

ОКП 42 2710

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ  
Е854ЭЛ

Руководство по эксплуатации  
ОПЧ.140.317



## СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
Введение .....	3
1 Описание .....	3
1.1 Назначение .....	3
1.2 Технические характеристики .....	7
1.3 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на морских судах .....	12
1.4 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на АЭС .....	14
1.5 Устройство и принцип работы .....	15
1.5.1 Устройство и принцип работы преобразователей, имеющих исполнения с интерфейсами .....	15
1.5.2 Устройство и принцип работы преобразователей, не имеющих исполнения с интерфейсами .....	17
1.6 Маркировка .....	18
2 Средства измерений, инструменты и принадлежности .....	19
3 Использование по назначению .....	20
3.1 Требования безопасности .....	20
3.2 Подготовка к работе .....	20
3.3 Порядок работы .....	21
4 Методика поверки.....	22
5 Транспортирование и правила хранения .....	28
6 Гарантии изготовителя .....	29
7 Сведения о рекламациях .....	29
8 Утилизация .....	29
Приложение А. Общий вид, габаритные и установочные размеры преобразователей .....	30
Приложение Б. Структурные схемы преобразователей .....	32
Приложение В. Схема внешних подключений преобразователей .....	34
Приложение Г. Протокол обмена данными по интерфейсам .....	35

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.

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.

1.1.4 Преобразователи применяются 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 применяются 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, имеющие исполнение с интерфейсами, относятся к

двуканальным изделиям и должны иметь гальваническую развязку между входными и выходными цепями.

Преобразователи, не имеющие исполнение с RS485, относятся к одноканальным 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), по устойчивости к воздействию климатических факторов соответствуют группе С4 по ГОСТ Р 52931 и предназначены для работы в интервале температур от минус 40 °С 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 14254-96 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.

мыми, 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 253 В переменного тока частотой 50 Гц или от 120 до 265 В постоянного тока);

**230В** - напряжение питания от 85 до 253 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:

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

**A=0...5 мА; В=4...20 мА; С=0...20 мА;**

**d** – условное обозначение диапазона изменения дополнительного выходного аналогового сигнала (параметр отсутствует для преобразователей E854ЭЛ, не имеющих исполнение с интерфейсами):

**x** – при отсутствии параметра;

**A=0...5 мА; В=4...20 мА; С=0...20 мА;**

**e** – наличие интерфейса:

**x** – интерфейс отсутствует

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

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

**f** - специальное исполнение:

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

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

- 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 253 В переменного тока частотой 50 Гц или от 120 до

265 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 – М 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 253 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 253 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 Диапазон преобразования входного сигнала, диапазон изменения выходного тока и сопротивление нагрузки приведены в таблице 2.

Таблица 2

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...125 0...250 0...500	4...20 0...20	4...20 0...20		
0...0,5 0...1 0...2,5 0...5 0...25А* 0...50А* 0...100А*	-	0...5	0...5	20	0...2500
		4...20 0...20	4...20 0...20		0...500
		0...20	-		0...500

\* диапазон применяется только для преобразователей Е854ЭЛ, не имеющих исполнение с RS485

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 253 В переменного тока частотой 50 Гц
220ВУ	от 85 до 253 В переменного тока частотой (50 ± 0,5) Гц или от 120 до 265 В постоянного тока
* Параметр кода условного обозначения <b>Е854ЭЛ – а – b – с – d – e – f</b>	

1.2.6 Мощность потребления преобразователями не более:

- 1 Вт от цепи входного сигнала (для параллельной цепи);
- 0,01 Вт от цепи входного сигнала (для последовательной цепи);
- 6 В·А от цепи питания.

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  $40^\circ\text{C}$  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  $0,5\text{ мТл}$  при самом неблагоприятном направлении магнитного поля;

г)  $\pm 0,25\%$  – при изменении напряжения питания преобразователей от номинального значения  $220\text{ В}$  до  $253$  и  $85\text{ В}$ ;

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  $0,5\text{ с}$ .

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  $30\text{ В}$  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  $30\text{ В}$  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  $30\text{ В}$ .

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	1500
	150...250	
	0...125	
	0...250	2500
	0...500	
0...0,5	-	1500
0...1		
0...2,5		
0...5		

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 °С 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 °С 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 14254-96.

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:

- 76×85,5×89 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 100000 ч в условиях эксплуатации.

1.2.23.2 Средний срок службы не менее 15 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 устойчивы к отклонению напряжения и частоты от номинальных значений параметров питания, указанных в таблице 6. Основная погрешность преобразователей при отклонении напряжения и частоты питания не должна превышать пределов допускаемой основной погрешности, указанных в 1.2.8

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

Таблица 6

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	

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 ка-

ждые  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вызванной изменением температуры окружающего воздуха в интервале рабочих температур от нормальной  $(20 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$  до любой в пределах от минус 30 до плюс  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , не должны превышать 0,5 пределов допускаемой основной погрешности;

– работоспособными при температуре плюс  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  (не вызывают повреждений систем автоматизации, их элементов и устройств);

– холодопрочными при температуре минус  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

1.3.3 Преобразователи являются влагоустойчивыми. Пределы допускаемой дополнительной погрешности при изменении относительной влажности от нормальной (30-80) % при температуре  $(20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $(80 \pm 3)\text{ }^{\circ}\text{C}$  при температуре  $(40 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а также до  $(95 \pm 3)\text{ }^{\circ}\text{C}$  при температуре  $(25 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$  не превышают пределов допускаемой основной погрешности.

1.3.4 Преобразователи являются виброустойчивыми при воздействии вибрации с частотами от 2 до 100 Гц: при частотах от 2 до 13,2 Гц – с амплитудой перемещений  $\pm 1\text{ мм}$  и при частотах от 13,2 до 100 Гц – с ускорением  $7\text{ м/с}^2$  (0,7 g).

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

1.3.6 Преобразователи устойчивы к длительным кренам до  $22,5^{\circ}$ , а также при качке  $22,5^{\circ}$  с периодом качки  $(8 \pm 1)\text{ с}$ .

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

1.3.8 Преобразователи для обеспечения электромагнитной совместимости в части воздействия постоянного и переменного (50 Гц) магнитного поля соответствуют классу 2 оборудования по Правилам классификации и постройки морских судов.

1.3.9 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 17516.1-90.

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).

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			

1.4.2.2 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).

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 направлению 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 подводящими 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 гальванической 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 450 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 450 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 для входных сигналов, если погрешность задания ими сигналов не превышает  $1/3$  предела основной погрешности устройства.

