

ОКП 42 2198

СОГЛАСОВАНО

(в части раздела 4 «Методика поверки»)

Руководитель ГЦИ СИ

ФГУП «ВНИИМС»

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ
Е849ЭЛ

Руководство по эксплуатации

ОПЧ.140.322

СОГЛАСОВАНО

Начальник ООТ и ТБ

_____ П.И. Дергунов
_____ 2012 г.

Начальник МС

_____ Е.А. Марков
_____ 2012 г.

Начальник ОТК и УК

_____ А.И. Смирнов
_____ 2012 г.

Главный технолог

_____ Д.П. Салова
_____ 2012 г.

Выполнил

_____ Т.Н. Сукотнова
_____ 2012 г.

Проверил

_____ А.В. Долженков
_____ 2012 г.

Начальник СКБ

_____ А.М. Кириллов
_____ 2012 г.

Нормоконтроль

_____ А.Л. Федорова
_____ 2012 г.

2012 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
Введение	3
1 Описание	3
1.1 Назначение	3
1.2 Технические характеристики	6
1.3 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на морских судах	14
1.4 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на АЭС (кл. безопасности 4)	17
1.5 Устройство и принцип работы	18
1.6 Маркировка	19
2 Средства измерений, инструменты и принадлежности	21
3 Использование по назначению	22
3.1 Меры безопасности	22
3.2 Подготовка к работе	22
3.3 Режимы работы	24
3.4 Порядок работы	24
3.5 Работа интерфейса	24
3.6 Калибровка	26
3.7 Конфигурирование	27
4 Методика поверки.....	28
5 Транспортирование и правила хранения	34
6 Гарантии изготовителя	35
7 Сведения о рекламациях	35
8 Утилизация	35
Приложение А Общий вид, габаритные и установочные размеры приборов	36
Приложение Б Схемы внешних подключений преобразователей	37
Приложение В Схема структурная приборов	49
Приложение Г Протокол обмена данными по интерфейсу	50
Приложение Д Схемы подключения приборов при поверке	57

Данное руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими характеристиками, устройством и принципом работы преобразователей измерительных активной и реактивной мощности Е849ЭЛ в объеме, необходимом для эксплуатации.

1 ОПИСАНИЕ

1.1 Назначение

1.1.1 Преобразователи измерительные активной и реактивной мощности Е849ЭЛ (в дальнейшем – преобразователи), предназначены для преобразования измеренного значения активной, реактивной, активной и реактивной мощности в трехфазных трехпроводных и трехфазных четырехпроводных электрических сетях переменного тока, в цифровой код для передачи по интерфейсу RS485 и в унифицированный аналоговый сигнал постоянного тока.

1.1.2 Преобразователи применяются для контроля активной, реактивной, активной и реактивной мощности систем и установок, энергообъектов различных отраслей промышленности, предназначены для установки на DIN-рейку.

Возможность обмена информацией по интерфейсу RS485 позволяют использовать преобразователи в автоматизированных системах различного назначения.

1.1.3 Преобразователи имеют гальваническое разделение параллельных и последовательных входных цепей между собой, входных цепей, всех цепей и цепи питания.

1.1.4 Преобразователи могут применяться для работы в составе технических средств атомных станций (ТС АС) в соответствии с классом безопасности 4 по ОПБ-88/97 НП-001-97.

1.1.5 Преобразователи могут применяться для эксплуатации на морских судах.

Преобразователи, предназначенные для эксплуатации на морских судах, по устойчивости к климатическим и механическим воздействиям соответствуют требованиям Российского морского регистра судоходства.

1.1.6 Преобразователи относятся к изделиям ГСП третьего порядка по ГОСТ Р 52931-2008.

1.1.7 Преобразователи изготавливаются для эксплуатации в условиях умеренно-холодного климата (климатическое исполнение УХЛ3.1 по ГОСТ 15150-69), по устойчивости к воздействию климатических факторов относятся к группе С4 по ГОСТ Р 52931-2008 и предназначены для работы при температуре от минус 40 °С до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха не более 95 % при температуре плюс 35 °С.

1.1.8 По устойчивости к механическим воздействиям преобразователи относятся к виброустойчивым и вибропрочным, группа N1 по ГОСТ Р 52931-2008.

1.1.9 Преобразователи имеют корпус со степенью защиты IP50 по ГОСТ 14254-96.

1.1.10 Информация об исполнении устройства содержится в коде полного условного обозначения:

Е849ЭЛ –а – b – с – d – e – f – g,

где **а** – номинальное напряжение:

- линейное напряжение – **100 В, 220 В, 380 В;**
- коэффициент трансформации по напряжению
(номинальное напряжение вторичной обмотки **100 В**);

b – номинальный ток:

- фазный ток – **1,0 А; 5,0 А;**
- коэффициент трансформации по току
(номинальный ток вторичной обмотки **1 А и 5 А**);

с – вид преобразуемой величины:

- Вт/вар** – преобразование активной и реактивной мощности;
- Вт** – преобразование активной мощности;
- вар** – преобразование реактивной мощности;

d – наличие интерфейса:

- 1RS** – один интерфейс RS485 (основной);
- 2RS** – два интерфейса RS485 (основной и дополнительный);

e – условное обозначение диапазона изменений выходного аналогового сигнала:

- х** – выход отсутствует;
- A=0...5 мА; B=4...20 мА; C=0...20 мА; AP=0...2,5...5 мА;**
- BP=4...12...20 мА; CP=0...10...20 мА; EP=-5...0...+5 мА;**

f – условное обозначение схемы измерения:

3П – для трехпроводной сети,

4П – для четырехпроводной сети;

g – специальное исполнение:

М – для эксплуатации на морских судах;

А – для эксплуатации на атомных станциях (класс безопасности 4);

- при отсутствии специального исполнения параметр не указывается.

Пример записи обозначения преобразователей при их заказе:

- для преобразователя Е849ЭЛ, имеющего следующие характеристики:

номинальное напряжение 100 В, номинальный ток 5 А, преобразуемая мощность активная и реактивная, диапазон изменений выходного аналогового сигнала 0...5 мА, четырехпроводная схема измерения, один интерфейс, эксплуатация на морских судах:

Е849ЭЛ – 100В – 5А – Вт/вар – 1RS – А – 4П – М ТУ 25-7504.220-2012

- для преобразователя Е849ЭЛ, имеющего следующие характеристики:

номинальное напряжение 380 В, номинальный ток 1 А, преобразуемая мощность активная, диапазон изменений выходного аналогового сигнала 4...20 мА, трехпроводная схема измерения, два интерфейса:

Е849ЭЛ – 380В – 1А – Вт – 2RS – В – 3П ТУ 25-7504.220-2012

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Преобразователи обеспечивают измерение параметров режима трехпроводных и четырехпроводных электрических сетей переменного тока в соответствии с таблицей 1. Преобразователи обеспечивают передачу по интерфейсу результата измерения в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Параметр	Обозначение	Измерение в соответствии со схемой измерения (параметр h^*)		Передача по интерфейсу
		$f^* = 3П$	$f^* = 4П$	
Суммарная активная мощность	P	+	+	+
Суммарная реактивная мощность	Q	+	+	+
* Параметр кода условного обозначения E849ЭЛ –a – b – c – d – e – f – g				

1.2.2 Диапазоны измерения входных сигналов соответствует значениям, указанным в таблице 2.

Таблица 2

Входной сигнал	Диапазон измерения
Ток, А	от 0 до $1,2 \cdot I_{НОМ}^*$
Напряжение, В	от 0 до $1,2 \cdot U_{НОМ}^{**}$
* $I_{НОМ}$ – номинальное значение тока. ** $U_{НОМ}$ – номинальное значение напряжения.	

1.2.3 Номинальные значения входных токов и напряжений, измеряемых мощностей соответствуют значениям, указанным в таблице 3. Номинальное значение коэффициента активной мощности $\cos\varphi_{НОМ}=1$, коэффициента реактивной мощности $\sin\varphi_{НОМ}=1$. Номинальное значение частоты измеряемых сигналов 50 Гц.

1.2.4 Преобразователи имеют возможность настройки коэффициентов трансформации по напряжению (для внешних трансформаторов напряжения с номинальным напряжением вторичной обмотки 100 В) и по току (для внешних трансформаторов тока с номинальным током вторичной обмотки 1 А и 5 А) через цифровой интерфейс RS485.

Таблица 3

Схема измерения	Напряжение фазное, В		Напряжение линейное (междуфазное), В		Номинальный (фазный) ток, А	Номинальная мощность (активная, реактивная), Вт, вар	
	Номинальное значение	Предел измерения	Номинальное значение	Предел измерения		Фазная	Трехфазная (суммарная)
Трехпроводная (f* = 3П)	-	-	100	120	1,0 5,0	-	173,2 866,0
	-	-	220	265	1,0 5,0	-	381,0 1905,2
	-	-	380	460	1,0 5,0	-	658,2 3290,9
Четырехпроводная (f* = 4П)	57,73 (57,7**)	72,2	100	120	1,0 5,0	57,7 288,6	173,2 866,0
	127,01 (127**)	144,3	220	265	1,0 5,0	127,0 635,1	381,0 1905,2
	219,39 (220**)	288,7	380	460	1,0 5,0	219,4 1097,0	658,2 3290,9

* Параметр кода условного обозначения E849ЭЛ – a – b – c – d – e – f – g
** Условное обозначение номинального фазного напряжения.

1.2.5 Номинальное выходное значение активной (реактивной) мощности N на входах измерительных трансформаторов в трехфазных цепях при симметричной системе токов, напряжений и значении коэффициентов мощности, равном единице соответствует формуле

$$N = \sqrt{3} \cdot k_{\text{ТТ}} \cdot I_{\text{н}} \cdot k_{\text{ТН}} \cdot U_{\text{н}}, \quad (1)$$

где $k_{\text{ТТ}}$ – коэффициент трансформации измерительных трансформаторов по току в соответствии с ГОСТ 7746-2001;

$k_{\text{ТН}}$ – коэффициент трансформации измерительных трансформаторов по напряжению в соответствии с ГОСТ 1983-2001;

$I_{\text{н}}$, $U_{\text{н}}$ – номинальные значения тока и напряжения, подаваемые на вход преобразователя.

1.2.6 Время преобразования не более 0,1 с.

1.2.7 Преобразователи имеют интерфейс RS485 (порт 1) для связи с внешними устройствами ($\mathbf{d} = 1\text{RS}$, где \mathbf{d} – параметр кода условного обозначения). В преобразователях устанавливается сетевой адрес от 1 до 247 и скорость обмена: 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 бод. Протокол обмена данными – MODBUS RTU.

1.2.8 Преобразователи могут иметь исполнение с дополнительным интерфейсом RS485 ($\mathbf{d} = 2\text{RS}$, где \mathbf{d} – параметр кода условного обозначения) для связи с

внешними устройствами. В преобразователях с дополнительным последовательным интерфейсом RS485 (порт 2) устанавливается скорость обмена от 4800 до 57600 бод. Протокол обмена данными – MODBUS RTU.

1.2.9 Преобразователи имеют диапазон изменений выходного аналогового сигнала и диапазон показаний в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Условное обозначение диапазона изменений выходного сигнала (параметр e *)	Диапазон изменений выходного аналогового сигнала, мА	Нормирующее значение выходного аналогового сигнала, мА	Диапазон преобразованных значений мощности	Коэффициент мощности ***
A	от 0 до 5	5	от 0 до N**	cos φ, sin φ 0...+1...0
B	от 4 до 20	20		
C	от 0 до 20	20		
AP	0...2,5...5	5	-N...0...+N**	cos φ, sin φ -1...0...+1...0...- 1
BP	4...12...20	20		
EP	-5...0...+5	5		
CP	0..10...20	20		
* Параметр кода условного обозначения E849ЭЛ – a – b – c – d – e – f – g				
** N – нормирующее значение преобразований				
*** cosφ – коэффициент активной мощности; sinφ – коэффициент реактивной мощно-				

1.2.10 Питание преобразователей осуществляется от 85 до 253 В переменного тока частотой ($50 \pm 0,5$) Гц или от 100 до 265 В постоянного тока (универсальное питание).

1.2.11 Мощность, потребляемая преобразователями от универсального питания при номинальных значениях входных сигналов, не более 5 В·А.

1.2.12 Входное сопротивление для каждой параллельной цепи (напряжения) составляет не менее 2 МОм.

Напряжение нагрузки для каждой последовательной цепи при номинальном входном сигнале не более:

- 20 мВ для номинального тока 5 А;
- 100 мВ для номинального тока 1 А.

1.2.13 Электрическое сопротивление изоляции между цепями, указанными в таблице 5, в нормальных условиях не менее 40 МОм.

1.2.14 Электрическая изоляция различных цепей преобразователей между собой и по отношению к корпусу выдерживает при нормальных условиях в течение 1 мин действие испытательного напряжения переменного тока практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц с действующим значением в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Исполнение преобразователя	Испытательное напряжение, В, между цепями									
	Корпус			Цепи U			Цепи I		Цепь питания	Аналог. выход
	Цепи U, цепи I	Цепь питания	Аналог. выход, интерфейс	Цепи I	Цепь питания	Аналог. выход, интерфейс	Цепь питания	Аналог. выход, интерфейс	Аналог. выход, интерфейс	Интерфейс
E849ЭЛ-100В-b-c-d-e-f-g	2200	2200	2200	820	1350	820	1350	820	1350	500
E849ЭЛ-220В-b-c-d-e-f-g	2200	2200	2200	1350	1350	1350	1350	1350	1350	500
E849ЭЛ-380В-b-c-d-e-f-g	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	1350	500

1.2.15 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности в нормальных условиях применения равны $\pm 0,5\%$.

Предел допускаемой основной погрешности выражен в виде приведенной погрешности. Нормирующие значения выходного аналогового сигнала и показаний приведены в таблице 4.

Погрешность преобразователей нормируется без учета погрешностей трансформаторов напряжения и тока.

1.2.16 Преобразователи соответствуют требованию 1.2.15:

а) при изменении сопротивления нагрузки: от 0 до 3,0 кОм для преобразователей с диапазоном изменений выходного аналогового сигнала: от 0 до 5 мА, -5...0...+5 мА, 0...2,5...5 мА; от 0 до 0,5 кОм для преобразователей с диапазоном изменений выходного аналогового сигнала: от 4 до 20 мА, 4...12...20 мА, 0...20 мА, 0...10...20 мА.

б) при изменении частоты входного сигнала от 45 до 55 Гц.

1.2.17 Время установления рабочего режима преобразователей не более 30 мин. Преобразователи рассчитаны на непрерывную круглосуточную работу.

1.2.18 Пульсация выходного аналогового сигнала на максимальной нагрузке не более 90 мВ для преобразователей с диапазоном изменений выходного

сигнала от 0 до 5 мА, -5...0...+5 мА, 0...2,5...5 мА и не более 60 мВ для преобразователей с диапазоном изменений выходного сигнала от 4 до 20 мА, 4...12...20 мА, 0...20 В, 0...10...20 В.

1.2.19 Время установления выходного аналогового сигнала преобразователей при скачкообразном изменении входного сигнала по последовательной цепи от нулевого значения до любого в пределах диапазона измерений не более 0,5 с.

1.2.20 Пределы допускаемых дополнительных приведенных погрешностей преобразователей, вызванных отклонением влияющих величин от нормальных значений, равны:

а) $\pm 0,4\%$ – при изменении температуры окружающего воздуха от $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ до минус 40°C и плюс 50°C на каждые 10°C для преобразователей климатического исполнения УХЛ3.1;

б) $\pm 1,0\%$ – при воздействии относительной влажности $(95 \pm 3)\%$ при температуре 35°C для преобразователей климатического исполнения УХЛ3.1;

в) $\pm 0,5\%$ – при влиянии внешнего однородного магнитного поля постоянного или переменного тока с частотой входного сигнала, с магнитной индукцией $0,5\text{ мТл}$ при самом неблагоприятном направлении и фазе магнитного поля;

г) $\pm 0,5\%$ – при изменении коэффициента мощности в диапазоне от 0 до плюс 1, от плюс 1 до 0, от 0 до минус 1, от минус 1 до 0;

д) $\pm 0,25\%$ – при изменении напряжения сети постоянного тока универсального питания от номинального значения 220 В до 100 В и 265 В и при изменении напряжения сети переменного тока универсального питания от номинального значения 220 В до 85 В и 253 В.

1.2.21 Последовательные и параллельные цепи преобразователей выдерживают в течение 2 часов перегрузку соответственно током и напряжением, равным 150 % от номинального значения, при номинальном значении коэффициента мощности.

Выходное напряжение на зажимах аналогового выходного сигнала при перегрузке не превышает 30 В на максимальной нагрузке.

1.2.22 Преобразователи выдерживают кратковременные перегрузки входным сигналом с кратностью от номинального значения сигнала в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Наименование цепей	Кратность		Число перегрузок	Длительность каждой перегрузки, с	Интервал между двумя перегрузками, с
	тока	напряжения			
Последовательные цепи (тока)	2	-	10	10	10
	7	-	2	15	60
	10	-	5	3	2,5
	20	-	2	0,5	0,5
Параллельные цепи (напряжения)	-	1,5	9	0,5	15

Выходное напряжение на зажимах при перегрузках не превышает 30 В на максимальной нагрузке.

