные процедуры обмена



#### 4.1 Инициализация станции.

Используется пакет с фиксированной длиной (описан в п 1.1). Значение FC для поля управления указано в таблице. FC входит в байт управления Control (см. п. 1.3.2).

№	Master	Slave
1	Запрос состояния канала, пакет с фиксированной длиной, FC=9, FCB=0, FCV=0	От СПЦ ответ всегда пакет с фиксированной длиной, FC=11, DFC=0. Биты FCB и FCV не анализируются.
2	Начальная установка канала, пакет с фиксированной длиной, FC=0	Положительная квитанция, пакет с фиксированной длиной, FC=0

#### 4.2 Установка времени.

№	Master	Slave
1	Установка времени [FC3] тип=103	Положительная квитанция, пакет с фиксированной длиной, FC=0

или

№	Master	Slave
1	Установка времени [FC4] тип=103	Без ответа.

Время в пакете установки времени должно соответствовать астрономическому времени в момент приема старт бита первого байта пакета. СПЦ фиксирует время от момента приема первого бита пакета до момента обработки и устанавливает часы с соответствующей поправкой. Дискретность хода часов на СПЦ составляет 100 мкс. Для повышения точности установки времени рекомендуется отправлять пакет в момент изменения миллисекунд на часах. Максимально достижимая точность установки времени составит приблизительно 200-300 мкс для скорости 57600.

## 4.2.1 Пакет установки времени (тип 103)

№ байта в пакете	Комментарий								
Заголовок транспортного уровня									
0	Start1=68h								
1	L — длина пакета = количество байт с 4 по (n-1) включительно)								
2	L — повторение длины пакета								
3	Start2=68h								
4	Control (байт управления, FC= 4)								
5	Addr — адрес станции								
Начало ASDU (идентификатор блока данных)									
6	Идентификатор типа=103								
7	Классификатор переменной структуры = 1								
8	Причина передачи = 6								
9	Общий адрес ASDU = 1								
Элементы информации									
10	Адрес параметра = 0								
11	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	CP56Время2а 7 байт времени в двоичном коде
	миллисекунды (младший байт)								
12	2 <sup>15</sup>	2 <sup>14</sup>	2 <sup>13</sup>	2 <sup>12</sup>	2 <sup>11</sup>	2 <sup>10</sup>	2 <sup>9</sup>	2 <sup>8</sup>	
	миллисекунды (старший байт)								
13	IV	Res1	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	
			минуты						
14	SU	Res2	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	часы	
			часы						
15	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	
	день недели			день месяца					
16	Res3				2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	
	месяц								
17	Res4	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	
		год							
Окончание пакета (stop frame)									
n	CRC (сумма = байт[4] + байт[5] + ... +байт[n-1])								
n+1	End=16h								

### 4.3 Общий опрос станции

№	Master	Slave
1	Общий опрос станции [FC3], тип=100, причина=6 (активация), описатель запроса=20 (общий опрос)	Положительная квитанция [FC0]
2	Запрос данных класса 1 или запрос данных класса 2, пакет с фиксированной длиной FC=10 или FC=11	Подтверждение активации [FC8], тип=100, причина=7 (подтверждение активации) <sup>1)</sup>
3	Запрос данных класса 1 или запрос данных класса 2, пакет с фиксированной длиной FC=10 или FC=11	Состояние дискретов, тип=1, FC=8, причина=20 (ответ на опрос станции) <sup>1)</sup>
4	Запрос данных класса 1 или запрос данных класса 2, пакет с фиксированной длиной FC=10 или FC=11	Состояние телеизмерений, тип=13, FC=8, причина=20 (ответ на опрос станции) <sup>1)</sup>
5	Запрос данных класса 1 или запрос данных класса 2, пакет с фиксированной длиной FC=10 или FC=11	Завершение активации, тип=100, FC=8, причина=10 (завершение активации) <sup>1)</sup>
6	Запрос данных класса 1 или запрос данных класса 2, пакет с фиксированной длиной FC=10 или FC=11	Положительная квитанция (пакет с фиксированной длиной). Передается в случае, если больше нет данных на передачу. При ее получении можно переходить к опросу следующей станции.

<sup>1)</sup> при наличии спорадики, она будет передана в первую очередь, на следующий запрос данных будет передан указанный здесь ответ.