2 Все средства контроля должны иметь действующие документы об их поверке или аттестации.

### 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

#### 3.1 Требования безопасности

3.1.1 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.

3.1.2 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 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.

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.

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 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 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 основной приведенной и абсолютной погрешности.

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

Согласно ТУ 25-7504.216-2011 межповерочный интервал преобразователей, находящихся в работе, должен быть 4 года.

### 4.1 Операции поверки

При поверке проводить следующие операции:

- 1) внешний осмотр;
- 2) проверку электрической прочности изоляции, сопротивления изоляции;
- 3) опробование (проверка работоспособности);
- 4) подтверждение соответствия программного обеспечения;
- 5) определение метрологических характеристик;
- 6) оформление результатов поверки.

### 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 преобразователем и образцовыми средствами измерений.

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

Перед началом работы поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого преобразователя, рабочих средств измерений и других технических средств, используемых при поверке, правила техники безопасности и строго их соблюдать.

Все средства поверки должны иметь действующие документы об их поверке или аттестации.

#### 4.4 Требования безопасности

4.4.1 По безопасности преобразователи должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75 класс 0, требованиям 3.1 настоящего руководства по эксплуатации.

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

#### 4.5 Условия поверки

Поверку следует проводить при нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха плюс  $(20 \pm 2)$  °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- форма кривой напряжения источника питания синусоидальная, с коэффициентом искажения не более 5 %.

#### 4.6 Проведение поверки

##### 4.6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие преобразователей требованиям эксплуатационной документации;
- соответствие комплектности, указанной в паспорте;
- отсутствие механических повреждений корпуса и наружных частей, влияющих на работу преобразователей;
- четкость маркировки.

#### 4.6.2 Проверка электрической прочности изоляции

##### Проверка электрической прочности изоляции

Электрическую прочность изоляции испытывают по методике ГОСТ Р 52931-2008 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 5, 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 1.2.15, частотой 50 Гц прикладывают между соединенными вместе контактами каждой из цепей (или группы цепей).

Преобразователь считают прошедшими 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 Р 52931-2008 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 5.



Преобразователь считают выдержавшим проверку, если выполняется требование 1.2.16.

#### 4.6.4 Опробование

Опробование преобразователей включает в себя проверку работоспособности.

Преобразователи подключить в соответствии со схемами, приведенными на рисунках В.1, В.2 приложения В.

Подать напряжение питания, затем подать входной сигнал равный 0%, 60% и 100% конечного значения диапазона измерения (преобразования). На выходе значение сигнала должно соответствовать значению входного сигнала. Контроль значения выходного сигнала рекомендуется проводить миллиамперметром.

#### 4.6.5 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Номер версии программного обеспечения преобразователя определяется при считывании в программе «EMeterControlPanel».

Для этого необходимо:

- а) подключить преобразователь к компьютеру по интерфейсу RS485;
- б) в меню «Сервис\параметры» установить параметры последовательного порта и в меню «Адрес» – адрес.

При успешном соединении с преобразователем поле параметров отобразится название и текущая версия программного обеспечения преобразователя.

#### 4.6.6 Определение метрологических характеристик (проверка основной погрешности)

4.6.6.1 Проверку проводить по истечении 0,5 ч после включения напряжения питания по схеме, приведенным на рисунке В.1 приложения В, методом прямых или косвенных измерений не менее чем при пяти значениях входного сигнала, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерения (преобразования), в том числе при значениях входного сигнала, соответствующих нижнему и верхнему значениям выходного тока.

За основную приведенную погрешность преобразователей принимают отношение разности между действительным значением выходного тока, измеренным образцовым амперметром, и расчетным значением выходного тока к нормирующе-

му значению преобразователей, отнесенную к нормирующему значению выходного тока, выраженное в процентах. При определении основной приведенной погрешности методом косвенных измерений значения выходного тока заменяются соответствующими значениями напряжения на нагрузке преобразователя.

Расчет основной приведенной погрешности в обоих случаях вести по формуле:

$$\delta = \frac{A_{в.р} - A_{в.о}}{A_{в}} \cdot 100 \quad (1),$$

где  $A_{в.о}$  – действительное значение выходного сигнала, определяемое по образцовому средству измерений;  $A_{в}$  - нормирующее значение равное номинальному значению измеряемого параметра;

$A_{в.р}$  – расчетное значение выходного сигнала, рассчитываемое по формуле:

$$A_{в.р} = (A_o - A_n) \cdot K + A_{в.н.} \quad (2),$$

где  $A_o$  – действительное значение входного сигнала, установленного по образцовому средству измерений;

$K$  – коэффициент преобразования, рассчитываемый по формуле:

$$K = \frac{A_{в.к} - A_{в.н}}{A_k - A_n} \quad (3),$$

где  $A_n$ ,  $A_k$  – начальные и конечные значения диапазона измерений (преобразования) входного сигнала преобразователя соответственно;

$A_{в.н}$ ,  $A_{в.к}$  – начальные и конечные значения выходного сигнала.

Преобразователь считают выдержавшим испытание, если приведенная погрешность преобразователя не превышает предела допускаемой основной погрешности по 1.2.8.

#### 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 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 крытым железнодорожным или автомобильным транспортом по ГОСТ Р 52931-2008.

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

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

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

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

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

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

5.7 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.

5.8 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.

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

## 6 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

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

6.2 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.

6.3 Потребитель лишается права на гарантийный ремонт:

- при несоблюдении потребителем требований 6.2;
- при отсутствии или 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 прибора изготовителю.

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

Приложение А  
(обязательное)

