

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
МОЩНОСТИ ТРЕХФАЗНЫХ СЕТЕЙ
ФЕ1883–АД**

Руководство по эксплуатации

ЗПА.499.032 РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	3
2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	4
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	4
4 ОПИСАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ И ПРИНЦИП ЕГО РАБОТЫ	5
4.1 Назначение	5
4.2 Технические характеристики	7
4.3 Устройство и работа преобразователя	20
4.4 Маркировка и пломбирование	24
4.5 Упаковка	25
5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	26
5.1 Эксплуатационные ограничения	26
5.2 Подготовка к использованию	26
5.3 Использование	28
5.4 Действие в экстремальных условиях	28
6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	29
6.1 Меры безопасности	29
6.2 Порядок технического обслуживания	29
7 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ	30
7.1 Операции поверки	30
7.2 Средства поверки	31
7.3 Требования безопасности при поверке	32
7.4 Условия поверки	32
7.5 Подготовка к поверке	32
7.6 Проведение поверки	32
8 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	42
8.1 Возможные неисправности и способы их устранения	42
8.2 Сведения о замене компонентов при ремонте	42
9 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	43
Приложение А	44
Приложение Б	47
Приложение В	49
Приложение Г	50
Приложение Д	60

Настоящее Руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими характеристиками, устройством, монтажом и обслуживанием преобразователей измерительной мощности трехфазных сетей ФЕ1883–АД (в дальнейшем – преобразователей), изготовленных по ТУ 4389–0183–05755097–05, и содержит технические данные, описание, указание по использованию и техническому обслуживанию, а также сведения об упаковке, транспортированию и хранению.

1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ 12.2.007.0–75 – Изделия электротехнические. Требования безопасности.

ГОСТ 14254–96 – Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).

ГОСТ 15150–69 – Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

ГОСТ 17516.1–90 – Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам.

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

ГОСТ 24855–81 – Преобразователи измерительные тока, напряжения, мощности, частоты, сопротивления аналоговые. Общие технические условия.

ГОСТ 25804.1–25804.8–83 – Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных станций.

ГОСТ 30805.22-2013– Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи промышленные. Нормы и методы измерений.

ГОСТ 32137-2013– Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 52931–2008 – Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

НП–031–2001 – Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций.

– Специальные условия поставки оборудования, приборов, материалов и изделий для объектов атомной энергетики.

НП–001–97 – Общие положения обеспечения безопасности атомных станций.

ПР 50.2.006–94 – ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.

ПР 50.2.007–2001 – ГСИ. Поверительные клейма.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем Руководстве по эксплуатации применяются термины, приведённые ниже – преобразователи измерительные мощности трехфазных сетей ФЕ1883–АД (в дальнейшем – преобразователи).

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Преобразователи, по способу защиты человека от поражения электрическим током, относятся к классу II ГОСТ 12.2.007.0.

3.2 Преобразователи «ОИАЭ» исполнения могут использоваться в устройствах атомных станций, относящихся к классу 3 по НП-001.

3.3 Степень защиты корпуса преобразователей от воздействия твёрдых тел и воды по ГОСТ 14254 – IP20.

3.4 Корпус преобразователей выполнен из трудно горючего материала, который не воспламеняется сам и не поддерживает горение.

3.5 К работе с преобразователями допускаются лица, ознакомившиеся с Руководством по эксплуатации преобразователей, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 ОПИСАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ И ПРИНЦИП ЕГО РАБОТЫ

4.1 Назначение

4.1.1 Преобразователи предназначены для применения в трехпроводных и четырехпроводных электрических сетях переменного трехфазного тока частотой 50 Гц.

Преобразователи как автономно, так и в составе информационно-измерительных систем, могут применяться для контроля параметров электрических установок, в аппаратуре технической диагностики, для комплексной автоматизации объектов атомной энергетики и в других областях промышленности, где необходимы многоканальные измерения и контроль следующих параметров:

- действующих значений фазных напряжений и фазных токов четырехпроводных сетей;
- действующих значений двух линейных (междуфазных) напряжений и двух линейных токов трехпроводных сетей;
- частоты сети;
- активной, реактивной и полной мощности фаз нагрузки четырехпроводных сетей;
- суммарной активной мощности, суммарной реактивной мощности, суммарной полной мощности трехпроводных и четырехпроводных сетей.

Результаты измерений всех параметров выдаются в цифровом виде по интерфейсу RS-485. Кроме того, преобразователи имеют функцию линейного преобразования в выходные унифицированные сигналы постоянного тока двух из следующих измеряемых параметров:

- суммарной активной мощности;
- суммарной реактивной мощности;
- суммарной полной мощности;
- или по заказу потребителя.

Преобразователи для трехпроводных сетей имеют одно реле с переключающим контактом, а преобразователи для четырехпроводных сетей имеют три реле, которые могут быть использованы для коммутации внешних цепей сигнализации и управления, в зависимости от изменения уровня измеряемых параметров.

4.1.2 Преобразователи выпускаются в следующих исполнениях:

- «ОИАЭ» – оборудование, поставляемое на объекты использования атомной энергии – с приемкой ОТК и приемкой Представителя УО (уполномоченной организации) Заказчика;
- «ОП» – оборудование, поставляемое на общепромышленные объекты – с приемкой ОТК.

Преобразователи ОИАЭ исполнения относятся:

- по НП-001 (ПНАЭ Г–01–011) – к классам безопасности 3 или 4;
- по НП-031– к категории сейсмостойкости II.
- по СТО 1.1.1.07.001.0675 – к группам размещения 1.4 и 2.3.

Кроме того, преобразователи обоих исполнений относятся:

- к изделиям третьего порядка по ГОСТ Р 52931;
- в части воздействия климатических факторов – к изделиям группы исполнения ТМ 4.1 по ГОСТ 15150 (с расширением диапазона рабочих температур и относительной влажности);
- в части стойкости к воздействию внешних механических факторов – к изделиям группы исполнения М40 по ГОСТ 17516.1.

4.1.3 Рабочие условия применения преобразователей:

- температура окружающего воздуха от минус 10 до плюс 50 °С;
- относительная влажность до 95 % при 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питания в соответствии с 4.2.20.

4.1.4 Преобразователи являются сейсмостойкими, т.е. обеспечивают работоспособность при сейсмических нагрузках максимального расчетного землетрясения (МРЗ) интенсивностью 8 баллов и уровне установки над нулевой отметкой до 25 м.

4.1.5 Условия электромагнитной совместимости:

- радиопомехи от преобразователя соответствуют требованиям класса Б по ГОСТ 30805.22;
- по устойчивости к помехам преобразователи отвечают требованиям, предъявляемым к группе III по ГОСТ 32137 критерий качества функционирования – В.

4.1.6 Преобразователи являются восстанавливаемыми многоканальными и многофункциональными изделиями.

4.1.7 Конструкция преобразователей обеспечивает возможность их крепления на симметричную шину TS 35 (стандарт DIN EN 50022), на панель или на щит.

4.2 Технические характеристики

4.2.1 Условное обозначение заказа преобразователя:

ФЕ1883 – АД – X – X – X – X – X – X

Тип прибора _____

Диапазон измерений входного напряжения: _____

Код	Диапазон измерений
1	12 – 69,3 В; (48,5 – 69,3 В)*
2	20 – 120 В; (80 – 120 В)*
3	40 – 264 В; (170 – 264 В)*
4	80 – 456 В

Схема подключения: _____

3 – трехпроводная;

4 – четырехпроводная.

Диапазон измерений входного тока: _____

Код	Диапазон измерений
1	0,01 – 1 А
2	0,025 – 2,5 А
3	0,05 – 5 А
4	**

Диапазон измерений коэффициента мощности $\cos\phi$ ($\sin\phi$) и диапазон изменения выходного унифицированного сигнала постоянного тока: _____

Код	Диапазон измерения коэффициента мощности $\cos\phi$ ($\sin\phi$)	Диапазон изменения выходного унифицированного сигнала постоянного тока, мА
01	0–1–0	0–5
11	0–минус 1–0–1–0	0–2,5–5
02	0–1–0	0–20
12	0–минус 1–0–1–0	0–10–20
03	0–1–0	4–20
13	0–минус 1–0–1–0	4–12–20

Наименование измеряемых параметров, преобразуемых в выходные унифицированные сигналы постоянного тока: _____

1 - суммарная активная мощность и суммарная реактивная мощность;

2 - суммарная активная мощность и суммарная полная мощность;

N - параметры по заказу потребителя.

Напряжение питания: _____

1 – 220 В переменного тока;

2 – 24 В постоянного тока;

3 – от измеряемой сети.

Примечания:

- 1) * Для преобразователей с питанием от измеряемой сети;
- 2) ** Диапазон измерения входного тока определяется внешним токовым трансформатором, имеющим выход по напряжению. Например, при использовании трансформаторов тока фирмы «TALEMA» диапазон измерения входного тока может быть от 5 до 200 А.

4.2.2 Кодированные обозначения исполнений преобразователей в зависимости от диапазона измерения входного напряжения, схемы подключения, диапазона измерения входного тока, диапазона измерения коэффициента мощности ($\cos\varphi$ – для активной мощности и $\sin\varphi$ – для реактивной мощности) и диапазона изменения выходного унифицированного сигнала постоянного тока, измеряемых параметров, преобразуемых в выходные унифицированные сигналы постоянного тока, напряжения питания соответствуют указанным в таблицах 1 – 4.

4.2.2.1 Кодированные обозначения исполнений преобразователей в зависимости от диапазона измерения входного напряжения, схемы подключения, диапазона измерения входного тока соответствуют указанным в таблице 1.

Таблица 1

Кодированное обозначение исполнения преобразователя	Диапазон измерения входного напряжения, В	Схема подключения	Диапазон измерения входного тока, А
ФЕ1883-АД-1-4-1-XX-X-X	12-69,3 (48,5-69,3) *	четырёх-проводная	0,01-1
ФЕ1883-АД-1-4-2-XX-X-X			0,025-2,5
ФЕ1883-АД-1-4-3-XX-X-X			0,05-5
ФЕ1883-АД-1-3-1-XX-X-X		трех-проводная	0,01-1
ФЕ1883-АД-1-3-2-XX-X-X			0,025-2,5
ФЕ1883-АД-1-3-3-XX-X-X			0,05-5
ФЕ1883-АД-2-4-1-XX-X-X	20-120 (80-120) *	четырёх-проводная	0,01-1
ФЕ1883-АД-2-4-2-XX-X-X			0,025-2,5
ФЕ1883-АД-2-4-3-XX-X-X			0,05-5
ФЕ1883-АД-2-3-1-XX-X-X		трех-проводная	0,01-1
ФЕ1883-АД-2-3-2-XX-X-X			0,025-2,5
ФЕ1883-АД-2-3-3-XX-X-X			0,05-5
ФЕ1883-АД-3-4-1-XX-X-X	40-264 (170-264) *	четырёх-проводная	0,01-1
ФЕ1883-АД-3-4-2-XX-X-X			0,025-2,5
ФЕ1883-АД-3-4-3-XX-X-X			0,05-5
ФЕ1883-АД-3-4-4-XX-X-X			**
ФЕ1883-АД-4-3-1-XX-X-X	80-456	трех-проводная	0,01-1
ФЕ1883-АД-4-3-2-XX-X-X			0,025-2,5
ФЕ1883-АД-4-3-3-XX-X-X			0,05-5
ФЕ1883-АД-4-3-4-XX-X-X			**

Примечания

1 * Для преобразователей с питанием от измеряемой сети.

2 ** Диапазон измерения входного тока определяется внешним токовым трансформатором, имеющим выход по напряжению. Например, при использовании трансформаторов тока фирмы «TALEMA» диапазон измерения входного тока может быть от 5 до 200 А.

3 Возможны и другие диапазоны измерений по согласованию между заказчиком и изготовителем.

4.2.2.2 Кодированные обозначения исполнений преобразователей в зависимости от диапазона измерения коэффициента мощности ($\cos\varphi$ – для активной мощности и $\sin\varphi$ – для реактивной мощности), диапазона изменения выходного унифицированного сигнала постоянного тока и сопротивление нагрузки соответствуют указанным в таблице 2.

Таблица 2

Кодированное обозначение исполнения преобразователя	Диапазон измерения коэффициента мощности $\cos\varphi$ ($\sin\varphi$)	Диапазон изменения выходного унифицированного сигнала постоянного тока, мА	Сопротивление нагрузки, Ом
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-01-Х-Х	0-1-0	0-5	0-2500
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-11-Х-Х	0-минус 1-0-1-0	0-2,5-5	
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-02-Х-Х	0-1-0	0-20	0-500
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-12-Х-Х	0-минус 1-0-1-0	0-10-20	
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-03-Х-Х	0-1-0	4-20	
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-13-Х-Х	0-минус 1-0-1-0	4-12-20	

4.2.2.3 Кодированные обозначения исполнений преобразователей в зависимости от измеряемых параметров, преобразуемых в выходные унифицированные сигналы постоянного тока, соответствуют указанным в таблице 3.

Таблица 3

Кодированное обозначение исполнения преобразователя	Наименование измеряемых параметров, преобразуемых в выходные унифицированные сигналы постоянного тока
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-XX-1-Х	Суммарная активная мощность и суммарная реактивная мощность
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-XX-2-Х	Суммарная активная мощность и суммарная полная мощность
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-XX-N-Х	Параметры по заказу потребителя

4.2.2.4 Кодированные обозначения исполнений преобразователей в зависимости от напряжения питания соответствуют указанным в таблице 4.

Таблица 4

Кодированное обозначение исполнения преобразователя	Номинальное напряжение питания
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-ХХ-Х-1	~220 В
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-ХХ-Х-2	=24 В
ФЕ1883-АД-Х-Х-Х-ХХ-Х-3	от измеряемой сети *
<i>Примечание – * Только для преобразователей с конечными значениями диапазона измерений входного напряжения 69,3 В, 120 В и 264 В.</i>	

4.2.3 Преобразователи обеспечивают:

- 1) измерение параметров трехфазных электрических сетей в соответствии с таблицей 5 (для четырехпроводных сетей) и таблицей 6 (для трехпроводных сетей);
- 2) выдачу результатов измерений в цифровом виде по интерфейсу RS-485;
- 3) линейное преобразование измеряемых параметров (в зависимости от исполнения) в выходные унифицированные сигналы постоянного тока;
- 4) релейную сигнализацию по заданным уставкам.

