

ОКПД2 26.51.43

(взамен ОКП 42 2713)

УТВЕРЖДАЮ  
Технический директор  
ОАО «Электроприбор»



А.В. Долженков  
10.04. 2017 г.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ  
Е854ЭЛ

Руководство по эксплуатации  
ОПЧ.140.317

СОГЛАСОВАНО

Начальник ООТ и ТБ

И.Н. Иванова  
04.04. 2017 г.

Выполнил

Т.Н. Сукотнова  
03.04. 2017 г.

Начальник МС – главный метролог

А.Н. Никифоров  
05.04. 2017 г.



Проверил

В.И. Никитин  
03.04. 2017 г.

Начальник ОТК и УК

С.Н. Воротилов  
06.04. 2017 г.

Нормоконтроль

А.Л. Федорова  
04.04. 2017 г.

Главный технолог

Д.П. Салова  
4.04. 2017 г.

2017 г

## СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
Введение .....	3
1 Описание .....	3
1.1 Назначение .....	3
1.2 Технические характеристики .....	8
1.3 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на морских судах .....	13
1.4 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на АЭС .....	15
1.5 Устройство и принцип работы .....	16
1.5.1 Устройство и принцип работы преобразователей, имеющих исполнения с интерфейсами .....	16
1.5.2 Устройство и принцип работы преобразователей, не имеющих исполнения с интерфейсами .....	18
1.6 Маркировка .....	19
2 Средства измерений, инструменты и принадлежности .....	19
3 Использование по назначению .....	21
3.1 Требования безопасности .....	21
3.2 Подготовка к работе .....	21
3.3 Порядок работы .....	23
4 Транспортирование и правила хранения .....	24
5 Гарантии изготовителя .....	25
6 Сведения о рекламациях .....	25
7 Утилизация .....	25
Приложение А (обязательное) Общий вид, габаритные и установочные размеры преобразователей .....	26
Приложение Б (рекомендуемое) Структурные схемы преобразователей .....	28
Приложение В (обязательное) Схема внешних подключений преобразователей .....	30
Приложение Г (обязательное) Протоколы обмена данными по интерфейсам .....	31

Данное руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими характеристиками, устройством и принципом работы преобразователей измерительных переменного тока и напряжения Е854ЭЛ в объеме, необходимом для эксплуатации.

## 1 ОПИСАНИЕ

### 1.1 Назначение

1.1.1 Преобразователи измерительные переменного тока и напряжения Е854ЭЛ (далее – преобразователи) предназначены для линейного преобразования переменного тока и напряжения частотой 50 Гц в электрических цепях с номинальным напряжением до 500 В в унифицированный выходной сигнал постоянного тока.

1.1.2 Преобразователи применяются для контроля токов и напряжений электрических систем и установок, для комплексной автоматизации объектов электроэнергетики, АСУ ТП энергоемких объектов различных отраслей промышленности.

1.1.3 Возможность обмена информацией по интерфейсу RS485 позволяет использовать преобразователи для передачи информации в цифровом коде в автоматизированную систему или на персональный ЭВМ.

Преобразователи могут иметь исполнение без интерфейсов RS485.

Преобразователи Е854ЭЛ имеют возможность передачи по интерфейсу ряда показателей качества электроэнергии по классу S. Перечень измеряемых показателей качества электроэнергии в системах мониторинга качества электрической энергии:

- частота/отклонение частоты;
- напряжение/отрицательное/положительное отклонения напряжения;
- коэффициенты/суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения;
- коэффициенты/суммарный коэффициент гармонических групп напряжения;

- коэффициенты/суммарный коэффициент гармонических подгрупп напряжения;
- коэффициенты интергармонических групп напряжения;
- коэффициенты интергармонических центрированных подгрупп напряжения;
- среднеквадратичные значения гармонических групп;
- среднеквадратичные значения гармонических подгрупп;
- среднеквадратичные значения интергармонических групп;
- кратковременная доза фликера;
- длительная доза фликера;
- остаточное напряжение, глубина и длительность провала напряжения;
- максимальное значение, коэффициент и длительность перенапряжения;
- длительность прерывания напряжения.

1.1.4 Преобразователи могут применяться для работы в составе технических средств атомных станций (ТС АС) в соответствии с классом безопасности 4 по НП-001-15.

1.1.5 Преобразователи могут применяться для работы на морских судах, предназначенных для неограниченного района плавания.

Преобразователи, предназначенные для эксплуатации на морских судах, соответствуют требованиям «Правил классификации и постройки морских судов» Российского морского регистра судоходства, «Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов» (Приложение 13, 14, р.10, ч.IV Пр. РС/ТН).

Преобразователи, предназначенные для эксплуатации на морских судах, относятся к климатическому исполнению ОМ, категория размещения 2, для работы при температуре от минус 40 до плюс 55 °С и относительной влажности 95% при температуре плюс 25 °С.

1.1.6 Преобразователи, имеющие исполнение с интерфейсами, относятся к двуканальным изделиям и имеют гальваническую развязку между входными и выходными цепями.

Преобразователи, не имеющие исполнение с RS485, относятся к однокабельным изделиям с гальванической развязкой между входными и выходными цепями.

1.1.7 Преобразователи изготавливаются для эксплуатации в условиях умеренно-холодного климата (климатическое исполнение УХЛ категории 3 по ГОСТ 15150-69), по устойчивости к воздействию климатических факторов соответствуют группе С4 по ГОСТ Р 52931 и предназначены для работы в интервале температур от минус 40 до плюс 50 °С и относительной влажности 95 % при температуре плюс 35 °С.

1.1.8 По устойчивости к воздействию атмосферного давления преобразователи относятся к группе Р1 по ГОСТ Р 52931-2008 и предназначены для эксплуатации при атмосферном давлении от 84 до 106,7 кПа (630 - 800 мм рт. ст.).

1.1.9 По устойчивости к механическим воздействиям преобразователи относятся к виброустойчивым и вибропрочным, группа N2 по ГОСТ Р 52931-2008.

1.1.10 По степени защиты от поражения электрическим током преобразователи соответствуют оборудованию класса 0 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

1.1.11 По пожарной безопасности преобразователи соответствуют требованиям ГОСТ 12.1.004-91, требования обеспечиваются схемотехническими решениями, применением соответствующих материалов и конструкцией и проверке не подлежат.

1.1.12 Степень защиты по ГОСТ 14254-2015 для преобразователей – IP50.

1.1.13 Преобразователи предназначены для установки на металлическую рейку шириной 35 мм в соответствии со стандартом EN 50022 или непосредственно на панель.

1.1.14 Преобразователи не предназначены для установки и эксплуатации во взрывоопасных и пожароопасных зонах по ПУЭ.

1.1.15 Преобразователи предназначены для включения непосредственно или через измерительные трансформаторы тока и напряжения.

1.1.16 Преобразователи являются взаимозаменяемыми, восстанавливаемыми, ремонтируемыми изделиями.

1.1.17 Информация об исполнении содержится в коде полного условного обозначения:

**E854ЭЛ – a – b – c – d – e – f,**

где **a** – диапазон измерения (преобразования) входного сигнала;

**b** – условное обозначение напряжения питания:

**220ВУ** – универсальное питание: напряжение питания от 85 до 264 В

переменного тока частотой 50 Гц или от 100 до 370 В постоянного тока;

**230В** – напряжение питания от 85 до 264 В переменного тока частотой 50 Гц;

**12ВН** – (12+6/-3) В постоянного тока;

**24ВН** – (24+12/-6) В постоянного тока

**c** – условное обозначение диапазона изменения выходного аналогового сигнала:

**A**=0...5 мА; **B**=4...20 мА; **C**=0...20 мА;

**x** – при отсутствии параметра (только для преобразователей, изготавливаемых с RS485);

**d** – условное обозначение диапазона изменения дополнительного выходного аналогового сигнала:

**x** – при отсутствии параметра;

**A**=0...5 мА;

**B**=4...20 мА;

**C**=0...20 мА;

**e** – наличие интерфейса:

**x** – интерфейс отсутствует

**1RS** – один интерфейс RS485 (основной);

**2RS** – два интерфейса RS485 (основной и дополнительный);

**f** - специальное исполнение :

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

**OM2** – для эксплуатации на морских судах;

- при отсутствии специального исполнения параметр не указывается.