#### 4.3.1 Пакет общего опроса станции (тип 100)

№ байта в пакете	Комментарий
<b>Заголовок транспортного уровня</b>	
0	Start1=68h
1	L — длина пакета = количество байт с 4 по (n-1) включительно)
2	L — повторение длины пакета
3	Start2=68h
4	Control (байт управления)
5	Addr — адрес станции
<b>Начало ASDU (идентификатор блока данных)</b>	
6	Идентификатор типа=100
7	Классификатор переменной структуры = 1
8	Причина передачи (см п.4.3)
9	Общий адрес ASDU = 1
<b>Элементы информации</b>	
10	Адрес объекта информации = 0
11	Описатель запроса (QOI)
<b>Окончание пакета (stop frame)</b>	
12	CRC (сумма = байт[4] + байт[5] + ... +байт[11])
13	End=16h

Формат описателя запроса (QOI).

Значение	Комментарий
20	Опрос станции (общий)

#### 4.3.2 Пакет запроса данных класса 1

№ байта в пакете	Комментарий																
<b>Заголовок транспортного уровня</b>																	
0	Start=10h																
1	Control — байт управления <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>DIR=0</td> <td>PRM=1</td> <td>FCB</td> <td>FCV</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">FC = 10</td> </tr> </table>	7	6	5	4	3	2	1	0	DIR=0	PRM=1	FCB	FCV	FC = 10			
7	6	5	4	3	2	1	0										
DIR=0	PRM=1	FCB	FCV	FC = 10													
2	Addr — адрес станции																
3	CRC (сумма = байт[1] + байт[2])																
4	End=16h																

#### 4.3.3 Пакет ТС (тип 1)

Требование передачи возникает при включении преобразователя или при получении пакета общего опроса станции (тип 100).

Передаются ТС с 1 по 4 (адреса объектов информации приведены в п. 3.3)

№ байта в пакете	Комментарий
<b>Заголовок транспортного уровня</b>	
0	Start1=68h
1	L — длина пакета = количество байт с 4 по (n-1) включительно)
2	L — повторение длины пакета
3	Start2=68h
4	Control (байт управления, FC= 8)
5	Addr — адрес станции
<b>Начало ASDU (идентификатор блока данных)</b>	
6	Идентификатор типа=1
7	Классификатор переменной структуры = число объектов
8	Причина передачи = 20
9	Общий адрес ASDU = 1
<b>Элементы информации</b>	
10	Адрес объекта информации
11	Одноэлементная информация с описателем качества. Определено в п. 3.4.2.
... N элементов информации ...	
<b>Окончание пакета (stop frame)</b>	
n	CRC (сумма = байт[4] + байт[5] + ... +байт[n-1])
n+1	End=16h

**4.3.4 Пакет ТИТ (тип 11, тип 13)**

Требование передачи возникает при включении преобразователя или при получении пакета общего опроса станции (тип 100). В зависимости от настроек, ТИТ передаются в формате с фиксированной запятой (тип 11) или в формате с плавающей запятой (тип 13).

В ответе передаются все телеизмерения в соответствии с табл 3.1.

Пакет ТИТ (тип 11)

№ байта в пакете	Комментарий	
<b>Заголовок транспортного уровня</b>		
0	Start1=68h	
1	L — длина пакета = количество байт с 4 по (n-1) включительно)	
2	L — повторение длины пакета	
3	Start2=68h	
4	Control (байт управления, FC= 8)	
5	Addr — адрес станции	
<b>Начало ASDU (идентификатор блока данных)</b>		
6	Идентификатор типа=11	
7	Классификатор переменной структуры = N (количество элементов)	
8	Причина передачи = 20	
9	Общий адрес ASDU = 1	
<b>Элементы информации</b>		
10	Адрес параметра	Один элемент информации
11	Младший байт	
12	Старший байт	
13	QDS (описатель качества, определен в п. 3.4.2.)	
... N элементов информации ...		
<b>Окончание пакета (stop frame)</b>		
n	CRC (сумма = байт[4] + байт[5] + ... +байт[n-1])	
n+1	End=16h	