## Общий вид, габаритные и установочные размеры преобразователей

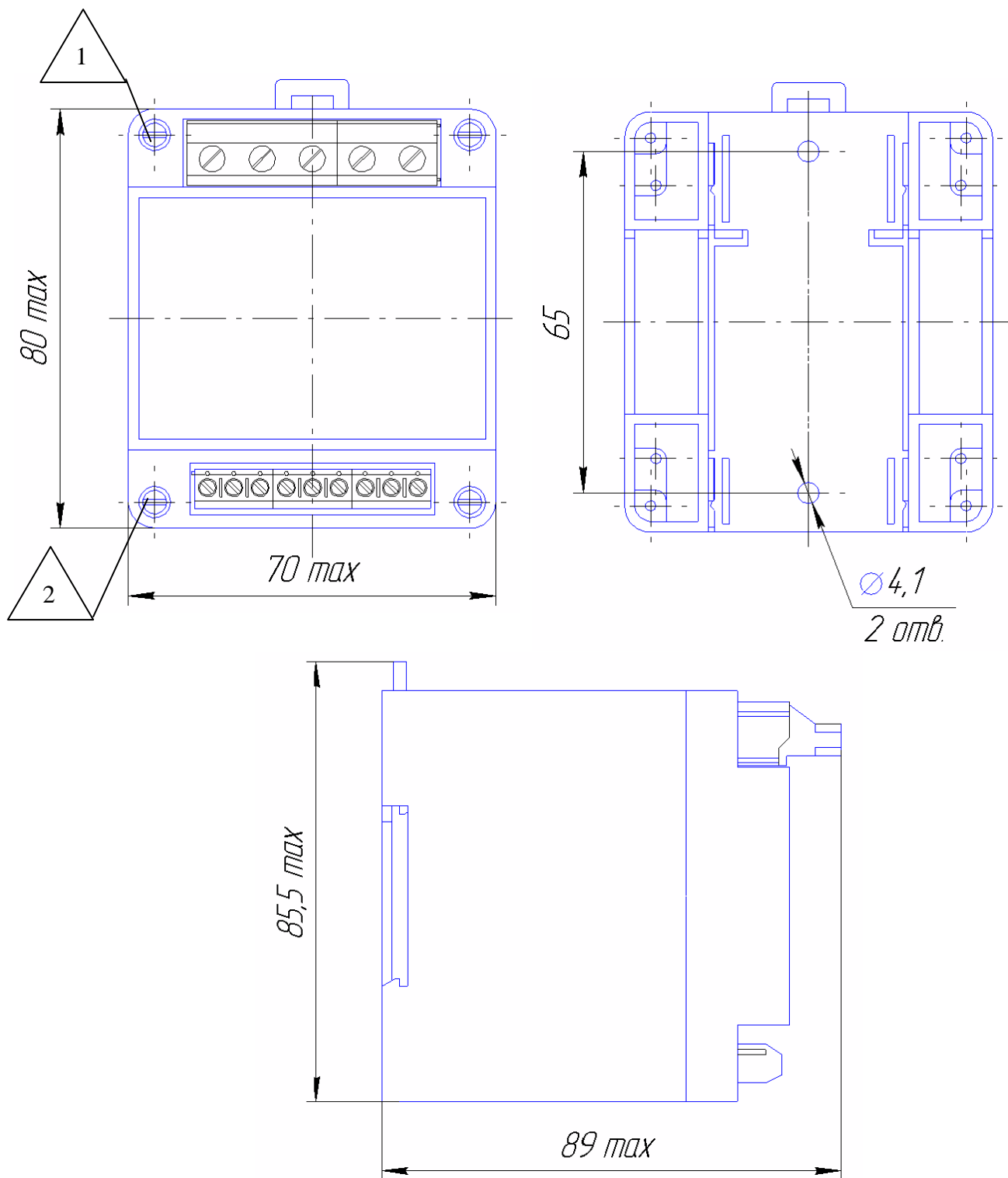


Рисунок А.1 – Габаритные и установочные размеры преобразователя Е854ЭЛ, имеющего исполнение с интерфейсами