Пример:

- для преобразователя, имеющего следующие характеристики: тип преобразователя E854ЭЛ, диапазон измерения (преобразования) входного сигнала от 0 до 250 В, напряжение питания от 85 до 264 В переменного тока частотой 50 Гц или от 100 до 370 В постоянного тока, диапазон изменения выходного сигнала

0...20 мА, один интерфейс RS485, эксплуатация на атомных станциях (класс безопасности 4)

**Е854ЭЛ – 0...250В – 220ВУ – С – х – 1RS – А ТУ 25-7504.216-2011**

- для преобразователя, имеющего следующие характеристики: тип преобразователя Е854ЭЛ, диапазон измерения (преобразования) входного сигнала от 0 до 2,5 А, напряжение питания (12+6/-3)В постоянного тока, диапазон изменения выходного сигнала 4...20 мА, один интерфейс RS485

**Е854ЭЛ – 0...2,5А – 12ВН – В – х – 1RS ТУ 25-7504.216-2011**

- для преобразователя, имеющего следующие характеристики: тип преобразователя Е854ЭЛ, диапазон измерения (преобразования) входного сигнала от 75 до 125 В, напряжение питания от 85 до 253 В переменного тока частотой 50 Гц, диапазон изменения выходного сигнала 0...5 мА, диапазон изменения дополнительного выходного сигнала 4...20 мА, два интерфейса RS485, для эксплуатации на морских судах

**Е854ЭЛ – 75...125В – 230В – А – В – 2RS – ОМ2 ТУ 25-7504.216-2011**

- для преобразователя, имеющего следующие характеристики: тип преобразователя Е854ЭЛ, диапазон измерения (преобразования) входного сигнала от 0 до 5 А, напряжение питания от 85 до 264 В переменного тока частотой 50 Гц, диапазон изменения выходного сигнала 0...5 мА, отсутствие интерфейса RS485

**Е854ЭЛ – 0...5А – 230В – А – х – х ТУ 25-7504.216-2011**

- для преобразователя, имеющего следующие характеристики: тип преобразователя Е854ЭЛ, диапазон измерения (преобразования) входного сигнала от 150 до 250 В, напряжение питания от 85 до 264 В переменного тока частотой 50 Гц, диапазон изменения выходного сигнала 4...20 мА, отсутствие интерфейса RS485

**Е854ЭЛ – 150...250В – 230В – В – х – х ТУ 25-7504.216-2011**

## 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Нормальные условия эксплуатации преобразователей соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Влияющий фактор	Нормальное значение
Температура окружающего воздуха, °С	20 ± 2
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)
Источник питания: напряжение, В частота, Гц	220 ± 4,4 50 ± 0,5
Форма кривой напряжения источника питания	Синусоидальная, с коэффициентом искажения не более 5 %
Рабочее положение преобразователя	Любое

1.2.2 Преобразователи могут иметь диапазоны измерения (преобразования) входного сигнала в пределах от 0 до 500 В или от 0 до 5 А. Примеры диапазонов измерения (преобразования) входного сигнала, диапазон изменения выходного тока и сопротивление нагрузки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Примеры диапазонов измерения (преобразования)

Диапазон преобразования входного сигнала		Диапазон изменения выходного сигнала, мА		Нормирующее значение	Сопротивление нагрузки не более, Ом
переменный ток, А	напряжение переменного тока, В	выход 1	выход 2		
-	0...125 0...250 75...125 150...250	0...5	0...5	5	0...2500
	0...100 0...125 0...250 0...400 0...500	4...20 0...20	4...20 0...20	20	0...500
0...0,5 0...1	-	0...5	0...5	5	0...2500
0...2,5 0...5		4...20 0...20	4...20 0...20		0...500

1.2.3 Преобразователи могут иметь одноканальное и двухканальное исполнение по выходу. Диапазоны преобразования выхода 1 и выхода 2 выбираются независимо друг от друга.

Преобразователи имеют диапазоны изменения выходного аналогового сигнала: 0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА.



Информацию несет среднее значение выходного аналогового сигнала.

1.2.4 Преобразователи могут иметь интерфейсы RS485 для связи с внешними устройствами.

В преобразователе устанавливается сетевой адрес от 1 до 247 и скорость обмена: 4800, 9600, 19200, 38400 бод. Протокол обмена данными – MODBUS RTU.

1.2.5 Напряжение питания преобразователей соответствует значениям, указанным в таблице 3.

Таблица 3

Условное обозначение напряжения питания (параметр <b>b</b> *)	Напряжение питания
12ВН	(12+6/-3) В постоянного тока
24ВН	(24+12/-6) В постоянного тока
230В	от 85 до 264 В переменного тока частотой 50 Гц
220ВУ	от 85 до 264 В переменного тока частотой (50 ± 0,5) Гц или от 100 до 370 В постоянного тока
* Параметр кода условного обозначения <b>Е854ЭЛ – а – b – с – d – e – f</b>	

1.2.6 Мощность потребления преобразователями не более 6 В·А от цепи питания.

1.2.6.1 Входное сопротивление при измерении напряжения переменного тока не менее (1-0,005) МОм.

1.2.6.2 Напряжение нагрузки при измерении силы переменного тока величиной, равной верхнему пределу измерения не более 30 мВ.

1.2.7 Время установления рабочего режима преобразователей не более 15 мин.

1.2.8 Предел допускаемой основной приведенной погрешности преобразователей равен  $\pm 0,5 \%$  от нормирующего значения выходного сигнала во всем диапазоне изменений сопротивления нагрузки преобразователей.

Предел допускаемого значения основной погрешности выражен в виде приведенной погрешности.

Нормирующее значение при установлении приведенной погрешности соответствует значениям, указанным в таблице 2.

1.2.9 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей преобразователей, вызванных изменением влияющих величин от нормальных значений, указанных в 1.2.1, не превышают:

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

б)  $\pm 0,5\%$  – при отклонении относительной влажности воздуха от нормальной (30 - 80) до 95 % при температуре плюс  $35^\circ\text{C}$ ;

в)  $\pm 0,5\%$  – при влиянии внешнего однородного магнитного поля переменного тока с магнитной индукцией 0,5 мТл при самом неблагоприятном направлении магнитного поля;

г)  $\pm 0,25\%$  – при изменении напряжения питания преобразователей от номинального значения 220 В до 264 и 85 В;

д)  $\pm 0,25\%$  - при изменении сопротивления нагрузки в диапазоне изменения сопротивления в соответствии с таблицей 2.

1.2.10 Время установления выходного сигнала преобразователей при скачкообразном изменении входного сигнала от начального до любого значения внутри диапазона измерения (преобразования) не более 0,5 с.

1.2.11 Преобразователи выдерживают без повреждений двухчасовую перегрузку входным сигналом, равным 120 % от номинального значения.

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

1.2.12 Преобразователи выдерживают кратковременные перегрузки входным сигналом с кратностью от номинального значения сигнала в соответствии с таблицей 4.

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

1.2.13 Преобразователи выдерживают без повреждений разрыв нагрузки на аналоговом выходе при номинальном значении входного сигнала.

Величина напряжения на разомкнутых выходных зажимах не превышает 30 В.

1.2.14 Преобразователи соответствуют требованию 1.2.8 при заземлении одного из выходных контактов.