## Пакет ТИТ (тип13)

№ байта в пакете	Комментарий	
<b>Заголовок транспортного уровня</b>		
0	Start1=68h	
1	L — длина пакета = количество байт с 4 по (n-1) включительно)	
2	L — повторение длины пакета	
3	Start2=68h	
4	Control (байт управления, FC= 8)	
5	Addr — адрес станции	
<b>Начало ASDU (идентификатор блока данных)</b>		
6	Идентификатор типа=13	
7	Классификатор переменной структуры = N (количество элементов)	
8	Причина передачи = 20	
9	Общий адрес ASDU = 1	
<b>Элементы информации</b>		
10	Адрес параметра	Один элемент информации
11	Мантисса	
12	Мантисса	
13	E   Мантисса	
14	S   Порядок	
15	QDS (описатель качества, определен в п. 3.4.2.)	
... N элементов информации ...		
<b>Окончание пакета (stop frame)</b>		
n	CRC (сумма = байт[4] + байт[5] + ... +байт[n-1])	
n+1	End=16h	

#### 4.4 Текущий опрос

При запросе используется пакет с фиксированной длиной (описан в п 1.1). Значение FC для поля управления указано в таблице.

№	Master	Slave	
		Варианты ответов	Комментарий
1	Запрос данных класса 1 или запрос данных класса 2, пакет с фиксированной длиной FC=10 или FC=11	Конец инициализации, тип=70	Посылается в ответ на первый запрос данных класса после включения питания преобразователя или перезагрузки по причине сбоя.
		ТС, тип=1, причина передачи=3	Если общий опрос станции после инициализации станции не выполнялся, однократно посылается текущее состояние ТС без метки времени.
		Данные, тип=14, FC=8	Результат измерений
		Отрицательная квитанция, пакет с фиксированной длиной, FC=1	Если после включения питания еще не готов первый результат измерений
		Квитанция «нет данных»000, пакет с фиксированной длиной, FC=9	Если нет новых данных для передачи

СПЦ одинаково реагирует на запросы данных класса 1 и 2. Запрос данных класса 1 или 2 выполняется до тех пор, пока не будет получена положительная квитанция, после чего можно переходить к опросу следующей станции.

**4.4.1 Пакет ТС (тип 2)**

Для каждого ТС предусмотрен архив на 8 (версия программы от 2 сентября 2008) событий. Если архив переполняется (не успевает прочитываться) новые события теряются.

№ байта в пакете	Комментарий	
<b>Заголовок транспортного уровня</b>		
0	Start1=68h	
1	L — длина пакета = количество байт с 4 по (n-1) включительно)	
2	L — повторение длины пакета	
3	Start2=68h	
4	Control (байт управления, FC= 8)	
5	Addr — адрес станции	
<b>Начало ASDU (идентификатор блока данных)</b>		
6	Идентификатор типа=2	
7	Классификатор переменной структуры = N (количество элементов)	
8	Причина передачи = 3	
9	Общий адрес ASDU = 1	
<b>Элементы информации</b>		
10	Адрес параметра	Один элемент информации
11	Одноэлементная информация с описателем качества. Определено в п. 3.4.2.	
12	CP24Время2a	
13		
14		
... N элементов информации ...		
<b>Окончание пакета (stop frame)</b>		
n	CRC (сумма = байт[4] + байт[5] + ... +байт[n-1])	
n+1	End=16h	

**4.4.2 Пакет ТИТ (тип 12, тип14)**

В ответе передаются телеизмерения с адресами в соответствии с заданной конфигурацией (заводская установка — адреса с 1 по 26 согласно п.3.1).

В зависимости от настроек, ТИТ передаются в формате с фиксированной запятой (тип 12) или в формате с плавающей запятой (тип14). Набор параметров может быть изменен при помощи программы конфигурации. Если количество заданных измерений не помещается в один пакет, будет сформировано два пакета. Если значение величины обновилось раньше, чем было передано, предыдущее значение теряется.

При помощи сервисной программы есть возможность установить апертур для каждого значения ТИТ, что позволяет уменьшить количество передаваемой информации. Установка апертур в значение заведомо превышающее максимальное значение величины (например 3.402823466e+38) позволяет запретить спорадическую передачу отдельных ТИТ. Период измерения ТИТ составляет 0.4 секунды. С этой же периодичностью происходит обновление результатов измерений. Присвоенная метка времени соответствует концу периода измерения.