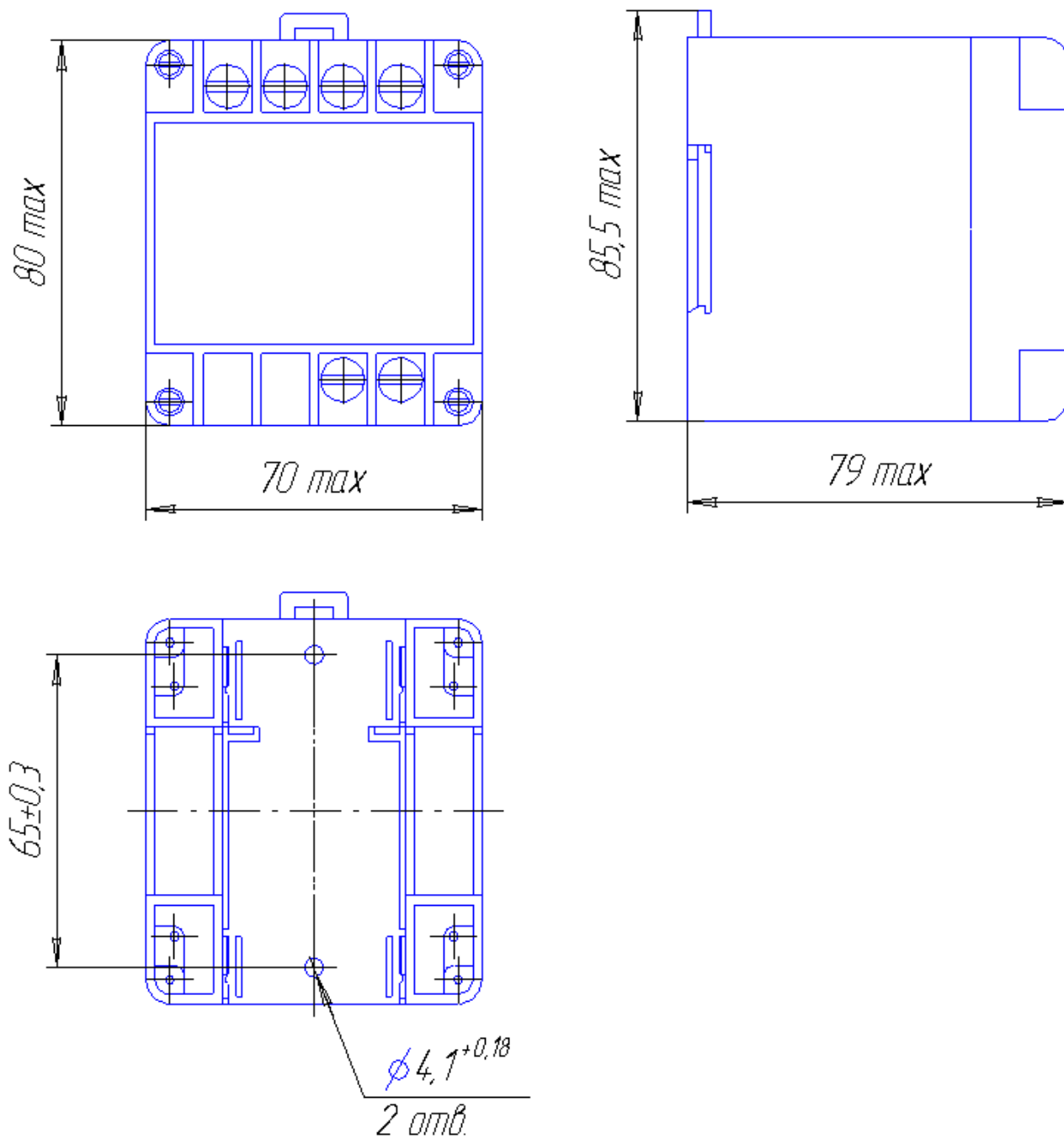
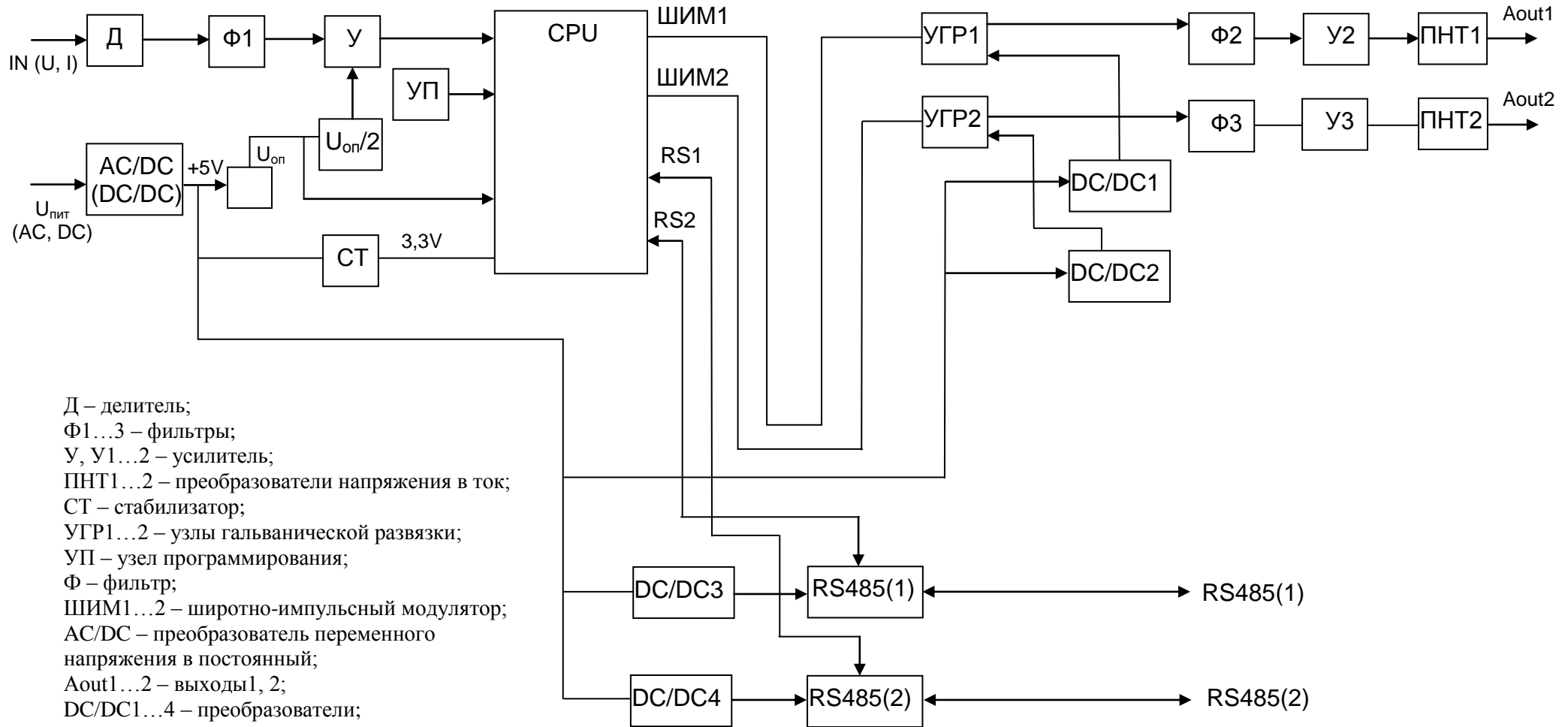


Рисунок А.2 – Габаритные и установочные размеры преобразователя Е854ЭЛ, не имеющего исполнение с интерфейсами

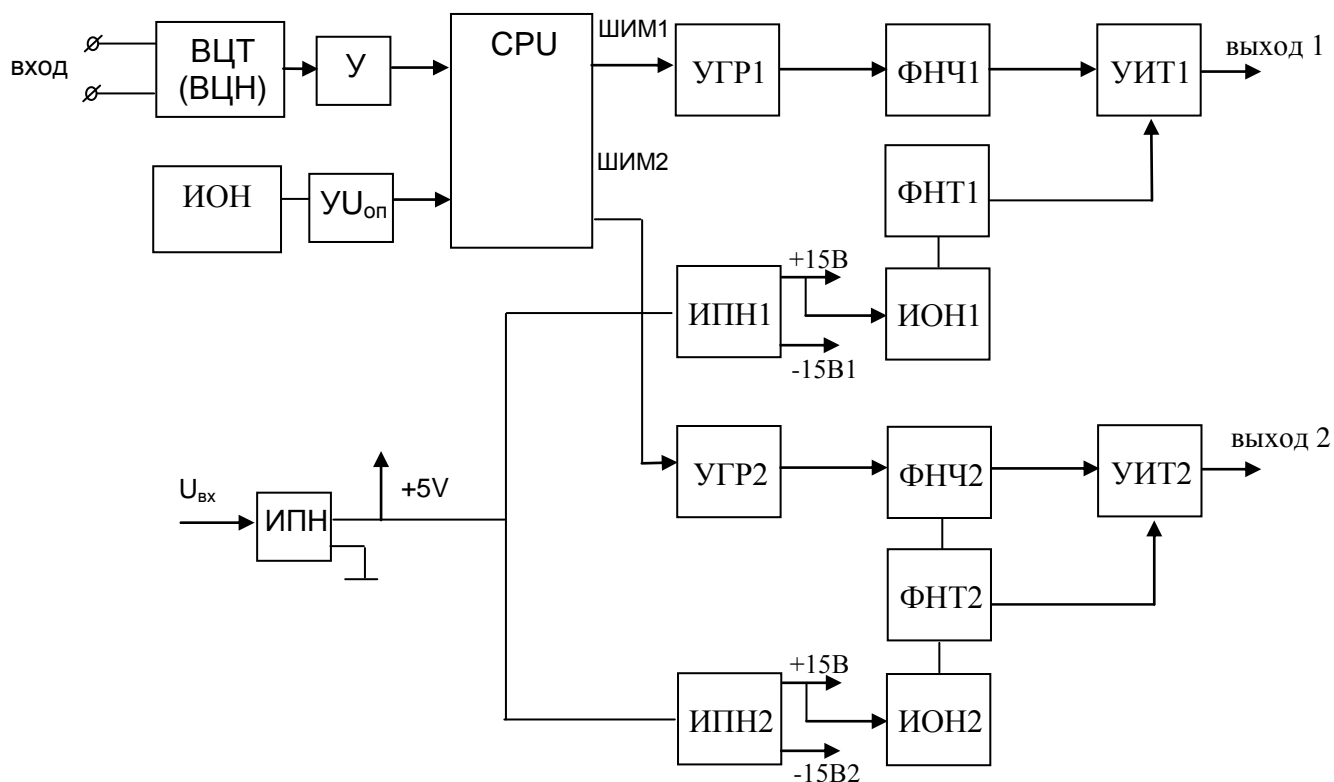
Приложение Б  
(рекомендуемое)  
Структурные схемы преобразователей