Таблица 4

Тип преобразователя	Кратность К		Число перегрузок	Длительность каждой перегрузки, с	Интервал между двумя перегрузками, с
	ток	напряжение			
Последовательные цепи (тока)	2	-	10	10	10
	7	-	2	15	60
	10	-	5	3	2,5
	20	-	2	0,5	0,5
Параллельные цепи (напряжение)	-	1,5	9	0,5	15

1.2.15 Электрическая изоляция между входной цепью и цепью питания, между входной и выходной цепями, между корпусом и изолированными от корпуса цепями выдерживает в течение 1 мин действие испытательного напряжения практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Диапазон преобразования входного сигнала		Испытательное напряжение, не более, В
Переменный ток, А	напряжение переменного тока, В	
-	75...125 150...250 0...100 0...125	1500
	0...250 0...400 0...500	
0...0,5 0...1 0...2,5 0...5	-	1500

1.2.16 Электрическое сопротивление изоляции цепей не менее:

- 40 МОм в нормальных условиях применения;
- 10 МОм при температуре окружающего воздуха плюс 50 °С и относительной влажности не более 80 %;
- 2 МОм при температуре окружающего воздуха плюс (20 ± 2) °С и относительной влажности 95 %.

1.2.17 По устойчивости к климатическим воздействиям преобразователи предназначены для эксплуатации при температуре от минус 40 до плюс 50 °С и относительной влажности 95 % при температуре 35 °С.

1.2.18 Преобразователи являются тепло-, холодо-, влагопрочными, т.е. сохраняют свои характеристики после воздействия на них температуры от минус 50 до плюс 55 °С и относительной влажности воздуха не более 95 % при температуре плюс 35 °С, соответствующих предельным условиям транспортирования.

1.2.19 Преобразователи в транспортной таре обладают прочностью при транспортировании, т.е. выдерживают без повреждений в течение 1 часа транспортную тряску с ускорением 30 м/с<sup>2</sup>, частотой от 80 до 120 ударов в минуту.

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

1.2.21 По защищенности от воздействия твердых тел преобразователи соответствуют коду IP50 по ГОСТ 14254-2015.

#### 1.2.22 Требования к конструкции

1.2.22.1 Преобразователи относятся к изделиям, которые не требуется размещать внутри других изделий при эксплуатации.

1.2.22.2 Преобразователи являются взаимозаменяемыми, восстанавливаемыми, ремонтируемыми изделиями, эксплуатируемыми в стационарных условиях производственных помещений вне жилых домов.

1.2.22.3 Преобразователи изготавливаются в пластмассовом корпусе с габаритами, не более:

- 70×85,5×89 мм для преобразователей, имеющих исполнения с интерфейсами;
- 70×86×79 мм для преобразователей, не имеющих исполнение с интерфейсами.

1.2.22.4 Масса преобразователей не более 0,4 кг.

1.2.22.5 Внешние подключения выполняются при помощи зажимов клеммной колодки, обеспечивающих подключение медных или алюминиевых проводов сечением от 0,13 мм<sup>2</sup> (d = 0,4 мм) до 7,07 мм<sup>2</sup> (d = 3 мм).

1.2.22.6 Преобразователи предназначены для включения непосредственно или через измерительные трансформаторы тока и напряжения.

#### 1.2.23 Требования к надежности

1.2.23.1 Норма средней наработки на отказ преобразователей не менее

200000 ч в условиях эксплуатации.

1.2.23.2 Средний срок службы не менее 20 лет.

1.2.23.3 Преобразователи относятся к восстанавливаемым, ремонтируемым изделиям. Среднее время восстановления работоспособного состояния преобразователей не более 1 ч.

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

1.3.1 Преобразователи по климатическим воздействиям являются:

- теплоустойчивыми при температуре плюс 55 °С;
- холодоустойчивыми при температуре минус 40 °С.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности на каждые 10 °С, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в интервале рабочих температур от нормальной (20 ± 2)°С до любой в пределах от минус 40 до плюс 55 °С, не превышают 0,5 пределов допускаемой основной погрешности.

1.3.2 Преобразователи влагоустойчивы (п. 10.5.4.4, ч.IV Пр. РС/ТН). Пределы допускаемой дополнительной погрешности при изменении относительной влажности от нормальной (30-80) % при температуре (20 ± 2) °С до (95 ± 3) % при температуре (55 ± 3) °С не превышают пределов допускаемой основной погрешности.

1.3.3 Преобразователи виброустойчивы 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<sup>2</sup> (0,7 g) (п. 10.5.3.1.4, 10.5.3.2, ч.IV Пр. РС/ТН).

1.3.4 Преобразователи являются вибропрочными при воздействии вибрации с частотами, указанными в таблице 6.

Таблица 6

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

\* Метод длительного или кратковременного испытания выбирается по согласованию с Регистром (по умолчанию – кратковременные испытания).

1.3.5 Преобразователи удароустойчивы при воздействии ударов поочередно в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлений с ускорением 50 м/с<sup>2</sup> (5 g),

длительностью от 10 до 15 мс, числом ударов в каждом направлении – 20, частота следования ударов от 40 до 80 мин (п. 10.5.3.3, ч.IV Пр. РС/ТН).

1.3.6 Преобразователи испытаны на обнаружение резонансных частот (п. 10.5.3.1.4, 10.5.3.2, ч.IV Пр. РС/ТН).

1.3.7 Преобразователи устойчивы к воздействию соляного (морского) тумана (п. 10.5.4.6, ч.IV Пр. РС/ТН).

1.3.8 Преобразователи устойчивыми к нагреванию.

1.3.9 Требования по устойчивости к радиопомехам (п. 10.5.3.1.4, 10.5.3.2, ч.IV Пр. РС/ТН)

1.3.9.1 Для преобразователя, размещаемого в машинных и других закрытых помещениях судна уровни напряжения радиопомех, создаваемых в цепях питания и ввода-вывода, 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.

1.3.9.2 Для преобразователя, размещаемого в машинных и других закрытых помещениях уровни создаваемого электромагнитного поля радиопомех на расстоянии 3 м от изделия 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 1000 МГц – 54 дБ (мкВ/м);
- от 1000 до 6000 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.

1.3.10 Преобразователи сохраняют работоспособность при воздействии электростатических разрядов (п. 12.6.15.5 ч. IV Пр РС/ТН):

- с амплитудой 6 кВ для контактного разряда;
- с амплитудой 2 кВ, 4кВ, 8 кВ для воздушного разряда;

- количество разрядов: 10 разрядов для каждой положительной и отрицательной полярности разрядов.

Примечание – в случае успешного прохождения испытаний напряжением 8 кВ для воздушного разряда, испытания воздушным разрядом напряжением 2 кВ и 4 кВ могут не проводиться.

1.3.11 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.

Преобразователи в нормальных условиях применения обладают устойчивостью к внешним электромагнитным помехам по критерию функционирования А (пп. 10.6.4, 12.5.15, ч.IV Пр. РС/ТН), т.е. преобразователи продолжают работать во время и после испытаний на воздействие внешних электромагнитных помех без ухудшения работоспособности или потери функциональности.

1.3.12 Преобразователи обладают грибостойкостью (п. 10.5.4.7, ч. IV Пр. РС/ТН).

1.3.13 По защищенности от воздействия твердых тел преобразователи соответствуют коду IP50 по ГОСТ 14254 (п. 10.5.5, ч. IV Пр. РС/ТН).

1.3.14 Преобразователи не предназначены для установки на ходовом мостике, вблизи радионавигационных приборов.

#### **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 17516.1-90.

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 7 (сейсмическая нагрузка).

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  $40 \text{ м/с}^2$  (4 g) и временем воздействия не менее 80 с по каждой оси (эксплуатационная синусоидальная вибрация).

Таблица 7

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, $\text{м/с}^2$ (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			

1.4.2.3 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  $80 \text{ м/с}^2$  (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  $140 \text{ м/с}^2$  (14g),
- длительность импульса ускорения от 2 до 20 мс,
- суммарное количество ударов по шести направлениям не менее  $6000 \pm 10$ .