## 4.4.2.1 Пакет ТИТ (тип12)

№ байта в пакете	Комментарий		
<b>Заголовок транспортного уровня</b>			
0	Start1=68h		
1	L — длина пакета = количество байт с 4 по (n-1) включительно)		
2	L — повторение длины пакета		
3	Start2=68h		
4	Control (байт управления, FC= 8)		
5	Addr — адрес станции		
<b>Начало ASDU (идентификатор блока данных)</b>			
6	Идентификатор типа=12		
7	Классификатор переменной структуры = N (количество элементов)		
8	Причина передачи = 3		
9	Общий адрес ASDU = 1		
<b>Элементы информации</b>			
10	Адрес параметра	Один элемент информации	
11	Младший байт		
12	Старший байт		
15	QDS (описатель качества, определен в п. 3.4.2.)		
16	CP24Время2a		
17			
18			
... N элементов информации ...			
<b>Окончание пакета (stop frame)</b>			
n	CRC (сумма = байт[4] + байт[5] + ... +байт[n-1])		
n+1	End=16h		

## 4.4.2.2 Пакет ТИТ (тип14)

№ байта в пакете	Комментарий		
<b>Заголовок транспортного уровня</b>			
0	Start1=68h		
1	L — длина пакета = количество байт с 4 по (n-1) включительно)		
2	L — повторение длины пакета		
3	Start2=68h		
4	Control (байт управления, FC= 8)		
5	Addr — адрес станции		
<b>Начало ASDU (идентификатор блока данных)</b>			
6	Идентификатор типа=14		
7	Классификатор переменной структуры = N (количество элементов)		
8	Причина передачи = 3		
9	Общий адрес ASDU = 1		
<b>Элементы информации</b>			
10	Адрес параметра	Один элемент информации	
11	Мантисса		
12	Мантисса		
13	E   Мантисса		
14	S   Порядок		
15	QDS (описатель качества, определен в п. 3.4.2.)		
16	CP24Время2a		
17			
18			
... N элементов информации ...			
<b>Окончание пакета (stop frame)</b>			
n	CRC (сумма = байт[4] + байт[5] + ... +байт[n-1])		
n+1	End=16h		

**4.4.3 Пакет конец инициализации (тип 70)**

После включения питания или перезагрузки после сбоя формируется однократно в ответ на запрос данных класса 1 или 2

№ байта в пакете	Комментарий
<b>Заголовок транспортного уровня</b>	
0	Start1=68h
1	L — длина пакета = количество байт с 4 по (n-1) включительно)
2	L — повторение длины пакета
3	Start2=68h
4	Control (байт управления, FC= 8)
5	Addr — адрес станции
<b>Начало ASDU (идентификатор блока данных)</b>	
6	Идентификатор типа=70
7	Классификатор переменной структуры = 1
8	Причина передачи = 4
9	Общий адрес ASDU = 1
<b>Элементы информации</b>	
10	Адрес объекта информации = 0
11	Причина инициализации
<b>Окончание пакета (stop frame)</b>	
12	CRC (сумма = байт[4] + байт[5] + ... +байт[11])
13	End=16h

Причина инициализации:

Приведены только значения, используемые в СПЦ. Полное описание — в [6] п.7.2.6.21

№ бита	Наименование	Комментарий
6...0	UI	<0> := местное включение питания
7	RES	<0> := инициализация при неизменных местных параметрах

#### 4.5 Пример обмена

- пакеты в направлении к преобразователю
- • расшифровка пакета в направлении к преобразователю
- ← ответы преобразователя
- ← • расшифровка ответа преобразователя