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





СРУ – микроконтроллер;

ВЦТ – входная цепь тока;

ВЦН – входная цепь напряжения;

ИОН – источник опорного напряжения;

У – усилитель;

УU<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.

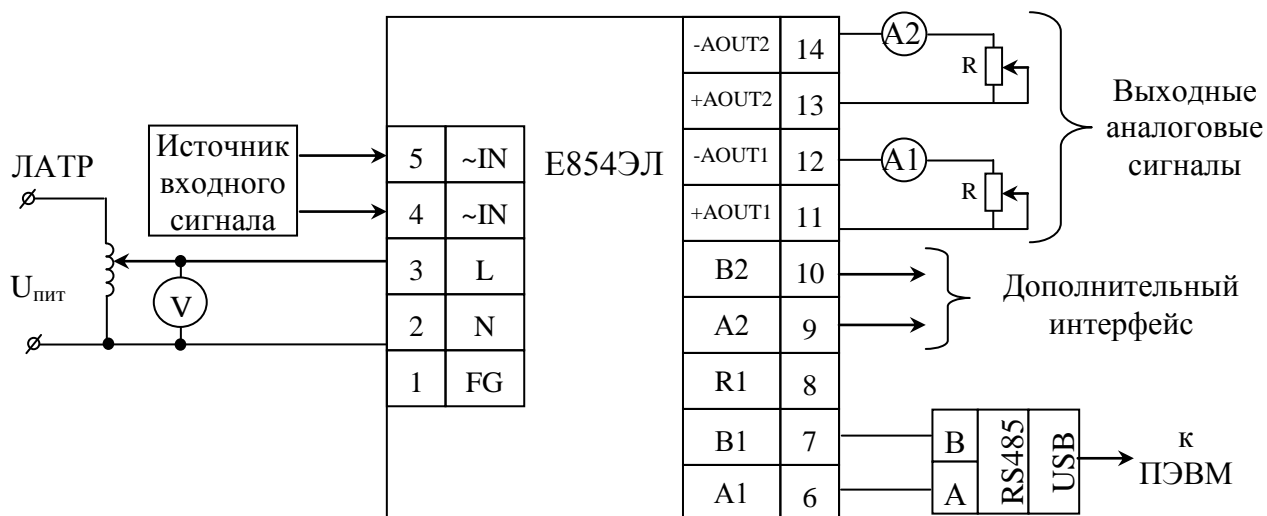
Для одноканальных преобразователей в схеме отсутствуют ИПН2, СГР2, ФНЧ2, ФНТ2, УИТ2.

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

## Приложение В

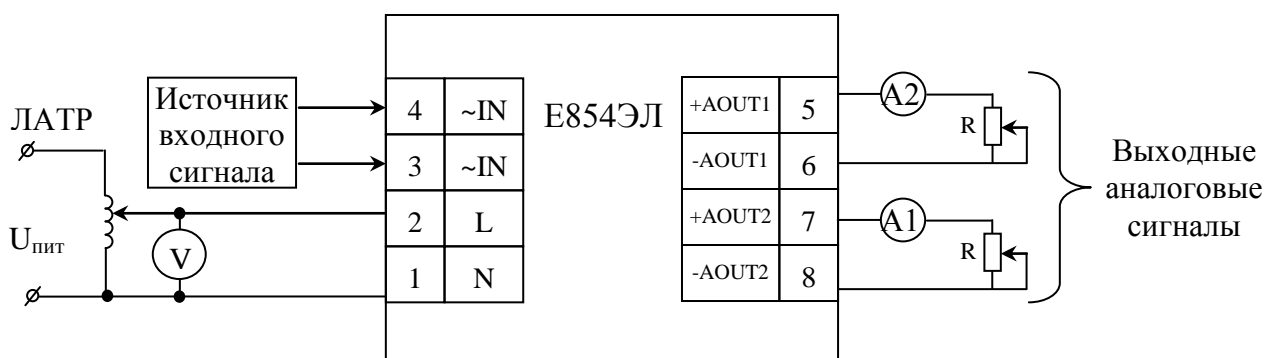
(обязательное)

## Схема внешних подключений преобразователей



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

Рисунок В.1 – Схема подключения преобразователя Е854ЭЛ, имеющего исполнения с интерфейсами



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

Рисунок В.2 – Схема подключения преобразователя Е854ЭЛ, не имеющего исполнения с интерфейсами

Приложение Г  
(обязательное)

Протокол обмена данными по интерфейсу

**Описание обмена данными по последовательному интерфейсу**

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

- физический;
- канальный;
- прикладной.

**Физический уровень** взаимодействия соответствует стандарту «EIA/TIA-485-A».

**Канальный уровень** взаимодействия соответствует стандарту «MODBUS over Serial Line» (Modbus Organization, Inc.) версии 1.02 в режиме передачи RTU.

**Прикладной уровень** взаимодействия соответствует стандарту «MODBUS Application Protocol» (Modbus Organization, Inc.) версии 1.1b.

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

Для представления символов на прикладном уровне используется кодировка стандарта ISO/IEC 10646:2011 и тип кодирования UTF-16LE. Строки представлены как нультерминальные массивы символов без BOM-преамбулы.

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

## **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.

## **2 Реализация прикладного уровня**

Прибор поддерживает два совместимых режима взаимодействия:

- файловый;
- регистровый.

**Файловый режим** более предпочтителен, так как он реализует все возможности прибора.

**Регистровый режим** взаимодействия более прост и реализует только основные возможности прибора: чтение результатов измерений, агрегатных данных, параметров порождаемых ими сигналов и некоторые другие.