## 1.5 Устройство и принцип работы

1.5.1 Устройство и принцип работы преобразователей, имеющих исполнение с интерфейсами

1.5.1.1 Конструктивно преобразователи выполнены в корпусе для щитового монтажа (рисунок А.1 приложения А) и предназначены для установки на DIN-рейку шириной 35 мм или непосредственно на панель. Для установки преобразователи имеют комплект монтажных частей.

1.5.1.2 Преобразователь состоит из следующих основных узлов: корпуса, крышки корпуса, клеммников для подключения внешних цепей, блока из платы



измерительной, платы интерфейсов и платы аналоговых выходов.

1.5.1.3 Блок крепится к крышке корпуса двумя саморезами и по направляющим для платы измерительной и платы аналоговых выходов устанавливается в корпус.

На плате измерительной расположены входные цепи, цепи преобразования и питания. На плате аналоговых выходов расположены цепи двух выходных каналов аналоговых сигналов. На плате интерфейсов расположены цифровые выходы основного и дополнительного интерфейсов RS485.

1.5.1.4 Клеммники для подключения внешних цепей, обеспечивают контакт с подводными проводами. Каждый зажим обеспечивает подключение медных или алюминиевых проводов сечением от 0,08 до 2,5 мм<sup>2</sup>.

1.5.1.5 Крышка корпуса крепится к корпусу при помощи четырех винтов (саморезов) M2,5.

1.5.1.6 Структурная схема преобразователей приведена на рисунке Б.1 приложения Б. Входной сигнал в виде переменного тока или напряжения переменного тока поступает на входной делитель напряжения Д или трансформатор тока соответственно.

Фильтр Ф1 предназначен для уменьшения влияния высокочастотных помех. Усилитель У усиливает сигнал до оптимального значения для встроенного в микроконтроллер CPU АЦП.

Встроенный АЦП имеет диапазон входных сигналов от 0 до +  $U_{REF}$ , следовательно сигнал должен быть положительным. Для измерения сигналов переменного тока в этом случае необходимо уровень нулевого входного сигнала повысить до  $\frac{1}{2} U_{вх\ max}$  относительно общей точки. Данное требование реализовано на узле опорного напряжения  $U_{оп}$  и делителя  $U_{оп}/2$ .

Узел программирования предназначен для первоначального программирования CPU.

Узел питания AC/DC (DC/DC) предназначен для организации питания от сети промышленной частоты и сети вспомогательной постоянного тока.

Стабилизатор СТ формирует необходимое для функционирования CPU напряжение.

Выходные аналоговые каналы идентичны по схемотехнике и реализованы на принципе демодуляции ШИМ-сигнала, поступающего от CPU через узлы гальва-

нической развязкам УГР1 и УГР2. Демодулированный сигнал в виде постоянного напряжения через вспомогательный усилитель У2, У3 поступает на преобразователи напряжение-ток, формируя аналоговые сигналы Aout1 и Aout2.

Преобразователи DC/DC1 и DC/DC2 предназначены для формирования напряжения питания гальванически развязанных между собой аналоговых выходов и остальных цепей.

Узлы интерфейсов RS485(1) и RS485(2) предназначены для работы в сети RS485 по протоколу ModBus-RTU и питаются от гальванически развязанных источников – преобразователей DC/DC3 и DC/DC4.

1.5.2 Устройство и принцип работы преобразователей, не имеющих исполнение с интерфейсами

1.5.2.1 Конструктивно преобразователи выполнены в корпусе для щитового монтажа и предназначены для установки на DIN-рейку шириной 35 мм или непосредственно на панель. Общий вид, габаритные и установочные размеры приведены на рисунке А.2 приложения А.

1.5.2.2 Преобразователь состоит из следующих основных узлов: основания, крышки, винтовых зажимов для подключения внешних цепей, платы управления, прикрепленной к крышке, платы аналоговых выходов, установленных на плате управления.

1.5.2.3 На плате управления расположены:

- источник питания;
- выходные цепи;
- источник опорного напряжения;
- микроконтроллер;

На плате аналогового выхода расположены:

- узел гальванической развязки;
- источник питания;
- фильтр ШИМ;
- усилитель выходного тока.

1.5.2.4 Винтовые зажимы для подключения внешних цепей, обеспечивают контакт с подводящими проводами. Каждый зажим обеспечивает подключение медных или алюминиевых проводов сечением от 0,08 до 2,5 мм<sup>2</sup>.

1.5.2.5 Корпус выполнен из пластмассы и состоит из основания и крышки. Крышка корпуса крепится к основанию при помощи четырех винтов.

1.5.2.6 Структурная схема преобразователей приведена на рисунке Б.2 приложения Б.

Измерительные преобразователи по способу преобразования являются одноканальными выпрямительными преобразователями, реализующими получение среднеквадратичного значения измеряемого сигнала переменного тока и напряжения с последующим преобразованием их в унифицированные сигналы постоянного тока.

Измеряемый ток (напряжение) подается на зажимы входной цепи тока (напряжения) ВЦТ (ВЦН), представляющего собой измерительный трансформатор тока (измерительный трансформатор тока с дополнительными резисторами в последовательной цепи для измерения напряжения), нагруженный на низкоомное сопротивление и обеспечивающий гальваническое разделение входных и выходных цепей преобразователя.

Сигнал, пропорциональный току (напряжению) в измерительной цепи, с выхода измерительного трансформатора подается на усилитель, а с усилителя на вход АЦП микроконтроллера.

С выхода микроконтроллера в виде ШИМ с длительностью импульса, пропорционально значению входного сигнала подается на узел гальванической развязки УГР управляемого источника тока УИТ

Ток УИТ является выходным для измерительного преобразователя и калибруется на номинальное действующее значение входного тока (напряжения).

Питание осуществляется от универсального источника питания при питании от сети и от DC/DC преобразователей при питании от цепи постоянного тока с напряжением + 24 В, + 12 В.

## 1.6 Маркировка

1.6.1 На крышке корпуса имеется этикетка с указанием всех необходимых параметров преобразователя и контактов подключения внешних цепей.

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

1.6.3 На транспортной таре нанесены манипуляционные знаки "Верх", "Хрупкое. Осторожно", "Беречь от влаги" по ГОСТ 14192-96.

## 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 для проверки электрической прочности изоляции с испытательным напряжением от 0,1 до 3,0 кВ синусоидальной формы, частотой 50 Гц, мощностью не менее 0,25 кВ·А, погрешностью испытательного напряжения не более  $\pm 10\%$ ;

– мегаомметр с верхним пределом измерения не менее 100 МОм, номинальным напряжением 500 В, основной погрешностью не более  $\pm 10\%$ ;

– установка для поверки приборов на переменном токе с диапазоном напряжения от 0 до 500 В, частотой 50 Гц и диапазоном токов от 0 до 1 А; от 0 до 5 А;

– вольтметр с диапазоном измерения напряжения переменного тока от 0 до 500 В и погрешностью не более  $\pm 0,1\%$ ;

– амперметр с диапазоном измерения переменного тока от 0 до 5 А и погрешностью не более  $\pm 0,1\%$ ;

– миллиамперметр с диапазоном измерения постоянного тока от 0 до 20 мА и погрешностью не более  $\pm 0,05\%$ .

### Примечания

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

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

2 Испытательное оборудование должно быть аттестовано, средства измерений поверены и иметь документацию, подтверждающую ее готовность.

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

### 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

#### 3.1 Требования безопасности

3.1.1 К работам по обслуживанию и эксплуатации преобразователей допускаются специально подготовленные работники, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы, и имеющие группу по электробезопасности, предусмотренную действующими правилами охраны труда при эксплуатации электроустановок (напряжением до 1000 В) и изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

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

3.1.3 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 преобразователь.

3.1.4 При подключении питающего напряжения постоянного тока требуется соблюдать полярность подводящих проводов.