1.2.23 Преобразователи устойчивы:

– к разрыву нагрузки в течение 4 ч на аналоговом выходе при номинальном значении входного сигнала;

– к заземлению любого выходного зажима аналогового выхода.

Величина напряжения на разомкнутых выходных зажимах при этом не превышает 30 В.

При заземлении выходного зажима преобразователи соответствуют требованию 1.2.15.

1.2.24 По устойчивости к механическим воздействиям преобразователи являются виброустойчивыми и вибропрочными, группа N1 по ГОСТ Р 52931-2008, т.е. устойчивы и прочны к воздействию синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 10 до 55 Гц при амплитуде смещения 0,15 мм.

1.2.25 По защищенности от воздействия твердых тел преобразователи должны соответствовать коду IP50 по ГОСТ 14254-96.

1.2.26 Преобразователи являются тепло-, холодо-, влагопрочными, т.е. сохраняют свои характеристики после воздействия на них температуры от минус 50 °С до плюс 55 °С и относительной влажности воздуха не более 95 % при температуре плюс 30 °С, соответствующих предельным условиям транспортирования.

1.2.27 Преобразователи в транспортной таре обладают прочностью при транспортировании, т.е. выдерживают без повреждений в течение 1 часа транспортную тряску с ускорением 30 м/с², частотой от 80 до 120 ударов в минуту.

1.2.28 Требования к электромагнитной совместимости

1.2.28.1 Преобразователи удовлетворяют требованиям, предъявляемым по электромагнитной совместимости в соответствии с ГОСТ Р 51522-99 для оборудования класса А. Помехоустойчивость преобразователей удовлетворяет критерию качества функционирования «А» по ГОСТ Р 51522-99.

1.2.28.2 Уровень промышленных помех при работе преобразователей не превышает значений, установленных ГОСТ Р 51318.22-99 для оборудования класса А.

1.2.28.3 Преобразователи устойчивы к электростатическим разрядам по степени жесткости 3, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.2-2010.

1.2.28.4 Преобразователи устойчивы к наносекундным импульсным помехам по степени жесткости 3 для цепей интерфейса, по степени жесткости 4 для цепей измерения, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.4-2007.

1.2.28.5 Преобразователи устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.5-99:

- по степени жесткости 3 при воздействии помехи по цепи питания («провод – провод»), по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.5-99;

- по степени жесткости 2 при воздействии помехи по цепи питания («провод – земля»), по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.5-99;

- по степени жесткости 3 при воздействии помехи по цепям интерфейса, сигнальным цепям и дискретным входам, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.5-99.

1.2.28.6 Преобразователи устойчивы к динамическим изменениям в цепях электропитания:

- при провалах напряжения 30 % от $U_{ном}$ (1 период); 60 % от $U_{ном}$ (50 периодов) по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.11-2007;

- при прерывании напряжения 50 % от $U_{\text{ном}}$ (1 период) по критерию качества функционирования А; 100 % от $U_{\text{ном}}$ (50 периодов) по критерию качества функционирования В согласно ГОСТ Р 51317.4.11-2007.

1.2.28.7 Преобразователи устойчивы к воздействию радиочастотного электромагнитного поля по степени жесткости 3, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.3-2006.

1.2.28.8 Преобразователи устойчивы к кондуктивным помехам наведенными радиочастотными электромагнитными полями по степени жесткости 3, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.6-99.

1.2.28.9 Преобразователи устойчивы к колебательным затухающим помехам по степени жесткости 3, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.12-99.

1.2.28.10 Преобразователи устойчивы к кондуктивным помехам промышленной частоты по степени жесткости 4, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.16-2000.

1.2.28.11 Преобразователи устойчивы к влиянию несинусоидальности напряжения (влияние гармоник) согласно ГОСТ 13109-97.

1.2.29 Требования к конструкции

1.2.29.1 Габаритные размеры преобразователей не более 115×115×105 мм;

1.2.29.2 Масса преобразователей не более 0,5 кг.

1.2.29.3 Подключение питания осуществляется клеммными соединителями «под винт» для проводов сечением до 2,5 мм², входных сигналов – сечением до 4,0 мм². Подсоединение остальных линий связи осуществляется клеммными соединителями «под винт» для проводов сечением до 2,5 мм².

1.2.30 Требования к надежности

1.2.30.1 Средняя наработка на отказ не менее 150000 ч.

1.2.30.2 Преобразователи относятся к восстанавливаемым, ремонтируемым изделиям. Среднее время восстановления работоспособного состояния преобразователей не более 2 ч.

1.2.30.3 Средний срок службы не менее 25 лет.

1.3 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на морских судах

1.3.1 Преобразователи устойчивы к отклонению напряжения и частоты от номинальных значений параметров питания, указанных в таблице 7. Основная погрешность преобразователей при отклонении напряжения и частоты питания не превышает пределов допускаемой основной погрешности, указанных в 1.2.13.

Таблица 7

Параметр питания	Отклонение от номинальных значений		
	длительное, %	кратковременное	
		%	время, с
Напряжение (переменный ток)	+ 6...- 10	± 20	1,5
Частота	± 5	± 10	5
Напряжение (постоянный ток)	± 10	5	Циклические отклонения Пульсации
		10	

Преобразователи, получающие питание от аккумуляторных батарей, надежно работают при отклонениях напряжения питания от +30 до -25 % от номинального значения.

Трехкратное исчезновение питания в течение 5 мин продолжительностью по 30 с не оказывает влияния на работоспособность преобразователей.

1.3.2 Преобразователи по климатическим воздействиям являются:

- теплоустойчивыми при температуре плюс 55 °С, холодоустойчивыми при температуре минус 30 °С, пределы допускаемой дополнительной погрешности на каждые 10 °С, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в интервале рабочих температур от нормальной (20 ± 5) °С до любой в пределах от минус 30 до плюс 55 °С, не должны превышать 0,5 пределов допускаемой основной погрешности;

- работоспособными при температуре плюс 70 °С (не должны вызывать повреждений систем автоматизации, их элементов и устройств);

- холодопрочными при температуре минус 50 °С.

1.3.3 Преобразователи являются влагоустойчивыми. Пределы допускаемой дополнительной погрешности при изменении относительной влажности от нормальной (30-80) % при температуре (20 ± 2) °С до (80 ± 3) % при температуре (40 ± 2) °С, а также до (95 ± 3) % при температуре (25 ± 2) °С не превышают пределов допускаемой основной погрешности.

1.3.4 Преобразователи являются вибропрочными при воздействии вибрации с частотами, указанными в таблице 8.

Таблица 8

Поддиапазон частот, Гц	Длительные испытания		Кратковременные испытания	
	Амплитуда, мм	Время, ч	Амплитуда, мм	Время, ч
2 – 8	1,4	450	2,5	9
8 – 16	0,7	220	1,3	4,5
16 – 31,5	0,35	110	0,7	2,2
31,5 – 63	0,2	55	0,35	1,1
63 – 80	0,12	25	0,2	0,5

1.3.5 Преобразователи являются виброустойчивыми при воздействии вибрации с частотами от 2 до 100 Гц: при частотах от 2 до 13,2 Гц – с амплитудой перемещений ± 1 мм и при частотах от 13,2 до 100 Гц – с ускорением 7 м/с^2 (0,7 g).

1.3.6 Преобразователи являются ударопрочными при воздействии ударов поочередно в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлений с ускорением не менее 7 g и частотой от 40 до 80 ударов в минуту. Количество ударов не менее 1000. Удары равномерно распределены между испытаниями при различных положениях преобразователя.

Длительность действия ударного ускорения соответствует требованиям, указанным в таблице 9.

Таблица 9

Значение низшей резонансной частоты преобразователя, Гц	Длительность действия ударного ускорения, мс
До 60	18 ± 5
60 – 100	11 ± 4
100 – 200	6 ± 2
200 – 500	3 ± 1

Примечание – если технические характеристики оборудования не обеспечивают требуемой длительности действия ударного ускорения, то допускается проведение испытаний с длительностью действия ударного ускорения, определяемой по формуле $J = 3000/f$, где J – длительность ударного ускорения (мс), f – низшая резонансная частота преобразователя, Гц.

1.3.7 Преобразователи являются удароустойчивыми при воздействии ударов поочередно в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлений с ускорением 50 м/с^2 (5 g), длительностью 10 – 15 мс, числом ударов в каждом направлении – 20, частота следования ударов 40 – 80 мин.

1.3.8 Преобразователи устойчивы к воздействию соляного (морского) тумана.

1.3.9 Преобразователи устойчивы к нагреванию, к воздействию паров топлива и масла.

1.3.10 По защищенности от воздействия твердых тел преобразователи соответствовать степени защиты со стороны передней панели IP50 по ГОСТ 14254-96.

1.3.11 Требования по электромагнитной совместимости

1.3.11.1 Для преобразователей, размещаемых в машинных и других закрытых помещениях судна, уровни напряжения радиопомех, создаваемых в цепях питания, не превышают следующих значений в диапазонах частот:

- от 10 до 150 кГц – от 120 до 69 дБ (мкВ/м);
- от 150 до 500 кГц – 79 дБ (мкВ/м);
- от 500 кГц до 30 МГц – 73 дБ (мкВ/м).

Для измерения уровня радиопомех должен использоваться эквивалент сети и квазипиковый приемник. Ширина полосы пропускания приемника при измерениях в частотном диапазоне от 10 до 150 кГц должна быть 200 Гц, а в частотном диапазоне от 150 кГц до 30 МГц – 9 кГц.

1.3.11.2 Для преобразователей, размещаемых в машинных и других закрытых помещениях, уровни создаваемого электромагнитного поля радиопомех на расстоянии 3 м от преобразователей не превышают следующих значений в диапазонах частот:

- от 150 кГц до 30 МГц – от 80 до 50 дБ (мкВ/м);
- от 30 МГц до 100 МГц – от 60 до 54 дБ (мкВ/м);
- от 100 до 2000 МГц – 54 дБ (мкВ/м), за исключением диапазона от 156 до 165 МГц, где устанавливается 24 дБ (мкВ/м).

Для измерений должен использоваться квазипиковый измерительный приемник. Ширина полосы пропускания приемника в диапазоне частот от 150 кГц до 30 МГц и от 156 до 165 МГц должна быть 9кГц, а в диапазоне частот от 30 до 156 МГц и от 165 МГц до 1 ГГц – 120 кГц.

1.3.11.3 Преобразователи для обеспечения электромагнитной совместимости в части воздействия постоянного и переменного (50 Гц) магнитного поля соответствуют классу 2 оборудования в соответствии с требованиями пункта 2.2.1 части XI Правил классификации и постройки морских судов.

1.3.11.4 Преобразователи обладают устойчивостью к электромагнитным помехам.

1.3.12 Преобразователи обладают плесенеустойчивостью.

1.4 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на АЭС (класс безопасности 4)

1.4.1 Преобразователи обеспечивают устойчивость к механическим воздействиям в соответствии с группой М38, сейсмостойкость 8 баллов по ГОСТ 17516.1-2001. Преобразователи относятся к I категории сейсмостойкости в соответствии с НП-031-01.

1.4.2 Преобразователи являются виброустойчивыми.

1.4.2.1 Преобразователи работоспособны при воздействии синусоидальной вибрации с параметрами, указанными в таблице 10 (сейсмическая нагрузка).

Таблица 10

Наименование параметра	Значение параметра для диапазона частот, Гц			
	от 2 до 10	от 10 до 15	от 15 до 30	от 30 до 100
Шаг по частоте, Гц	1,0	1,0	2,0	10,0
Ускорение, m/c^2 (g)				
в горизонтальном направлении	5 (0,5)	3,5 (0,35)	1,2 (0,12)	1,2 (0,12)
в вертикальном направлении	3,5 (0,35)	2,5 (0,25)	1,2 (0,12)	1,2 (0,12)
Время выдержки на каждой частоте, с	60,0			

1.4.2.2 Преобразователи работоспособны при воздействии по трем взаимно-перпендикулярным осям синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 0,5 до 100 Гц с ускорением $40 m/c^2$ (4 g) и временем воздействия не менее 80 с по каждой оси (эксплуатационная синусоидальная вибрация).

1.4.2.3 Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной воздействием вибрации, не превышают пределов допускаемой основной приведенной погрешности.

1.4.3 Преобразователи являются вибропрочными по трем взаимно-перпендикулярным осям при воздействии синусоидальной вибрации с параметрами (эксплуатационная синусоидальная вибрация):

- диапазон частот от 0,5 до 100 Гц,
- ускорение $80 m/c^2$ (8 g),
- время суммарного воздействия по трем осям не менее 6 ч.

1.4.4 Преобразователи являются ударопрочными по трем взаимно-перпендикулярным осям в шести направлениях при воздействии многократных ударов с параметрами (многократные удары, имитирующие транспортные нагрузки в составе оборудования АЭС):

- ускорение $140 m/c^2$ (14 g),
- длительность импульса ускорения от 2 до 20 мс,
- суммарное количество ударов по шести направлениям не менее 6000 ± 10 .

1.5 Устройство и принцип работы

1.5.1 Конструкция

1.5.1.1 Конструктивно преобразователи выполнены в корпусе для установки на DIN-рейку. Общий вид, габаритные и установочные размеры приведены в приложении А.

Преобразователь состоит из корпуса и крышки, выполненных из пластмассы.

На крышку преобразователя наклеена пленка с обозначением всех необходимых технических данных и назначением клемм разъемов.

1.5.1.2 Все компоненты расположены на двух соединенных между собой печатных платах и вставляются со стороны крышки в корпус по направляющим.

1.5.1.3 Со стороны крышки расположены разъемы для подключения преобразователя к измерительным цепям, к цепи питания и цепям интерфейсов, разъемы аналоговых выходов (один или два в зависимости от исполнения преобразователя).

1.5.1.4 Внешние соединения преобразователей

Подключение к преобразователю внешних устройств определяется назначением контактов разъемов. Схемы подключения приведены в приложении Б.

Источники входных сигналов – параллельные и последовательные цепи сети подключаются к контактам «Ua», «Ub», «Uc», «Un», «Ia*», «Ia», «Ib*», «Ib», «Ic*», «Ic».

Контакты «Питание L(+)», «Питание N(-)» служат для подключения напряжения питания от 85 до 253 В переменного тока или от 100 до 265 В постоянного тока. Контакт « \perp » – контакт защитного заземления.

К контактам «RS485 A1» и «RS485 B1» (порт 1) подключаются соответственно линия А и линия В интерфейсной линии связи, к контактам «RS485 A2» и «RS485 B2» (порт 2) подключаются линия А и линия В дополнительной интерфейсной линии связи.

1.5.2 Принцип работы

Структурная схема преобразователей приведена на рисунке В.1 приложения В.

Входные цепи напряжения ВЦН и входные цепи тока ВЦТ определяют сопротивления параллельных, обеспечивают гальваническое разделение последовательных измерительных входов прибора, преобразуют входные переменные сигналы сети (напряжение, ток) в напряжение, соответствующее входному диапазону встроенного в микроконтроллер МК аналого-цифрового преобразователя АЦП, и осуществляют их смещение на постоянный уровень от источника опорного напряжения ИОН.

Встроенный АЦП производит последовательные измерения значений преобразуемых сигналов с необходимой для обеспечения метрологических характеристик точностью.

МК обеспечивает математическую обработку результатов измерений, вычисляет цифровые значения параметров сети.

МК дополнительно осуществляет прием и передачу сигналов последовательного интерфейса через узел интерфейса УИ1 в соответствии с установленным сетевым адресом и скоростью обмена данными и циклическую передачу данных через узел интерфейса УИ2. Узлы интерфейса обеспечивают гальваническое разделение и сопряжение по уровням электрических сигналов процессора и интерфейсной линии связи.

Программируемые аналоговые выходы АВ1, АВ2 являются источниками унифицированных сигналов постоянного тока, пропорциональных значениям текущих измерений входных или отображаемых на индикаторах сигналов.

Для питания основных и гальванически изолированных цепей служат преобразователи напряжения ПН1 – ПН4, которые преобразуют внешнее напряжение питания до необходимых уровней.

1.6 Маркировка

1.6.1 На крышке преобразователя имеется этикетка, содержащая следующую информацию:

- тип преобразователя;
- товарный знак завода-изготовителя;
- знак утверждения типа средств измерений;
- порядковый номер преобразователя по системе нумерации предприятия-изготовителя;

- вид отображаемой величины;
- диапазоны входных и выходных сигналов;
- коэффициенты мощности (зависят от исполнения преобразователя);
- коэффициенты трансформации внешних измерительных трансформаторов тока или напряжения;
- номинальная частота измеряемых сигналов;
- обозначение напряжения питания;
- специсполнение (при необходимости);
- значение основной приведенной погрешности;
- значение испытательного напряжения;
- маркировка, определяющая назначение клемм для внешних соединений.

1.6.2 Дата выпуска указывается на корпусе преобразователя.

1.6.3 Преобразователи, прошедшие приемо-сдаточные испытания и первичную поверку предприятия-изготовителя, имеют клеймо поверителя и клеймо отдела технического контроля.