### **2.1 Файловый режим взаимодействия**

Принцип файлового взаимодействия состоит в разделении двунаправленного потока информации между Modbus-сервером и Modbus-клиентом на 4 категории, каждая из которых представляет собой файл, как устройство ввода-вывода. Описание файлов представлено в таблице Г.1.

Таблица Г.1 - Стандартные файлы-устройства

Modbus-номер	Название	Описание	Направление информации
1	InfoPage	Страница статической информации	только чтение
2	ConfigPage	Страница конфигурации	чтение/запись
3	ControlPage	Страница управления	только запись
4	StatusPage	Страница динамической информации	только чтение

Ввод-вывод стандартных файлов-устройств осуществляется через стандартный механизм управления файлами (Modbus-функции 20 и 21). По причине неделимости файл *ControlPage* не поддерживает запись по частям.

### 2.1.1 Страница статической информации

Файл *InfoPage* содержит неизменяемую с момента программирования прибора информацию о нем и состоит из двух разделов:

- независимый от модели и основной программы прибора (таблица Г.2);
- зависимый от модели и основной программы прибора (таблица Г.3).

Таблица Г.2 - Элементы независимого раздела файла InfoPage

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
Size	0x00	2	Беззнаковое целое	Длина страницы
ProgramId	0x02	8	Беззнаковое целое	Идентификатор основной программы прибора. <sup>1</sup>
ProgramName	0x0A	50	Строка	Название основной программы прибора
BuildNumber	0x3C	2	Беззнаковое целое	Номер сборки основной программы прибора
MinorVersion	0x3E	1	Беззнаковое целое	Младшая версия основной программы прибора
MajorVersion	0x3F	1	Беззнаковое целое	Старшая версия основной программы прибора

Таблица Г.3 - Элементы зависимого раздела файла InfoPage

Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
0x40	0 и более	Двоичный	Закрытая информация о приборе

### 2.1.2 Страница конфигурации

Файл *ConfigPage* содержит параметры, влияющие на стационарный режим работы прибора. Структура файла приведена в таблице Г.4.

Таблица Г.4 - Элементы файла ConfigPage

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
Flags	0x00	2	Набор флагов	Бинарные атрибуты прибора. Комбинация по ИЛИ значений из таблицы 5 или 0.
PassNumber	0x02	2	Беззнаковое целое	Число-пароль для входа в меню
ScaleType	0x04	1	Беззнаковое целое	Тип шкалы. Одно из значений таблицы 6.
RmsDotPosition	0x05	1	Беззнаковое целое	Позиция десятичной точки на дисплее передней панели прибора для среднеквадратического значения. Значение 0 задает крайнее правое положение. Каждое последующее увеличение значения на единицу сдвигает точку на 1 разряд влево.
FreqDotPosition	0x06	1	Беззнаковое целое	Позиция десятичной точки на дисплее передней панели прибора для значения частоты. Значение 0 задает крайнее правое положение. Каждое последующее увеличение значения на единицу сдвигает точку на 1 разряд влево.

Продолжение таблицы Г.4

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
DisplayUpdateTime	0x07	1	Беззнаковое целое	Период обновления значений на дисплее в 100-миллисекундных интервалах
NominalInputValue	0x08	4	Число одинарной точности	Номинальное значение величины реального входного электрического сигнала в единицах, заданных полем UnitText
NominalOutputValue	0x0C	4	Число одинарное точности	Номинальное значение величины измеряемого электрического сигнала в единицах, заданных полем ScaledUnitText
UnitText	0x10	8	Массив символов из 4 элементов	Текстовое представление единицы измерения реального входного электрического сигнала
ScaledUnitText	0x18	8	Массив символов из 4 элементов	Текстовое представление единицы измерения измеряемого электрического сигнала
ZeroOffset	0x20	4	Знаковое дробное с фиксированной точкой (16.16)	Значение постоянной составляющей сигнала в единицах драйвера АЦП
RmsNormalizationFactor	0x24	8	Беззнаковое дробное с фиксированной точкой (17.47)	Калибруемый коэффициент нормализации среднеквадратического значения основной величины во внутренних единицах подсчета к диапазону 0.0 .. 1.0 формата дробного числа с фиксированной точкой (1.63), где значение 1.0 соответствует номинальному значению основной величины. Представляет собой отношение числа к номинальному среднеквадратическому значению основной величины во внутренних единицах подсчета, увеличенному в раз.

Продолжение таблицы Г.4

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
FreqNormalizationFactor	0x2C	8	Беззнаковое дробное с фиксированной точкой (32.32)	Калибруемая частота, с которой драйвер АЦП выдает выборки после передискретизации и фильтрации. Задается в герцах.
AveragingTime	0x34	2	Беззнаковое целое	Период усреднения значений измеряемых величин для формирования текущих публикуемых значений. Задается в миллисекундах.
—	0x36	2	—	Зарезервировано
RmsCorrectionCoeffs	0x38	24	Массив чисел одинарной точности из 6 элементов	Коэффициенты полинома коррекции среднеквадратического значения основной измеряемой величины. Индекс элемента массива соответствует степени аргумента.
FreqCorrectionCoeffs	0x50	16	Массив чисел одинарной точности из 4 элементов	Коэффициенты полинома коррекции значения частоты. Индекс элемента массива соответствует степени аргумента.
ThresholdHighFactor	0x60	2	Беззнаковое дробное с фиксированной точкой (0.16)	Коэффициент отношения сверхноминального значения от порогового публикуемого значения основной величины к номинальному. Пример: коэффициент 0.3 соответствует перегрузке 30%.
ThresholdLowFactor	0x62	2	Беззнаковое дробное с фиксированной точкой (0.16)	Коэффициент отношения минимального значения основной величины, которое не приравнивается к нулю, к номинальному
SerialIO	0x64	16	Массив структур из 2 элементов, описанных в таблице 7	Параметры последовательных портов ввода-вывода

Продолжение таблицы Г.4



Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
AnalogOut	0x74	56	Массив структур из 2 элементов, описанных в таблице 9	Параметры аналоговых выходов
DiscreteOut	0xAC	16	Массив структур из 2 элементов, описанных в таблице 12	Параметры дискретных выходов
DigitalOut	0xBC	24	Массив структур из 2 элементов, описанных в таблице 15	Параметры цифровых выходов

Таблица Г.5 - Бинарные атрибуты прибора

Идентификатор	Значение	Описание
SF_MEASUREMENT_MODE_AC	0x0001	Включает динамическую подстройку смещения нуля. Если не используется, то смещение является статическим и определяется значением поля ZeroOffset страницы конфигурации.