3.1.5 В случае возникновения аварийных условий и режимов работы преобразователь необходимо немедленно отключить.

#### 3.2 Подготовка к работе

3.2.1 Перед введением преобразователя в эксплуатацию необходимо убедиться в наличии поверительного клейма, а также в отсутствии механических повреждений корпуса преобразователя. Перед началом работы необходимо выдержать преобразователь в нормальных условиях не менее 4 ч. Ознакомиться с паспортом на преобразователь и проверить комплектность.

3.2.2 Преобразователь устанавливается на DIN-рейку или непосредственно на панель.

3.2.3 Разметка места крепления преобразователя должна проводиться в соответствии с установочными размерами, приведенными в приложении А. Крепление должно быть произведено тщательно, без перекосов.

3.2.4 Внешние соединения выполнить в соответствии со схемами В.1, В.2 приложения В.

3.2.5 Перед включением преобразователя в измерительную цепь необходимо проверить соответствие параметров измеряемой цепи входным параметрам преобразователя.

3.2.6 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. Длина измерительных линий должна быть минимальной. Измерительные линии рекомендуется экранировать, экран подключать к заземлению. При заземлении необходимо обеспечить хороший контакт экрана с элементом заземления.

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 таблице 3.

Рекомендуется устанавливать фильтры сетевых помех в линиях питания преобразователей, а контакты рабочего заземления преобразователей подключать к элементу заземления.

3.2.7 Все работы по монтажу и эксплуатации должны проводиться с соблюдением действующих правил, обеспечивающих безопасное обслуживание и эксплуатацию электроустановок.

### 3.3 Порядок работы

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

#### 3.3.2 Работа с интерфейсами

3.3.2.1 Работа преобразователей по интерфейсу RS485 обуславливается аппаратными и программными средствами, применяемыми потребителем.

3.3.2.2 При обмене информацией преобразователи являются ведомыми 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 протоколом обмена.

Преобразователи обеспечивают работу в линии интерфейса по протоколу Modbus RTU.

Протокол обмена данными приведен в приложении Г.

3.3.2.3 Связь с компьютером может осуществляться либо через специальную плату, либо через последовательный порт RS232 с применением дополнительного устройства – преобразователя уровней напряжения сигналов последовательного порта RS232 в уровни напряжения сигналов интерфейса RS485.

#### 4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

4.1 Транспортирование преобразователей должно осуществляться крытым железнодорожным или автомобильным транспортом по ГОСТ Р 52931-2008.

При транспортировании самолетом преобразователи должны быть размещены в отапливаемых герметизированных отсеках.

4.2 Железнодорожные вагоны, контейнеры, трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки преобразователей практически не должны иметь следов цемента, угля, химикатов и т.п.

4.3 Транспортирование преобразователей должно производиться в соответствии с действующими на данном виде транспорта правилами, утвержденными в установленном порядке.

4.4 Отправки могут быть мелкими или малотоннажными в зависимости от количества преобразователей, отгружаемых в один адрес.

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

4.6 При необходимости особых условий транспортирования это должно оговариваться в договоре на поставку.

4.7 Преобразователи до введения в эксплуатацию следует хранить на складах в транспортной таре предприятия – изготовителя при температуре окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 40 °С и относительной влажности 80 % при температуре плюс 25 °С.

Хранить преобразователи в индивидуальной упаковке следует при температуре окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 35 °С и относительной влажности 80 % при температуре плюс 25 °С.

4.8 В помещении 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 1 по ГОСТ 15150-69.

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



## 5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

5.1 Гарантийный срок эксплуатации 24 месяца со дня ввода преобразователя в эксплуатацию. Гарантийный срок хранения 12 месяцев с момента изготовления преобразователя.

5.2 Изготовитель гарантирует соответствие преобразователя требованиям технических условий ТУ 25-7504.216-2011 при соблюдении следующих правил:

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

5.3 Потребитель лишается права на гарантийный ремонт:

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

## 6 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

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

6.2 Преобразователи, подвергшиеся вскрытию, имеющие наружные повреждения, а также применявшиеся в условиях, не соответствующих требованиям ТУ 25-7504.216-2011, не рекламируются.

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

## 7 УТИЛИЗАЦИЯ

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

Приложение А  
(обязательное)

## Общий вид, габаритные и установочные размеры преобразователей

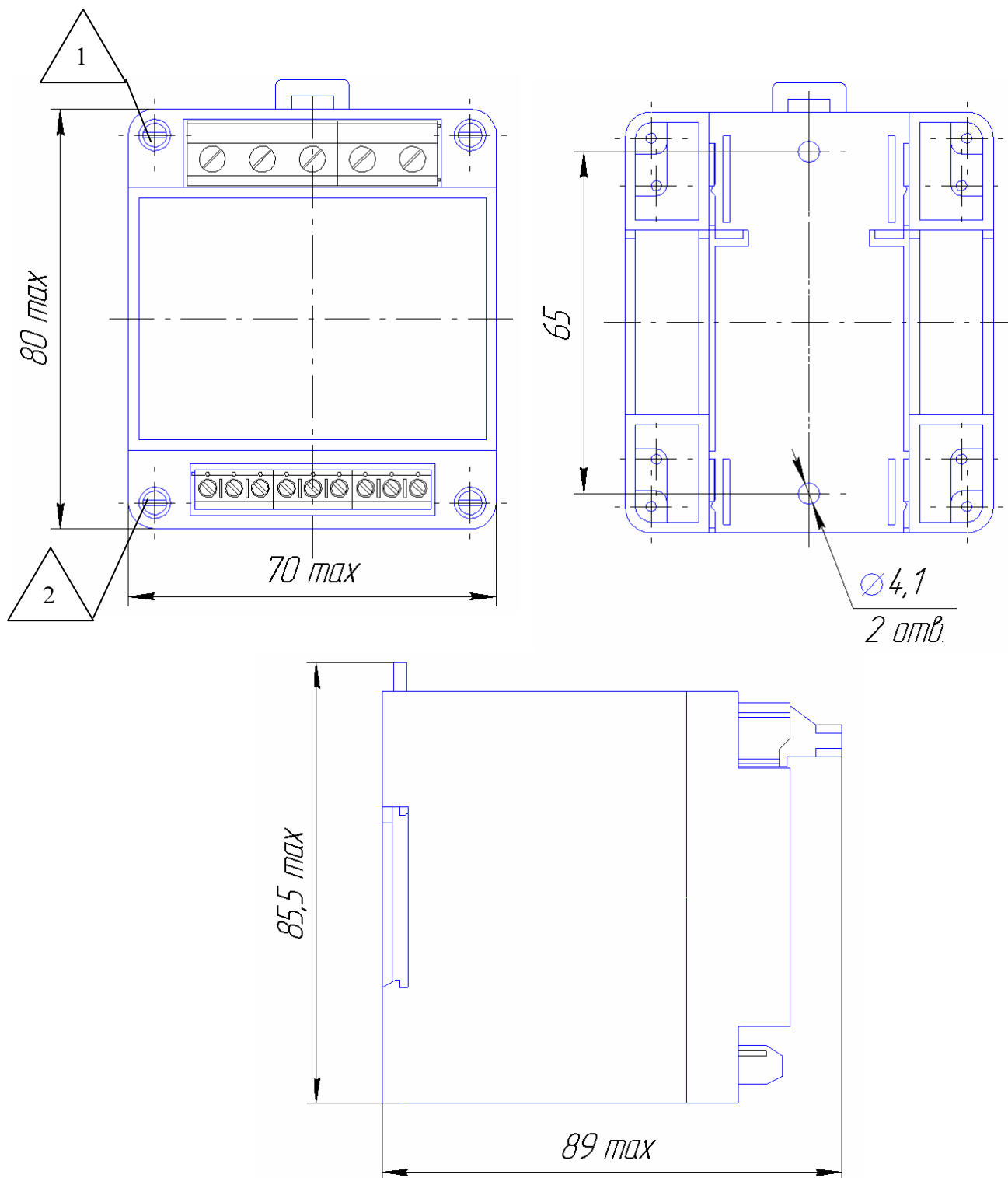


Рисунок А.1 – Габаритные и установочные размеры преобразователя Е854ЭЛ, имеющего исполнение с интерфейсами