2 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

2.1 Для контроля, регулирования (настройки), выполнения работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту должны применяться следующие технические средства:

- установка универсальная пробойная УПУ-10, с погрешностью установки напряжения $\pm 10 \%$;
- мегаомметр М4100/3, класс точности 1,0;
- установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1К;
- источник питания постоянного тока Б5-49;
- частотомер электронно-счетный GFC-8010Н, погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-6} \%$;
- прибор комбинированный цифровой Щ300, с погрешностью $\pm 0,02 \%$;
- вольтметр универсальный В7-54/3, с погрешностью по силе переменного тока $\pm 0,55 \%$, по напряжению переменного тока $\pm 0,55 \%$;
- лабораторный автотрансформатор регулировочный ЛАТР-1М;
- преобразователь интерфейса USB в RS422/485 MOXA UPort 1130;
- барометр БАММ-1;
- гигрометр ВИТ-2;
- ПЭВМ операционная система Windows 98/2000/NT/XP.

Примечания

1 Допускается использовать другие средства для задания входных сигналов, если погрешность задания не превышает $1/5$ предела основной погрешности прибора.

2 Допускается использовать образцовые средства с погрешностью задания сигналов, не превышающей $1/3$ предела основной погрешности прибора, с введением контрольного допуска, равного 0,8 от предела основной погрешности прибора.

3 При эксплуатации преобразователей выполнение работ по техническому обслуживанию не требуется.

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

3.1 Меры безопасности

3.1.1 По степени защиты от поражения электрическим током преобразователи соответствуют классу защиты II по ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.1.2 По пожарной безопасности преобразователи соответствуют требованиям ГОСТ 12.1.004-99, требования обеспечиваются схемотехническими решениями, применением соответствующих материалов и конструкцией и проверке не подлежат.

3.1.3 К работам по обслуживанию и эксплуатации преобразователей допускаются лица, ознакомленные с правилами техники безопасности, имеющие допуск для работы с электроустановками напряжением до 1000 В и изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

3.1.4 При работе с преобразователями необходимо пользоваться только исправным инструментом и оборудованием.

3.1.5 Запрещается:

- эксплуатировать преобразователи в режимах, отличающихся от указанных в настоящем руководстве;
- эксплуатировать преобразователи при обрывах проводов внешних соединений;
- производить внешние соединения, не сняв все напряжения, подаваемые на преобразователи.

3.1.6 При подключении питающего напряжения постоянного тока требуется соблюдать полярность подводящих проводов, а контакты защитного заземления преобразователя подключать к элементу заземления.

3.2 Подготовка к работе

3.2.1 Преобразователь распаковать и убедиться в отсутствии механических повреждений. Ознакомиться с паспортом на преобразователь и проверить комплектность.

3.2.2 Приступая к работе с преобразователем, необходимо внимательно изучить все разделы настоящего руководства.

3.2.3 Установить преобразователь на DIN-рейку. Крепление должно быть произведено тщательно, без перекосов.

3.2.4 Подключить внешние измерительные и питающие цепи в соответствии с назначением контактов соединительных разъемов. При подключении напряжения питания переменного тока от 85 до 253 В к контактам «Питание +(L)», «Питание -(N)» полярность любая.

Подключение питания осуществляется клеммными соединителями «под винт» для проводов сечением до 2,5 мм², входных сигналов – до 4,0 мм². Подсоединение остальных линий связи разъемное с ответной частью «под винт» Схемы для проводов сечением до 2,5 мм². Внешних подключений преобразователей приведены на рисунках Б.1 – Б.12 приложения Б.

При подключении измерительных и питающих цепей необходимо соблюдать меры безопасности, изложенные в подразделе 3.1 настоящего руководства.

При прокладке измерительных линий следует выделять их в самостоятельную трассу (или несколько трасс) и располагать отдельно от силовых и других кабелей, создающих высокочастотные и импульсные помехи.

Питание к преобразователям рекомендуется подводить проводами минимальной длины. При питании преобразователей от сети переменного тока подключение цепей питания следует производить к линии, не связанной с питанием мощного силового оборудования. Напряжение питания, измеренное на контактах соединительного разъема преобразователя, должно соответствовать значению, указанному в 1.2.11.

Рекомендуется устанавливать фильтры сетевых помех в линиях питания преобразователей.

3.2.5 Подключение преобразователей к линиям интерфейса RS485

Подключить провода линий A1, B1 (A2, B2) интерфейса RS485 в соответствии с назначением контактов. При необходимости провести согласование линии связи подключением согласующего резистора, руководствуясь рекомендациями по применению интерфейса RS485.

Необходимые параметры интерфейса (сетевой адрес и скорость обмена) должны быть настроены до установки преобразователя на DIN-рейку.

3.3 Режимы работы

3.3.1 Преобразователь может функционировать в режимах:

- измерения;
- конфигурирования.

3.3.2 Режим измерения является основным эксплуатационным режимом, который устанавливается при включении питания.

В данном режиме преобразователь:

- измеряет текущие значения тока, напряжения;
- вычисляет параметры активной и (или) реактивной мощностей;
- передает информацию о параметрах сети по интерфейсным каналам по запросам.

– передает информацию в виде унифицированного аналогового сигнала постоянного тока

Перечень передаваемых параметров приведен в таблице 1.

3.3.3 Режим конфигурирования является вспомогательным и позволяет задать коэффициенты трансформации по току и напряжению, настроить параметры интерфейса, значение аналогового выхода, изменить адресацию регистров измеряемых параметров и время усреднения преобразуемого сигнала.

Режим конфигурирования инициируется соответствующей программой конфигурирования на ПЭВМ, связанной с преобразователем через интерфейс.

3.4 Порядок работы

3.4.1 Подать питание на преобразователь.

3.4.2 Выдержать преобразователь в течение времени установления рабочего режима (30 мин).

3.3.3 Подать входные сигналы на преобразователь.

3.5 Работа интерфейса

3.5.1 Работа прибора по интерфейсам RS485 (порт 1 и порт 2) обуславливается аппаратными и программными средствами, применяемыми потребителем. Порты интерфейсов независимы друг от друга и настраиваются отдельно. Протокол обмена данными – MODBUS RTU приведен в приложении Г.

3.5.2 Линия связи интерфейса RS485 представляет собой витую пару про-

водов, которые могут находиться в общем экране. На одну линию связи может быть подключено до 31 преобразователя. Преобразователи подсоединяются к линии связи параллельно.

3.5.3 Для связи по порту 1 интерфейса на каждом преобразователе устанавливается свой сетевой адрес и скорость обмена данными из ряда 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 бод. Допустимый адрес передачи находится в диапазоне от 0 до 247. Каждому подчиненному устройству присваивается адрес в пределах от 1 до 247 (адрес 0 используется для широковещательной передачи, его распознает каждое устройство). Скорость обмена должна быть одинаковой и соответствовать установленной в линии.

3.5.4 При обмене информацией преобразователи являются подчиненными устройствами (SLAVE). В качестве ведущего устройства (MASTER) выступает промышленный контроллер, компьютер или аналогичное устройство, управляющее обменом данными в линии.

На ведущем устройстве должны быть установлены параметры линии интерфейса в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11

Параметр линии	Значение
Количество стартовых бит	1
Количество бит данных	8
Проверка на четность	нет
Количество стоповых битов	1
Скорость передачи, бод	2400, 4800, 9600, 19200, 38400 или 57600

Обмен данными происходит по инициативе ведущего устройства, посылающего адресный запрос на прибор, с которым предполагается установить связь. Получив запрос, прибор сравнивает запрашиваемый адрес со своим адресом и при их совпадении выдает ответ.

3.5.5 Порт 2 RS485 также поддерживает протокол MODBUS RTU.

3.5.6 Связь с компьютером может осуществляться либо через специальную плату интерфейса RS485, установленную в слот системной шины компьютера, либо через последовательный порт USB (или RS232) с применением дополнительного устройства – преобразователя уровней напряжения сигналов последовательного порта USB (RS232) в уровни напряжения сигналов интерфейса RS485

(адаптера).

3.6 Калибровка

3.6.1 Калибровка преобразователей проводится в случае выхода погрешности прибора за допустимые пределы или после ремонта.

Калибровка преобразователей проводится метрологическими службами, аккредитованными на право проведения калибровочных работ.

Калибровку следует проводить при нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха плюс (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

3.6.2 Перед началом калибровки провести подключения в соответствии со схемами, приведенными на рисунках Д.1, Д.2 приложения Д. В качестве источника входного сигнала использовать блок генератора-синтезатора «Энергоформа 3.1», в качестве образцового средства измерения – прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор 3.1К-02 10» из состава установки УППУ-МЭ 3.1К.

3.6.3 Калибровку проводить следующим образом:

- 1) включить напряжение питания преобразователя и измерительного оборудования;
- 2) выдержать преобразователи в течение времени установления рабочего режима;
- 3) запустить программу калибровки;
- 4) проверить погрешность измеряемых параметров в контрольных точках (см. таблицы Е.1, Е.2 приложения Е). При необходимости произвести перекалибровку с целью перераспределения погрешности нелинейности измерения.

3.6.4 После калибровки необходимо провести внеочередную поверку преобразователя.

3.7 Конфигурирование

3.7.1 Режим конфигурирования является вспомогательным и инициируется программой конфигурирования "Конфигуратор ЩВ120" на ПЭВМ, связанной с преобразователем через интерфейс RS485.

Конфигурирование преобразователей проводится в случае необходимости перенастройки параметров интерфейсов, коэффициентов трансформации тока и напряжения, выбора диапазона выходного аналогового сигнала, настройки связи.

Конфигурирование заключается в назначении связанных адресов, скорости обмена портов RS485, изменении адресации регистров измеряемых параметров, изменении диапазонов выходного аналогового сигнала, а также в установке необходимых коэффициентов по току и напряжению для расчета реальных значений параметров при подключении приборов через измерительные трансформаторы тока и напряжения.

Элементы управления программы «Конфигуратор ЩВ120», связанные с конфигурированием, располагаются в главном окне программы.

3.7.2 Конфигурирование портов 1 и 2

В верхней части окна находятся элементы управления, предназначенные для смены адреса и скорости приборов.

Смена скорости осуществляется отправкой специальной команды прибору, после получения которой он меняет скорость на текущем порту. Изменения вступают в силу после нажатия кнопки «ЗАПИСАТЬ НАСТРОЙКИ».

Смена адреса происходит на той же вкладке и записывается таким же образом.

3.7.4 Настройка адресации регистров MODBUS RTU

Для опроса сторонними устройствами программой конфигуратора предусмотрена гибкая настройка адресации регистров.

В окне настроек адресации в виде списка представлены измеряемые параметры, перемещение которых осуществляется кнопками «Вверх», «Вниз», а также с помощью мыши по принципу Drag&Drop.

Допускаются повторения параметров, что позволяет не только перемещать параметры, но и создавать дубликаты, а также добавлять новые.

4 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Государственная система обеспечения единства измерений

Данный раздел утверждается Федеральным Государственным Унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (ФГУП «ВНИИМС»).

Данный раздел предназначен для ознакомления с методикой и проведением поверки преобразователей, с целью подтверждения соответствия установленным требованиям к основной приведенной и абсолютной погрешности.

Поверка преобразователей производится в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94.

Согласно ТУ 25-7504.220-2012 межповерочный интервал преобразователей, находящихся в работе, должен быть 6 лет.

4.1 Операции поверки

При поверке проводить следующие операции:

- 1) внешний осмотр;
- 2) опробование (проверка работоспособности);
- 3) определение метрологических характеристик.

4.2 Средства поверки

При проведении поверки применять средства поверки, указанные в разделе 2 данного руководства.

4.3 Требования к квалификации поверителей

Поверку должен выполнять поверитель, освоивший работу с прибором и образцовыми средствами измерений.

Персонал для поверки должен быть аттестован в соответствии с ПР 50.2.012-94.

Перед началом работы поверитель должен изучить инструкции по эксплуатации поверяемых изделий, рабочих эталонов и других технических средств, используемых при поверке, правила техники безопасности и строго их соблюдать.

4.4 Требования безопасности

Требования безопасности при проведении измерений по ГОСТ 12.2.007.0-75 класс II.

4.5 Условия поверки

Поверку следует проводить при нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха плюс (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

4.6 Проведение поверки

4.6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие приборов требованиям эксплуатационной документации;
- соответствие комплектности, указанной в паспорте;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работу преобразователей.

4.6.2 Проверка электрической прочности изоляции

Электрическую прочность изоляции следует испытывать по методике ГОСТ 22261-94 на пробойной установке мощностью не менее 0,25 кВ·А на стороне высокого напряжения при отсутствии внешних соединений.

Испытательное напряжение повышать плавно, начиная с нуля или со значения, не превышающего номинальное рабочее напряжение цепи, до испытательного со скоростью, допускающей возможность отсчета показаний вольтметра, но не менее 100 В/с.

Изоляцию выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 мин, затем напряжение плавно снижают с такой же скоростью до нуля или до значения, не превышающего номинальное значение.

При проверке электрической прочности изоляции между цепями и корпусом испытательное напряжение с действующим значением, указанным в таблице 6, частотой 50 Гц прикладывают между соединенными вместе контактами каждой из цепей (или группы цепей) и металлическим кожухом (фольгой), который покрывает всю поверхность корпуса, за исключением контактов.

При проверке электрической прочности изоляции между цепями испытательное напряжение с действующим значением, указанным в таблице 6, частотой 50 Гц прикладывают между соединенными вместе контактами каждой из цепей (или группы цепей).

Преобразователь считают прошедшим проверку, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции. Появление коронного разряда или шума при испытании не являются признаками неудовлетворительных результатов проверки.

4.6.3 Проверка сопротивления изоляции

Электрическое сопротивление изоляции цепей проверять по методике ГОСТ 22261-94 мегаомметром с номинальным напряжением 500 В с погрешностью не более 30 % при отсутствии внешних соединений.

Электрическое сопротивление изоляции измерять между всеми соединенными вместе контактами испытываемых цепей, указанных в таблице 6.

Преобразователь считают выдержавшим проверку, если выполняется требование 1.2.28.

4.6.4 Опробование

Опробование преобразователей включает в себя проверку работоспособности.

Преобразователи подключить в соответствии со схемами, приведенными на рисунках Д.1 и Д.2 приложения Д. В качестве источника входного сигнала использовать блок генератора-синтезатора «Энергоформа 3.1», в качестве образцового средства измерения – прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор 3.1К-02 10» из состава установки УППУ-МЭ 3.1К.

Примечание:

1) В качестве источника входного сигнала допускается использовать калибратор переменного тока «Ресурс-К2».

На преобразователь подать питание.

На преобразователь подать входные сигналы (ток и напряжение) в диапазоне от 0 до 100 % от верхнего значения диапазона измерения и проконтролировать полученные значения по интерфейсу. Полученные значения должны соответствовать значениям измеряемых мощностей, приведенным в таблицах Е.1, Е.2 приложения Е.

4.6.5 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Номер версии программного обеспечения преобразователя определяется при считывании в программе настройки преобразователя измерительного активной и реактивной мощности E849ЭЛ «E856m.exe».

Для этого необходимо подключить преобразователь к компьютеру по интерфейсу RS485. При успешном соединении с преобразователем в верхнем правом углу, в окне «Версия ПО прибора» отобразится текущая версия программного обеспечения.

4.6.6 Определение метрологических характеристик (проверка основной погрешности)

4.6.6.1 Определение основной приведенной погрешности следует проводить методом прямых измерений в контрольных точках, соответствующих таблицам E.1, E.2 приложения E, по схемам, приведенным на рисунках Д.1, Д.2 приложения Д.

За основную приведенную погрешность преобразователей принимают отношение разности между измеренным и задаваемым значениями выходного сигнала к нормирующему значению выходного сигнала.

За выходной сигнал принимают значения параметров, передаваемые по интерфейсу. Задаваемое значение выходного сигнала принимают равным показаниям образцового прибора.

В качестве источника входного сигнала использовать блок генератора-синтезатора «Энергоформа 3.1», в качестве образцового средства измерения – прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор 3.1К-02 10» из состава установки УППУ-МЭ 3.1К.

Примечание:

1) В качестве источника входного сигнала допускается использовать калибратор переменного тока «Ресурс-К2».

Проверку проводить следующим образом:

- 1) на преобразователь подать питание;
- 2) выдержать преобразователь в течение времени установления рабочего режима (30 мин);

3) затем на преобразователь подавать входные сигналы, соответствующие контрольным точкам, и считывать параметров, передаваемые по интерфейсу.

Частота входных сигналов (50 ± 1) Гц.

Допускаемые значения в контрольных точках для проверки основной погрешности приведены в таблицах Е.1, Е.2 приложения Е.

4.6.6.2 Определение основной приведенной погрешности при измерении активной, реактивной мощности переменного тока для преобразователей с непосредственным подключением проводить методом прямых измерений в контрольных точках таблиц Е.1, Е.2 приложения Е.

За выходной сигнал принимать значения измеряемых мощностей, передаваемые по интерфейсу.

Расчет основной приведенной погрешности вести по формуле:

$$\delta = \frac{N - N_x}{N_k} \cdot 100 \quad (2),$$

где N_k – нормирующее значение равное номинальному значению измеряемого параметра (таблица 3);

N – значение измеряемого параметра (значение, полученное по интерфейсу), соответствующее проверяемой (контрольной) точке;

N_x – значение проверяемой отметки по показаниям образцового средства измерения.

4.6.6.3 Определение основной приведенной погрешности при измерении активной, реактивной мощности переменного тока для преобразователей, предназначенных для подключения через трансформаторы тока и (или) напряжения, проводить методом прямых измерений в контрольных точках таблиц Е.1, Е.2 приложения Е.