Таблица Г.6 - Типы шкал

Идентификатор	Значение	Описание
ST_PERCENT	0	Процентная шкала
ST_INPUT	1	Диапазон реального входного электрического сигнала, заданный полем NominalInputValue страницы конфигурации
ST_OUTPUT	2	Диапазон измеряемого электрического сигнала, заданный полем NominalOutputValue страницы конфигурации
ST_FULL	3	Шкала, соответствующая максимальному разрешению

Таблица Г.7 - Элементы структуры SERIAL\_IO\_SETTINGS

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
Baudrate	0x00	4	Беззнаковое целое	Скорость порта в бит/с. Значение 0 отключает порт.
ParityStopBits	0x04	1	Беззнаковое целое	Идентификатор формата кадра. Одно из значений, описанных в таблице 8.
Address	0x05	1	Беззнаковое целое	Адрес прибора. Значение 0 недопустимо.
PrimaryMode	0x06	1	Беззнаковое целое	Режим активности цифрового выхода
—	0x07	1	—	Зарезервировано

Таблица Г.8 - Форматы кадров портов ввода-вывода

Идентификатор	Контроль	Стоп-биты
0	нет	0.5
1	нет	1
2	нет	1.5
3	нет	2
4	нечетность	0.5
5	нечетность	1
6	нечетность	1.5
7	нечетность	2
8	четность	0.5
9	четность	1
10	четность	1.5
11	четность	2

Таблица Г.9 - Элементы структуры ANALOG\_OUT\_SETTINGS

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
Flags	0x00	2	Набор флагов	Бинарные атрибуты аналогового выхода. Комбинация по ИЛИ значений из таблицы 10 или 0.
ValueId	0x02	1	Беззнаковое целое	Идентификатор выводимой величины. Одно из значений, описанных в таблице 11.
—	0x03	1	—	Зарезервировано
InputMinFactor	0x04	4	Беззнаковое дробное с фиксированной запятой (1.31)	Минимальное значение нормализованного значения основной величины диапазона, отображаемого на выход
InputMaxFactor	0x08	4	Беззнаковое дробное с фиксированной запятой (1.31)	Максимальное значение нормализованного значения основной величины диапазона, отображаемого на выход
OutputMinValue	0x0C	2	Знаковое целое	Минимальное выходное значение. Единица измерения любая <sup>2</sup> .
OutputMaxValue	0x0E	2	Знаковое целое	Максимальное выходное значение. Единица измерения любая <sup>2</sup> .
NominalMinValue	0x10	2	Знаковое целое	Номинальное минимальное выходное значение. Единица измерения любая <sup>2</sup> .
NominalMaxValue	0x12	2	Знаковое целое	Номинальное максимальное выходное значение. Единица измерения любая <sup>2</sup> .
MinFillFactor	0x14	4	Беззнаковое дробное с фиксированной запятой (0.32)	Калибруемое внутреннее выходное значение, при котором достигается номинальное минимальное выходное значение
MaxFillFactor	0x18	4	Беззнаковое дробное с фиксированной запятой (0.32)	Калибруемое внутреннее выходное значение, при котором достигается номинальное максимальное выходное значение

Таблица Г. 10 - Бинарные атрибуты аналогового выхода

Идентификатор	Значение	Описание
AOF_INVERSION	0x0001	Инверсный выход. Минимальное и максимальное значения выходного диапазона меняются местами.
AOF_STRICT	0x0002	Строгий режим. Значения, выходящие за границы номинального диапазона, приравниваются к граничным значениям.

Таблица Г.11 - Идентификаторы измеряемых величин

Идентификатор	Значение	Описание
VI_NONE	0	Пустая абстрактная величина
VI_FREQUENCY	1	Частота
VI_RMS	2	Среднеквадратическое значение

Таблица Г.12 - Элементы структуры DISCRETE\_OUT\_SETTINGS

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
Mode	0x00	1	Беззнаковое целое	Комбинация по ИЛИ одного значения из таблицы 13 и любого количества флагов из таблицы 14
ValueId	0x01	1	Беззнаковое целое	Идентификатор отслеживаемой величины. Одно из значений, описанных в таблице 11.
Level	0x02	2	Беззнаковое дробное с фиксированной точкой (1.15)	Отслеживаемый порог значения величины или центр отслеживаемой переходной зоны в единицах нормализованной шкалы
TransitDelta	0x04	2	Беззнаковое дробное с фиксированной точкой (0.16)	Разброс отслеживаемой переходной зоны значения величины в единицах нормализованной шкалы
LevelHysteresis	0x06	2	Беззнаковое дробное с фиксированной точкой (0.16)	Гистерезис по значению величины в единицах нормализованной шкалы

Продолжение таблицы Г.12

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
OnTimeHisteresis	0x08	2	Беззнаковое целое	Гистерезис по времени — минимальное время нахождения в состоянии логической "1" в миллисекундах
OffTimeHisteresis	0x0A	2	Беззнаковое целое	Гистерезис по времени — минимальное время нахождения в состоянии логического "0" в миллисекундах

Таблица Г.13 - Режимы работы дискретного выхода

Идентификатор	Значение	Описание
DOM_OFF	0	Выход выключен
DOM_BOUND_CROSS	1	На выходе логическая "1" при превышении величиной значения, заданного полем Level структуры DISCRETE_OUT_SETTINGS с учетом гистерезиса, заданного полем LevelHysteresis той же структуры; в остальных случаях — логический "0"
DOM_TRANSIT_ZONE	2	На выходе логическая "1" при нахождении значения величины в переходной зоне, заданной полями Level и TransitDelta структуры DISCRETE_OUT_SETTINGS с учетом гистерезиса, заданного полем LevelHysteresis той же структуры; в остальных случаях — логический "0"

Таблица Г.14 - Бинарные атрибуты дискретного выхода

Идентификатор	Значение	Описание
DOM_INVERT_FLAG	0x80	Инверсный выход
DOM_DISP_FLASH_FLAG	0x40	Мигание при нахождении в состоянии логической "1" (с учетом инверсии)

Таблица Г.15 - Элементы структуры DIGITAL\_OUT\_SETTINGS

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
ValueId	0x00	1	Беззнаковое целое	Идентификатор выводимой величины. Одно из значений, описанных в таблице 11.
ScaleType	0x01	1	Беззнаковое целое	Тип шкалы базового значения выводимой величины. Одно из значений таблицы 6.
Multiplier	0x02	1	Знаковое целое	Коэффициент масштабирования. Представляет собой десятичную экспоненту, на которую умножается базовое значение выводимой величины.
Format	0x03	1	Беззнаковое целое	Формат цифрового выхода. Одно значение из таблицы 16.
OutPortIndex	0x04	1	Беззнаковое целое	Индекс порта для вывода
DestDevAddress	0x05	1	Беззнаковое целое	Modbus-адрес устройства назначения
DestRegAddress	0x06	2	Беззнаковое целое	Адрес Modbus-регистра устройства назначения
PeriodTime	0x08	2	Беззнаковое целое	Период вывода величины в миллисекундах
—	0x0A	2	—	