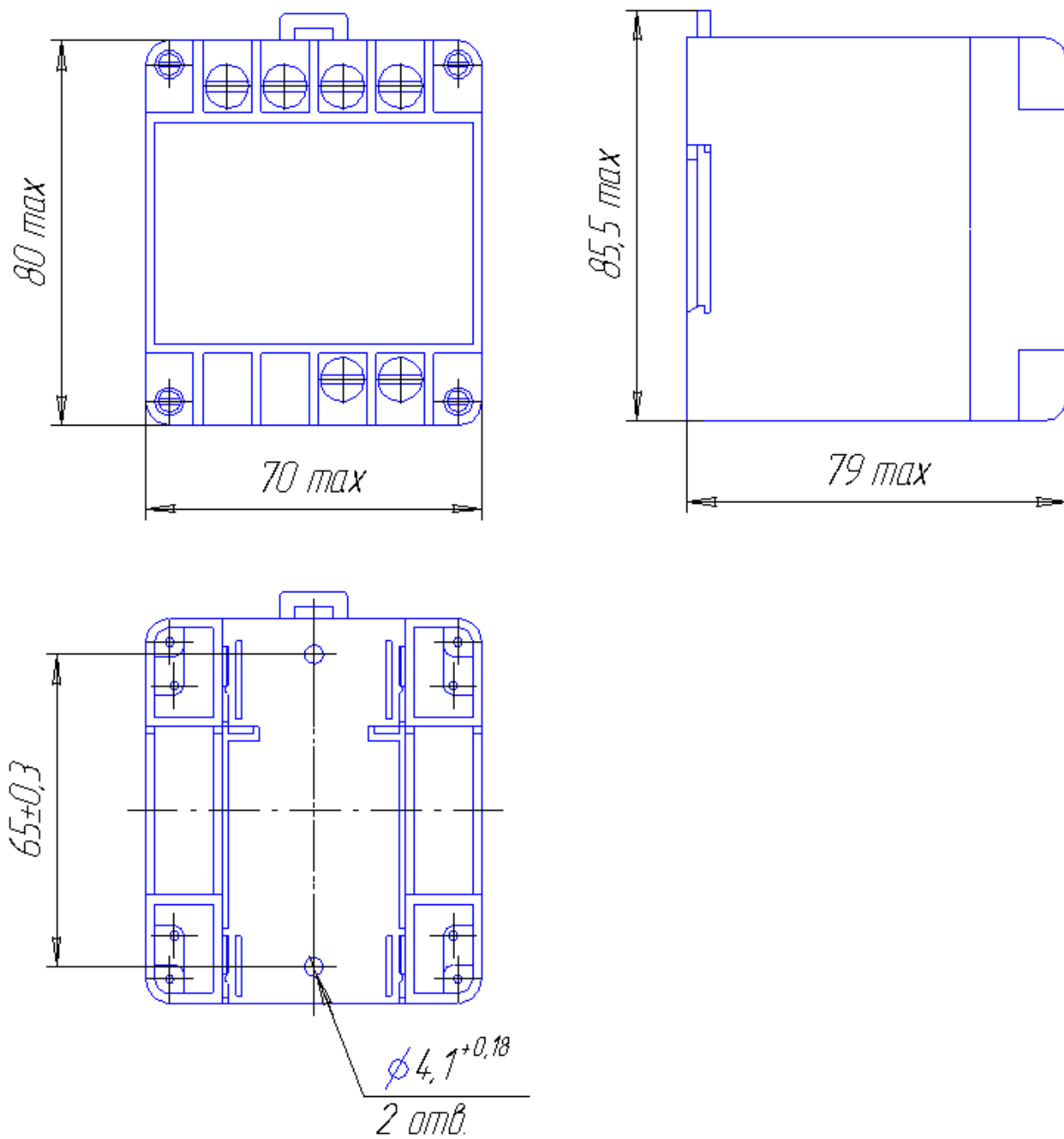
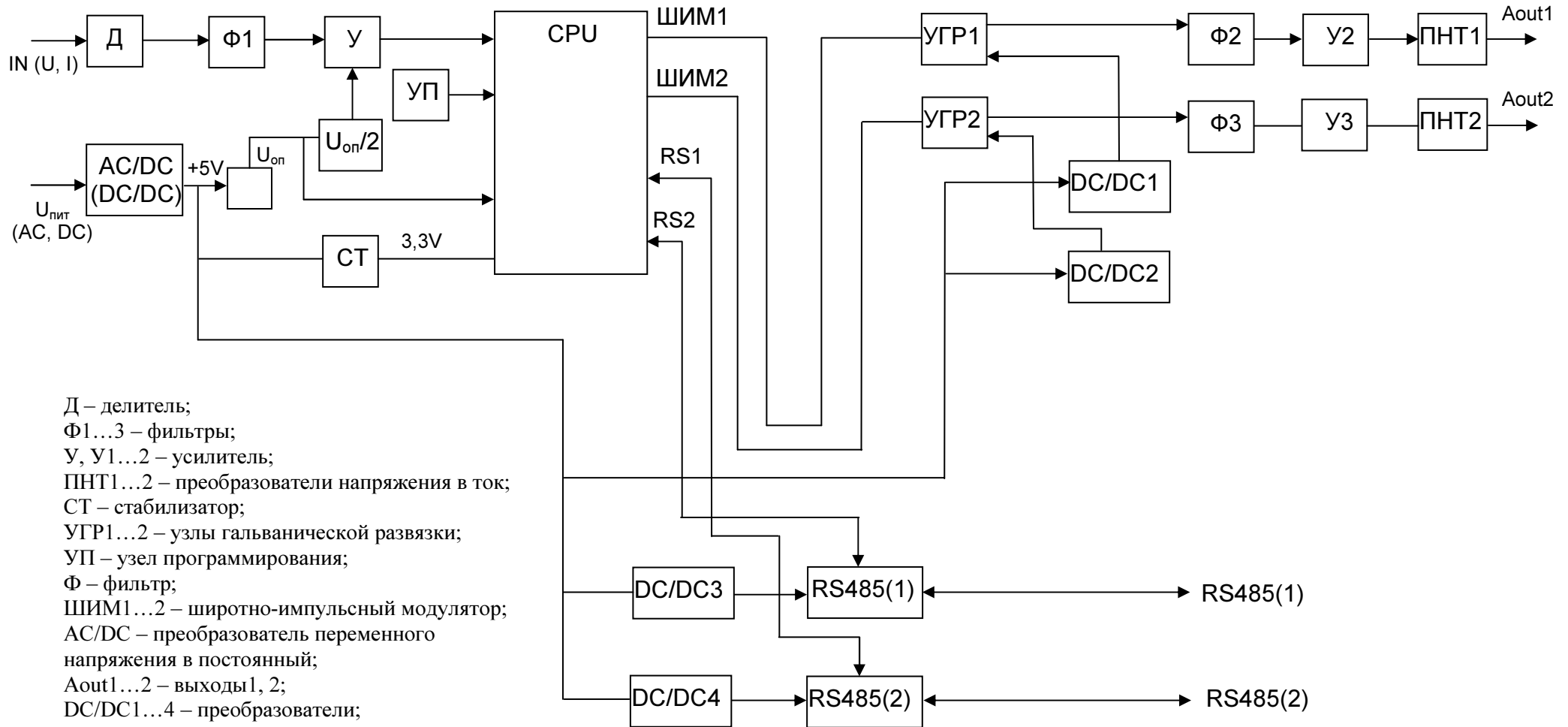