За выходной сигнал принимать значения измеряемых мощностей, передаваемые по интерфейсу. Задаваемое и нормирующее значения выходного сигнала принимать равным значениям, рассчитанным с учетом коэффициентов трансформации.

Расчет основной приведенной погрешности вести по формуле (2), где N – показания испытуемого прибора, соответствующее проверяемой (контрольной)

точке, N_x и N_k – соответственно значение проверяемой отметки и нормирующее значение, рассчитанные по формулам:

$$P_x = k_{ТТ} \cdot k_{ТН} \cdot P_{обр} \quad (3),$$

$$P_k = k_{ТТ} \cdot k_{ТН} \cdot P_{ном} \quad (4),$$

где P_x – расчетное значение мощности для проверяемой точки;

P_k – расчетное значение нормирующего значения;

$P_{обр}$ – значение мощности по показаниям образцового средства измерения;

$P_{ном}$ – номинальное значение мощности (см. таблицу 3);

$k_{ТТ}$ – коэффициент трансформации по току;

$k_{ТН}$ – коэффициент трансформации по напряжению.

4.6.6.4 Преобразователь считается прошедшим поверку и годным к применению, если значения измеряемых параметров, передаваемые по интерфейсу, находятся в указанных допускаемых пределах и его приведенные погрешности, рассчитанные по формулам (2) - (4), не превышают предела допускаемой основной приведенной погрешности по 1.2.14.

4.7 Оформление результатов поверки

При положительных результатах периодической поверки на корпус наносят поверительное клеймо, в паспорте производят запись о годности к применению.

При отрицательных результатах поверки необходимо провести калибровку и повторно выполнить проверку основной погрешности по 4.6.5.

При отрицательных результатах повторной поверки преобразователь в обращение не допускают и на него оформляют «Извещение о непригодности» в соответствии с ПР 50.2.006-94. При этом поверительное клеймо подлежит погашению.

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

5.1 Транспортирование преобразователей должно осуществляться закрытым железнодорожным или автомобильным транспортом по ГОСТ Р 52931-2008.

Значения климатических и механических воздействий на преобразователи при транспортировании должны находиться в пределах, указанных в 1.2.25 и 1.2.26.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

Способ укладки ящиков на транспортирующее средство должен исключать их перемещение. При транспортировании самолетом преобразователи должны быть размещены в отапливаемых герметизированных отсеках.

5.2 Условия транспортирования преобразователей должны соответствовать условиям хранения 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150-69.

При транспортировании преобразователей железнодорожным транспортом вид отправки – мелкая малотоннажная, тип подвижного состава – крытый вагон или платформа с универсальным контейнером.

5.3 Необходимость особых условий транспортирования должна оговариваться в договоре на поставку.

5.4 Хранение преобразователей на складах должно проводиться на стеллажах в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 5 °С до 40 °С и относительной влажности не более 80 % при температуре 25 °С (условия хранения 1 (Л) по ГОСТ 15150-69).

В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

5.5 Помещения для хранения преобразователей должны быть оборудованы автоматическими установками пожарной сигнализации и средствами пожаротушения.

6 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

6.1 Гарантийный срок эксплуатации 48 месяцев со дня ввода преобразователя в эксплуатацию. Гарантийный срок хранения 12 месяцев с момента преобразователя прибора.

6.2 Изготовитель гарантирует соответствие преобразователей требованиям технических условий ТУ 25-7504.220-2012 при соблюдении следующих правил:

- соответствие условиям эксплуатации, хранения, транспортирования изложенным в настоящем руководстве;
- обслуживание преобразователя должно производиться в соответствии с требованиями настоящего руководства персоналом, прошедшим специальное обучение.

6.3 Потребитель лишается права на гарантийный ремонт:

- при несоблюдении потребителем требований 6.2;
- при отсутствии (нарушении) пломб предприятия-изготовителя.

7 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

7.1 При отказе в работе или неисправности преобразователя в период действия гарантийного срока потребителем должен быть составлен акт о необходимости ремонта и отправки преобразователя изготовителю.

7.2 Преобразователи, подвергавшиеся вскрытию, имеющие наружные повреждения, а также применявшиеся в условиях, не соответствующих требованиям ТУ 25-7504.220-2012, не рекламируются.

7.3 Единичные отказы комплектующих изделий не являются причиной для предъявления штрафных санкций.

8 УТИЛИЗАЦИЯ

8.1 Преобразователи не представляют опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания срока эксплуатации и подлежат утилизации по технологии, принятой на предприятии, эксплуатирующем данные изделия.

Приложение А
(обязательное)

Общий вид, габаритные и установочные размеры преобразователей

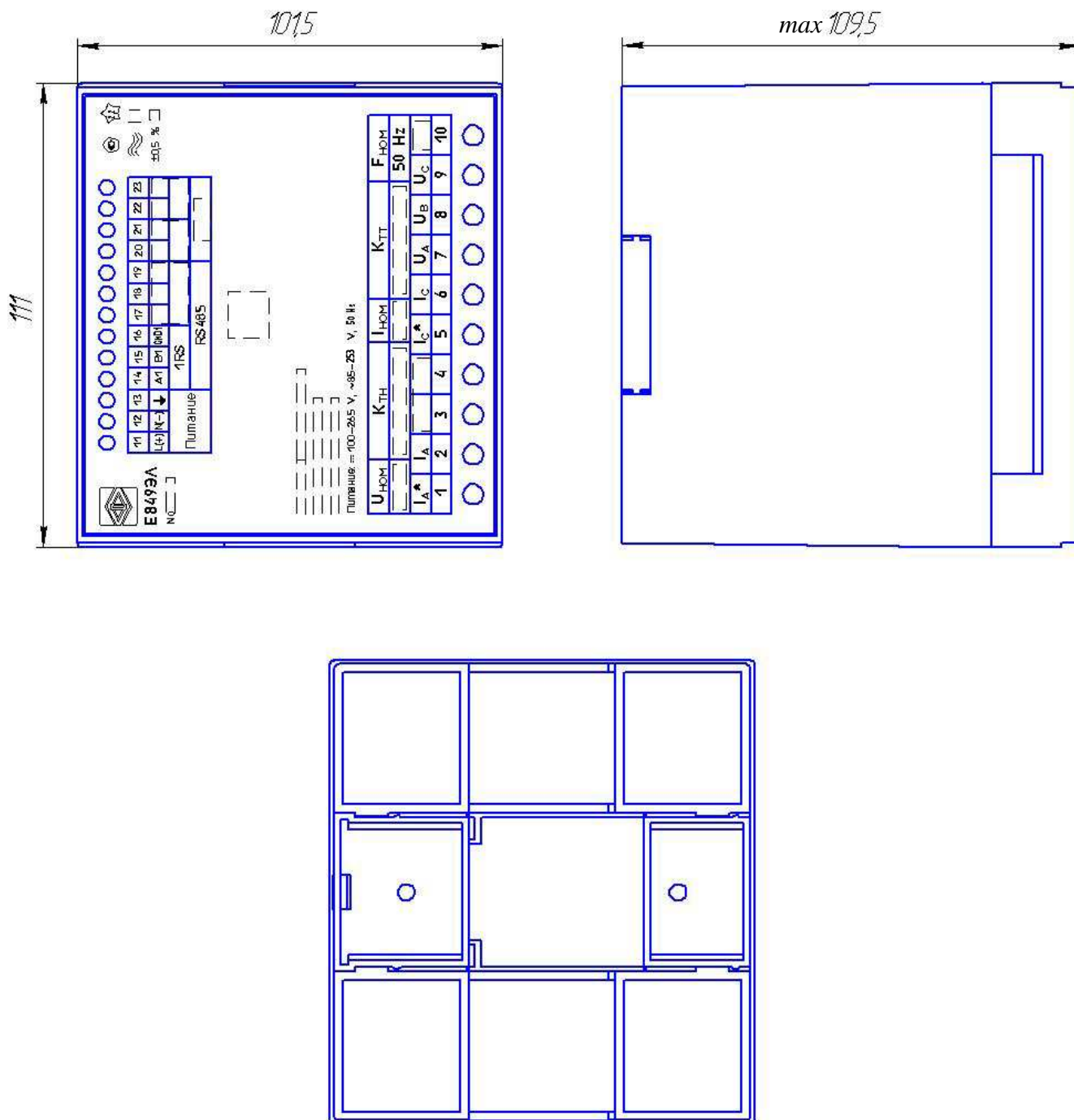
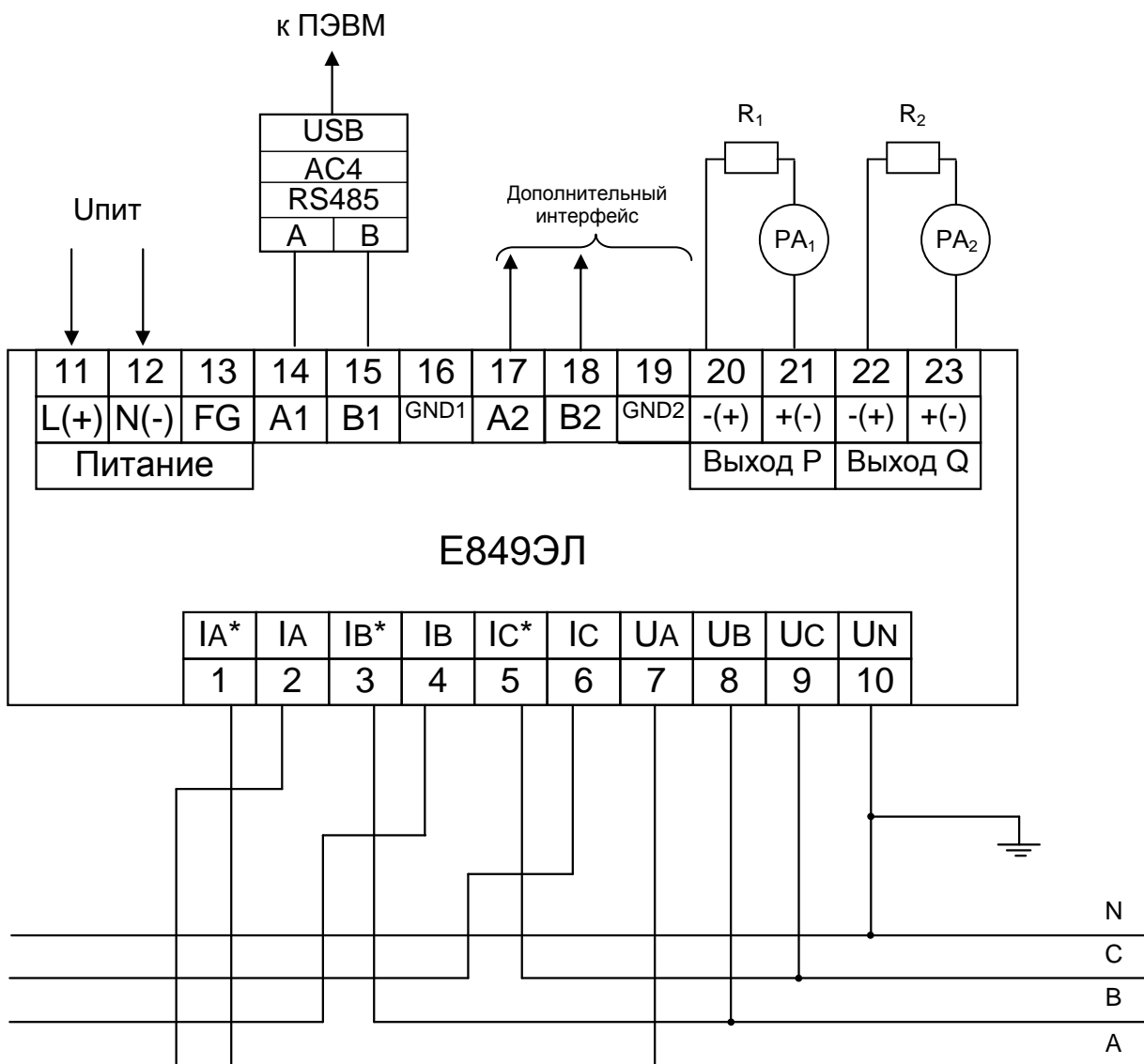


Рисунок А.1 – Общий вид, габаритные и установочные размеры преобразователей.

Приложение Б
(обязательное)

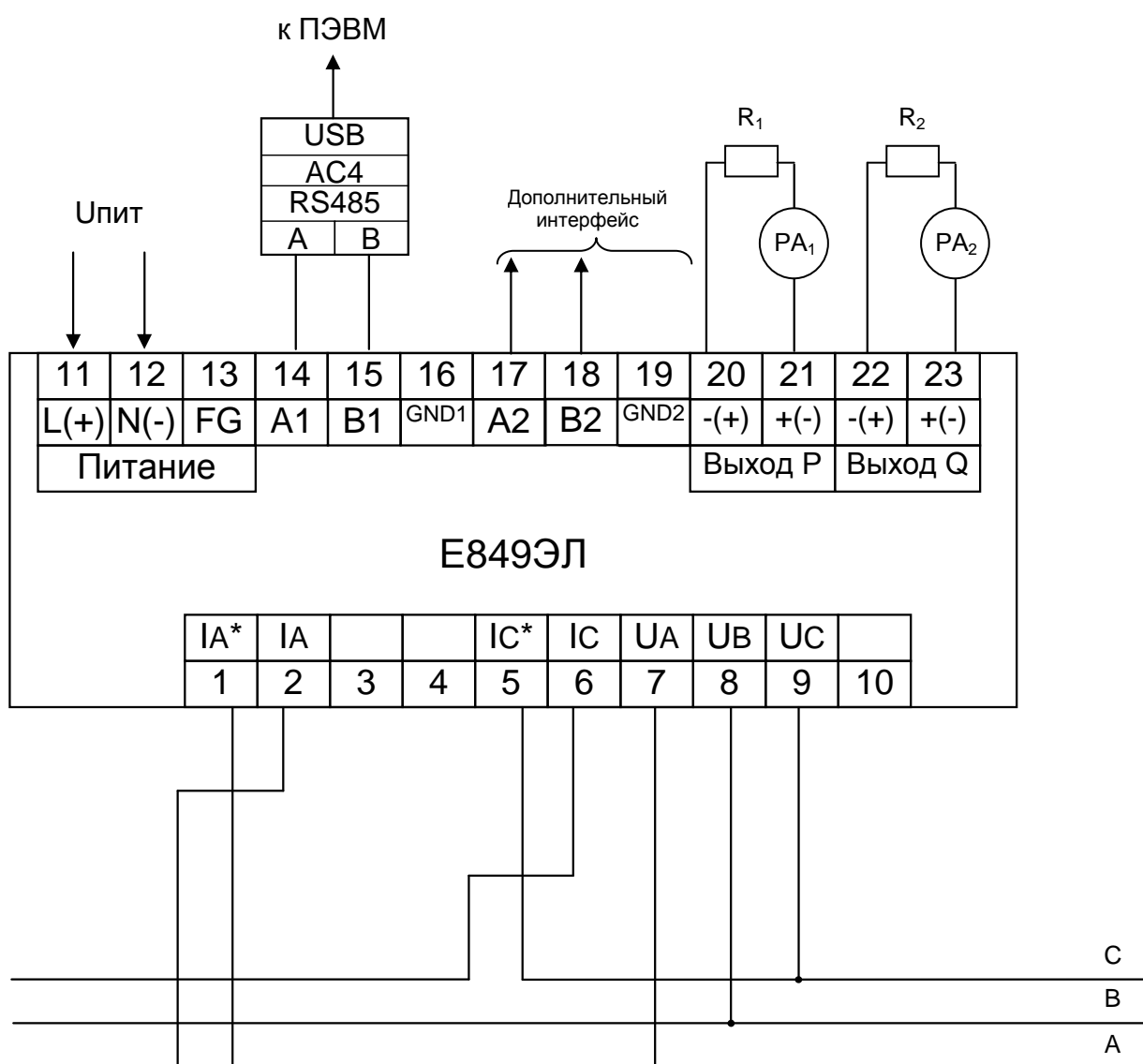
Схемы внешних подключений преобразователей



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователя.