Таблица 5

Кодированное обозначение исполнений преобразователей	Наименование измеряемого параметра четырехпроводной сети	Обозначение измеряемого параметра
ФЕ1883-АД-Х-4-Х-ХХ-Х-Х	Действующее значение фазного напряжения	U_A, U_B, U_C
	Действующее значение фазного (линейного) тока	I_A, I_B, I_C
	Активная мощность фазы нагрузки	P_A, P_B, P_C
	Суммарная активная мощность	P
	Реактивная мощность фазы нагрузки	Q_A, Q_B, Q_C
	Суммарная реактивная мощность	Q
	Полная мощность фазы нагрузки	S_A, S_B, S_C
	Суммарная полная мощность	S
	Частота сети	f

Таблица 6

Кодированное обозначение исполнений преобразователей	Наименование измеряемого параметра трехпроводной сети	Обозначение измеряемого параметра
ФЕ1883-АД-Х-3-Х-ХХ-Х-Х	Действующее значение линейного (междуфазного) напряжения	U_{AB}, U_{BC}
	Действующее значение линейного тока	I_A, I_C
	Суммарная активная мощность	P
	Суммарная реактивная мощность	Q
	Суммарная полная мощность	S
	Частота сети	f

4.2.4 Диапазоны измерений (в зависимости от исполнения) и номинальные значения входных сигналов соответствуют таблице 7.

Номинальные значения измеряемых мощностей соответствуют таблице 8 (для четырехпроводных сетей) и таблице 9 (для трехпроводных сетей).

Таблица 7

Наименование входного сигнала	Диапазон измерения входного сигнала	Номинальное значение входного сигнала
Напряжение, В	(12–69,3)... (48,5–69,3) *	57,7
	(20–120) (80–120) *	100
	(40–264) (170–264) *	220
	80–456	380
Ток, А	0,01–1	1
	0,025–2,5	2,5
	0,05–5	5
Коэффициент мощности: активной ($\cos\varphi$) реактивной ($\sin\varphi$)	0–1–0	1
	0–минус 1–0–1–0	
Частота сети, Гц	45–55	50

*Примечание – * Для преобразователей с питанием от измеряемой сети.*

Таблица 8

Диапазоны измерений входных сигналов		Номинальные значения			
Напряжение, В $U_A, U_B, U_C,$	Ток, А I_A, I_B, I_C	Напряжение фазное $U_{ном.ф}, В$	Ток фазы (линейный) $I_{ном}, А$	Мощность фазы $P_{ном.ф}, Вт$ $Q_{ном.ф}, вар$ $S_{ном.ф}, В\cdot А$	Суммарная мощность $P_{ном}, Вт$ $Q_{ном}, вар$ $S_{ном}, В\cdot А$
(12–69,3) (48,5–69,3) *	0,01–1	57,7	1	57,7	173,1
	0,025–2,5		2,5	144,25	432,75
	0,05–5		5	288,5	865,5
(20–120) (80–120) *	0,01–1	100	1	100	300
	0,025–2,5		2,5	250	750
	0,05–5		5	500	1500
(40–264) (170–264) *	0,01–1	220	1	220	660
	0,025–2,5		2,5	550	1650
	0,05–5		5	1100	3300

*Примечание – * Для преобразователей с питанием от измеряемой сети.*

Таблица 9

Диапазоны измерений входных сигналов		Номинальные значения		
Напряжение, В U_{AB}, U_{BC}	Ток, А I_A, I_C	Напряжение линейное (междуфазное) $U_{ном.л}, В$	Ток линейный $I_{ном}, А$	Суммарная мощность $P_{ном}, Вт$ $Q_{ном}, вар$ $S_{ном}, В\cdot А$
(12–69,3) (48,5–69,3) *	0,01–1	57,7	1	99,94
	0,025–2,5		2,5	249,84
	0,05–5		5	499,68
(20–120) (80–120) *	0,01–1	100	1	173,2
	0,025–2,5		2,5	433
	0,05–5		5	866
80–456	0,01–1	380	1	658,16
	0,025–2,5		2,5	1645,4
	0,05–5		5	3290,8

*Примечание – * Для преобразователей с питанием от измеряемой сети.*

4.2.5 Пределы допускаемых основных погрешностей измерения параметров, передаваемых по интерфейсу RS-485, равны значениям, указанным в таблице 10.

Таблица 10

Наименование измеряемого параметра	Пределы допускаемой приведенной основной погрешности (от нормирующего значения) γ , %	Нормирующее значение	Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности Δ
Действующее значение фазного напряжения	$\pm 0,25$	$U_{НОМ.Ф}$	
Действующее значение линейного (междуфазного) напряжения	$\pm 0,25$	$U_{НОМ.Л}$	
Действующее значение линейного тока	$\pm 0,25$	$I_{НОМ}$	
Активная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,5$	$P_{НОМ.Ф}$	
Суммарная активная мощность	$\pm 0,5$	$P_{НОМ}$	
Реактивная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,5$	$Q_{НОМ.Ф}$	
Суммарная реактивная мощность	$\pm 0,5$	$Q_{НОМ}$	
Полная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,5$	$S_{НОМ.Ф}$	
Суммарная полная мощность	$\pm 0,5$	$S_{НОМ}$	
Частота сети			$\pm 0,0625$ Гц

4.2.6 Преобразователи имеют два выхода унифицированных сигналов постоянного тока со следующими параметрами:

- 1) диапазон изменения выходного тока и сопротивление нагрузки соответствуют таблице 2;
- 2) амплитуда пульсации выходного тока не превышает половины погрешности преобразования ($\pm 0,25$ %);
- 3) время установления выходного тока при скачкообразном изменении входного сигнала от начального до любого значения внутри диапазона измерений (или наоборот) не превышает 0,5 с.

4.2.7 Пределы допускаемой приведенной основной погрешности преобразования суммарной активной мощности, суммарной реактивной мощности и суммарной полной мощности в выходные унифицированные сигналы постоянного тока равны $\pm 0,5\%$ от нормирующего значения.

За нормирующее значение принимается номинальное значение измеряемой мощности.

4.2.8 Преобразователи для трехпроводных сетей имеют одно реле с переключающим контактом, а преобразователи для четырехпроводных сетей имеют три реле с переключающим контактом со следующими параметрами:

1) коммутируемый ток – 3А при напряжении 250 В переменного тока или 24 В постоянного тока;

2) реле обрабатывают уставки по любому параметру в пределах возможности измерительной системы;

3) назначение параметров и уставок производится при настройке преобразователя потребителем при помощи программы FE1883.exe.

4.2.9 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей преобразователей, вызванных воздействием влияющих величин, указаны в таблице 11.

Таблица 11

Наименование влияющей величины	Значение влияющей величины	Пределы допускаемой дополнительной погрешности	
		приведенной (от нормирующего значения) $\gamma_{\text{доп.}}$, %	абсолютной $\Delta_{\text{доп.}}$
Температура окружающего воздуха, °С	от минус 10 до плюс 50		
измерение напряжений и токов		$\pm 0,125/10$ °С	
измерение мощностей		$\pm 0,25/10$ °С	
измерение частоты			$\pm 0,0625/10$ °С
преобразование измеряемых параметров в выходные унифицированные сигналы постоянного тока		$\pm 0,25/10$ °С	
Относительная влажность окружающего воздуха, %	95 при температуре плюс 25 °С		
измерение напряжений и токов		$\pm 0,25$	
измерение мощностей		$\pm 0,5$	
измерение частоты			$\pm 0,0625$
преобразование измеряемых параметров в выходные унифицированные сигналы постоянного тока		$\pm 0,5$	

4.2.10 Время установления рабочего режима преобразователей – не более 15 мин.

4.2.11 Отклонение результата измерения активной, реактивной и полной мощности от нуля и отклонение выходного унифицированного сигнала постоянного тока от начального значения при номинальном значении напряжения в параллельных цепях и отсутствии тока в последовательных цепях не превышают пределов допускаемой основной погрешности измерения и преобразования мощности, указанных в 4.2.5 (таблица 10) и 4.2.7.

4.2.12 Преобразователи выдерживают без повреждений длительный разрыв цепи нагрузки выходов унифицированных сигналов постоянного тока.

Значение выходного напряжения при разрыве цепи нагрузки не превышает 30 В.

4.2.13 Преобразователи допускают заземление одного из контактов выходов унифицированных сигналов постоянного тока. При этом преобразователь соответствует требованию 4.2.7.

4.2.14 Преобразователи соответствуют требованиям 4.2.5 (таблица 10) и 4.2.7:

- 1) при изменении частоты входного сигнала в диапазоне от 45 до 55 Гц;
- 2) при отклонении формы кривой входного тока от синусоидальной под влиянием 3-й гармоники, равной 20 % от номинального значения;
- 3) при неравномерной нагрузке фаз, если ток в любом из линейных проводов отличается не более чем на 20 % от номинального значения.

4.2.15 Последовательные и параллельные цепи преобразователей выдерживают в соответствии с ГОСТ 24855:

- длительные перегрузки соответственно током и напряжением, равным 120 % от номинальных значений (в течение 2-х часов);
- кратковременные перегрузки в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12

Наименование цепей преобразователя	Кратность тока	Кратность напряжения	Число перегрузок	Длительность каждой перегрузки, с	Интервал между двумя перегрузками, с
Последовательные цепи	2	–	10	10	10
	5		5	3	2,5
	10		1	0,5	–
Параллельные цепи	–	1,5	9	0,5	15

4.2.16 Преобразователи на передней панели имеют светодиодную сигнализацию:

- о подаче напряжения питания на преобразователь – зелёный немигающий светодиод «Вкл.»;
- о нормальном функционировании преобразователя – зелёный мигающий светодиод «Режим».

4.2.17 Для связи с компьютером системы контроля и регулирования преобразователи имеют последовательный интерфейс RS-485.

При работе по интерфейсу обеспечиваются:

- 1) установка адреса и скорости обмена для работы в системе управления и контроля;
- 2) задание уставок срабатывания реле;
- 3) калибровка и метрологическая поверка преобразователя;
- 4) получение от преобразователя (по запросу от управляющего компьютера) результатов измерений, либо информации о неисправности.

4.2.18 При работе в системе управления и контроля по интерфейсу RS-485 преобразователи обеспечивают:

- 1) установку скорости передачи данных (4800 бит/с, 9600 бит/с, 19200 бит/с, 38400 бит/с, 57600 бит/с, 115200 бит/с);
- 2) задание уставок срабатывания реле;
- 3) релейную сигнализацию;
- 4) вывод на унифицированные токовые выходы аналоговых сигналов, независимо от интерфейса;
- 5) получение от преобразователя (по запросу от управляющего компьютера, работающего под управлением программы пользователя) результатов измерений, либо информации о неисправности;
- 6) включение в состав системы управления до 120 преобразователей, управляемых от одного компьютера, с общей длиной линии связи между преобразователями и компьютером до 1,2 км.

4.2.19 Работа преобразователя по интерфейсу RS-485 осуществляется под управлением компьютерной программы пользователя, обеспечивающей обмен информацией между преобразователем и компьютером по протоколу «MODBUS-RTU» в соответствии с командами, приведенными в Приложении А.

Примечание – Для предварительной проверки преобразователя перед установкой в систему, используется программа FE1883.exe.

4.2.20 Питание преобразователей может осуществляться:

- от сети переменного тока частотой (50 ± 5) Гц напряжением (220_{-33}^{+22}) В;
- от источника постоянного тока напряжением $(24_{-3,6}^{+2,4})$ В;
- от измеряемой сети (только для преобразователей с конечными значениями диапазона измерения входного напряжения 69,3 В, 120 В и 264 В).

Значение напряжения источника питания определяется при заказе преобразователя в соответствии с таблицей 4.

4.2.21 Мощность, потребляемая преобразователями от источника питания, не превышает:

- 5 В·А – для преобразователей с питанием от сети переменного тока;
- 5 Вт – для преобразователей с питанием от источника постоянного тока.

4.2.22 Мощность, потребляемая преобразователями от источника сигнала, не превышает:

- 0,5 Вт – для каждой последовательной цепи;
- 0,25 Вт – для каждой параллельной цепи.

Примечание – При питании от источника сигнала, мощность потребляемая преобразователями от источника сигнала, для параллельной цепи увеличивается на 5 В·А.

4.2.23 Электрическая изоляция между входными цепями и цепью интерфейса RS-485; между входными цепями и цепями выходов унифицированных сигналов постоянного тока; между входными цепями и цепью питания $=24/\sim 220$ В; между входными цепями и корпусом преобразователя выдерживает в течение 1 минуты испытательное напряжение (действующее значение) практически синусоидальной формы частотой 50 Гц:

- 1,5 кВ при температуре (20 ± 5) °С и относительной влажности до 80 %;
- 0,9 кВ при температуре 25 °С и относительной влажности 95 %.

Дополнительно, для преобразователей с питанием от сети переменного тока напряжением (220_{-33}^{+22}) В частотой 50 Гц электрическая изоляция между цепью питания и цепью интерфейса RS-485; между цепью питания и цепями выходов унифицированных сигналов постоянного тока; между цепью питания и корпусом преобразователя выдерживает в течение 1 минуты испытательное напряжение (действующее значение) практически синусоидальной формы частотой 50 Гц:

- 1,5 кВ при температуре (20 ± 5) °С и относительной влажности до 80 %;
- 0,9 кВ при температуре 25 °С и относительной влажности 95 %.

4.2.24 Электрическое сопротивление изоляции цепей, указанных в 4.2.23, не менее:

- 40 МОм при температуре (20 ± 5) °С и относительной влажности до 80 %;
- 10 МОм при температуре 50 °С и относительной влажности до 80 %;
- 2 МОм при температуре 25 °С и относительной влажности 95 %.

4.2.25 Габаритные размеры преобразователей:

- 71×78×111 мм – для трехпроводной схемы подключения;
- 101×78×111 мм – для четырехпроводной схемы подключения.

4.2.26 Масса преобразователей – не более 0,5 кг.