##### *Адрес станции=1.*

- (СТ=1) ЗАПРОС СТАТУСА КАНАЛА: 10 49 01 4A 16
- ← (СТ=1) СТАТУС СВЯЗИ ОК: 10 0B 01 0C 16
- (СТ=1) СБРОС КАНАЛА: 10 40 01 41 16
- ← (СТ=1) АСК: 10 00 01 01 16
- (СТ=1) ДАННЫЕ (БЕЗ ОТВЕТА): 68 0E 0E 68 44 01 67 01 06 01 00 40 9C 21 12 02 07 09 D5 16
- • (СТ=1,ПР=6,ASDU=1,EL=0) УСТ.ВРЕМЯ [ ВР=18:33:40.000 02.07.2009 ]
- (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 08 08 68 73 01 64 01 06 01 00 14 F4 16
- • (СТ=1,ASDU=1) ОПРОС [ QOI = 20 ]
- ← (СТ=1) АСК: 10 00 01 01 16
- (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 5B 01 5C 16
- ← (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 08 08 68 08 01 46 01 04 01 00 00 55 16
- ← • (СТ=1,ПР=4,ASDU=1) КОНЕЦ ИНИЦИАЛИЗАЦИИ [0: COI = 0 ]
- (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 7B 01 7C 16
- ← (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 08 08 68 08 01 64 01 07 01 00 14 8A 16
- ← • (СТ=1,ПР=7,ASDU=1) АКТИВАЦИЯ ОПРОСА [0: QOI = 20 ]
- (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 5B 01 5C 16
- ← (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 0E 0E 68 08 01 01 04 14 01 3D 00 3E 00 3F 00 40 00 1D 16
- ← • (СТ=1,ПР=20,ASDU=1) ТС [61: 0 Q00] [62: 0 Q00] [63: 0 Q00] [64: 0 Q00]
- (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 7B 01 7C 16
- ← (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 D8 D8 68 08 01 0D 23 14 01 01 2B 5A 64 42 00 02 48 69 62 42 00 03 F5 28 58 42 00 04 23 A4 5F 42 00 05 AA 3A C4 42 00 06 CA 45 C0 42 00 07 9A 8C C0 42 00 08 05 AF C1 42 00 09 50 B0 58 40 00 0A 99 BF A7 3E 00 0B F8 EF B0 3F 00 0C 9E EB AC 3F 00 0D 29 99 82 3F 00 0E 43 E6 93 41 00 0F 2B 79 9B 42 00 10 D8 0D 91 42 00 11 4A C0 28 43 00 12 E0 D7 89 3F 00 13 77 7D 20 40 00 14 41 8F 26 40 00 15 54 FC C5 40 00 16 BA A1 95 41 00 17 9D 7C 9C 42 00 18 78 02 92 42 00 19 C2 F3 29 43 00 1A FB 19 48 42 00 1B 2E F0 05 C0 00 1C F9 EB B0 BB 00 1D 41 BC 06 40 00 1E F4 CC 09 C0 00 1F 3B F5 2A BD 00 20 93 34 04 40 00 21 4A 09 7D 3F 00 22 91 57 7E 3F 00 23 19 53 7E 3F 00 1A 16
- ← • (СТ=1,ПР=20,ASDU=1) ТИТ-ПТ [1: 57.088055 Q00] [2: 56.602814 Q00] [3: 54.039997 Q00] [4: 55.910290 Q00] [5: 98.114578 Q00] [6: 96.136307 Q00] [7: 96.274612 Q00] [8: 96.841835 Q00] [9: 3.385761 Q00] [10: 0.327634 Q00] [11: 1.382323 Q00] [12: 1.350940 Q00] [13: 1.020299 Q00] [14: 18.487432 Q00] [15: 77.736656 Q00] [16: 72.527039 Q00] [17: 168.751129 Q00] [18: 1.076900 Q00] [19: 2.507658 Q00] [20: 2.602494 Q00] [21: 6.187052 Q00] [22: 18.703968 Q00] [23: 78.243385 Q00] [24: 73.004822 Q00] [25: 169.952179 Q00] [26: 50.025372 Q00] [27: -2.092784 Q00] [28: -0.005399 Q00] [29: 2.105240 Q00] [30: -2.153134 Q00] [31: -0.041738 Q00] [32: 2.065709 Q00] [33: 0.988423 Q00] [34: 0.993524 Q00] [35: 0.993455 Q00]
- (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 5B 01 5C 16
- ← (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 08 08 68 08 01 64 01 0A 01 00 14 8D 16
- ← • (СТ=1,ПР=10,ASDU=1) КОНЕЦ АКТИВАЦИИ ОПРОСА [0: QOI = 20 ]
- (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 7B 01 7C 16