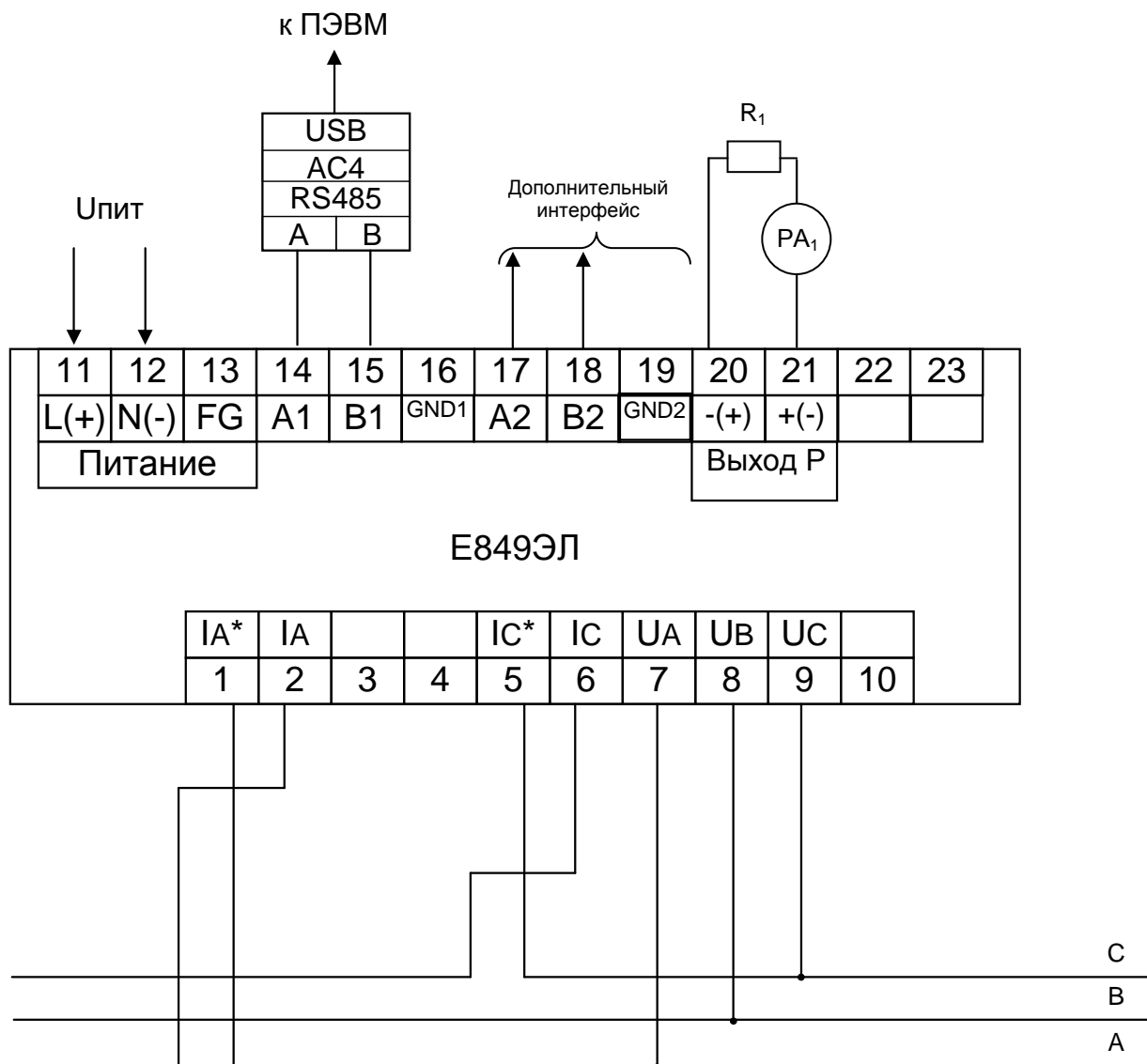
Рисунок Б.1 – Схема подключения преобразователей активной и реактивной мощности, для трехфазной четырехпроводной сети.



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователя.

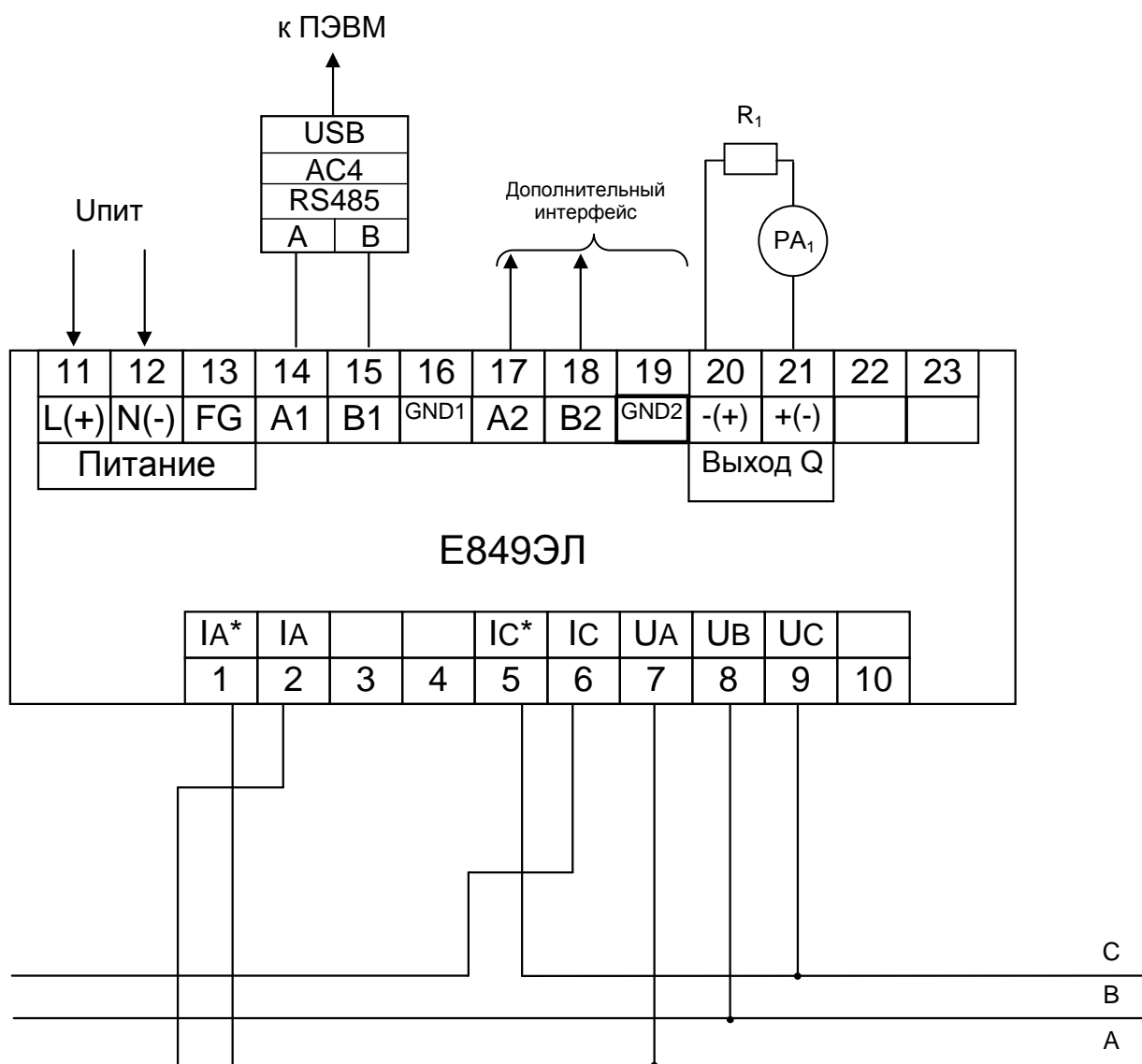
Рисунок Б.2 – Схема подключения преобразователей активной и реактивной мощности, для трехфазной трехпроводной сети.



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователя.

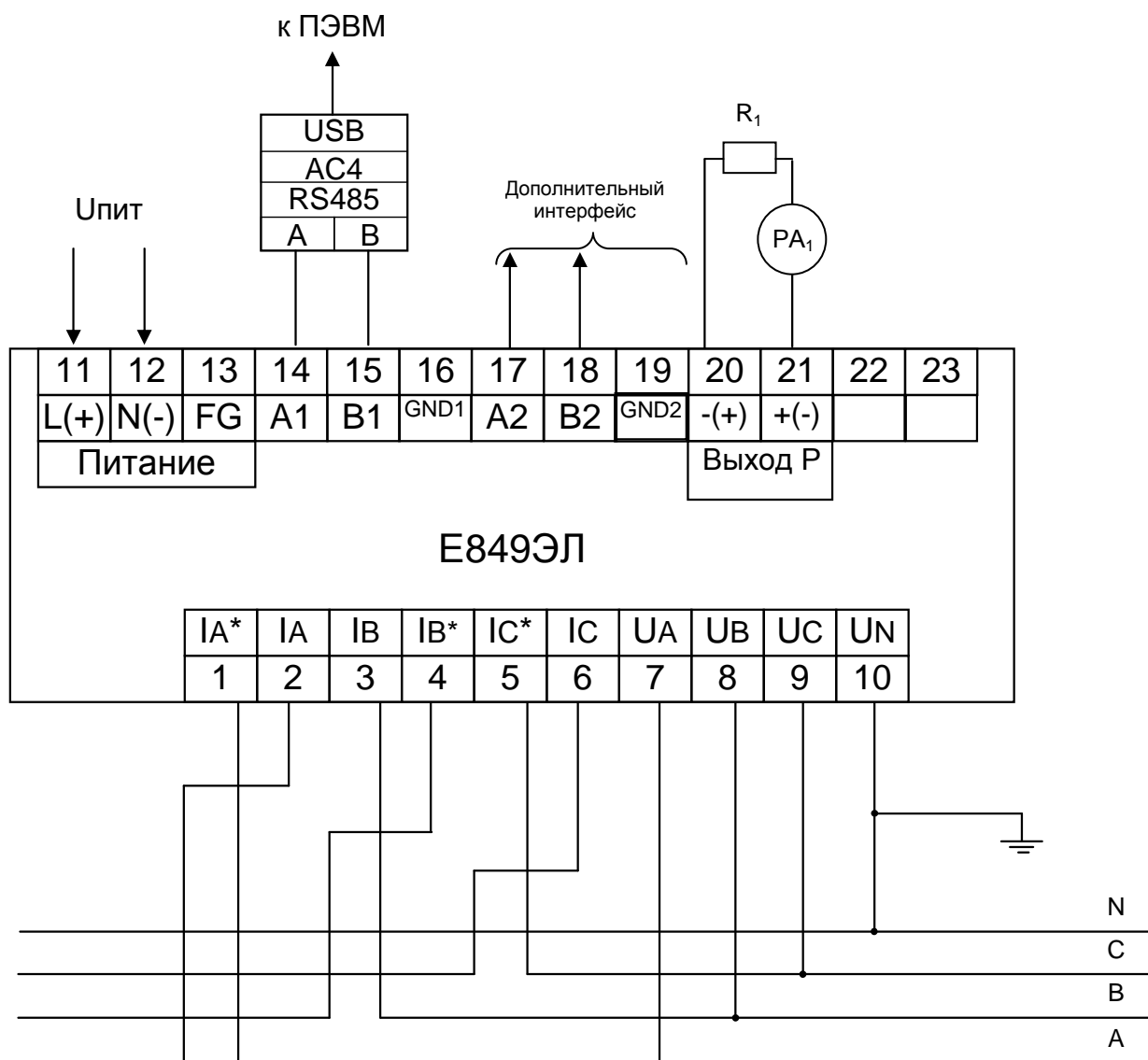
Рисунок Б.3 – Схема подключения преобразователей активной мощности, для трехфазной трехпроводной сети.



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователей.

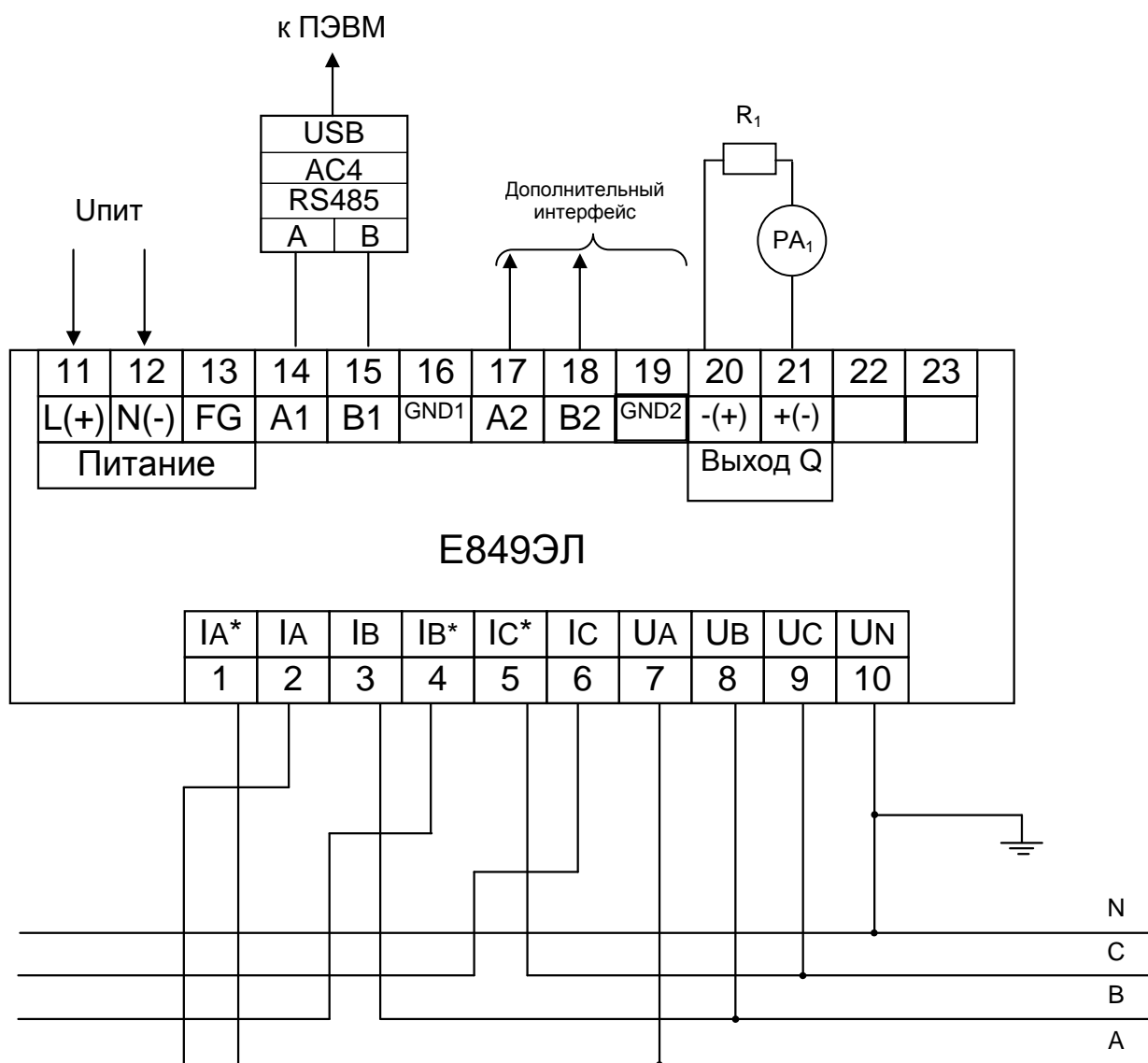
Рисунок Б.4 – Схема подключения преобразователей реактивной мощности, для трехфазной трехпроводной сети.



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователя.

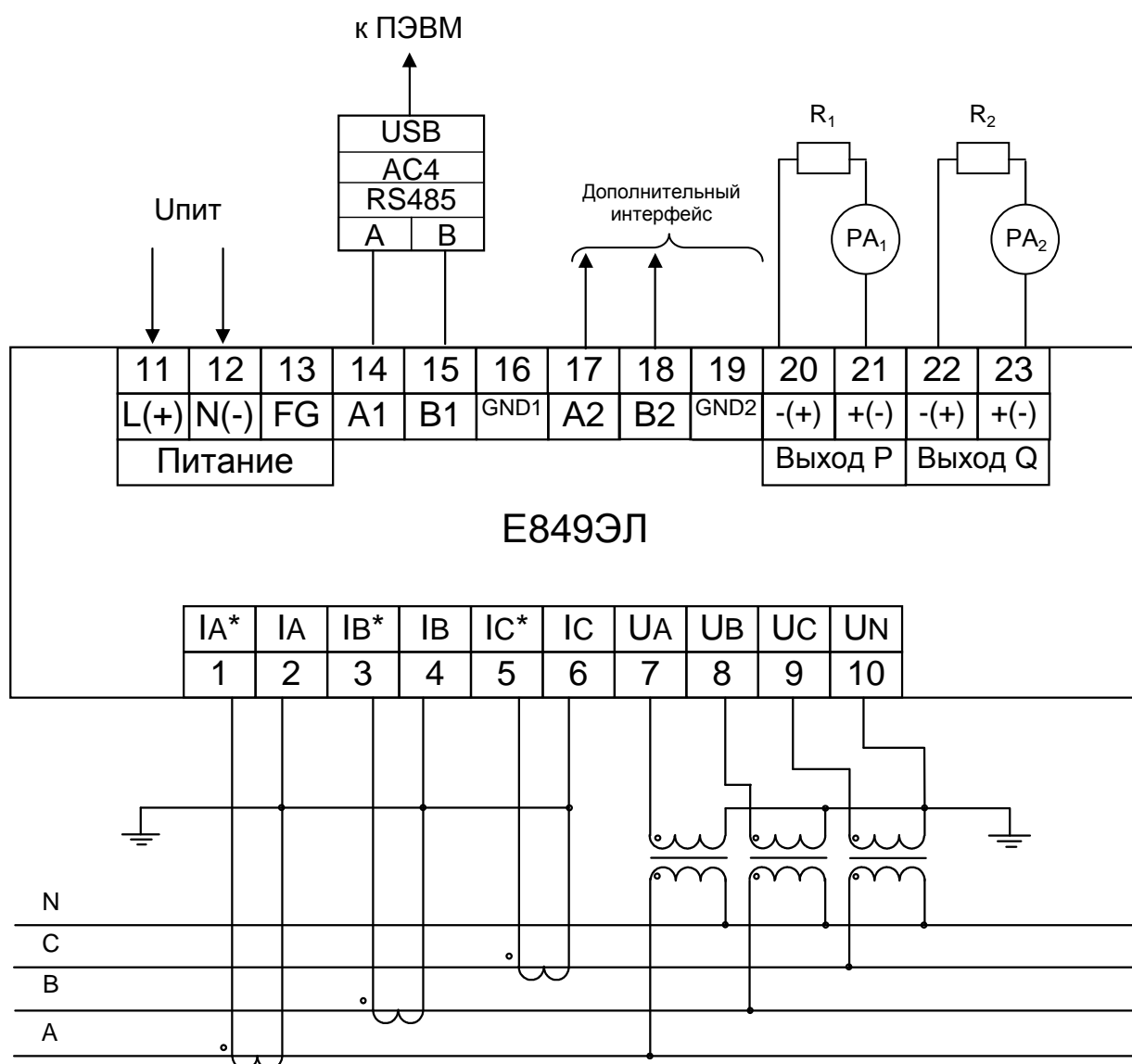
Рисунок Б.5 – Схема подключения преобразователей активной мощности, для трехфазной четырехпроводной сети.