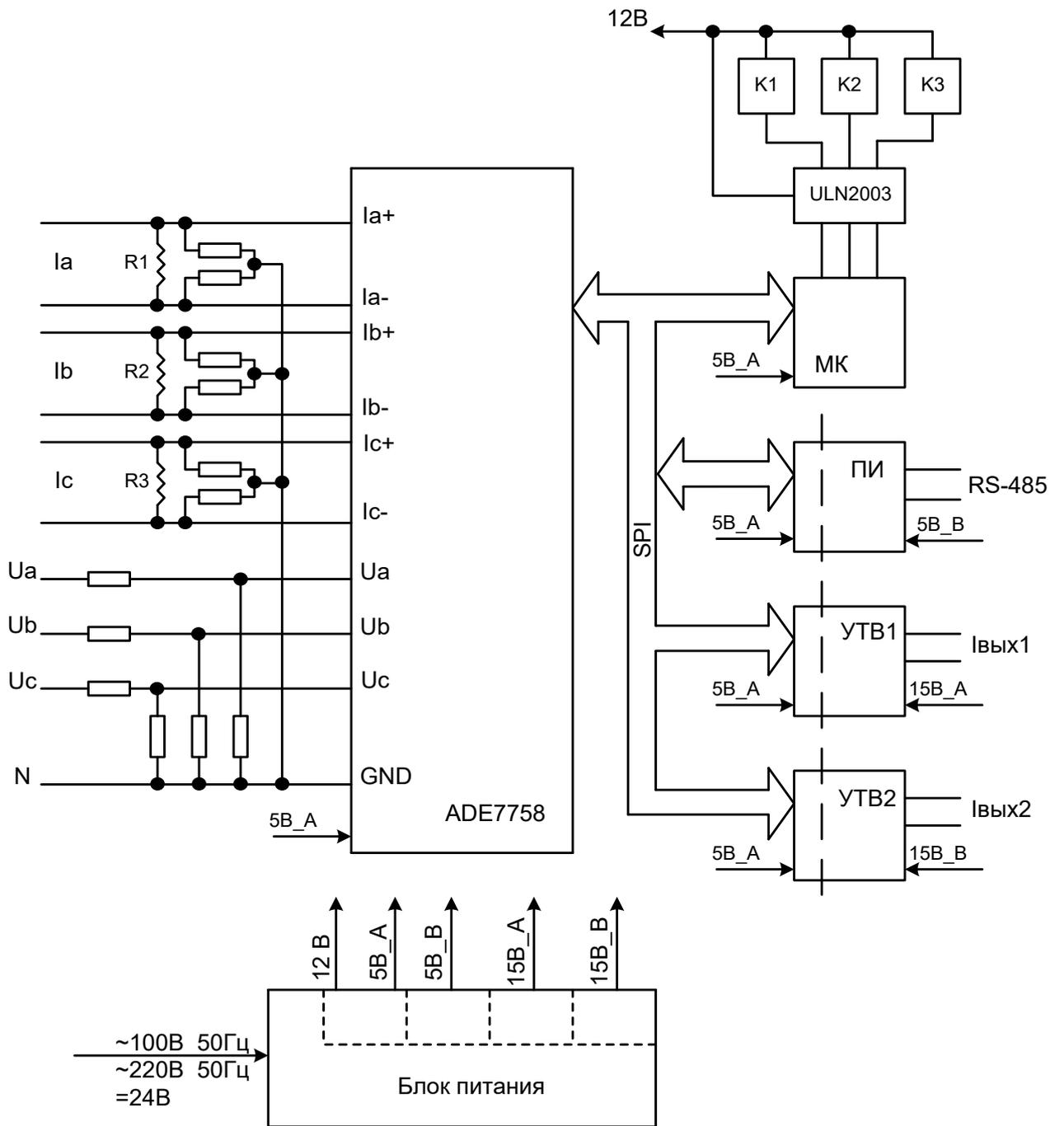
4.3 Устройство и работа преобразователя

4.3.1 Функциональная схема преобразователя для четырехпроводного подключения приведена на рисунке 1.

Преобразователь обеспечивает:

- преобразование сигнала датчиков тока (шунтов) и напряжения по трем фазам для четырехпроводной схемы и по двум фазам для трехпроводной схемы в цифровой код, хранящийся в памяти микросхемы ADE7758;
- расчет параметров трехфазной сети с помощью DSP-процессора, входящего в состав микросхемы ADE7758;
- опрос микроконтроллером МК регистров микросхемы ADE7758 и расчет выходных параметров в реальных единицах (ампер, вольт, ватт, вар, герц), используя калибровочные коэффициенты, хранимые в энергонезависимой памяти МК;
 - расшифровку запроса компьютера и:
 - либо выдачу результатов измерений;
 - либо фиксацию и передачу информации при калибровке;
 - либо изменение скорости работы RS-485;
 - либо изменение адреса преобразователя при настройке;
 - либо выдачу сообщения об ошибке, в случае её обнаружения при расшифровке запроса;
 - расчет, используя реальное значение измеряемой величины (активная суммарная мощность, реактивная суммарная мощность, полная суммарная мощность), заранее определенные коэффициенты преобразования унифицированного выхода по току УТВ, принятый вид вывода (0-1; 0-0,5-1; 0,2-1; 0,2-0,6-1,0), и передачу в УТВ, что приводит к изменению выходного тока пропорционально измеряемой величине;
 - задание уставок срабатывания реле;
 - сравнение уставок с измеряемой величиной;
 - релейную сигнализацию при выходе измеряемой величины за пределы установленных значений (уставок).

Блок питания имеет четыре гальванически развязанных источника, необходимых для питания всех элементов преобразователя и выполнен на базе ШИМ-контроллера и четырех линейных стабилизаторов. Питание для реле (12В) берется со входа первого стабилизатора (5 В).



R1, R2, R3 – измерительные шунты

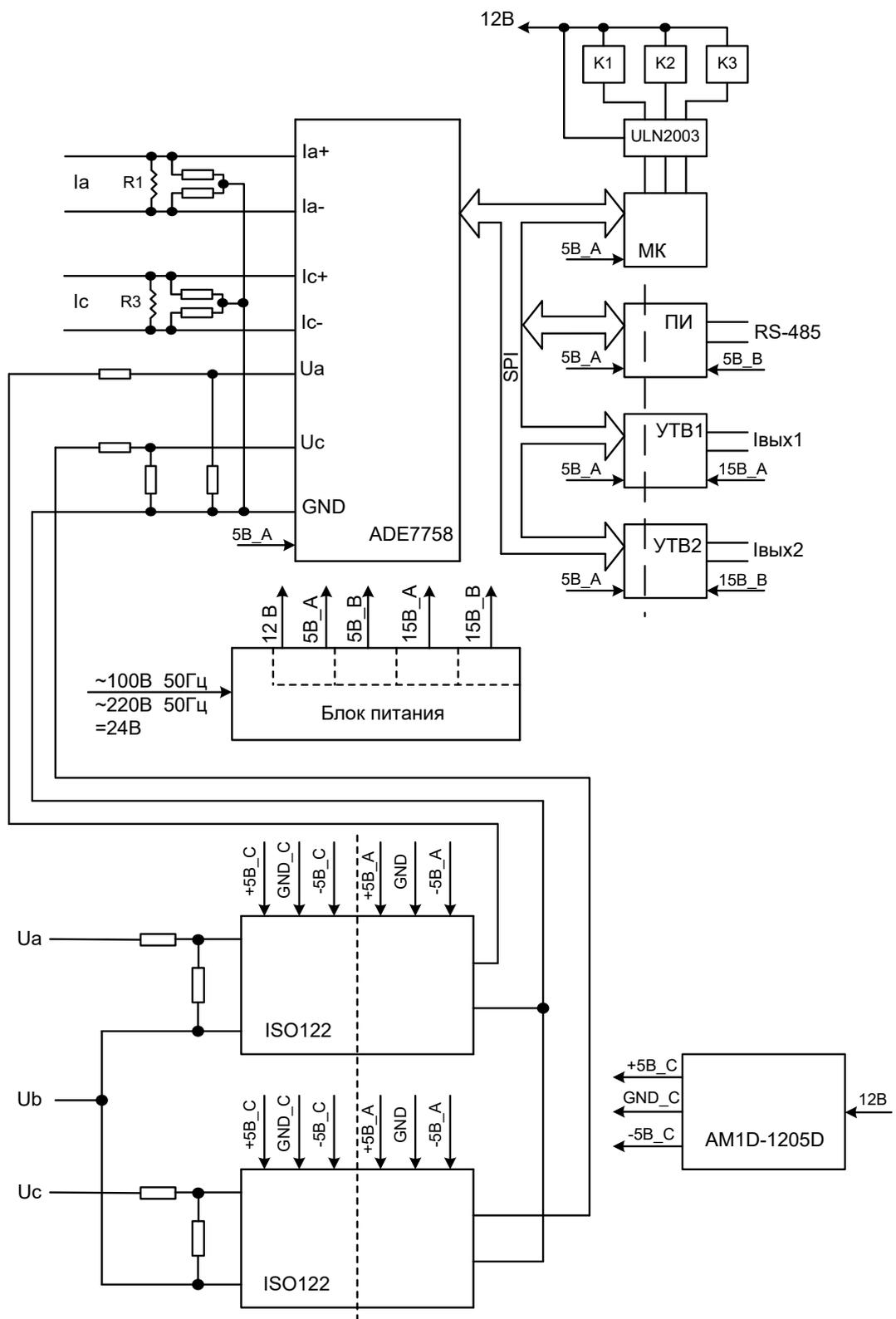
Рисунок 1 – Функциональная схема преобразователя для четырехпроводного подключения

Функциональная схема преобразователя для трехпроводного подключения приведена на рисунке 2. Она отличается наличием дополнительного блока гальванической развязки по каналу измерения напряжения на базе микросхемы ISO122, что позволяет производить измерение напряжения в трехфазной трехпроводной сети, относительно фазы В. Питание входных цепей ISO122 осуществляется от дополнительной микросхемы AM1D-1205D, а отрицательное напряжение для питания выходных каскадов ISO122 формируется преобразователем MAX1853.

Измерение производится по двум каналам (А и С), что достаточно для измерения мощности в трехфазной сети по методу двух ваттметров.

4.3.2 Описание работы

Входные сигналы трехфазной сети поступают на соответствующие входные цепи преобразователя и далее на микросхему обработки ADE 7758. Режим работы этой микросхемы определяет микроконтроллер ATmega 128 по внутреннему интерфейсу SPI, в соответствии с прописанным в контроллер программным обеспечением ПО. Контроллер имеет возможность читать информацию из регистров ADE7758 и прописывать в ее регистры управляющую информацию в цифровом виде. Полученная и обработанная цифровая информация может быть передана контроллером внешнему потребителю по интерфейсу RS-485 (в соответствующем формате), далее контроллер формирует управляющие воздействия для схмотехники выходных каскадов по постоянному току и реле. При включении преобразователь настроен на скорость обмена 9600 бод. По истечении времени примерно 1,5 с, он переходит на скорость работы, на которой работал последний раз. Программа FE1883.exe при включении производит циклический опрос преобразователя по адресу 127 на скорости 9600 бод и при получении ответа (т.е. при включении питания преобразователя) считывает адрес преобразователя, скорость обмена, настройки токового выхода и выходит на режим обмена, установленный в преобразователе. Пользуясь программой FE1883.exe, можно изменить настройки преобразователя, выполнить калибровку, поверку преобразователя и наблюдать на основной форме программы FE1883.exe результаты измерений.



R1,R3 – измерительные шунты

Рисунок 2 – Функциональная схема преобразователя для трехпроводного подключения

4.3.3 Конструкция преобразователя

Конструктивно преобразователь выполнен на трех печатных платах, установленных в корпус фирмы «Vorla». Плата микроконтроллера и плата блока питания одинаковы для трех- и четырехпроводного подключения, а лицевые платы с установленными входными клеммами и элементами входных цепей – разные. На лицевой панели расположены винты контактов разъемов, светодиоды «Вкл.» и «Режим». Фиксатор, установленный на корпусе, в зависимости от варианта установки, обеспечивает крепление преобразователя к симметричной шине TS 35 (стандарт DIN EN 50022) или к щиту.

Внешний вид преобразователей приведен в Приложении Б:

- для трехпроводной схемы подключения – на рисунке Б.1;
- для четырехпроводной схемы подключения – на рисунке Б.2.

4.4 Маркировка и пломбирование

4.4.1 Маркировка преобразователя выполнена на боковой и лицевой табличках.

На боковой табличке преобразователя нанесено:

- кодированное обозначение преобразователя;
- наименование преобразователя;
- обозначение рода тока входного сигнала;
- символ схемы подключения (четырёхпроводная – звезда, трёхпроводная – треугольник);
- класс точности преобразователя;
- символ F-33 по ГОСТ 23217 ();
- обозначение испытательного напряжения изоляции;
- заводской номер преобразователя;
- год изготовления;
- Знак утверждения типа.

На лицевой табличке преобразователя нанесено:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- номинальные значения входного напряжения и входного тока с обозначением номеров соответствующих контактов;
- диапазон частоты входных сигналов;
- диапазон изменения выходного унифицированного сигнала постоянного тока с обозначением номеров и полярности соответствующих контактов;
- надпись RS-485 с обозначением номеров и полярности соответствующих контактов;
- обозначение номеров и типов контактов реле;

– номинальное напряжение питания с обозначением номеров соответствующих контактов (при питании от источника постоянного тока – с обозначением полярности).

4.4.2 Пломбирование преобразователя производится гарантийной наклейкой.

Пломбирование осуществляет предприятие-изготовитель.

Запрещается вскрывать преобразователь, имеющий гарантийную наклейку предприятия-изготовителя.

4.5 Упаковка

4.5.1 Преобразователи поставляются в транспортной таре.

4.5.2 В транспортную тару вкладывается пакет из полиэтиленовой плёнки с документацией:

– Руководство по эксплуатации (1 экземпляр на партию преобразователей из пяти штук или на отдельную поставку);

– компакт-диск с программой FE1883.exe (1 экземпляр на партию преобразователей из пяти штук или на отдельную поставку);

– упаковочный лист.

4.5.3 Каждый преобразователь упакован в индивидуальную упаковку из картона. Внутрь упаковки вложен паспорт.

5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

5.1 Эксплуатационные ограничения

5.1.1 Преобразователи не предназначены для работы в условиях агрессивной и взрывоопасной среды.

5.1.2 При работе преобразователи не должны подвергаться воздействию температуры свыше 50 °С. В помещении не должно быть резких колебаний температуры, вблизи мест установки не должно быть источников сильных электрических полей.

5.2 Подготовка к использованию

5.2.1 Прежде, чем приступить к работе с преобразователем, необходимо ознакомиться с настоящим Руководством по эксплуатации.