← (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 F0 F0 68 08 01 0E 1A 03 01 01 2B 5A 64 42 00 B7 04 80 02 48 69 62 42 00 B7 04 80 03 F5 28 58 42 00 B7 04 80 04 23 A4 5F 42 00 B7 04 80 05 AA 3A C4 42 00 B7 04 80 06 CA 45 C0 42 00 B7 04 80 07 9A 8C C0 42 00 B7 04 80 08 05 AF C1 42 00 B7 04 80 09 50 B0 58 40 00 B7 04 80 0A 99 BF A7 3E 00 B7 04 80 0B F8 EF B0 3F 00 B7 04 80 0C 9E EB AC 3F 00 B7 04 80 0D 29 99 82 3F 00 B7 04 80 0E 43 E6 93 41 00 B7 04 80 0F 2B 79 9B 42 00 B7 04 80 10 D8 0D 91 42 00 B7 04 80 11 4A C0 28 43 00 B7 04 80 12 E0 D7 89 3F 00 B7 04 80 13 77 7D 20 40 00 B7 04 80 14 41 8F 26 40 00 B7 04 80 15 54 FC C5 40 00 B7 04 80 16 BA A1 95 41 00 B7 04 80 17 9D 7C 9C 42 00 B7 04 80 18 78 02 92 42 00 B7 04 80 19 C2 F3 29 43 00 B7 04 80 1A FB 19 48 42 00 B7 04 80 EB 16

← • (СТ=1,ПР=3,ASDU=1) ТИТ-ПТ (BP24) [1: 57.088055 Q00 BP(iv)=00:01.207] [2: 56.602814 Q00 BP(iv)=00:01.207] [3: 54.039997 Q00 BP(iv)=00:01.207] [4: 55.910290 Q00 BP(iv)=00:01.207] [5: 98.114578 Q00 BP(iv)=00:01.207] [6: 96.136307 Q00 BP(iv)=00:01.207] [7: 96.274612 Q00 BP(iv)=00:01.207] [8: 96.841835 Q00 BP(iv)=00:01.207] [9: 3.385761 Q00 BP(iv)=00:01.207] [10: 0.327634 Q00 BP(iv)=00:01.207] [11: 1.382323 Q00 BP(iv)=00:01.207] [12: 1.350940 Q00 BP(iv)=00:01.207] [13: 1.020299 Q00 BP(iv)=00:01.207] [14: 18.487432 Q00 BP(iv)=00:01.207] [15: 77.736656 Q00 BP(iv)=00:01.207] [16: 72.527039 Q00 BP(iv)=00:01.207] [17: 168.751129 Q00 BP(iv)=00:01.207] [18: 1.076900 Q00 BP(iv)=00:01.207] [19: 2.507658 Q00 BP(iv)=00:01.207] [20: 2.602494 Q00 BP(iv)=00:01.207] [21: 6.187052 Q00 BP(iv)=00:01.207] [22: 18.703968 Q00 BP(iv)=00:01.207] [23: 78.243385 Q00 BP(iv)=00:01.207] [24: 73.004822 Q00 BP(iv)=00:01.207] [25: 169.952179 Q00 BP(iv)=00:01.207] [26: 50.025372 Q00 BP(iv)=00:01.207] Измерение было произведено до момента установки времени, поэтому метка времени идет с флагом IV (invalid)

→ (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 5B 01 5C 16

← (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 57 57 68 08 01 0E 09 03 01 1B 2E F0 05 C0 00 B7 04 80 1C F9 EB B0 BB 00 B7 04 80 1D 41 BC 06 40 00 B7 04 80 1E F4 CC 09 C0 00 B7 04 80 1F 3B F5 2A BD 00 B7 04 80 20 93 34 04 40 00 B7 04 80 21 4A 09 7D 3F 00 B7 04 80 22 91 57 7E 3F 00 B7 04 80 23 19 53 7E 3F 00 B7 04 80 4B 16

← • (СТ=1,ПР=3,ASDU=1) ТИТ-ПТ (BP24) [27: -2.092784 Q00 BP(iv)=00:01.207] [28: -0.005399 Q00 BP(iv)=00:01.207] [29: 2.105240 Q00 BP(iv)=00:01.207] [30: -2.153134 Q00 BP(iv)=00:01.207] [31: -0.041738 Q00 BP(iv)=00:01.207] [32: 2.065709 Q00 BP(iv)=00:01.207] [33: 0.988423 Q00 BP(iv)=00:01.207] [34: 0.993524 Q00 BP(iv)=00:01.207] [35: 0.993455 Q00 BP(iv)=00:01.207] Измерение было произведено до момента установки времени, поэтому метка времени идет с флагом IV (invalid)