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователя.

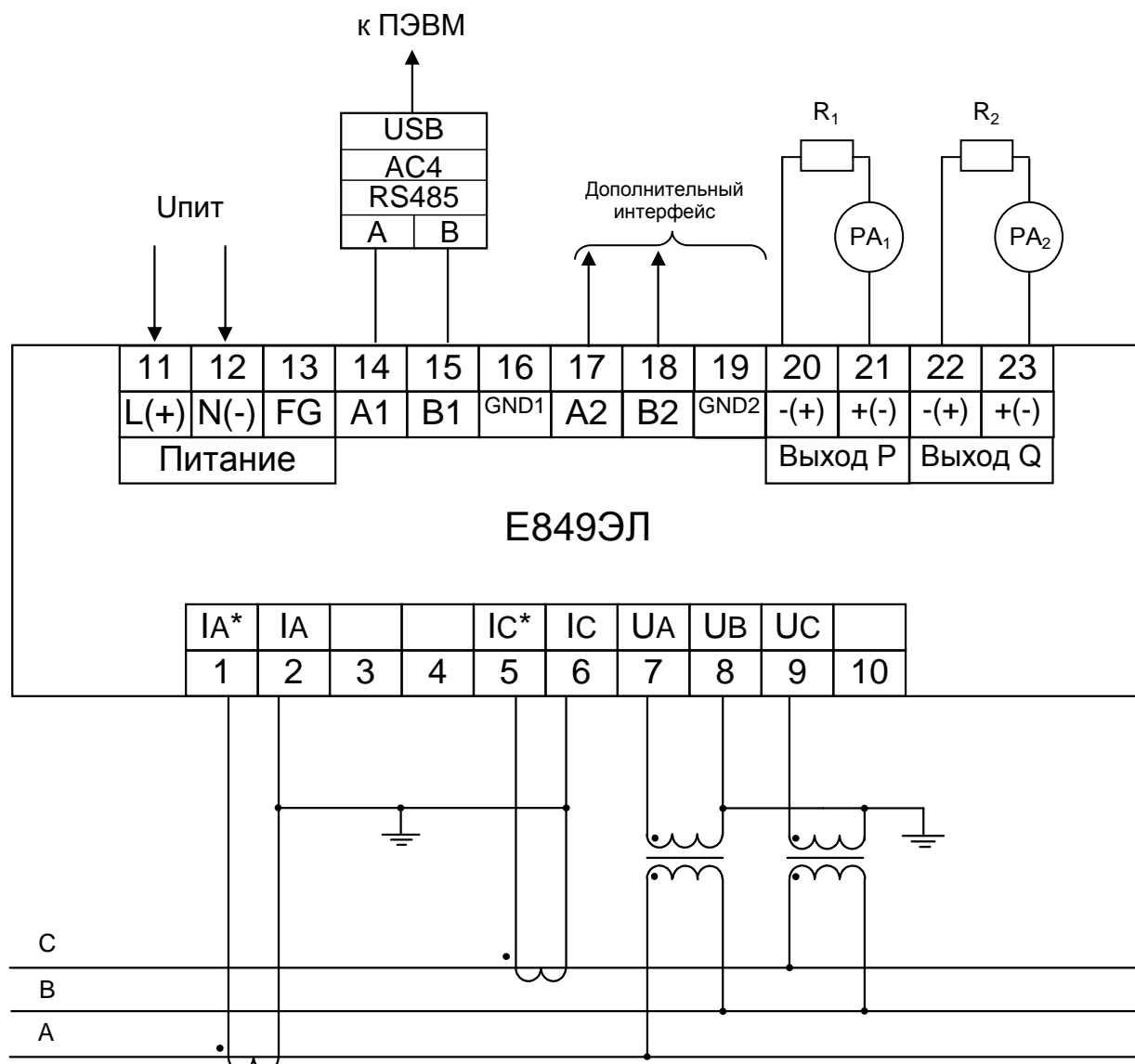
Рисунок Б.6 – Схема подключения преобразователей реактивной мощности, для трехфазной четырехпроводной сети.



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователя.

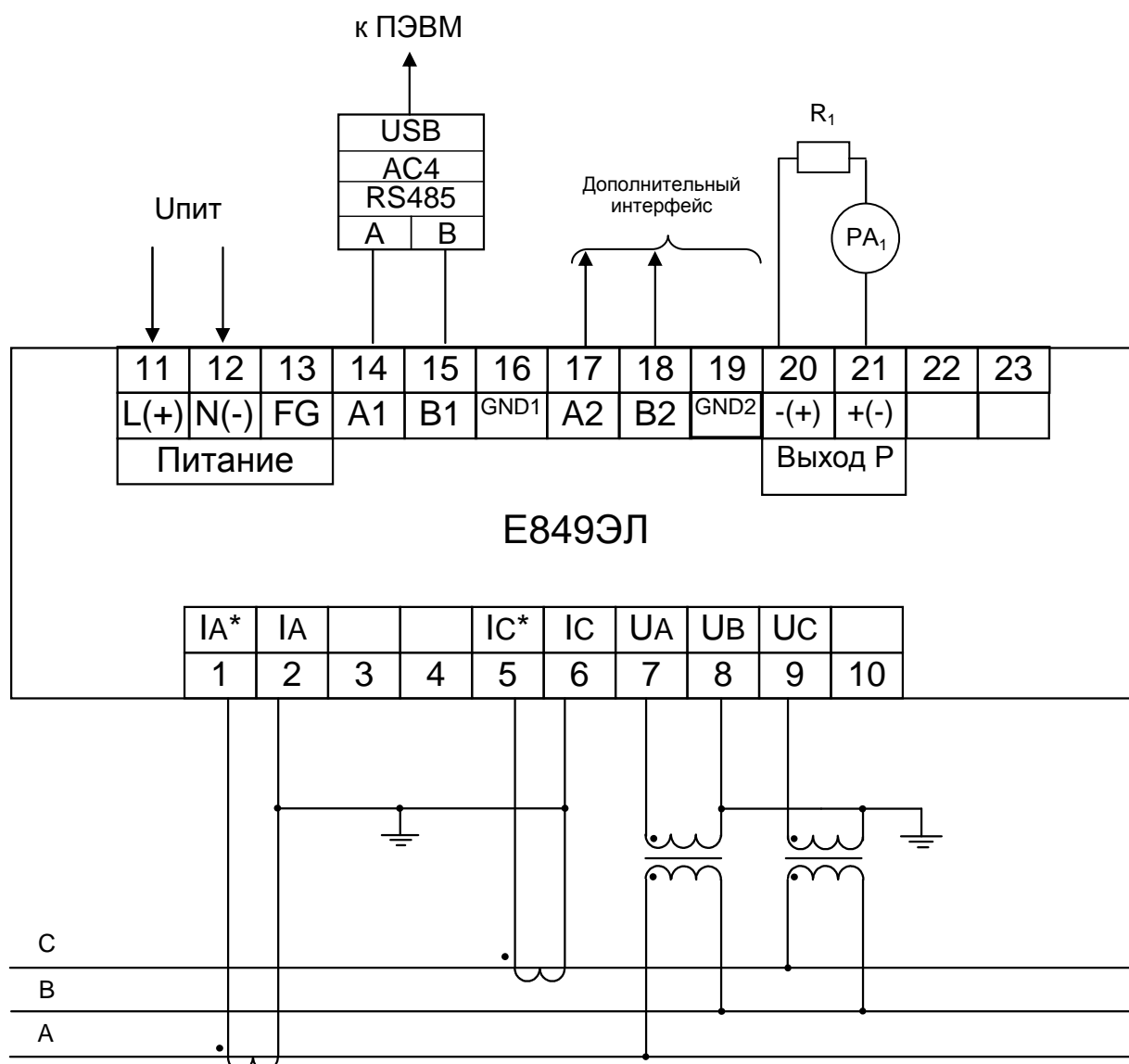
Рисунок Б.7 – Схема подключения преобразователей активной и реактивной мощности, с внешними трансформаторами напряжения с номинальным напряжением вторичной обмотки 100 В, и внешними трансформаторами тока с номинальным током вторичной обмотки 1 А или 5 А, для трехфазной четырехпроводной сети.



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователя.

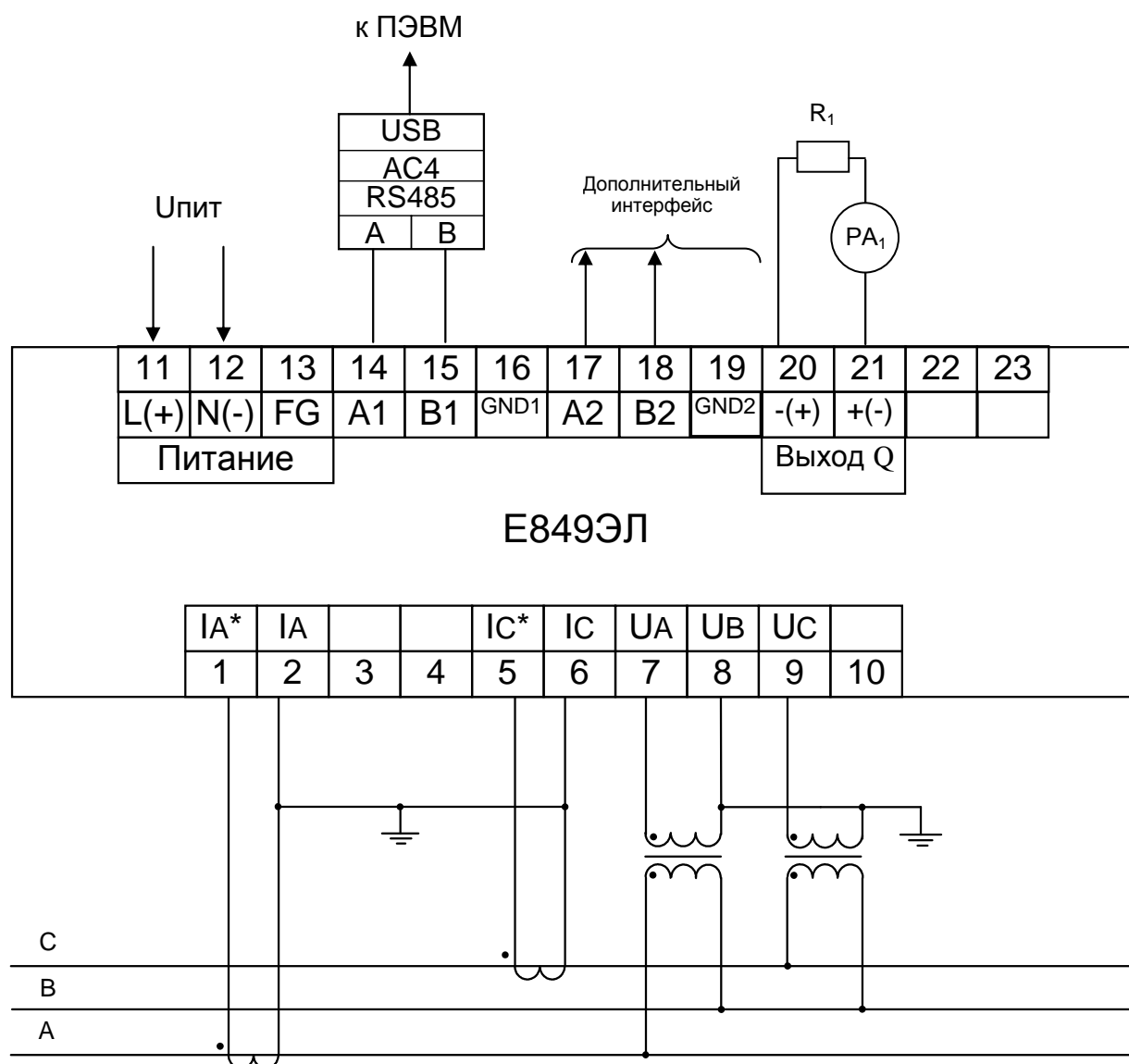
Рисунок Б.8 – Схема подключения преобразователей активной и реактивной мощности, с внешними трансформаторами напряжения с номинальным напряжением вторичной обмотки 100 В, и внешними трансформаторами тока с номинальным током вторичной обмотки 1 А или 5 А, для трехфазной трехпроводной сети.



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователя.

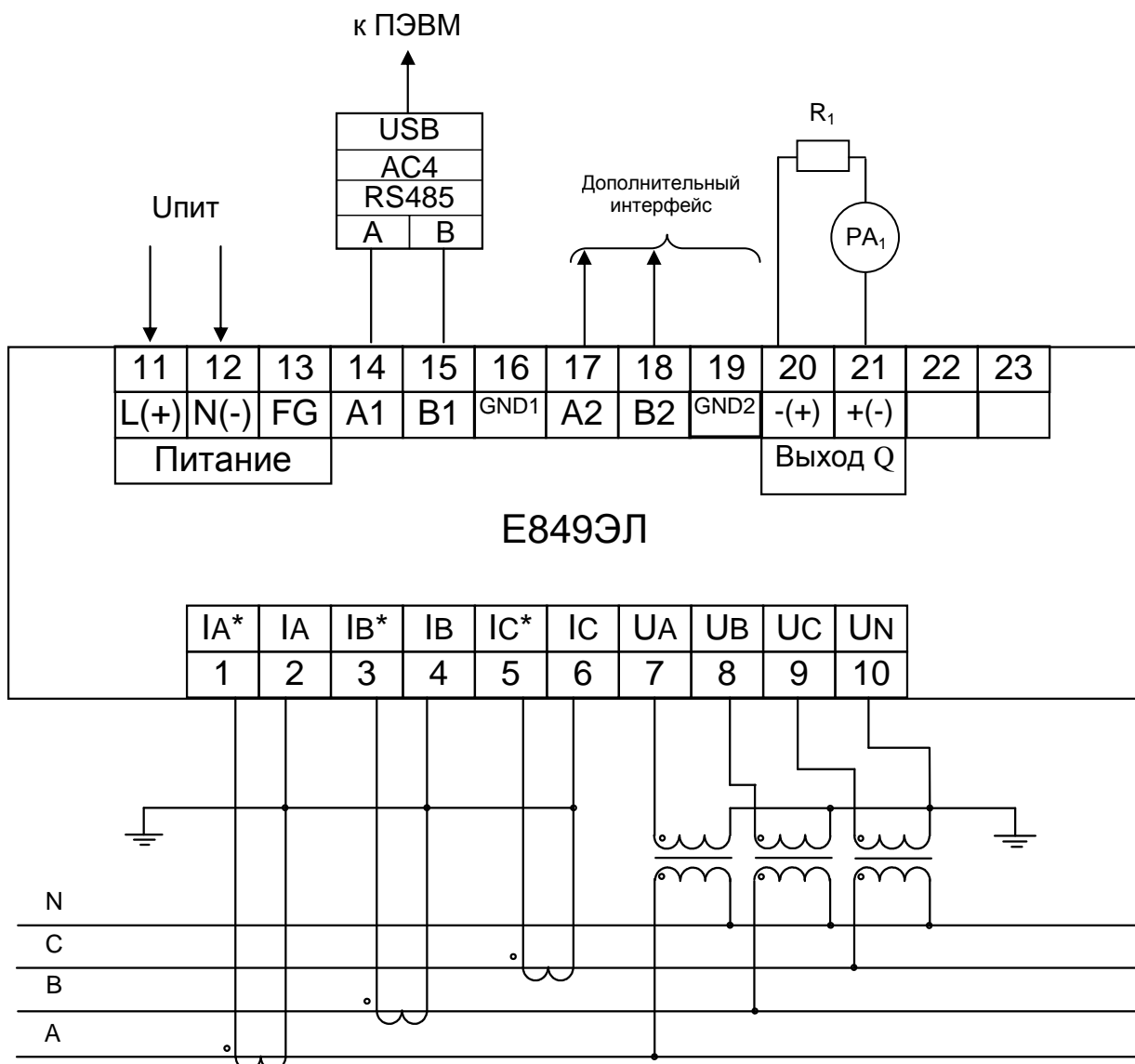
Рисунок Б.9 – Схема подключения преобразователей активной мощности, с внешними трансформаторами напряжения с номинальным напряжением вторичной обмотки 100 В и внешними трансформаторами тока с номинальным током вторичной обмотки 1 А или 5 А, для трехфазной трехпроводной сети.



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователя.