5.2.2 После получения преобразователя произвести внешний осмотр, убедиться в отсутствии видимых механических повреждений и наличии комплектности согласно перечню:

– преобразователь (в зависимости от заказа)	1 шт.;
– паспорт	1 экз.;
– руководство по эксплуатации	1 экз.*
– компакт-диск с программой FE1883.exe	1 шт.
– План качества	1 экз.**

Примечания

1) При поставке партии преобразователей в один адрес допускается поставлять по одному экземпляру Руководства по эксплуатации и по одному компакт-дису с программой FE1883.exe на каждые пять преобразователей.

2) * При поставке партии преобразователей в один адрес допускается поставлять по одному экземпляру РЭ и по одному компакт-дису на каждые пять преобразователей.

3) ** При поставке приборов на объекты использования атомной энергии по 3 классу безопасности по одному экземпляру плана качества на партию приборов, при поставке приборов по 4 классу безопасности – наличие плана качества в соответствии с условиями договора на поставку.

5.2.3 В случае транспортирования или длительного хранения преобразователя в условиях, отличающихся от нормальных, выдержать его в нормальных климатических условиях в течение 4 ч.

5.2.4 Проверить соответствие информации на боковой и лицевой табличках преобразователя данным, приведённым в паспорте.

5.2.5 Проверить соответствие выходных параметров источника сигнала переменного тока с параметрами цепи входного сигнала преобразователя; параметров источника питания с параметрами цепи питания преобразователя; параметров цепей выходов унифицированного сигнала постоянного тока преобразователя с параметрами цепи нагрузки.

5.2.6 Собрать схему согласно рисунков Приложения Д (рисунка Д.1 для трехпроводной схемы подключения или рисунка Д.2 для четырехпроводной схемы подключения).

Примечание – У преобразователя с питанием от измеряемой сети цепь питания следует подключить к внешнему источнику.

5.2.7 Для подключения входных цепей (фазные напряжения и токи) следует использовать монтажные провода сечением 2,5-4,0 мм², для подключения остальных цепей (питание, интерфейс, выходы унифицированных сигналов) – сечением 1,5-2,5 мм².

5.2.8 Скопировать папку FE1883_AD (с поставляемого в комплекте компакт-диска) с программой FE1883.exe и необходимыми библиотеками в корневой каталог диска «C:\» персонального компьютера. Запустить на компьютере программу FE1883.exe; выбрать нужный номер СОМ-порта; после этого на мониторе компьютера должна появиться экранная форма основного окна программы, изображенная на **рисунке Г.1а Приложения Г для 3-х проводной схемы** или экранная форма основного окна программы, изображенная на **рисунке Г.1б Приложения Г для 4-х проводной схемы включения**. Включить питание преобразователя, при этом на лицевой панели преобразователя должен загореться светодиод «Вкл.». При включении питания (при запущенной программе FE1883.exe) происходит считывание параметров преобразователя, и в основной форме программы, в соответствующих окошках, должны появиться значения скорости передачи, назначение каналов токового выхода и вид токового выхода (0-1; 0,2-1 и т.д.).

5.2.9 Проверить целостность программы преобразователя, нажав кнопку «CRC» и сверить полученное значение со значением указанным в паспорте преобразователя. При наличии сбоя по каналу связи повторить команду.

5.2.10 В окошке «Схема подключения» выбрать схему подключения (трех- или четырехпроводная), **а в окошке «Диапазон» выбрать нужный диапазон.**

5.2.11 В окошке «Адрес» установить требуемый адрес преобразователя. После изменения адреса необходимо перезапустить программу и преобразователь.

5.2.12 Включить источник сигнала. С задержкой примерно **4 секунды** на лицевой панели преобразователя должен замигать светодиод «Режим». Мигание светодиода «Режим» свидетельствует о функционировании преобразователя и наличии входного сигнала.

5.2.13 При использовании релейной сигнализации, на основной форме (рисунок Г.1) нажать кнопку «Реле». В раскрывшейся форме (рисунок Г.12 или Г.13) произвести назначение контролируемых параметров на соответствующие реле (одно реле в трехпроводной схеме и три реле в четырехпроводной схеме). Для этого необходимо последовательно щелкнуть название назначаемого параметра и нажать кнопку соответствующего реле. На кнопке реле появится название назначаемого параметра. В окошках «Верхнее значение» и «Гистерезис» установить соответствующие значения. Нажать кнопку «Запись» и убедиться в том, что запись произошла, нажав кнопку «Прочитать». Установленные значения при этом должны сохраниться. Закрыть форму «Реле». Нажать кнопку «Память» и изменяя параметры входного сигнала, наблюдать срабатывание реле.

5.3 Использование

5.3.1 Все работы по монтажу и эксплуатации проводить с соблюдением действующих правил, обеспечивающих безопасное обслуживание и эксплуатацию электроустановок.

5.3.2 Монтаж преобразователя на объекте выполнять в соответствии с рисунками В.1 и В.2 Приложения В.

При монтаже преобразователя на панель или щит, следует снять фиксатор с корпуса преобразователя, затем с помощью двух винтов М4 закрепить его на панели или щите в соответствии с рисунком В.1 и надвинуть преобразователь на фиксатор до упора.

При монтаже преобразователя на шину TS 35 (DIN-рейку) следует установить фиксатор в соответствии с рисунком В.2 и, зацепив выступами преобразователя за край шины, зафиксировать корпус на шине.

5.3.3 Проверить соответствие выходных параметров источника сигнала переменного тока с параметрами цепи входного сигнала преобразователя; параметров источника питания с параметрами цепи питания преобразователя; параметров цепей выходов унифицированного сигнала постоянного тока преобразователя с параметрами цепи нагрузки.

5.3.4 Произвести все необходимые внешние соединения к соответствующим контактам преобразователя согласно рисунков Приложения Д (рисунков Д.3, Д.4, Д.7, Д.8, Д.10 для трехпроводной схемы подключения или рисунков Д.5, Д.6, Д.7, Д.9, Д.11 для четырехпроводной схемы подключения).

Конструкция входных клемм преобразователя позволяет использовать для подключения входных цепей (ток и напряжение) провод сечением не более 4 мм², и для всех остальных цепей – провод сечением не более 2,5 мм².

5.3.5 Подать напряжение питания на преобразователь. При этом на лицевой панели преобразователя должен загореться зеленый светодиод «Вкл.».

5.3.6 Подать входные сигналы на преобразователь. При этом примерно через 4 секунды, на лицевой панели преобразователя должен замигать зеленый светодиод «Режим».

5.3.7 В дальнейшем, управлять работой преобразователя в системе по интерфейсу RS-485 программой пользователя, используя команды, приведенные в Приложении А.

Если никаких команд не поступает, то преобразователь производит циклические измерения и устанавливает необходимые значения выходного тока, в соответствии с измеренными параметрами и выбранными настройками. Одновременно обрабатываются выбранные уставки реле.

5.4 Действие в экстремальных условиях

В случае возникновения аварийных условий и режимов работы следует немедленно отключить преобразователь от источника входного сигнала и от источника питания.

6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

6.1 Меры безопасности

6.1.1 Работы по техническому обслуживанию преобразователей должны выполняться квалифицированным персоналом, знающим устройство и работу преобразователя в объёме настоящего Руководства по эксплуатации.

6.1.2 По способу защиты от поражения электрическим током преобразователи соответствуют классу II по ГОСТ 12.2.007.0.

6.1.3 Запрещается производить внешние соединения, не отключив преобразователь от источника входного сигнала и от источника питания.

6.2 Порядок технического обслуживания

6.2.1 Техническое обслуживание преобразователей заключается в соблюдении правил эксплуатации, хранения и транспортирования, систематическом наблюдении за правильностью эксплуатации, регулярном профилактическом осмотре, периодической проверке и устранении возникших неисправностей.

6.2.2 Систематическое наблюдение за эксплуатацией преобразователей должно производиться лицами, за которыми закреплено данное оборудование.

6.2.3 Рекомендуется ежеквартально проводить профилактический осмотр преобразователей на месте эксплуатации. Для этого следует:

- отключить входные, выходные цепи преобразователя и цепь напряжения питания;
- произвести демонтаж преобразователя отжатием фиксатора отвёрткой, вставленной в выемку нижней части корпуса;
- удалить с корпуса пыль;
- проверить состояние корпуса, убедиться в отсутствии механических повреждений;
- проверить состояние разъемов и креплений.

6.2.4 Периодическую проверку преобразователей проводят не реже одного раза в два года в соответствии с разделом 7 настоящего Руководства по эксплуатации.

6.2.5 Преобразователи с неисправностями, не подлежащими устранению при профилактическом осмотре, или не прошедшие периодическую проверку, подлежат текущему ремонту.

Ремонт преобразователей проводится на предприятии-изготовителе.

7 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи измерительные мощности трехфазных сетей ФЕ1883–АД и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверок.

При эксплуатации преобразователи должны поверяться организациями, имеющими право на поверку средств измерений.

При проведении периодической поверки допускается на основании решения главного метролога или руководителя предприятия проверку основной погрешности проводить только для режима, в котором используется преобразователь.

Интервал между поверками – 2 года.

7.1 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 13.

Таблица 13

Наименование операции поверки	№ пункта	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.6.1	+	+
Проверка электрического сопротивления изоляции	7.6.2	+	–
Опробование (проверка работоспособности)	7.6.3	+	+
Определение метрологических характеристик	7.6.4	+	+
Оформление результатов поверки	7.6.6	+	+

7.2 Средства поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 14.

Таблица 14

№ пункта поверки	Наименование и тип основного и вспомогательного средства поверки, основные метрологические характеристики средств поверки
7.6.2	Мегаомметр Ф4101, 500 В, 10×10^3 МОм, ПГ $\pm 2,5$ %
7.6.3, 7.6.4	Калибратор переменного тока «Ресурс-К2» Номинальные значения фазных напряжений $100/\sqrt{3}$ В, 220 В, КТ 0,05/0,01 Номинальные значения токов 1 А, 5 А, КТ 0,05/0,01 Номинальные значения активной мощности $P_H = U_H \cdot I_H$ КТ 0,1/0,02 (по каждой фазе), КТ 0,15/0,03 (по трем фазам) Номинальные значения реактивной мощности $Q_H = U_H \cdot I_H$ КТ 0,1/0,02 (по каждой фазе), КТ 0,15/0,03 (по трем фазам) Номинальные значения полной мощности $S_H = U_H \cdot I_H$ КТ 0,1/0,02 (по каждой фазе), КТ 0,15/0,03 (по трем фазам) Диапазон частот f от 45 до 65 Гц, $\pm 0,005$ Гц
7.6.3, 7.6.4	Мультиметр НР34401А Диапазон измерения постоянного тока от 0 до 10 мА, ПГ $\pm 0,025$ % Диапазон измерения постоянного тока от 0 до 100 мА, ПГ $\pm 0,03$ %
7.6.3, 7.6.4	Магазин сопротивлений Р4831 Диапазон номинальных значений от 10^{-3} до 10^5 Ом, КТ $\pm 0,02$
7.6.3, 7.6.4	Источник питания постоянного тока GPS-3303 Диапазон напряжений от 0 до 60 В, максимальный ток 3 А Нестабильность выходного напряжения $\leq 0,1$ %
7.6.3, 7.6.4	Персональный компьютер Операционная система Windows XP ОЗУ – не менее 256 МБ Видеоадаптер – с разрешением 1024×768 точек при числе цветов не менее 16 Наличие интерфейса RS-232 (COM1, COM2) Наличие CD-ROM Преобразователь интерфейсов RS-485/RS-232
<i>Примечания</i> 1 Разрешается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых преобразователей с требуемой точностью. 2 Средства измерений, используемые для поверки, должны быть поверены в органах, аккредитованных в данном виде деятельности.	

7.3 Требования безопасности при поверке

Требования безопасности при проведении поверки – по ГОСТ 12.2.007.0 класс II.

7.4 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питания в соответствии с 4.2.20;
- положение преобразователя – любое.

7.5 Подготовка к поверке

Работы с поверяемым преобразователем и со средствами его поверки должны проводиться персоналом, ознакомленным с руководствами по их эксплуатации.

Персонал должен быть обучен в соответствии с ГОСТ 12 0.004 и иметь квалификационную группу не ниже 2, согласно «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей».

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать преобразователь при температуре, указанной в 7.4, не менее 4-х часов;
- средства поверки подготовить к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.6 Проведение поверки

7.6.1 Внешний осмотр

Внешний осмотр следует проводить путём осмотра поверяемого преобразователя без подключения его к источнику питания и к источнику входного сигнала. При этом должно быть установлено соответствие преобразователя следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать указанной в паспорте;
- маркировка должна быть чётко обозначена;
- корпус преобразователя должен быть без механических повреждений;
- винты контактов разъёмов должны быть надёжными, иметь исправную резьбу и быть без механических повреждений.

Не допускаются к дальнейшей поверке преобразователи, у которых обнаружено неудовлетворительное состояние контактов разъёмов и грубые механические повреждения корпуса. Преобразователи, имеющие указанные дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

7.6.2 Проверка электрического сопротивления изоляции.

Проверку электрического сопротивления изоляции следует проводить с помощью мегаомметра Ф4101 при испытательном напряжении 500 В.

Сопротивление изоляции следует измерить:

- между входными цепями и цепью интерфейса RS-485;
- между входными цепями и цепями выходов унифицированных сигналов постоянного тока;
- между входными цепями и цепью питания =24 В/~220В;
- между входными цепями и корпусом преобразователя.

Дополнительно, для преобразователей с питанием от сети переменного тока напряжением (220_{-33}^{+22}) В частотой 50 Гц сопротивление изоляции следует измерить:

- между цепью питания и цепью интерфейса RS-485;
- между цепью питания и цепями выходов унифицированных сигналов постоянного тока;
- между цепью питания и корпусом преобразователя.

Отсчет показаний по мегаомметру следует производить по истечении одной минуты после приложения напряжения к испытуемому преобразователю.

Измеренные значения электрического сопротивления изоляции должны быть не менее 40 МОм.

7.6.3 Опробование

1) Собрать схему согласно рисунка Д.1 (для преобразователя по трехпроводной схеме) или рисунка Д.2 (для преобразователя по четырехпроводной схеме).

Примечание – У преобразователя с питанием от измеряемой сети цепь питания следует подключить к внешнему источнику.

2) Включить и подготовить к работе калибратор переменного тока «Ресурс-К2» в соответствии с руководством по эксплуатации.