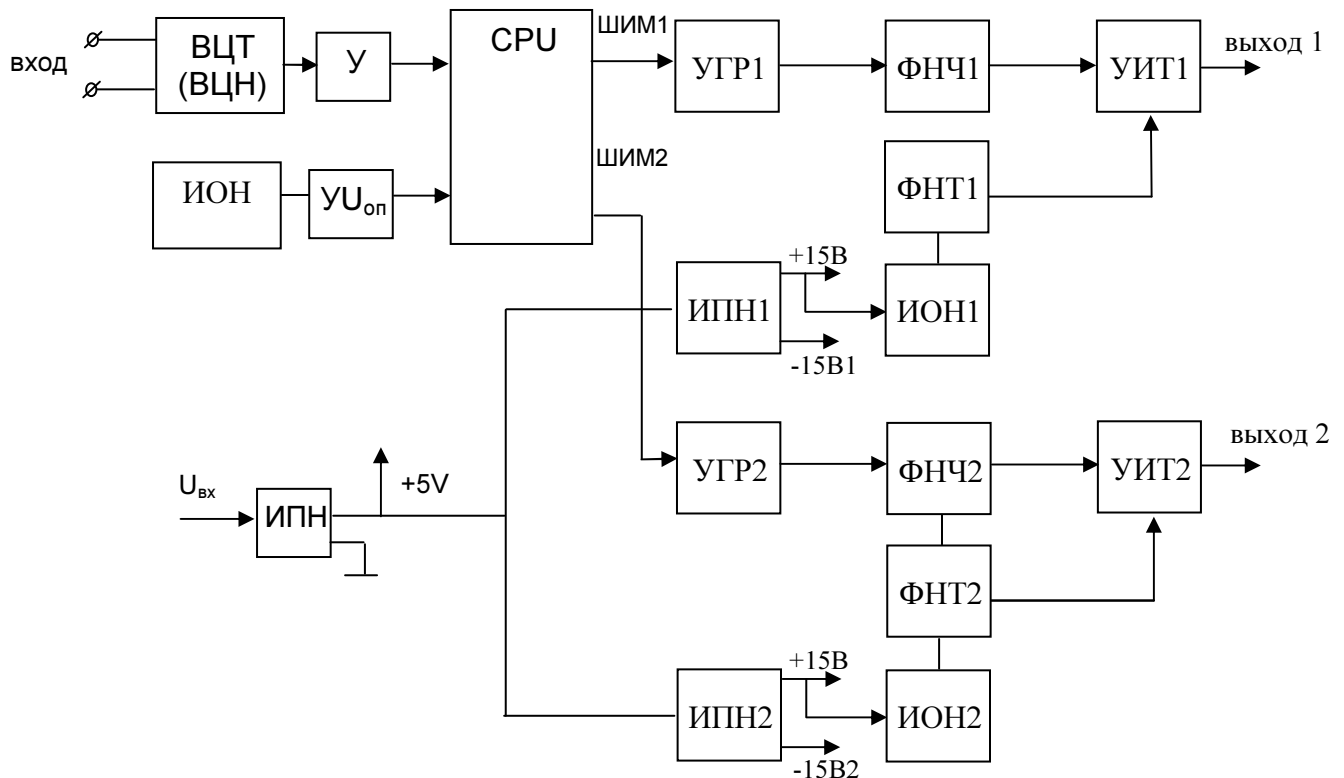
Рисунок А.2 – Габаритные и установочные размеры преобразователя Е854ЭЛ, не имеющего исполнение с интерфейсами

Приложение Б  
(рекомендуемое)  
Структурные схемы преобразователей



Д – делитель;  
 Ф1...3 – фильтры;  
 У, У1...2 – усилитель;  
 ПНТ1...2 – преобразователи напряжения в ток;  
 СТ – стабилизатор;  
 УГР1...2 – узлы гальванической развязки;  
 УП – узел программирования;  
 Ф – фильтр;  
 ШИМ1...2 – широтно-импульсный модулятор;  
 AC/DC – преобразователь переменного напряжения в постоянный;  
 Aout1...2 – выходы 1, 2;  
 DC/DC1...4 – преобразователи;  
 CPU - микроконтроллер  
 RS1...2 – узлы интерфейсов RS485;  
 U<sub>оп</sub> – опорное напряжение.

Рисунок Б.1 – Структурная схема преобразователя Е854ЭЛ,  
имеющего исполнение с интерфейсами



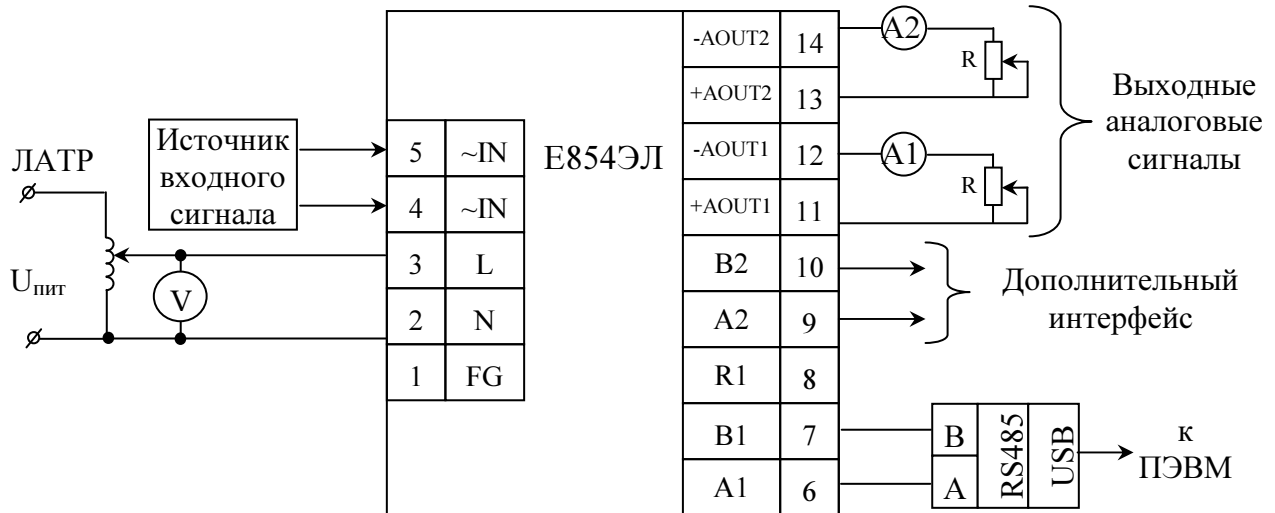
- CPU – микроконтроллер;  
 ВЦТ – входная цепь тока;  
 ВЦН – входная цепь напряжения;  
 ИОН – источник опорного напряжения;  
 У – усилитель;  
 УУ<sub>оп</sub> – усилитель ИОН;  
 ШИМ1, ШИМ2 – широтно-импульсно модулированные сигналы  
 УГР1 – узел гальванической развязки канала 1;  
 УГР2 – узел гальванической развязки канала 2;  
 ФНЧ1 – фильтр низких частот канала 1;  
 ФНЧ2 – фильтр низких частот канала 2;  
 УИТ1 – управляемый источник тока канала 1;  
 УИТ2 – управляемый источник тока канала 2;  
 ФНТ1 – формирователь начального тока канала 1;  
 ФНТ2 – формирователь начального тока канала 2;  
 ИПН – источник питающих напряжений входного каскада;  
 ИПН1 – источник питающих напряжений канала 1;  
 ИПН2 – источник питающих напряжений канала 2;  
 ИОН1 – источник опорного напряжения канала 1;  
 ИОН2 – источник опорного напряжения канала 2.  
 Для одноканальных преобразователей в схеме отсутствуют ИПН2, СГР2, ФНЧ2, ФНТ2, УИТ2.