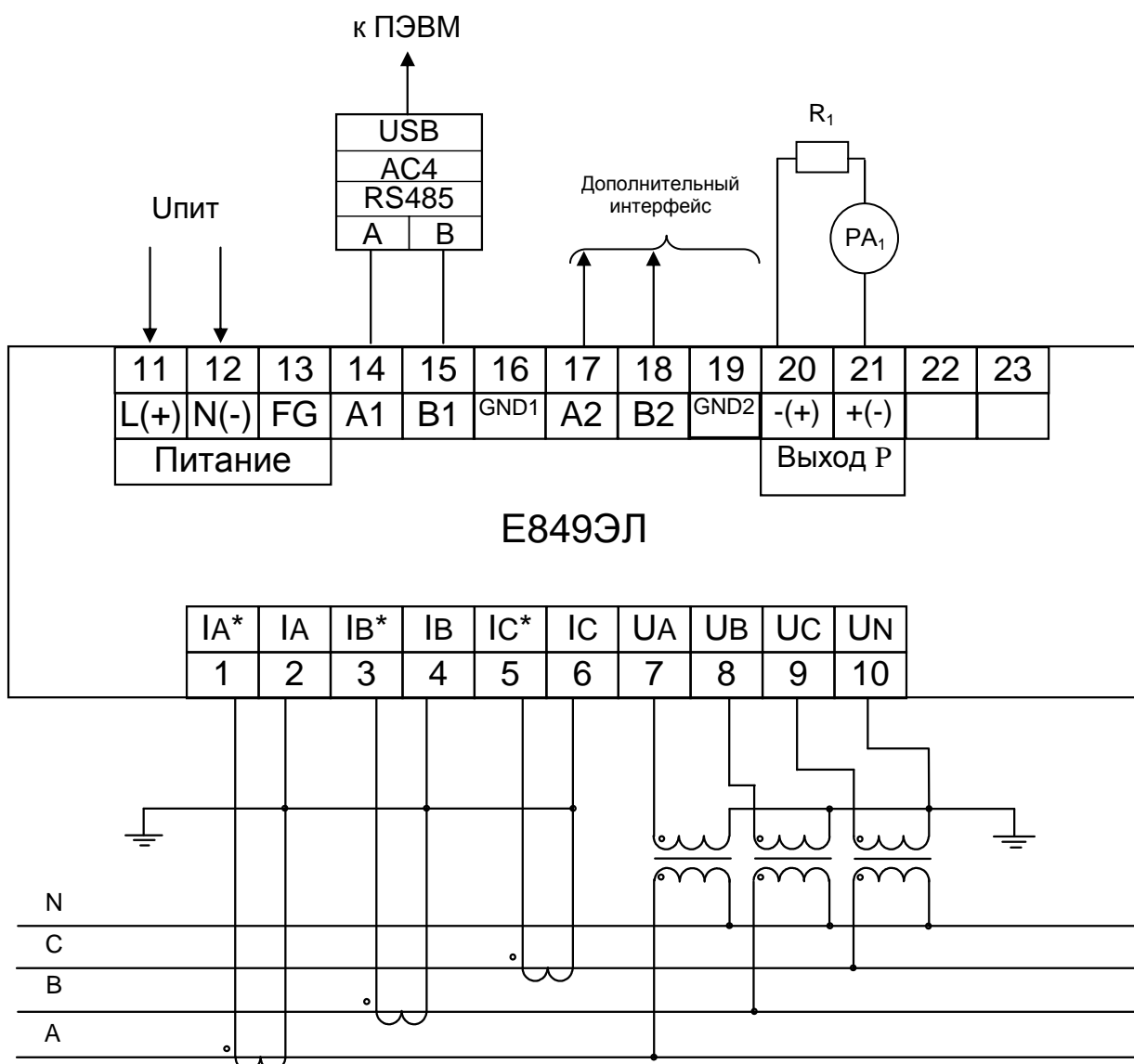
Рисунок Б.10 – Схема подключения преобразователей реактивной мощности, с внешними трансформаторами напряжения с номинальным напряжением вторичной обмотки 100 В и внешними трансформаторами тока с номинальным током вторичной обмотки 1 А или 5 А, для трехфазной трехпроводной сети.



Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователя.

Рисунок Б.11 – Схема подключения преобразователей реактивной мощности, с внешними трансформаторами напряжения с номинальным напряжением вторичной обмотки 100 В и внешними трансформаторами тока с номинальным током вторичной обмотки 1 А или 5 А, для трехфазной четырехпроводной сети.

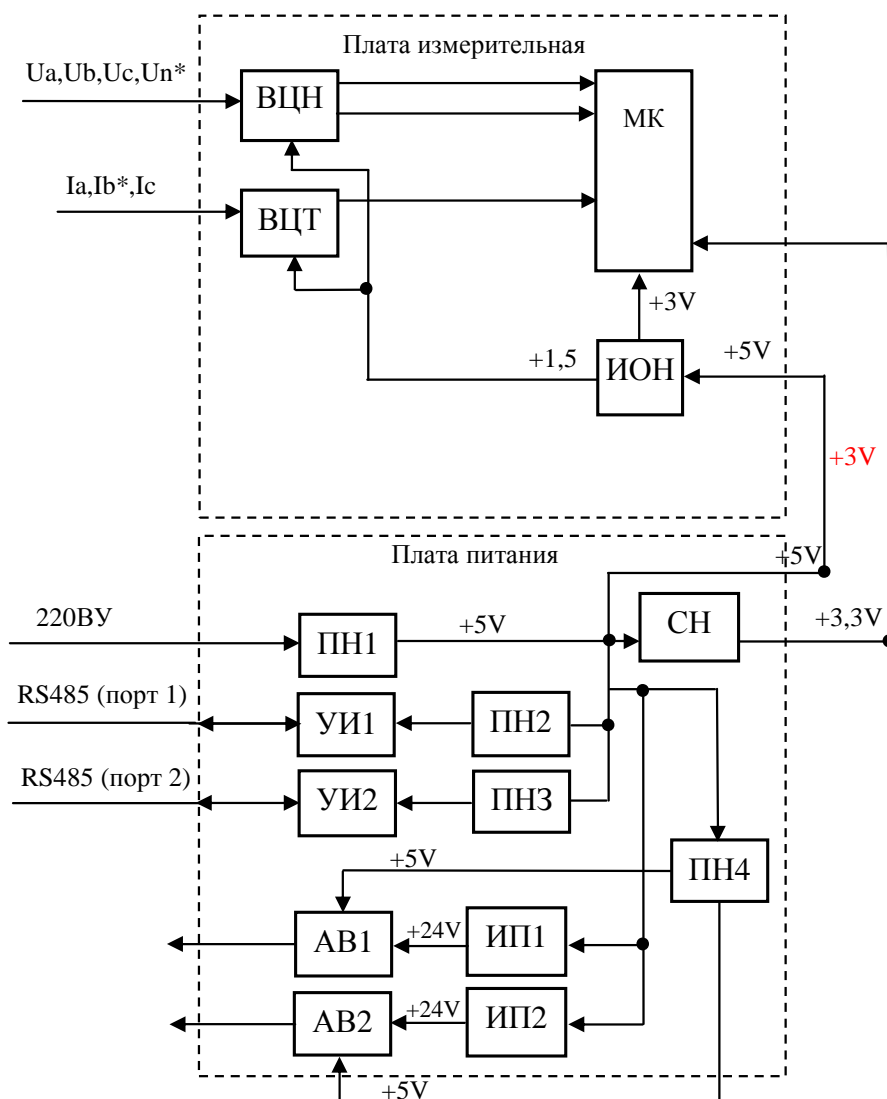


Примечание

1 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 17, 18) зависит от исполнения преобразователей.

Рисунок Б.12 – Схема подключения преобразователей активной мощности, с внешними трансформаторами напряжения с номинальным напряжением вторичной обмотки 100 В и внешними трансформаторами тока с номинальным током вторичной обмотки 1 А или 5 А, для трехфазной четырехпроводной сети.

Приложение В
(обязательное)
Схема структурная приборов



ВЦН — входные цепи напряжения,
 ВЦТ — входные цепи тока,
 МК — микроконтроллер,
 ИОН — источник опорного напряжения,
 ПН1...4 — преобразователи напряжения,
 УИ1...2 — узлы интерфейса,
 АВ1...2 — программируемые аналоговые выходы,
 ИП1...2 — источники питания,
 СН — стабилизатор напряжения,

* - данные цепи отсутствуют у преобразователей 3-х проводного подключения

Рисунок В.1 – Схема структурная.

Приложение Г

(обязательное)

Протокол обмена данными по интерфейсу

В данном разделе описывается работа приборов в составе сети с протоколом MODBUS RTU в качестве подчиненного устройства

Примечание – Порт 1 и порт 2 имеют возможность гибкой настройки адресации регистров.

Г.1 Общие сведения

При использовании RTU-режима каждый байт сообщения содержит два 4-х битных шестнадцатеричных числа.

Каждое сообщение передается непрерывным потоком.

Формат каждого байта в RTU-режиме:

– система кодировки: 8-ми битная двоичная, шестнадцатеричная 0 - 9, A – F
– две шестнадцатеричные цифры содержатся в каждом 8-ми битном байте сообщения.

– назначение бит:

1 стартовый бит;

8 бит данных, младшим значащим разрядом вперед;

1 бит паритета (без паритета);

стоп-биты (1 стоповый бит, если есть паритет; 2 стоповых бита, если нет паритета);

Контрольная сумма: Cyclical Redundancy Check (CRC)

Г.2 Содержание сообщения

Сообщение начинается с интервала тишины равного времени передачи 3,5 символов при данной скорости передачи в сети. Первым полем передается адрес устройства.

Вслед за последним передаваемым символом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3,5 символов. Новое сообщение должно начинаться не раньше этого интервала.

Таким образом, если новое сообщение начнется раньше интервала длительностью 3,5 символа, принимающее устройство воспримет его как

продолжение предыдущего сообщения. В этом случае устанавливается ошибка, так как будет несовпадение контрольных сумм.

Типичный фрейм сообщения:

Старт	Адрес	Функция	Данные	CRC	Конец
T1-T2-T3-T4	8 бит	8 бит	N x 8 бит	16 бит	T1-T2-T3-T4

Адресное поле

Адресное поле фрейма содержит 8 бит. Допустимый адрес передачи находится в диапазоне от 0 до 247. Каждому подчиненному устройству присваивается адрес в пределах от 1 до 247.

Адрес 0 используется для широковещательной передачи, его распознает каждое устройство. Когда MODBUS протокол используется на более высоком уровне сети, широковещательная передача может не поддерживаться или может быть реализована другими методами.

Поле функции

Поле функции фрейма содержит 8 бит. Диапазон числа от 1 до 255.

Когда подчиненный отвечает главному, он использует поле кода функции для фиксации ошибки. В случае нормального ответа подчиненный повторяет оригинальный код функции.

Поле данных

Поле данных в сообщении от главного к подчиненному содержит дополнительную информацию, которая необходима подчиненному для выполнения указанной функции. Оно может содержать адреса регистров или выходов, их количество, счетчик передаваемых байтов данных.

Контрольная сумма

Поле контрольной суммы содержит 16-ти битовую величину. Контрольная сумма является результатом вычисления Cyclical Redundancy Check (CRC), сделанного над содержимым сообщения.

CRC добавляется к сообщению последним полем младшим байтом вперед.

Г.3 Формат передачи символов

Передача символов идет младшим битом вперед:

- RTU фрейм с контролем четности

старт	1	2	3	4	5	6	7	8	паритет	стоп
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---------	------

- RTU фрейм без контроля четности

старт	1	2	3	4	5	6	7	8	стоп	стоп
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	------	------

Г.4 Методы контроля ошибок.

Стандартная MODBUS сеть использует два метода контроля ошибок: контроль паритета (even/odd) и контрольная сумма. Обе эти проверки генерируются в головном устройстве. Подчиненное устройство проверяет каждый байт и все сообщение в процессе приема. Если подчиненный обнаружил ошибку передачи, то он не формирует ответ главному. В случае отсутствия ошибок приёма данных подчинённое устройство (преобразователь) начинает передачу не позднее 25 мс от момента завершения приёма данных от головного устройства.

Контроль паритета:

Пользователь может конфигурировать устройства на проверку четного или нечетного паритета (even/odd).

Например, 8 бит RTU-режима содержат следующую информацию:

1100 0101

Общее количество единиц - 4. Если используется четный паритет, то бит паритета будет равен 0, и общее количество единиц будет по-прежнему четным числом. Если используется нечетный паритет, то бит паритета будет равен 1, тогда общее количество единиц вместе с битом паритета будет равно 5, т.е. нечетному числу.

Контрольная сумма CRC:

Контрольная сумма CRC состоит из двух байт. Контрольная сумма вычисляется передающим устройством и добавляется в конец сообщения. Принимающее устройство вычисляет контрольную сумму в процессе приема и сравнивает ее с полем CRC принятого сообщения.

Счетчик контрольной суммы предварительно инициализируется числом FFFF hex. Только восемь бит данных используются для вычисления контрольной суммы CRC. Старт и стоп биты, бит паритета, если он используется, не учитываются в контрольной сумме.

Во время генерации CRC каждый байт сообщения складывается по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ с текущим содержимым регистра контрольной суммы. Результат сдвигается в направлении младшего бита, с заполнением нулем старшего

бита. Если младший бит равен 1, то производится ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ содержимого регистра контрольной суммы и определенного числа. Если младший бит равен 0, то ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ не делается.

Процесс сдвига повторяется восемь раз. После последнего (восьмого) сдвига, следующий байт складывается с текущей величиной регистра контрольной суммы, и процесс сдвига повторяется восемь раз как описано выше. Конечное содержание регистра и есть контрольная сумма CRC.

Алгоритм генерации CRC:

1) 16-ти битный регистр загружается числом FFFF hex (все 1), и используется далее как регистр CRC.

2) Первый байт сообщения складывается по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ с содержимым регистра CRC. Результат помещается в регистр CRC.

3) Регистр CRC сдвигается вправо (в направлении младшего бита) на 1 бит, старший бит заполняется 0.

4) Если младший бит 0: повторяется шаг 3 (сдвиг).

Если младший бит 1: делается операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ регистра CRC и полиномиального числа A001 hex.

5) Шаги 3 и 4 повторяются восемь раз.

6) Повторяются шаги со второго по пятый для следующего байта сообщения. Это повторяется до тех пор, пока все байты сообщения не будут обработаны.

7) Финальное содержание регистра CRC и есть контрольная сумма.

Размещение CRC в сообщении:

При передаче 16 бит контрольной суммы CRC в сообщении, сначала передается младший байт, затем старший. Пример сообщения для значения CRC равной 1241 hex:

Адрес	Функция	Счетчик байт	Байт	Байт	Байт	Байт	Мл. CRC	Ст. CRC
							41	12

Г.5 Адресация регистров

Настройка адресации порта 1 и порта 2 производится независимо.

Нумерация регистров начинается с начального адреса, который по умолчанию равен 0. Допускаются повторения параметров, поэтому можно не только из-

менять порядок следования в нумерации параметров, но и создавать дубликаты, а также добавлять новые. Максимальное число параметров — 236.

Созданная уникальная последовательность регистров с назначенной адресацией записывается в прибор с помощью ПО «Конфигуратор ЩВ120», запись настроек занимает в среднем около 10 секунд в зависимости от скорости порта. Настройки также можно хранить в виде XML-документа (для копирования настроек на другие приборы).

Для изменения адресации и порядка следования регистров использовать ПО «Конфигуратор ЩВ120», настройка адресации порта 1 и порта 2 производится независимо.

Адреса регистров приведены в таблицах Г.1 – Г.6

ВНИМАНИЕ! В связи с возможной модернизацией ПО, актуальная информация по адресам регистров указана в «Конфигураторе ЩВ120».

Таблица Г.1 – Быстрые измерения. Тип регистра - Signed short.

Адрес регистра по умолчанию	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (четырёхпроводная схема измерения)	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (трехпроводная схема измерения)
0	P_a	P_a
1	P_b	P_b
2	P_c	P_c
3	P	P
4	Q_a	Q_a
5	Q_b	Q_b
6	Q_c	Q_c
7	Q	Q
72	T	T

Таблица Г.2 – Усредненные измерения. Тип регистра - Signed short.

Адрес регистра по умолчанию	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (четырёхпроводная схема измерения)	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (трехпроводная схема измерения)
8	P_a	P_a
9	P_b	P_b
10	P_c	P_c
11	P	P
12	Q_a	Q_a
13	Q_b	Q_b
14	Q_c	Q_c
15	Q	Q

Таблица Г.3 – Фиксированные измерения. Тип регистра - Signed short.

Адрес регистра по умолчанию	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (четырёхпроводная схема измерения)	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (трехпроводная схема измерения)
16	P_a	P_a
17	P_b	P_b
18	P_c	P_c
19	P	P
20	Q_a	Q_a
21	Q_b	Q_b
22	Q_c	Q_c
23	Q	Q

Таблица Г.4 – Быстрые измерения. Тип регистра - Float.

Адрес регистра по умолчанию	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (четырёхпроводная схема измерения)	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (трехпроводная схема измерения)
24	P_a	P_a
26	P_b	P_b
28	P_c	P_c
30	P	P
32	Q_a	Q_a
34	Q_b	Q_b
36	Q_c	Q_c
38	Q	Q

Таблица Г.5 – Усредненные измерения. Тип регистра - Float.