3) Включить питание персонального компьютера (ПК) и преобразователя интерфейсов (ПИ).

4) После загрузки операционной системы установить программу FE1883.exe (с компакт-диска, входящего в комплект поставки преобразователя), скопировав папку FE1883_AD с программой и необходимыми библиотеками в корневой каталог диска «С:\» персонального компьютера.

5) Запустить программу FE1883.exe. Выбрать нужный номер COM-порта; после этого на мониторе компьютера должна появиться экранная форма основного окна программы, изображенная на рисунке Г.1а Приложения Г для 3-х проводной схемы или экранная форма основного окна программы, изображенная на рисунке Г.1б Приложения Г для 4-х проводной схемы включения. Подать напряжение питания на преобразователь. Должен загореться светодиод «Вкл.», и на выходах унифицированных сигналов постоянного тока должен появиться ток, соответствующий отсутствию сигнала на входе. При включении питания (при запущенной программе FE1883.exe) происходит считывание параметров преобразователя, и в основной форме программы, в соответствующих окошках, должны появиться значения скорости передачи, назначение каналов токового выхода и вид токового выхода (0-1; 0,2-1 и т.д.). В окошке «Схема подключения» выбрать схему подключения (трех- или четырехпроводная), а в окошке «Диапазон работы» выбрать нужный диапазон. Проверить контрольную сумму программы преобразователя по п.5.2.9 настоящего РЭ. Выдержать преобразователь во включенном состоянии в течение времени установления рабочего режима (15 мин).

6) Подать входной сигнал. С задержкой примерно 4 секунды должен замигать светодиод «Режим», и на выходах унифицированных сигналов постоянного тока должен установиться ток, соответствующий установленному входному сигналу.

7) На основной форме программы, в соответствующих окошках, после нажатия кнопки «Измерение», должны установиться значения измеренных параметров, соответствующих установленному входному сигналу.

8) Изменяя входной сигнал и нажимая кнопку «Измерение», убедиться в соответствующем изменении измеренных значений и значении выходного тока.

7.6.4 Определение основных погрешностей преобразователей по измеряемым параметрам.

Определение основной погрешности преобразователей по измеряемым параметрам проводится после выполнения опробования. Запись результатов определения погрешности, производится в папку C:\FE1883_AD\REZ_3pr\ – для трехпроводного преобразователя и в папку C:\FE1883_AD\REZ_4pr\ – для четырехпроводного преобразователя.

1) Основные погрешности преобразователя по измеряемым параметрам следует определять путем установления значений входных сигналов на калибраторе переменного тока «Ресурс-К2», фиксации результатов измерения поверяемого преобразователя и расчета получаемых погрешностей, выполняемого программой FE1883.exe. Для этого надо, после запуска программы, в основной форме программы выбрать схему подключения (трех- или четырехпроводная), выбрать диапазон измерений и нажать кнопку «Поверка».

2) В раскрывшемся окошке (рисунок Г.8) необходимо указать имя файла, куда будет производиться запись результатов поверки, и в следующем окошке (рисунок Г.9) – заводской номер блока.

3) В раскрывшейся форме (рисунок Г.10 или Г.11 в зависимости от схемы подключения) необходимо указать температуру окружающей среды в градусах Цельсия, **выбрать диапазон изменения угла между током и напряжением (0-90° или 0-360°)**. В окошке «Точка измерения» указать номер точки измерения по таблицам Д.1–Д.4 Приложения Д и сделать двойной щелчок по этому окошку. После этого в окошках «Мощность», «Напряжение», «Ток», «Частота» и «Угол» автоматически установятся значения, соответствующие заданной точке

измерения и выбранному диапазону. При необходимости, установленные значения можно корректировать в ручном режиме.

4) Используя эталонное оборудование и руководствуясь одной из таблиц Д.1–Д.4, в зависимости от схемы подключения и типа питания (внешнее или от источника сигнала), установить значения входных сигналов по первой строчке.

5) Выждав необходимое время для установления сигнала, ввести в окошки экранной формы эталонные значения установившихся сигналов: активная, полная и реактивная мощности, напряжения и токи, частоту и угол (программа «по умолчанию» устанавливает эталонные значения испытательных сигналов калибратора переменного тока «Ресурс-К2»).

6) Нажать кнопку «Результат». При этом происходит фиксация в оперативной памяти компьютера значений, измеренных преобразователем. Одновременно появляется запрос на ввод значения тока на токовом выходе преобразователя. После ввода значений тока по двум токовым выходам, измерение в установленной точке заканчивается. Одновременно, в окошках формы, устанавливаются эталонные значения калибратора «Ресурс-К2» в следующей точке.

7) Повторить пункты 4)–6), меняя значения входных сигналов в соответствии со строками 2–22 таблиц Д.1–Д.4.

8) По завершении операций поверки нажать кнопку «Выход». При этом все данные записываются на диск компьютера и, открытый ранее файл, закрывается. При невозможности проведения поверки за один прием, можно проводить поверку за несколько приемов, с записью данных в разные файлы и потом объединить их. Файл, содержащий результаты поверки, можно просмотреть с помощью стандартной программы компьютера «Блокнот» и вывести на печать.

Результатом определения погрешности в одной точке является протокол, формируемый программой FE1883.exe. Форма протокола приведена в таблице Д.5 Приложения Д.

- В заголовке указана дата проведения измерений, имя файла содержащего результат, заводской номер блока, температура среды, межфазный угол, частота сигнала, измеренного преобразователем, частота сигнала калибратора и абсолютная ошибка по частоте;

- $S_{\text{эт}}$ – полная мощность, считанная с калибратора;
- $S_{\text{Мк}}$ – полная мощность, измеренная преобразователем;
- $P_{\text{эт}}$ – активная мощность, считанная с калибратора;
- $P_{\text{Мк}}$ – активная мощность, измеренная преобразователем;
- $Q_{\text{эт}}$ – реактивная мощность, считанная с калибратора;
- $Q_{\text{Мк}}$ – реактивная мощность, измеренная преобразователем;
- $\text{COS}_{\text{эт}}$ – коэффициент мощности, считанный с калибратора;
- $\text{COS}_{\text{Мк}}$ – коэффициент мощности, измеренный преобразователем;
- $U_{\text{эт}}$ – напряжение среднеквадратическое, считанное с калибратора;
- $U_{\text{Мк}}$ – напряжение среднеквадратическое, измеренное преобразователем;
- $I_{\text{эт}}$ – ток, считанный с калибратора;
- $I_{\text{Мк}}$ – ток, измеренный преобразователем;
- J_1, J_2 – значение выходного тока соответствующего канала;
- $P_{\text{ток}}$ – значение активной мощности, рассчитанное по соответствующему значению выходного тока;
- $Q_{\text{ток}}$ – значение реактивной мощности, рассчитанное по соответствующему значению выходного тока;
- $S_{\text{ток}}$ – значение полной мощности, рассчитанное по соответствующему значению выходного тока;
- $\text{DeLP}, \text{DeLQ}, \text{DeLS}$ – значение приведенной основной погрешности измерения соответствующего параметра в процентах.

Значения в первом столбце соответствуют фазе А, втором – фазе В, третьем – фазе С. В четвертом столбце приведены суммарные значения по фазам для полной, активной и реактивной мощности. Для коэффициента мощности в четвертом столбце указано значение, рассчитанное по суммарным значениям активной и полной мощности.

При необходимости, можно производить определение погрешности измерительных каналов в ручном режиме, снимая значения соответствующих параметров из основного окна программы FE1883.exe и сравнивая их с эталонными значениями. Полученные значения необходимо свести в аналогичную таблицу и рассчитать погрешности по соответствующим формулам.

9) Приведенную основную погрешность измерения напряжений, токов и мощностей γ , выраженную в процентах, следует определять по формуле:

$$\gamma = \frac{A_{\text{ИЗМ.}} - A_0}{A_{\text{НОМ.}}} \times 100, \quad (1)$$

где $A_{\text{ИЗМ.}}$ – значение измеряемого параметра в проверяемой точке, измеренное преобразователем и отображаемое в окне программы FE1883.exe;

A_0 – действительное значение измеряемого параметра в проверяемой точке, измеренное рабочим эталоном;

$A_{\text{НОМ.}}$ – номинальное значение измеряемого параметра.

Абсолютную основную погрешность измерения частоты Δ_f , выраженную в герцах, следует определять по формуле:

$$\Delta_f = f_{\text{ИЗМ.}} - f_0, \quad (2)$$

где $f_{\text{ИЗМ.}}$ – значение частоты в проверяемой точке, измеренное преобразователем и отображаемое в окне программы FE1883.exe;

f_0 – действительное значение частоты в проверяемой точке, измеренное рабочим эталоном.

Для унифицированного токового выхода $A_{\text{ИЗМ}}$ определяется по следующим формулам:

- Диапазон 0-5 мА, 0-20мА

$$A_{\text{ИЗМ}} = I_{\text{ИЗМ}} / I_{\text{НОМ}} * A_{\text{НОМ}},$$

где $I_{\text{ИЗМ}}$ - значение тока, выданное преобразователем;

$I_{\text{НОМ}}$ - номинальное значение выходного тока (5 или 20 мА);

- Диапазон 4-20мА

$$A_{\text{ИЗМ}} = (I_{\text{ИЗМ}} - 0.2 * I_{\text{НОМ}}) / (0.8 * I_{\text{НОМ}}) * A_{\text{НОМ}},$$

- Диапазон 0мА-2,5 мА-5 мА, 0 мА -10 мА -20мА

$$A_{\text{ИЗМ}} = (I_{\text{ИЗМ}} - I_{\text{НОМ}} / 2) / (I_{\text{НОМ}} / 2) * A_{\text{НОМ}},$$

Приведенная основная погрешность измерения γ равна половине значения, вычисленного по формуле (1).

- Диапазон 4 мА -12 мА -20мА

$$A_{\text{ИЗМ}} = (I_{\text{ИЗМ}} - (I_{\text{НОМ}} + I_{\text{нач}}) / 2) / ((I_{\text{НОМ}} - I_{\text{нач}}) / 2) * A_{\text{НОМ}},$$

где $I_{\text{нач}} = 0.2 * I_{\text{НОМ}}$ 4 мА

Приведенная основная погрешность измерения γ равна половине значения, вычисленного по формуле (1).

Результаты поверки считаются положительными, если значения приведенных основных погрешностей измерения и преобразования в каждой проверяемой точке не превышают пределов допускаемых, указанных в таблице 10.

При отрицательных результатах поверки, необходимо выполнить калибровку преобразователя и повторить поверку.

7.6.5 Калибровка преобразователя.

Предупреждение: При проведении калибровки после нажатия кнопки «Запись» производится запись новых параметров на место старых в ОЗУ микроконтроллере, при этом старые значения теряются. Но чтобы новые калибровочные значения сохранились после выключения питания, необходимо дополнительно нажать кнопку «Память» на основной форме.

Перед выполнением калибровки производится опробование по 7.6.3. Далее подается номинальный сигнал и выполняется выдержка в течение 15 минут.

7.6.5.1 Калибровка токовых выходов.

Перед калибровкой токовых выходов следует отключить преобразователь от источника входных сигналов.

1) На основной форме программы FE1883.exe нажать кнопку «Калибр Ток Вых» (не нажимая никаких других кнопок) – откроется форма «Калибровка Выхода по току» (рисунок Г.7).

2) Сделать двойной щелчок по цифре «100» в левом верхнем углу формы. При этом код «100» будет направлен на выход канала «2». На выходе «2» должен установиться ток, соответствующий этому коду (приблизительно 0,65 мА для диапазона 20 мА или 0,16 мА для диапазона 5 мА).

3) Действительное значение тока, измеренное эталонным миллиамперметром, вписать в окошко «Ток» и сделать двойной щелчок по этому значению. Значение кода изменится на число «3400».

4) Сделать двойной щелчок по цифре «3400» в левом верхнем углу формы. При этом код «3400» будет направлен на выход канала «2». На выходе «2» должен установиться ток, соответствующий этому коду (приблизительно 22 мА для диапазона 20 мА или 6 мА для диапазона 5 мА).

5) Действительное значение тока, измеренное эталонным миллиамперметром, вписать в окошко «Ток» и сделать двойной щелчок по этому значению. Значение кода изменится на число «100», а канал «2» переключится на канал «1».

6) Повторить пункты 2)–5) для канала «1».

7) Если все сделано правильно, нажать кнопку «Запись в память МК».

8) Для проверки правильности работы выхода по току, в нижней части формы под надписью «TEST», в окошко «ЗАДАНО» ввести значение тока в мА, которое надо вывести на токовый выход, сделать двойной щелчок по нему и сравнить его с реальным значением по эталонному миллиамперметру. Если действительное значение, измеренное эталонным миллиамперметром, ввести в окошко «ДЕЙСТВ», то рядом, после двойного щелчка, появится значение ошибки в процентах. При значении ошибки, меньше 0,07 %, калибровку можно закончить и выйти из этого режима, нажав кнопку «Выход». На основной форме нажать кнопку «Память» и выключить питание преобразователя.

7.6.5.2 Калибровка каналов измерения активной и полной мощности, напряжения и тока.

Калибровка четырехпроводного преобразователя проводится по схеме рисунка Д.2, а калибровка трехпроводного преобразователя проводится по схеме рисунка Д.1.

1) На основной форме программы FE1883.exe нажать кнопку «Калибр WUI», предварительно выбрав схему подключения (не нажимая никаких других кнопок) и диапазон измерения.

2) В раскрывшемся окне «Калибровка 3-х или 4-х - проводной схемы» (рисунки Г.2 или Г.3), в окошке «Wmax» установится значение суммарной номинальной мощности, соответствующее номинальному значению выходного тока (5 или 20 мА).

3) Установить на калибраторе первое значение калибровочного сигнала из таблицы Д.6 или Д.7 (в зависимости от источника питания).

4) Выждав необходимое время для установления сигнала, ввести в соответствующие окошки экранной формы эталонные значения установившихся сигналов (программа «по умолчанию», в соответствии с выбранным диапазоном и номером калибровочной точки, заполняет окошки эталонными значениями калибратора «Ресурс-К2»).

5) Установить курсор на окошке «Акт» канала «А» и нажать клавишу компьютера «Пробел». При этом произойдет однократный опрос преобразователя, и полученные данные сохранятся в оперативной памяти ПК. Начало и конец операции отмечается изменением цвета окошка «Акт».