→ (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 7B 01 7C 16

← (СТ=1) НЕТ ДАННЫХ: 10 09 01 0A 16

→ (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 5B 01 5C 16

← (СТ=1) НЕТ ДАННЫХ: 10 09 01 0A 16

→ (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 7B 01 7C 16

← (СТ=1) НЕТ ДАННЫХ: 10 09 01 0A 16

→ (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 5B 01 5C 16

← (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 F0 F0 68 08 01 0E 1A 03 01 01 B1 69 64 42 00 9C 9E 21 02 C8 47 62 42 00 9C 9E 21 03 80 3C 58 42 00 9C 9E 21 04 A8 A4 5F 42 00 9C 9E 21 05 39 29 C4 42 00 9C 9E 21 06 6E 37 C0 42 00 9C 9E 21 07 56 AD C0 42 00 9C 9E 21 08 55 AF C1 42 00 9C 9E 21 09 E7 B0 58 40 00 9C 9E 21 0A 2E EB AC 3E 00 9C 9E 21 0B 5F D8 AF 3F 00 9C 9E 21 0C 5F AE AB 3F 00 9C 9E 21 0D 83 40 82 3F 00 9C 9E 21 0E 6F 82 99 41 00 9C 9E 21 0F B0 35 9B 42 00 9C 9E 21 10 A2 E9 90 42 00 9C 9E 21 11 F7 3F 29 43 00 9C 9E 21 12 7B FF 96 3F 00 9C 9E 21 13 AF A5 24 40 00 9C 9E 21 14 66 B1 1F 40 00 9C 9E 21 15 69 EB C7 40 00 9C 9E 21 16 D9 48 9A 41 00 9C 9E 21 17 52 6E 9B 42 00 9C 9E 21 18 B3 03 91 42 00 9C 9E 21 19 1E 82 29 43 00 9C 9E 21 1A F6 06 48 42 00 9C 9E 21 8D 16

← • (СТ=1,ПР=3,ASDU=1) ТИТ-ПТ (BP24) [1: 57.103214 Q00 BP=33:40.604] [2: 56.570099 Q00 BP=33:40.604] [3: 54.059082 Q00 BP=33:40.604] [4: 55.910797 Q00 BP=33:40.604] [5: 98.080513 Q00 BP=33:40.604] [6: 96.108261 Q00 BP=33:40.604] [7: 96.338547 Q00 BP=33:40.604] [8: 96.842445 Q00 BP=33:40.604] [9: 3.385797 Q00 BP=33:40.604] [10: 0.337732 Q00 BP=33:40.604] [11: 1.373791 Q00 BP=33:40.604] [12: 1.341259 Q00 BP=33:40.604] [13: 1.017594 Q00 BP=33:40.604] [14: 19.188688 Q00 BP=33:40.604] [15: 77.604858 Q00 BP=33:40.604] [16: 72.456314 Q00 BP=33:40.604] [17: 169.249863 Q00 BP=33:40.604] [18: 1.179672 Q00 BP=33:40.604] [19: 2.572613 Q00 BP=33:40.604] [20: 2.495203 Q00 BP=33:40.604] [21: 6.247487 Q00 BP=33:40.604] [22: 19.285570 Q00 BP=33:40.604] [23: 77.715469 Q00 BP=33:40.604] [24: 72.507225 Q00 BP=33:40.604] [25: 169.508270 Q00 BP=33:40.604] [26: 50.006798 Q00 BP=33:40.604]

→ (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 7B 01 7C 16

← (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 57 57 68 08 01 0E 09 03 01 1B 3D FF 0A C0 00 9C 9E 21 1C 55 55 AE BD 00 9C 9E 21 1D 9E 98 01 40 00 9C 9E 21 1E FA 16 0F C0 00 9C 9E 21 1F D6 E9 FA BD 00 9C 9E 21 20 5F 4A FE 3F 00 9C 9E 21 21 C7 B6 7E 3F 00 9C 9E 21 22 B9 A2 7F 3F 00 9C 9E 21 23 FC D1 7F 3F 00 9C 9E 21 19 16