Адрес регистра по умолчанию	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (четырёхпроводная схема измерения)	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (трехпроводная схема измерения)
40	P_a	P_a
42	P_b	P_b
44	P_c	P_c
46	P	P
48	Q_a	Q_a
50	Q_b	Q_b
52	Q_c	Q_c
54	Q	Q

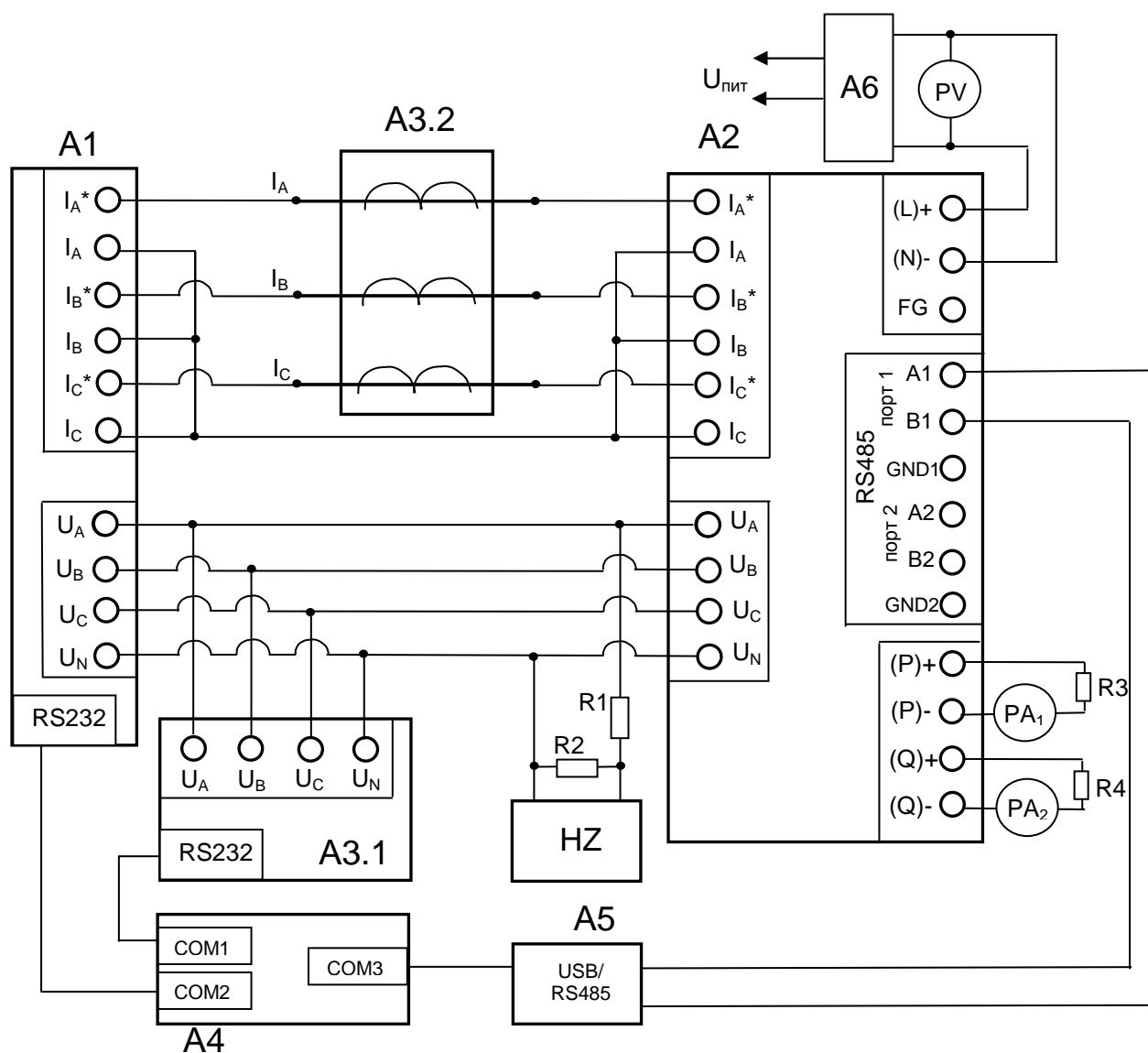
Таблица Г.6 – Фиксированные измерения. Тип регистра - Float.

Адрес регистра по умолчанию	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (четырёхпроводная схема измерения)	Е849ЭЛ-а-б-с-d-e-f-g (трехпроводная схема измерения)
56	P_a	P_a
58	P_b	P_b
60	P_c	P_c
62	P	P
64	Q_a	Q_a
66	Q_b	Q_b
68	Q_c	Q_c
70	Q	Q

Приложение Д

(обязательное)

Схемы подключения приборов при поверке



A1 – блок генератора-синтезатора «Энергоформа-3.1» из состава УППУ-МЭ 3.1К;

A2 – испытуемый прибор ЩВа;

A3 – прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1К-02 10» из состава УППУ-МЭ 3.1К;

A4 – ПЭВМ;

A5 – преобразователь интерфейса AC4 USB/RS485;

A6 – лабораторный автотрансформатор регулировочный ЛАТР-1М (для $U_{пит}=220ВУ$);

Hз – частотомер электронно-счетный GFC-8010H;

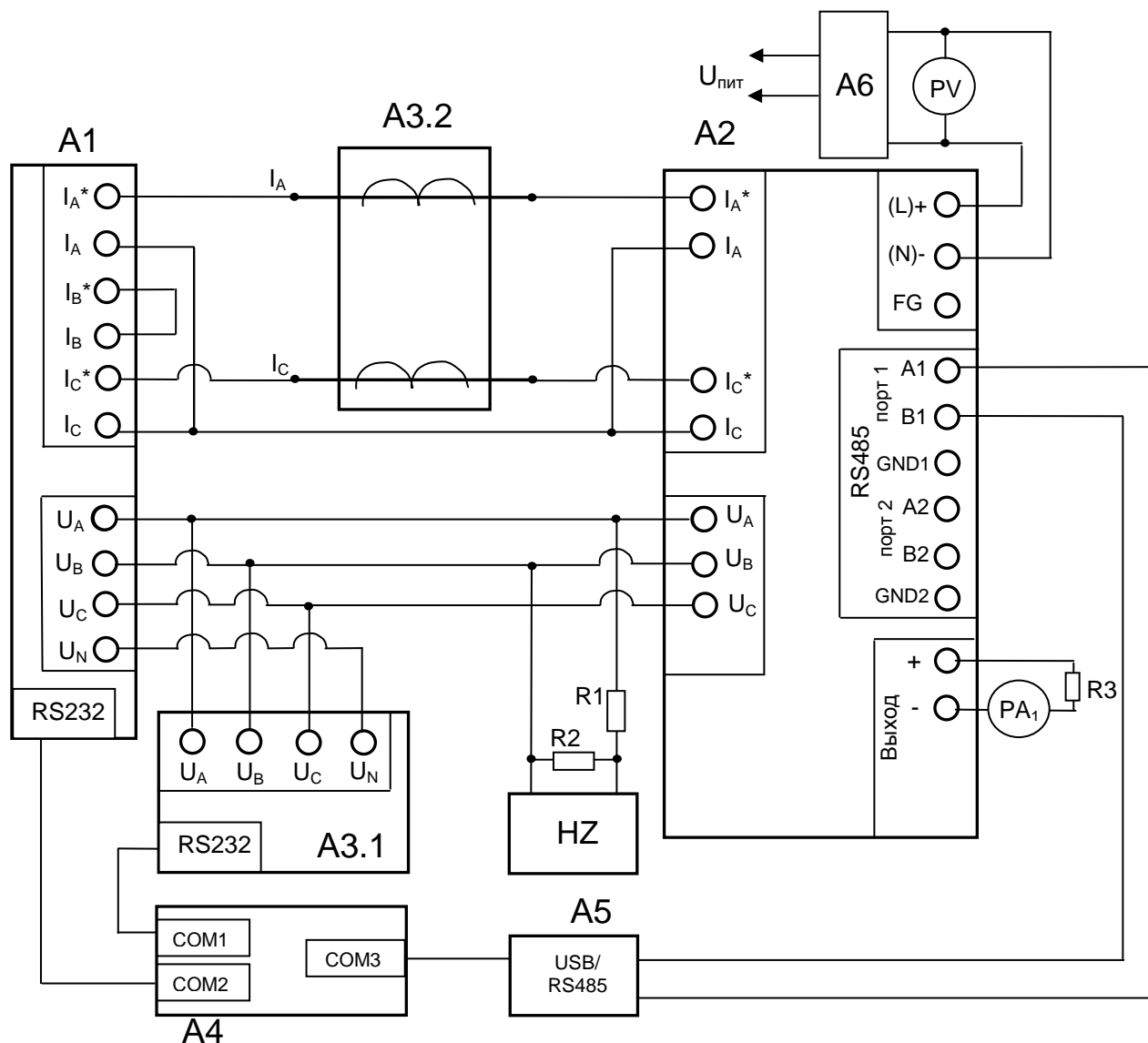
PV – вольтметр универсальный В7-54/3 (для $U_{пит}=220ВУ$);

PA1, PA2 – вольтметр универсальный В7-54/3.

R1 – резистор С2-33Н-0,25-100 кОм±10%;

R2 – резистор С2-33Н-0,25-10 кОм±10%.

Рисунок Д.1 – Схема поверки для преобразователей с четырехпроводной схемой измерения.



- A1 – блок генератора-синтезатора «Энергоформа-3.1» из состава УППУ-МЭ 3.1К;
 A2 – испытуемый прибор ЩВа;
 A3 – прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1К-02 10» из состава УППУ-МЭ 3.1К;
 A4 – ПЭВМ;
 A5 – преобразователь интерфейса AC4 USB/RS485;
 A6 – лабораторный автотрансформатор регулировочный ЛАТР-1М (для $U_{пит}=220В$);
 Hz – частотомер электронно-счетный GFC-8010H;
 PV – вольтметр универсальный В7-54/3 (для $U_{пит}=220В$);
 PA1 – вольтметр универсальный В7-54/3.
 R1 – резистор С2-33Н-0,25-100 кОм \pm 10%;
 R2 – резистор С2-33Н-0,25-10 кОм \pm 10%.

Рисунок Д.2 – Схема поверки для приборов с трехпроводной схемой измерения.

Приложение Е
(обязательное)

Значения входных сигналов и допускаемые значения измеряемых параметров в контрольных точках

Таблица Е.1 – Проверка основной погрешности измерения мощности ($\cos\varphi=1$ при измерении активной мощности, $\sin\varphi=1$ при измерении реактивной мощности, частота входного сигнала 50 Гц)

U _{л.ном} (U _{ф.ном}), В	I _{ном} , А	Контроль- ные точки	Входной сигнал			Допускаемые значения суммарной мощности (активная, реактивная), Вт, вар
			Линейное (междуфаз- ное) напря- жение, В	Фазное напряже- ние, В	Фазный ток, А	
100 (57,73)	1,0	1	20	11,547	1,0	от 33,775 до 35,507
		2	50	28,868	1,0	от 85,737 до 87,468
		3	80	46,188	1,0	от 137,698 до 139,430
		4	100	57,735	1,0	от 172,339 до 174,071
		5	110	63,509	1,0	от 189,657 до 191,392
		6	125	72,169	1,0	от 215,640 до 217,372
		7	100	57,735	0,02	от 2,598 до 4,330
		8	100	57,735	0,1	от 16,456 до 18,186
		9	100	57,735	0,2	от 33,775 до 35,507
		10	100	57,735	0,5	от 85,737 до 87,468
		11	100	57,735	1,2	от 207,558 до 208,134
100 (57,73)	5,0	1	20	11,547	5,0	от 168,875 до 177,535
		2	50	28,868	5,0	от 428,683 до 437,343
		3	80	46,188	5,0	от 688,490 до 697,150
		4	100	57,735	5,0	от 861,695 до 870,355
		5	110	63,509	5,0	от 948,298 до 956,958
		6	125	72,169	5,0	от 1078,202 до 1086,862
		7	100	57,735	0,1	от 12,991 до 21,650
		8	100	57,735	0,5	от 82,273 до 90,932
		9	100	57,735	1,0	от 168,875 до 177,535
		10	100	57,735	2,5	от 428,683 до 437,343
		11	100	57,735	6	от 1034,9 до 1043,56
220 (127,01)	1,0	1	44	25,403	1,0	от 74,305 до 78,115
		2	110	63,509	1,0	от 188,621 до 192,431
		3	176	101,614	1,0	от 302,936 до 306,746
		4	220	127,017	1,0	от 379,095 до 382,956
		5	242	139,719	1,0	от 417,251 до 421,061
		6	250	144,338	1,0	от 431,108 до 434,918
		7	220	127,017	0,02	от 5,716 до 9,526
		8	220	127,017	0,1	от 36,200 до 40,010
		9	220	127,017	0,2	от 74,305 до 78,115
		10	220	127,017	0,5	от 188,621 до 192,431
		11	220	127,017	1,2	от 445,356 до 459,166

Продолжение таблицы Е.1

U _{л.ном} (U _{ф.ном}), В	I _{ном} , А	Контроль- ные точки	Входной сигнал			Допускаемые значения суммарной мощности (активная, реактивная), Вт, вар
			Линейное (междуфаз- ное) напря- жение, В	Фазное напряже- ние, В	Фазный ток, А	
220 (127,01)	5,0	1	44	25,403	5,0	от 371,525 до 390,577
		2	110	63,509	5,0	от 943,102 до 962,154
		3	176	101,614	5,0	от 1514,679 до 1533,731
		4	220	127,017	5,0	от 1895,730 до 1914,782
		5	242	139,719	5,0	от 2086,256 до 2105,307
		6	250	144,338	5,0	от 2155,538 до 2174,589
		7	220	127,017	0,1	от 28,579 до 47,631
		8	220	127,017	0,5	от 181,000 до 200,052
		9	220	127,017	1,0	от 371,525 до 390,577
		10	220	127,017	2,5	от 943,102 до 962,154
		11	220	127,017	6	от 2295,830 до 2314,879
380 (219,39)	1,0	1	76	43,879	1,0	от 128,345 до 134,927
		2	190	109,697	1,0	от 325,799 до 332,381
		3	304	175,514	1,0	от 523,252 до 529,834
		4	380	219,393	1,0	от 654,888 до 661,470
		5	418	241,332	1,0	от 720,706 до 727,288
		6	500	288,675	1,0	от 862,734 до 869,316
		7	380	219,393	0,02	от 9,873 до 16,455
		8	380	219,393	0,1	от 62,527 до 69,109
		9	380	219,393	0,2	от 128,345 до 134,927
		10	380	219,393	0,5	от 325,799 до 332,381
		11	380	219,393	1,2	от 786,524 до 793,105
380 (219,39)	5,0	1	76	43,879	5,0	от 641,725 до 674,634
		2	190	109,697	5,0	от 1628,994 до 1661,903
		3	304	175,514	5,0	от 2616,263 до 2649,172
		4	380	219,393	5,0	от 3274,442 до 3307,351
		5	418	241,332	5,0	от 3603,532 до 3636,441
		6	500	288,675	5,0	от 4313,673 до 4346,581
		7	380	219,393	0,1	от 49,363 до 82,272
		8	380	219,393	0,5	от 312,635 до 345,544
		9	380	219,393	1,0	от 641,725 до 674,634
		10	380	219,393	2,5	от 1628,994 до 1661,903
		11	380	219,393	6	от 3932,622 до 3965,526

Таблица Е.2– Проверка основной погрешности изменения выходного аналогового сигнала

U _{л.ном} (U _{ф.ном}), В	I, А	Кон- троль- ные точки	Допускаемые значения показаний с допуском 0,8 от предела основной погрешности						
			Аналоговые выходы, мА						
			-5...0...+5	0...2,5...5,0	4...12...20	0...10...20	0...5	0...20	4...20
100 (57,73)	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,1	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	0,2	2	от 0,98 до 1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до 1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	0,3	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	0,4	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	0,5	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	0,6	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	0,7	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	0,8	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	0,9	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
1,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06	
100 (57,73)	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,5	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	1,0	2	от 0,98 до 1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до 1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	1,5	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	2,0	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	2,5	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	3,0	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	3,5	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	4,0	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	4,5	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
5,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06	
220 (127,01)	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,1	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	0,2	2	от 0,98 до 1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до 1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	0,3	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	0,4	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	0,5	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	0,6	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	0,7	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	0,8	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	0,9	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
1,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06	

Продолжение таблицы Е.2

U _{л.ном} (U _{ф.ном}), В	I _{ном} , А	Кон- троль- ные точки	Допускаемые значения показаний с допуском 0,8 от предела основной погрешности						
			Аналоговые выходы, мА						
			-5...0...+5	0...2,5...5,0	4...12...20	0...10...20	0...5	0...20	4...20
220 (127,01)	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,5	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	1,0	2	от 0,98 до 1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до 1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	1,5	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	2,0	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	2,5	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	3,0	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	3,5	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	4,0	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	4,5	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
5,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06	
380 (219,39)	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,1	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	0,2	2	от 0,98 до 1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до 1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	0,3	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	0,4	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	0,5	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	0,6	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	0,7	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	0,8	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	0,9	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
1,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06	
380 (219,39)	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,5	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	1,0	2	от 0,98 до 1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до 1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	1,5	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	2,0	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	2,5	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	3,0	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	3,5	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	4,0	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	4,5	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
5,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06	