6) Периодически через 3-4 сек нажимать клавишу компьютера «Пробел».

7) После 6-го нажатия возникнет табличка «Смените Уровень» (рисунок Г.4). Необходимо установить следующее значение калибровочного сигнала и нажать кнопку «Да» таблички «Смените Уровень».

8) Повторить пункты 4)–7) для второй калибровочной точки.

9) Повторить пункты 4)–6) для третьей калибровочной точки. После этого, на запрос «Смените Уровень» ответить «Нет», нажать кнопки «Расчет», «Запись» и «Выход».

10) Нажать кнопку «Измерение» на основной форме программы FE1883.exe и наблюдая измеренные значения, убедиться в правильности выполненной калибровки.

11) Проверить назначение токовых выходов и нажать кнопку «SeT» – при этом в память микроконтроллера пропишутся параметры токовых выходов и, в том числе, номинальная суммарная мощность (**только для завода изготовителя**). Наблюдая показания миллиамперметра, подсоединенного к выходу преобразователя, убедиться в правильной работе токового выхода. На основной форме нажать кнопку «Память».

7.6.5.3 Калибровка каналов измерения реактивной мощности.

Калибровка четырехпроводного преобразователя проводится по схеме рисунка Д.2, а калибровка трехпроводного преобразователя проводится по схеме рисунка Д.1.

1) На основной форме программы FE1883.exe нажать кнопку «Калибр РЕАКТ», предварительно выбрав схему подключения **и диапазон измерения** (не нажимая никаких других кнопок).

2) Установить на калибраторе первое значение калибровочного сигнала из таблицы Д.8 или Д.9 (в зависимости от источника питания).

3) В раскрывшемся окне «Калибровка реактивной мощности» (рисунки Г.5 или Г.6) сделать двойной щелчок по метке «5%», после чего в соответствующих окошках появятся значения реактивной мощности по фазам А и С.

4) Установить курсор на окошке «А» и нажать клавишу «Пробел». При этом произойдет однократный опрос преобразователя, и полученные данные сохранятся в оперативной памяти ПК.

5) Нажимать клавишу компьютера «Пробел» 5-7 раз с интервалом 1,5-2 сек.

6) Нажать кнопку «Вычислить», установить следующее табличное значение калибровочного сигнала **сделав двойной щелчок по метке «100%»** и повторить пункты 3)–6).

7) Нажать кнопку «Записать в МК» и кнопку «Выход».

8) Нажать кнопку «Измерение» на основной форме программы FE1883.exe и, наблюдая измеренные значения, убедиться в правильности выполненной калибровки. Нажать кнопку «Память».

7.6.6 Оформление результатов поверки

Положительные результаты оформляют в соответствии с ПР 50.2.006.

Поверительные клейма наносят в соответствии с ПР 50.2.007 на паспорт и преобразователь.

Отрицательные результаты поверки оформляют в соответствии с ПР 50.2.006.

8 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

8.1 Возможные неисправности и способы их устранения

Перечень возможных неисправностей преобразователей приведён в таблице 15.

Таблица 15

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
При подаче напряжения питания на преобразователь не светится индикатор питания	Обрыв в цепи питания преобразователя. Неисправность внешнего источника питания	Проверить цепь питания и устранить обрыв. Устранить неисправность внешнего источника питания
Показания прибора, подключённого к цепи аналогового (токового) выхода преобразователя, не изменяются относительно нулевой отметки шкалы.	Обрыв в цепи аналогового (токового) выхода преобразователя	Проверить цепь аналогового (токового) выхода и устранить обрыв
Нет обмена данными с компьютером	Неисправность в цепи интерфейсных сигналов	Проверить цепь подключения интерфейсных сигналов и преобразователя кодов RS-485/RS-232

8.2 Сведения о замене компонентов при ремонте

В связи с тем, что преобразователи являются сложными программируемыми изделиями электронной техники, и устранение в них неисправностей путём замены отдельных комплектующих может привести к изменению метрологических характеристик, ремонт рекомендуется проводить на предприятии-изготовителе.

9 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

9.1 Хранение преобразователей – по ГОСТ 22261.

9.2 Преобразователи до введения в эксплуатацию следует хранить в упаковке предприятия-изготовителя в закрытом помещении при температуре окружающего воздуха от плюс 5 °С до плюс 40 °С и относительной влажности до 80 % при 25 °С.

9.3 Преобразователи без упаковки следует хранить в закрытом помещении на стеллажах при температуре окружающего воздуха от плюс 10 °С до плюс 35 °С и относительной влажности до 80 % при 25 °С.

9.4 Транспортировку преобразователей следует производить в упаковке для транспортирования всеми видами закрытого транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 70 °С и относительной влажности до 95 % при 25 °С, или относительной влажности до 100 % при температуре 35 °С (во влагозащитной упаковке), а самолётами – в отапливаемых герметизированных отсеках.

ВНИМАНИЕ! В СВЯЗИ С ПОСТОЯННОЙ РАБОТОЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ИЗДЕЛИЯ, ПОВЫШАЮЩЕМУ ЕГО НАДЁЖНОСТЬ ИЛИ УЛУЧШАЮЩЕМУ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА, В КОНСТРУКЦИЮ МОГУТ БЫТЬ ВНЕСЕНЫ НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ, НЕ ОТРАЖЁННЫЕ В НАСТОЯЩЕМ ИЗДАНИИ.

Приложение А

(обязательное)

Описание протокола «MODBUS-RTU» и список команд управления преобразователем

Формат команд преобразователя

Контроллеры соединяются, используя технологию «главный-подчиненный», при которой только одно устройство («главный») может инициировать передачу (сделать запрос). Преобразователи («подчиненные») передают запрашиваемые главным устройством данные, или производят запрашиваемые действия.

«Главный» может адресоваться к индивидуальному подчиненному или может инициировать широкую передачу сообщения на все подчиненные устройства. Подчиненное устройство возвращает сообщение в ответ на запрос, адресуемый именно ему. Ответы не возвращаются при широковещательном запросе от главного.

Цикл запрос – ответ:

Запрос от главного	Ответ подчиненного
Адрес устройства	Адрес устройства (1-120)
Код функции	Код функции
8 - битные	8 - битные
байты данных	байты данных
Контрольная сумма	Контрольная сумма

Запрос: Код функции в запросе говорит подчиненному устройству, какое действие необходимо провести. Байты данных содержат информацию, необходимую для выполнения запрошенной функции. Например, код функции 3 подразумевает запрос на чтение содержимого регистров подчиненного.

Ответ: Если подчиненный дает нормальный ответ, код функции в ответе повторяет код функции в запросе. В байтах данных содержится затребованная информация. Если имеет место ошибка, то код функции модифицируется, и в байтах данных передается причина ошибки.

Формат команды:

- АДРЕС (один байт);
- НОМЕР КОМАНДЫ (один байт);
- СТАРШИЙ БАЙТ (кода команды);
- МЛАДШИЙ БАЙТ (кода команды);
- СТАРШИЙ БАЙТ (количества байт передаваемой информации всегда равен 0);
- МЛАДШИЙ БАЙТ (N-байт передаваемой информации, кроме самой команды и двух байт циклического кода, завершающих передачу);
- N-байт передаваемой информации;
- МЛАДШИЙ БАЙТ CRC;
- СТАРШИЙ БАЙТ CRC.

Продолжение Приложения А

Перечень команд преобразователя:

АДРЕС, 3, 0, 2, 0, 2 – Выдать значения измеренных параметров

Формат выдачи результатов измерения:

- мощность активная по фазе А – 4 байта;
- мощность активная по фазе В– 4 байта;
- мощность активная по фазе С– 4 байта;
- мощность полная по фазе А– 4 байта;
- мощность полная по фазе В– 4 байта;
- мощность полная по фазе С– 4 байта;
- мощность реактивная по фазе А – 4 байта;
- мощность реактивная по фазе В– 4 байта;
- мощность реактивная по фазе С– 4 байта;
- коэффициент мощности ($\cos \varphi$) по фазе А-4 байта;
- коэффициент мощности ($\cos \varphi$) по фазе В-4 байта;
- коэффициент мощности ($\cos \varphi$) по фазе С-4 байта;
- мощность активная суммарная – 4 байта;
- мощность полная суммарная – 4 байта;
- коэффициент мощности ($\cos \varphi$) суммарный-4 байта;
- мощность реактивная суммарная – 4 байта;
- напряжение среднеквадратическое по фазе А -4 байта;
- напряжение среднеквадратическое по фазе В -4 байта;
- напряжение среднеквадратическое по фазе С -4 байта;
- ток среднеквадратический по фазе А -4 байта;
- ток среднеквадратический по фазе В -4 байта;
- ток среднеквадратический по фазе С -4 байта;
- частота -4 байта;
- температура кристалла микросхемы -4 байта;
- младший байт CRC;
- старший байт CRC.

Формат представления результата:

Если 1-й байт > 128 то число отрицательное и 1-й байт = 1-й байт-128

Если 1-й байт < 128 то число положительное

Значение = (Знак) (1-й байт)*256+(2-й байт) . (дес. точка) 10000*((3-й байт)*256+(4-й байт)).

АДРЕС, 16, 0, 23, 4, 0 – Выдать значение контрольной суммы памяти программы преобразователя. В ответе преобразователя будет выдана следующая информация:

- 1-й - 4-й байт копия запроса;
- 5-й байт - версия программы;
- 6-й байт – (год – 2014);
- 7-й байт – младший байт контрольной суммы программы;
- 8-й байт – старший байт контрольной суммы программы;
- 9-й байт — младший байт контрольной суммы ответа;
- 10-й байт – старший байт контрольной суммы ответа.

Продолжение Приложения А

Пример программы вычисления контрольной суммы передаваемой информации

Фрагмент программы вычисления контрольной суммы массива информации

```
massiv [] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9};   CRC=aaaa
```

```
    crc=0xffff;
    for(i=0;i<9;i++){
        CRC((int)(massiv[i]));
    };
```

```
int CRC(unsigned int bb)
{
    crc^=bb;
    for (i=0;i<8;i++)    {
        crc = crc & 0x0001 ? (crc >> 1) ^ 0xA001 : crc >> 1;
    }
}
```

Приложение Б

(обязательное)

Внешний вид преобразователей ФЕ1883-АД

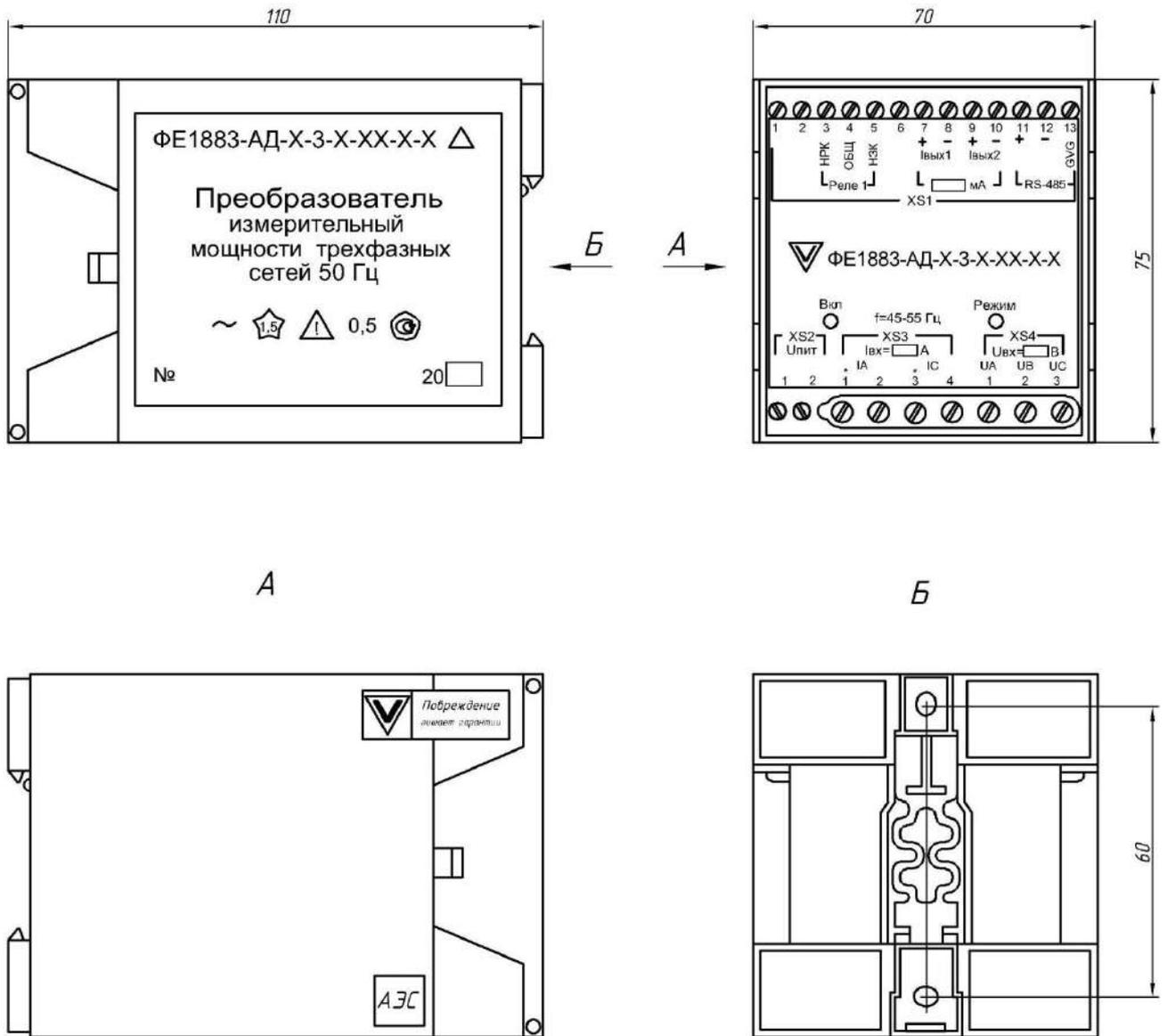


Рисунок Б.1 – Внешний вид преобразователя ФЕ1883-АД для трехпроводной схемы подключения