← • (СТ=1,ПР=3,ASDU=1) ТИТ-ПТ (ВР24) [27: -2.171829 Q00 ВР=33:40.604] [28: -0.085124 Q00 ВР=33:40.604] [29: 2.024940 Q00 ВР=33:40.604] [30: -2.235777 Q00 ВР=33:40.604] [31: -0.122516 Q00 ВР=33:40.604] [32: 1.986645 Q00 ВР=33:40.604] [33: 0.994976 Q00 ВР=33:40.604] [34: 0.998577 Q00 ВР=33:40.604] [35: 0.999298 Q00 ВР=33:40.604]

→ (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 5В 01 5С 16

← (СТ=1) НЕТ ДАННЫХ: 10 09 01 0А 16

→ (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 7В 01 7С 16

← (СТ=1) ДАННЫЕ: 68 10 10 68 08 01 02 02 03 01 3D 01 87 54 24 3D 00 87 54 24 8А 16

← (СТ=1,ПР=3,ASDU=1) ТС (ВР24) [61: 1 Q01 ВР=33:40.839] [61: 0 Q00 ВР=33:41.002]

→ (СТ=1) ЗАПРОС КЛАССА 2: 10 5В 01 5С 16

← (СТ=1) НЕТ ДАННЫХ: 10 09 01 0А 16

#### 4.6 Оптимизация обмена

Преобразователь может выдавать до 35 телеизмерений. Для уменьшения цикла опроса можно ограничить количество выдаваемых параметров. Для ограничения количества параметров можно задать апертуры при помощи сервисной программы.

Расчет цикла обмена

Исходные параметры:

Скорость обмена (бит/сек)

$t_3 = (\text{Длина пакета запроса} = 5 \text{ байт} * 11 \text{ бит}) / \text{скорость}$

$t_n = \text{Пауза} = 2 \text{ мс}$

При использовании формата передачи измерений с плавающей запятой (тип пакета 14):

$t_0 = (\text{Длина пакета ответа} = 9 * (\text{количество ТИТ}) + 12 \text{ байт}) / \text{скорость}$

При использовании формата передачи измерений с фиксированной запятой

(тип пакета 12):

$t_0 = (\text{Длина пакета ответа} = 7 * (\text{количество ТИТ}) + 12 \text{ байт}) / \text{скорость}$

Время опроса 1 преобразователя:

$T_1 = t_3 + t_n + t_0 + t_n$

Цикл опроса =  $T_1 * \text{количество преобразователей}$

Расчетное время опроса на один преобразователь в зависимости от скорости обмена и количества параметров приведены в табл. 4.6.1

табл 4.6.1

Скорость обмена	35 параметров	26 параметров	8 параметров
1200	3048 мс	2305 мс	820 мс
9600	385 мс	292 мс	106 мс
57600	68 мс	52 мс	21 мс
115200	36 мс	28 мс	13 мс

Максимальное количество преобразователей (при требовании цикла опроса менее 1 сек) на шине RS-485 для разных скоростей обмена приведены в таблице 4.6.2.

Табл 4.6.2

Скорость обмена	35 параметров	26 параметров	8 параметров
1200	0	0	1
9600	2	3	9
57600	14	19	47
115200	27	35	76

В реальных условиях из-за возможных повторов передачи при сбоях в канале или задержках в канальном оборудовании, а также на прерывание спорадики ТС рекомендуется делать 50% запас на время обмена.

## 5. Литература

1. ГОСТ Р МЭК 870-5-1. 1995. Ч. 5. Протоколы передачи. Разд. 1. Форматы передаваемых кадров.
2. ГОСТ Р МЭК 870-5-2. 1995. Ч. 5. Протоколы передачи. Разд. 2. Процедуры в каналах передачи.
3. ГОСТ Р МЭК 870-5-3. 1995. Ч. 5. Протоколы передачи. Разд. 3. Общая структура данных пользователя.
4. ГОСТ Р МЭК 870-5-4. 1996. Ч. 5. Протоколы передачи. Разд. 4. Определение и кодирование элементов пользовательской информации.
5. ГОСТ Р МЭК 870-5-5. 1996. Ч. 5. Протоколы передачи. Разд. 5. Основные прикладные функции.
6. ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006. Ч. 5. Протоколы передачи. Разд. 101. Обобщающий стандарт по основным функциям телемеханики.
7. ГОСТ Р МЭК 870-6-1. 1998. Ч. 6. Протоколы телемеханики, совместимые со стандартами ИСО и рекомендациями ITU-T. Разд. 1. Контекст пользователя и организация стандартов.