Рисунок Б.2 – Структурная схема преобразователя Е854ЭЛ, не имеющего исполнение с интерфейсами

Приложение В

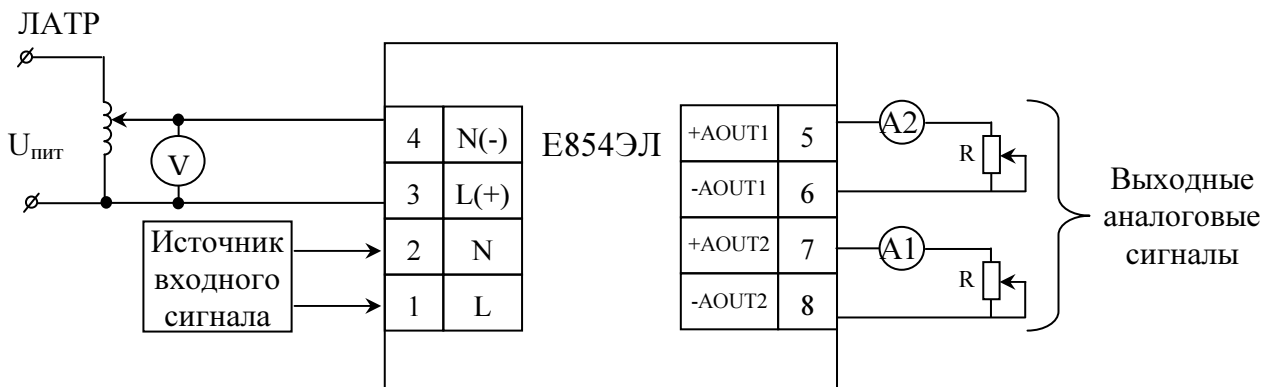
(обязательное)

Схема внешних подключений преобразователей



A1, A2 – образцовые миллиамперметры;  
V – образцовый вольтметр;

Рисунок В.1 – Схема подключения преобразователя E854ЭЛ, имеющего исполнения с интерфейсами



A1, A2 – образцовые миллиамперметры;  
V – образцовый вольтметр;

Рисунок В.2 – Схема подключения преобразователя E854ЭЛ, не имеющего исполнения с интерфейсами

## Приложение Г (обязательное)

### Протокол обмена данными по интерфейсу

Прибор может работать в составе полевой сети на основе последовательного интерфейса RS-485 с протоколом Modbus RTU в качестве ведомого устройства.

Описание обмена данными по последовательному интерфейсу

Для организации обмена данными используются три уровня модели ISO/OSI:

- физический;
- канальный;
- прикладной.

Обмен данными на прикладном уровне может происходить по протоколам, описанным следующими стандартами:

- «MODBUS Application Protocol» (Modbus Organization, Inc.) версии 1.1b;
- ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006.

Настройка на необходимый протокол передачи не требуется. Устройство определяет его автоматически по формату входящих кадров. Возможна поочередная работа по обоим протоколам без потерь данных.

Для представления значений некоторых чисел на прикладном уровне используются форматы стандарта IEEE 754-2008. Упомянутые в этом разделе форматы чисел одинарной, двойной и двойной расширенной точности относятся к этому стандарту.

Далее в этом разделе описываются отличительные особенности прибора, не регламентированные вышеуказанными стандартами.

#### **Д.1 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Десятичная точка** — разделитель целой и дробной части числа. В некоторых культурах синонимом термина является *запятая*.

**Среднеквадратическое значение** — если не указано иначе, подразумевается более узкий смысл, чем в математике, а именно значение основной измеряемой величины.

**Прямой порядок машинных слов** — такой порядок, при котором запись (передача, расположение и т.д.) многословной структуры начинается со старшего слова и заканчивается младшим. В этом случае старшее слово располагается в памяти по меньшему адресу. Частный случай машинного слова — байт.

**Обратный порядок машинных слов** — такой порядок, при котором запись (передача, расположение и т.д.) многословной структуры начинается с младшего слова и заканчивается старшим. В этом случае старшее слово располагается в памяти по большему адресу.

**Основная величина** — величина, которой уделяется наибольшее внимание при проектировании измерительной аппаратной и программной составляющих прибора (часто определяет полное наименование прибора: для амперметра — ток, для вольтметра — напряжение).

## Д.2 РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИКЛАДНОГО УРОВНЯ (Modbus)

Данные в пространстве Modbus представлены структурами, описанными в таблице Д.1.

Таблица Д.1 – Структуры данных

Обозначение	Количество регистров	Описание
F1032	2	Первый регистр содержит младшие 16 бит числа одинарной точности, второй – старшие
F0123	2	Первый регистр содержит младшие 16 бит с инверсным порядком байт числа одинарной точности, второй – старшие
F3210	2	Первый регистр содержит старшие 16 бит числа одинарной точности, второй – младшие

Доступные величины пространства Modbus представлены в таблице Д.2.

Таблица Д.2 – Карта величин в пространстве Modbus

Адрес	Структура	Функция доступа	Описание
0x0012	F1032	4	Вторичный ток/напряжение
0x0014	F1032	4	Частота
0x0016	F1032	4	Первичный ток/напряжение
0x0022	F0123	4	Вторичный ток/напряжение
0x0024	F0123	4	Частота



0x0026	F0123	4	Первичный ток/напряжение
0x0032	F3210	4	Вторичный ток/напряжение
0x0034	F3210	4	Частота
0x0036	F3210	4	Первичный ток/напряжение

### Д.3 РЕАЛИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО И КАНАЛЬНОГО УРОВНЕЙ ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006

**Физический уровень.** Устройство является контролируемой станцией (вторичный Slave). Допустимы следующие конфигурации сети:

- точка-точка;
- радиальная точка-точка;
- магистральная.

В обоих направлениях (управления и контроля) используются несимметричные цепи обмена V.24/V.28 на скоростях 1200 бит/с и более.

**На канальном уровне** реализована небалансная передача. Адресное поле канального уровня однобайтовое неструктурированное. Максимальная длина кадра в обоих направлениях – 255. Число повторений кадров – 3.

Специальное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется образом, описанным в таблице Д.3.

Таблица Д.3 - Специальное назначение ASDU к сообщениям класса 2

Идентификатор типа	Причина передачи
13	2,5

### Д.4 РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИКЛАДНОГО УРОВНЯ ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006

Общий адрес ASDU настраивается: 1 или 2 байта.

Адрес объекта информации настраивается: 1, 2 или 3 байта, неструктурированный.

Причина передачи настраивается: 1 или 2 байта.

Применяемые стандартные ASDU перечислены в таблице Д.4.

Таблица Д.4 – Стандартные ASDU и назначенные им причины передачи

Номер	Описание	Обозначение	Причины передачи <sup>1</sup>
1	Одноэлементная информация	M_SP_NA_1	2, 3, 5

<sup>1</sup>Если не указано иначе, то в стандартном направлении.

13	Значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой	M_ME_NC_1	2, 3, 5
30	Одноэлементная информация с меткой времени CP56Время2а	M_SP_TB_1	2, 3, 5
36	Значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени CP56Время2а	M_ME_TF_1	2, 3, 5
45	Однопозиционная команда	C_SC_NA_1	6, 7
70	Конец инициализации	M_EI_NA_1	4
100	Команда опроса	C_IC_NA_1	6, 7, 10
102	Команда чтения	C_RD_NA_1	5
103	Команда синхронизации часов	C_CS_NA_1	6,7
104	Команда тестирования	C_TS_NA_1	6,7

Реализованные основные прикладные функции:

- инициализация работы станции;
- сбор данных при помощи опроса;
- общий опрос станции;
- синхронизация часов;
- передача команд;
- тестовая процедура;
- фоновое сканирование.

Доступные пользователю объекты информации представлены в таблице Д.5.

Таблица Д.5 – Карта объектов информации в пространстве ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006

Адрес	Описание
1	Частота
2	Ток/напряжение
4	Дискретный выход 1
5	Дискретный выход 2