Продолжение Приложения Б

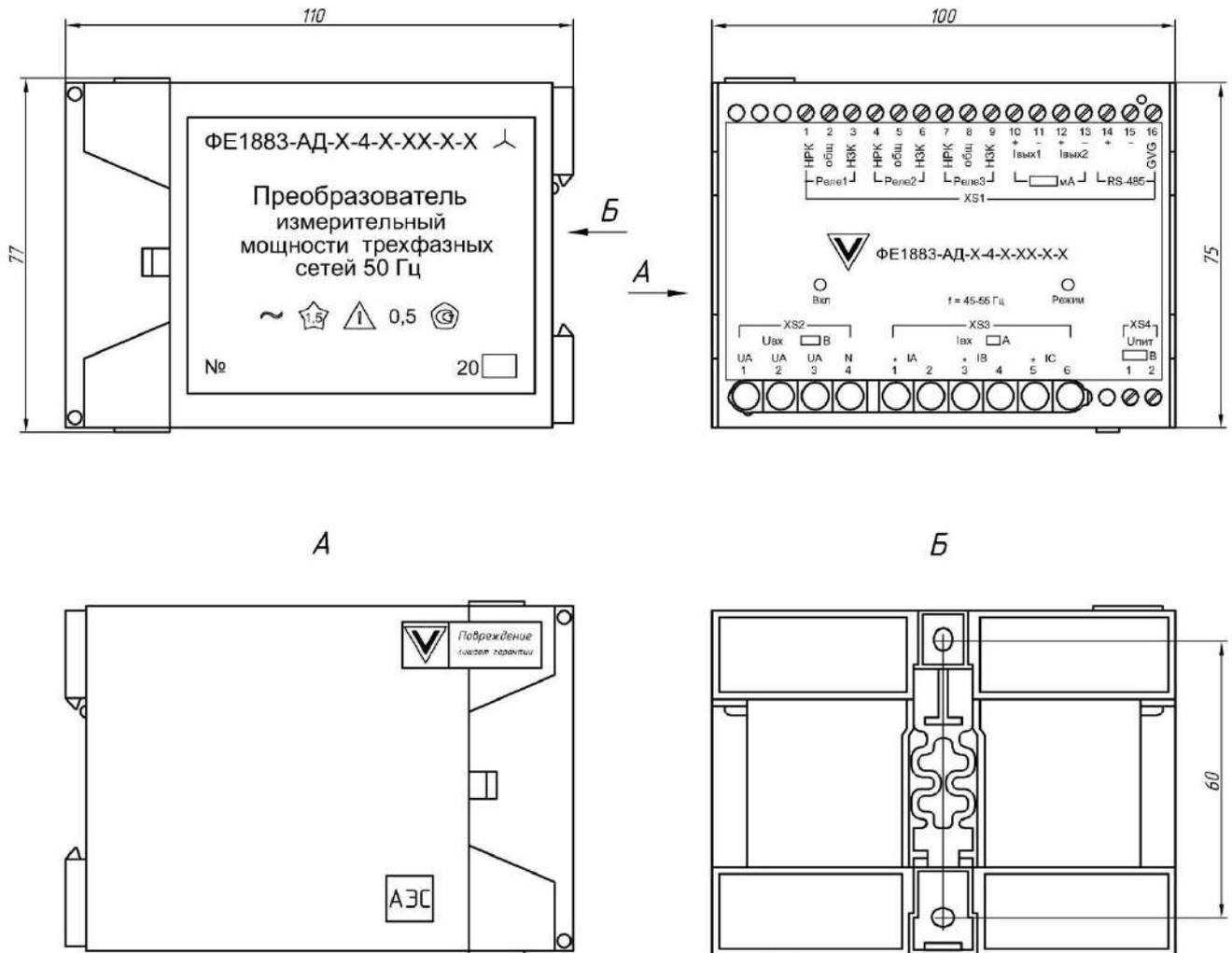


Рисунок Б.2 – Внешний вид преобразователя FE1883–АД для четырехпроводной схемы подключения

Приложение В

(обязательное)

Монтаж преобразователя на объекте

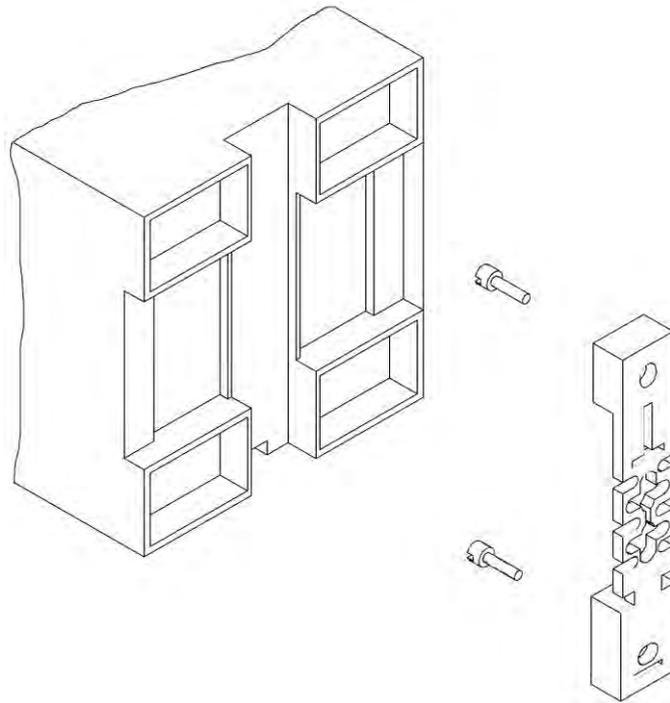


Рисунок В.1 – Монтаж преобразователя на щит или на панель

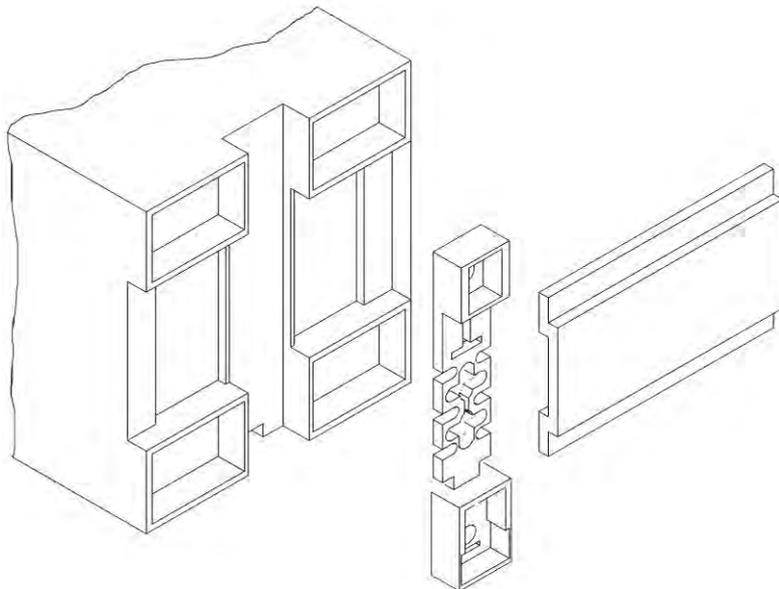


Рисунок В.2 – Монтаж преобразователя на DIN-рейку

Приложение Г
(обязательное)

Формы представления информации программой FE1883.exe

9600

Адрес блока 1

Назначение токового выхода

Jout1 Jout2

Wакт (03):4-20мА (03):4-20мА Wполн SeT

Схема подключения 3-проводная

	AB	BC	SUMM
Р активная	.053	86.4852	86.54
S полная	86.47	86.5	172.97
Q реакт	99.8	49.96	149.75
cos φ			.5
Напряжение	99.95	99.94	
Ток	1.0001	.9992	

1А - 100В

F= 49.98 Герц

T=34

Выход

Версия 4 2014

KC= 21046

Калибр W U I калибр РЕАКТ Калибр Ток Вых Измерение Поверка РЕЛЕ Память CRC

Рисунок Г.1а – Экранная форма основного окна программы FE1883 для 3-х проводной схемы подключения

9600

Адрес блока 1

Назначение токового выхода

Jout1 Jout2

Wакт (03):4-20мА (03):4-20мА Wполн SeT

Схема подключения 4-проводная

	A	B	C	SUMM
Р активная	125.791	125.915	125.7937	377.5
S полная	251.6	251.66	251.58	754.84
Q реакт	217.9	218.04	218.05	653.99
cos φ	.5	.5	.5	.5
Напряжение	100.39	100.37	100.34	
Ток	2.5089	2.5058	2.509	

5А - 100В

F= 50. Герц

T=32

Выход

Версия 4 2014

KC= 17589

Калибр W U I калибр РЕАКТ Калибр Ток Вых Измерение Поверка РЕЛЕ Память CRC

Рисунок Г.1б – Экранная форма основного окна программы FE1883 для 4-х проводной схемы подключения

Продолжение Приложения Г

Калибровка 3 проводной схемы

Уров = 1

1

	АВ	ВС
Акт	1.73205	1.73205
Полн	1.73205	1.73205
U	20	20
I	.1	.1

Wmax : 433.012701

45-60-56Гц

Расчет Запись

Выход

Рисунок Г.2 – Экранная форма для калибровки каналов напряжения, тока, активной и полной мощности трех-проводной схемы подключения

Продолжение Приложения Г

Калибровка МНК 4-х проводная схема

Блок= 1 Уров = 1

	А	В	С	
Актив	4	4	4	4
Полн	4	4	4	4
U	20	20	20	20
J	.2	.2	.2	.2

Wmax : 1500
48-50-56V

Расчет Запись Выход

Рисунок Г.3 – Экранная форма для калибровки каналов напряжения, тока, активной и полной мощности четырехпроводной схемы подключения

Продолжение Приложения Г

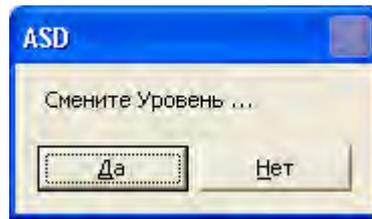


Рисунок Г.4 – Экранная форма запроса на изменение калибровочного сигнала

Продолжение Приложения Г

	A		B		C	
	[Redacted]		590.884652		590.884652	
5 %	14.2	.209	14.	.209	13.8	.209
100 %	28351.2	590.885	28885.	590.885	28605.	590.885

Buttons: **Вычислить**, **Записать в МК**, **Выход**

Рисунок Г.5 – Экранная форма для калибровки канала измерения реактивной мощности 4-х проводной схемы

	AB		BC	
	[Redacted]		229.8133329	
5 %	39.5	1.089	32.167	.908
100 %	9889.333	281.908	8326.333	229.813

Buttons: **Вычислить**, **Записать в МК**, **Выход**

Рисунок Г.6 – Экранная форма для калибровки канала измерения реактивной мощности 3-х проводной схемы

Продолжение Приложения Г

Калибровка Выхода по току

КАНАЛ **1** Выход

КОД **100** ТОК **21.526**

3400
21.526

Номер блока
1

Запись в память МК

ЗАДАНО **TEST** ДЕЙСТВ

ТОК МА **20** **20.002** ОШИБКА %
-0.01 %

Рисунок Г.7 – Экранная форма для калибровки каналов выходов унифицированных сигналов постоянного тока

Название Файла

Введите Имя Файла:

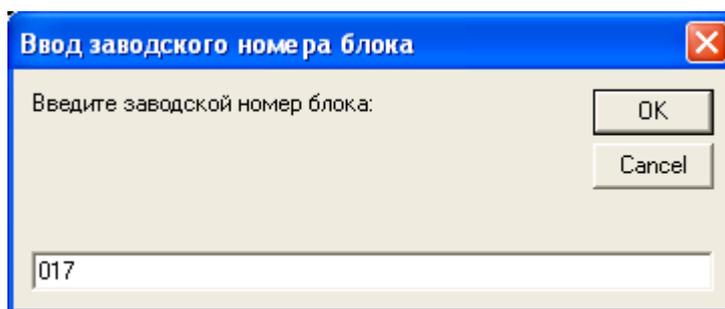
OK

Cancel

Poverka_017

Рисунок Г.8 – Экранная форма для ввода имени файла для записи результатов поверки

Продолжение Приложения Г



Ввод заводского номера блока

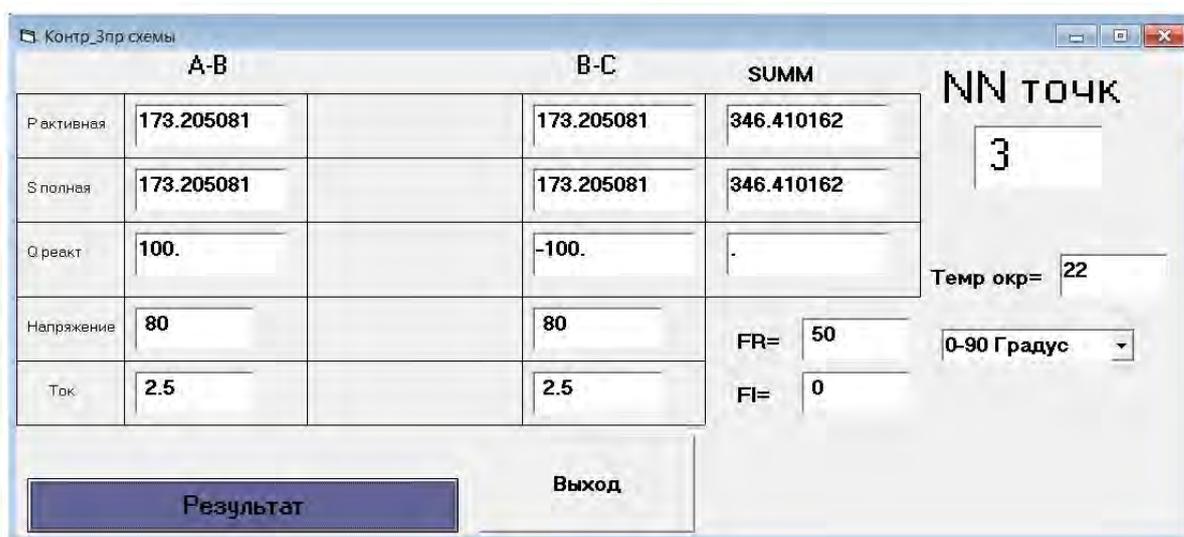
Введите заводской номер блока:

017

OK

Cancel

Рисунок Г.9 – Экранная форма для ввода номера поверяемого блока



	A-B	B-C	SUMM	
Рактивная	173.205081	173.205081	346.410162	NN ТОЧК 3
S полная	173.205081	173.205081	346.410162	
Q реакт	100.	-100.	.	Темп окр= 22
Напряжение	80	80	FR= 50	0-90 Градус
Ток	2.5	2.5	FI= 0	