Таблица Г.16 - Форматы цифрового выхода

Идентификатор	Значение	Описание
DOF_UINT16_10	0x00	Беззнаковое целое 16-битное число, имеющее в блоке данных Modbus (PDU) прямой порядок байт
DOF_UINT16_01	0x01	Беззнаковое целое 16-битное число, имеющее в блоке данных Modbus (PDU) обратный порядок байт
DOF_FLOAT_1032	0x10	Число одинарной точности, имеющее в блоке данных Modbus (PDU) смешанный порядок байт. 16-битные слова имеют прямой порядок байт, но следуют друг за другом в обратном порядке
DOF_FLOAT_0123	0x11	Число одинарной точности, имеющее в блоке данных Modbus (PDU) обратный порядок байт
DOF_FLOAT_3210	0x12	Число одинарной точности, имеющее в блоке данных Modbus (PDU) прямой порядок байт

### 2.1.3 Страница управления

Файл *ControlPage* имеет одну из структур команд управления прибором, описанных в таблице Г.17. Элементы структур возможных команд описаны в таблицах Г.18 – Г.21.

Таблица Г.17 - Команды управления прибором

Идентификатор структуры команды	Описание
INPUT_CALIBRATION_START	Запуск калибровки входного аналогового каскада
INPUT_CALIBRATION_ABORT	Прерывание калибровки входного аналогового каскада
ANALOG_OUT_SET_TEST_STATE	Установка тестового режима и состояния выходного аналогового каскада.
ANALOG_OUT_SET_NORMAL_MODE	Установка стационарного рабочего режима выходного аналогового каскада.

Таблица Г.18 - Элементы структуры INPUT\_CALIBRATION\_START

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
Id	0x00	1	Беззнаковое целое	Идентификатор (равен 0x10)
Rms	0x01	4	Число одинарной точности	Эталонное среднеквадратичное значение основной измеряемой величины в единицах измерения реального входного электрического сигнала
Frequency	0x05	4	Беззнаковое дробное с фиксированной точкой (16.16)	Эталонная частота в герцах
Duration	0x09	2	Беззнаковое целое	Длительность калибровки в миллисекундах

Таблица Г.19 - Элементы структуры INPUT\_CALIBRATION\_ABORT

Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
0x00	1	Беззнаковое целое	Идентификатор (равен 0x11)

Таблица Г.20 - Элементы структуры ANALOG\_OUT\_SET\_TEST\_STATE

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в бай- тах)	Формат	Описание
Id	0x00	1	Беззнаковое целое	Идентификатор (равен 0x20)
nOutput	0x01	1	Беззнаковое целое	Индекс аналогового канала
FillFactor	0x02	4	Беззнаковое дробное с фик- сированной точкой (0.32)	Внутреннее выходное значение. Пред- ставляет собой коэффициент доли ап- паратно-возможного выходного диапа- зона

Таблица Г.21 - Элементы структуры ANALOG\_OUT\_SET\_NORMAL\_MODE

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в бай- тах)	Формат	Описание
Id	0x00	1	Беззнаковое целое	Идентификатор (равен 0x21)
nOutput	0x01	1	Беззнаковое целое	Индекс аналогового канала

### 2.1.4 Страница динамической информации

Файл *StatusPage* содержит информацию о текущем состоянии прибора. Его структура приведена в таблице Г.22.



Таблица Г.22 - Элементы файла StatusPage

Идентификатор	Смещение (в байтах)	Длина (в байтах)	Формат	Описание
InCalibStatus	0x00	1	Беззнаковое целое	Статус калибровки входного аналогового каскада
AnOutsTestStatus	0x01	1	Массив бит	Набор статусов тестирования аналоговых выходов. Представляет собой массив битов, где индекс бита соответствует индексу аналогового выхода. Недействующие биты заполняются нулями. Остальные биты имеют значение "1", если соответствующий аналоговый выход находится в состоянии тестирования, и значение "0" в остальных случаях.
RawFreq	0x02	4	Число одинарной точности	Частота измеряемого электрического сигнала в герцах без корректировки
RawInRms	0x06	4	Число одинарной точности	Среднеквадратичное значение основной измеряемой величины реального входного электрического сигнала без корректировки. Единица измерения задана полем UnitText страницы конфигурации.
CorrectFreq	0x0A	4	Число одинарной точности	Частота измеряемого электрического сигнала в герцах
CorrectInRms	0x0E	4	Число одинарной точности	Среднеквадратичное значение основной величины реального входного электрического сигнала. Единица измерения задана полем UnitText страницы конфигурации.
CorrectOutRms	0x12	4	Число одинарной точности	Среднеквадратичное значение основной величины измеряемого электрического сигнала. Единица измерения задана полем ScaledUnitText страницы конфигурации.

## 2.2 Регистровый режим взаимодействия

Регистровый режим взаимодействия оперирует помимо регистров *единицами данных*. За единицу данных принимается значение какой-либо величины, представляемое одним или группой последовательных Modbus-регистров.

Регистровый режим взаимодействия реализует только чтение регистров посредством Modbus-функции с кодом 4.

Определены следующие структуры единиц данных:

- А (описание формата в таблице Г.23).

В таблице Г.24 представлено распределение имеющихся единиц данных в адресном пространстве Modbus.

Таблица Г.23 - Группа регистров структуры А

Смещение адреса в группе	Формат
0x0000	Старшие 16 бит числа одинарной точности
0x0001	Младшие 16 бит числа одинарной точности
0x0002	Младшие 16 бит с инверсным порядком байт числа одинарной точности
0x0003	Старшие 16 бит с инверсным порядком байт числа одинарной точности

Таблица Г.24 - Адресная карта единиц данных

Начальный адрес	Структура	Описание
0x0002	А	Частота измеряемого электрического сигнала в герцах
0x0006	А	Среднеквадратичное значение основной измеряемой величины реального входного электрического сигнала. Единица измерения задана полем UnitText страницы конфигурации.
0x000A	А	Среднеквадратичное значение основной величины измеряемого электрического сигнала. Единица измерения задана полем ScaledUnitText страницы конфигурации.