Результат

Выход

Рисунок Г.10 – Экранная форма для проверки каналов трехпроводной схемы подключения

Продолжение Приложения Г

	A	B	C	SUMM
W активная	400	400	400	1200
W полная	400	400	400	1200
W реакт	0	0	0	0
cos ϕ	Text4	Text4	Text4	Text4
Напряжение	80	80	80	FR= 50
Ток	5	5	5	FI= 0

NN ТОЧК
3

Темп окр= 22

0-90 Градус

Результат

Выход

Рисунок Г.11 – Экранная форма для проверки каналов четырехпроводной схемы подключения

Продолжение Приложения Г

РЕЛЕ 4-проводная схема

	РЕЛЕ 1	РЕЛЕ 2	РЕЛЕ 3	
Прочитать	UA	Акт <В>	Полная <С>	<input type="button" value="Запись в МК"/>
Верхнее значение	100	95	107	
Гистерезис	2	.3	1.3	
	Фаза А	Фаза В	Фаза С	мощность суммарная
Мощность :	Активная	Активная	Активная	Активная
	Реактивная	Реактивная	Реактивная	Реактивная
	Полная	Полная	Полная	Полная
Напряжение	UA	UB	UC	Частота
Ток	IA	IB	IC	

Рисунок Г.12 – Экранная форма для настройки реле 4-х проводной схемы

Продолжение Приложения Г

Реле 3 проводная схема

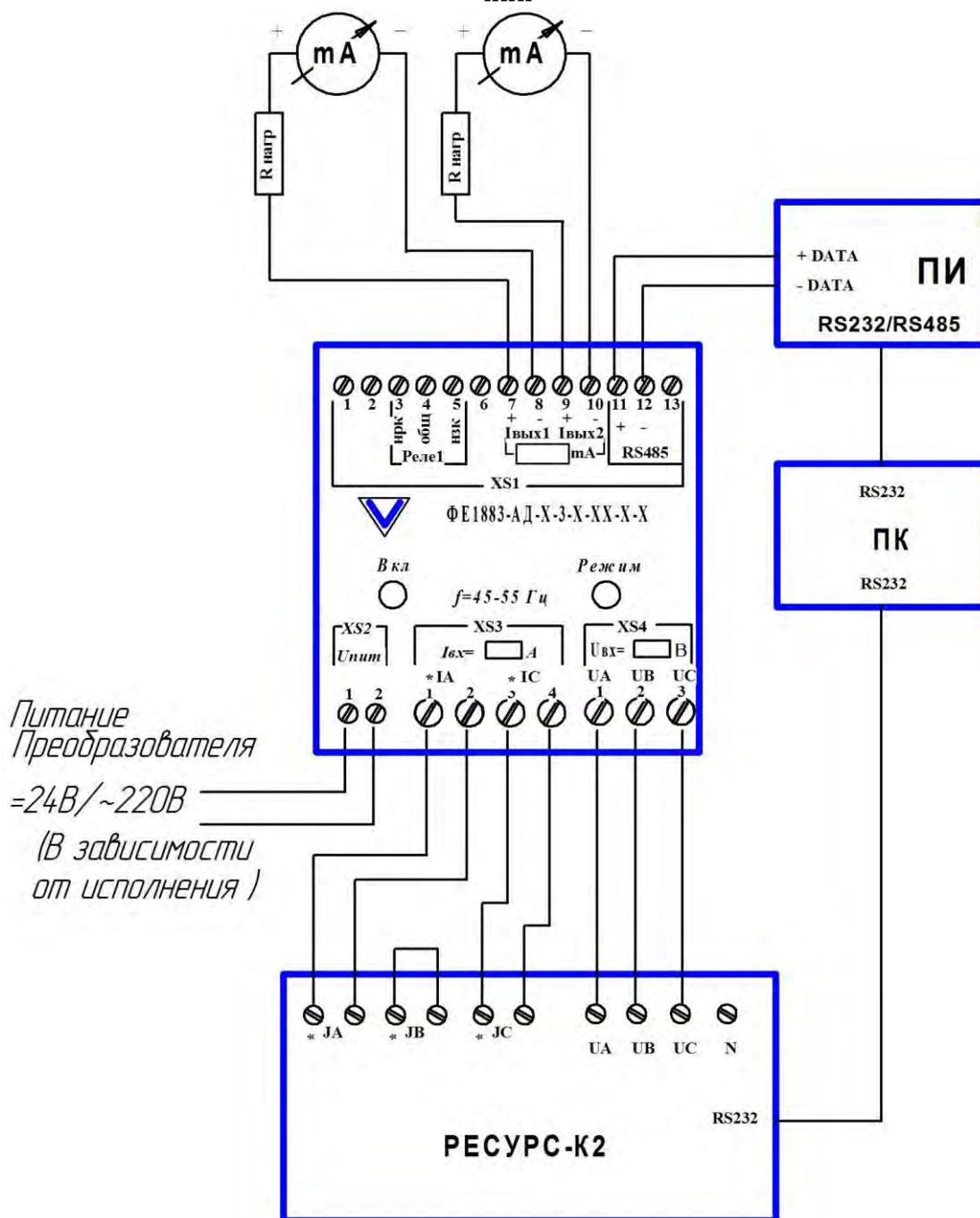
Прочитать	UA		мощность суммарная
	A	C	
Мощность :	Активная	Активная	Активная
	Реактивная	Реактивная	Реактивная
	Полная	Полная	Полная
Напряжение	UA	UC	Частота
Ток	IA	IC	
Верхнее значение	100		Запись в МК
Гистерезис	2		
			Выход

Рисунок Г.13 – Экранная форма для настройки реле 3-х проводной схемы

Приложение Д

(обязательное)

Схемы подключений преобразователей, таблицы испытательных и калибровочных значений



ПИ – преобразователь интерфейса RS-485/RS-232

ПК – персональный компьютер

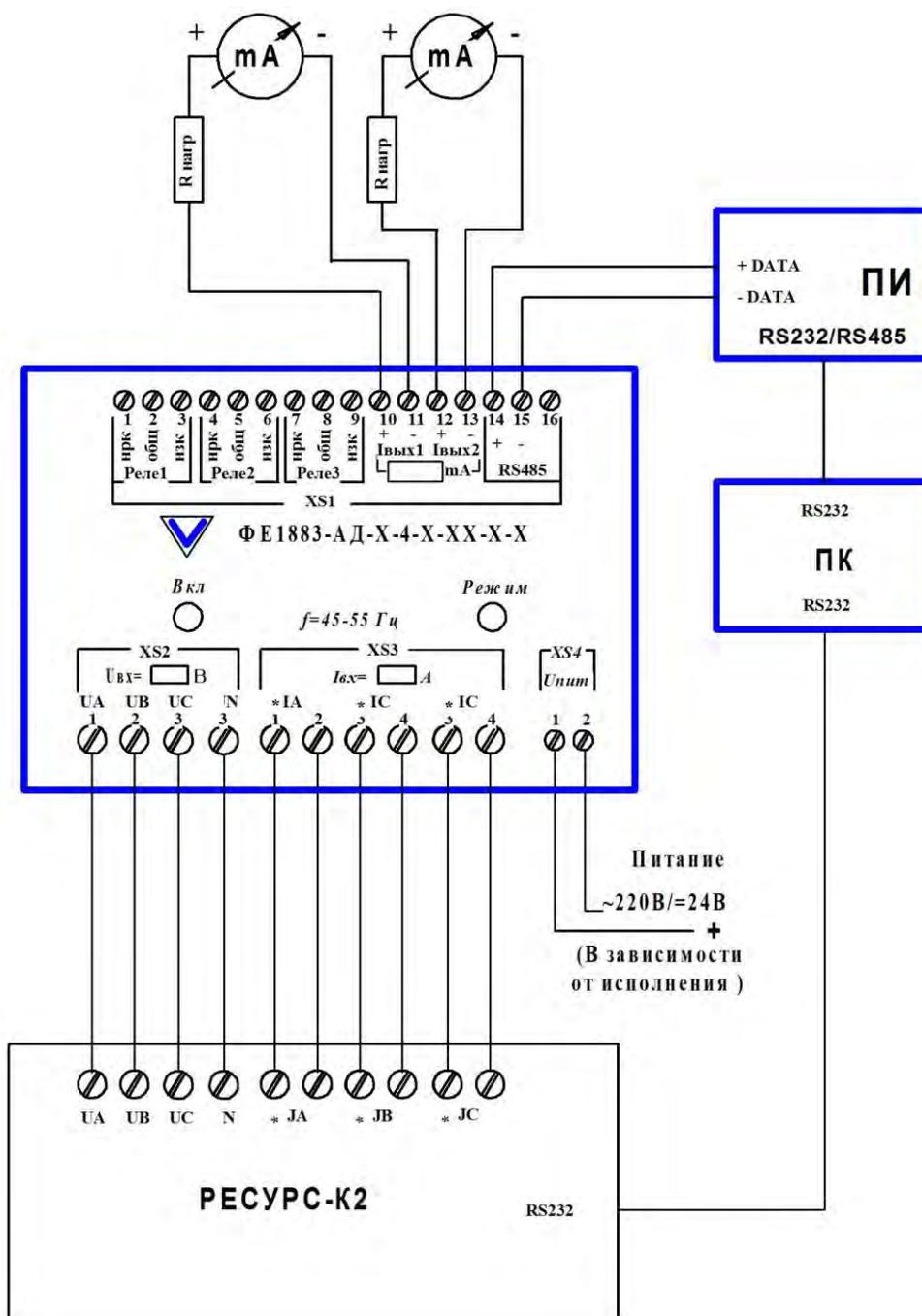
РЕСУРС-К2 – калибратор переменного тока

mA – миллиамперметр (например, мультиметр HP34401A)

R_{нагр} – сопротивление нагрузки (магазин сопротивлений P4831)

Рисунок Д.1 – Схема калибровки и определения основной погрешности преобразователей для трехпроводной схемы подключения

Продолжение Приложения Д



ПИ – преобразователь интерфейса RS-485/RS-232

ПК – персональный компьютер

РЕСУРС-К2 – калибратор переменного тока

mA – миллиамперметр (например, мультиметр HP34401A)

Rнагр – сопротивление нагрузки (магазин сопротивлений P4831)

Рисунок Д.2 – Схема калибровки и определения основной погрешности преобразователей для четырехпроводной схемы подключения

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.1 – Испытательные сигналы для четырехпроводной (см. рисунок Д.2) схемы подключения при внешнем источнике питания

Номер строки	Отклонение фазного напряжения от $U_{н.ф}$, %	Отклонение фазного тока от $I_{н.ф}$, %	Фазовый угол между током и напряжением, градус	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Частота, Гц		
1	-80	0	0	1	0	50		
2	-50							
3	-20							
4	0							
5	20							
6	0	-98						
7		-90						
8		-80						
9		-50						
10		0						
11		-80					-99	
12	0	0	180^* (15^{**})	-1 (0,966)	0 (0,259)			
13			60^* (30^{**})	0,5 (0,866)	0,866 (0,5)			
14			90^* (45^{**})	0 (0,707)	1 (0,707)			
15			150^* (60^{**})	-0,866 (0,5)	0,5 (0,866)			
16			-120^* (75^{**})	-0,5 (0,259)	-0,866 (0,966)			
17			-90^* (90^{**})	0 (0)	-1 (1)			
18			-30^*	0,866	-0,5			
19			0	0	0	1	0	45
20								48
21								52
22	55							

Примечания

* Значения углов для диапазонов токовых выходов 0-2,5-5, 0-10-20, 4-12-20 мА (0-360°)

** Значения углов для диапазонов токовых выходов 0-5, 0-20, 4-20 мА (0-90°)

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.2 – Испытательные сигналы для четырехпроводной (см. рисунок Д.2) схемы подключения при питании от источника сигнала

Номер строки	Отклонение фазного напряжения от $U_{н.ф.}$, %	Отклонение фазного тока от $I_{н.ф.}$, %	Фазовый угол между током и напряжением, градус	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Частота, Гц		
1	-30	0	0	1	0	50		
2	-20							
3	-10							
4	0							
5	20							
6	0	-98						
7		-90						
8		-80						
9		-50						
10		0						
11		-30					-99	
12	0	0	$180^* (15)^{**}$	-1 (0,966)	0 (0,259)			
13			$60^* (30)^{**}$	0,5 (0,866)	0,866 (0,5)			
14			$90^* (45)^{**}$	0 (0,707)	1 (0,707)			
15			$150^* (60)^{**}$	-0,866 (0,5)	0,5 (0,866)			
16			$-120^* (75)^{**}$	-0,5 (0,259)	-0,866 (0,966)			
17			$-90^* (90)^{**}$	0 (0)	-1 (1)			
18			-30^*	0,866	-0,5			
19			0	0	0	1	0	45
20								48
21								52
22								55

Примечания

* Значения углов для диапазонов токовых выходов 0-2,5-5, 0-10-20, 4-12-20 мА (0-360°)

** Значения углов для диапазонов токовых выходов 0-5, 0-20, 4-20 мА (0-90°)

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.3 – Испытательные сигналы для трехпроводной (см. рисунок Д.1) схемы подключения при внешнем источнике питания

Номер строки	Отклонение межфазного напряжения от U_H , %	Отклонение линейного тока от I_H , %	Фазовый угол между током и напряжением, градус	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Частота, Гц		
1	-80	0	0	1	0	50		
2	-50							
3	-20							
4	0							
5	20							
6	0	-98						
7		-90						
8		-80						
9		-50						
10		0						
11	-30	-99						
12	0	0	180^* (15^{**})	-1 (0,966)	0 (0,259)			
13			60^* (30^{**})	0,5 (0,866)	0,866 (0,5)			
14			90^* (45^{**})	0 (0,707)	1 (0,707)			
15			150^* (60^{**})	-0,866 (0,5)	0,5 (0,866)			
16			-120^* (75^{**})	-0,5 (0,259)	-0,866 (0,966)			
17			-90^* (90^{**})	0 (0)	-1 (1)			
18			-30^*	0,866	-0,5			
19			0	0	0	1	0	45
20								48
21								52
22	55							

Примечания

* Значения углов для диапазонов токовых выходов 0-2,5-5, 0-10-20, 4-12-20 мА (0-360°)

** Значения углов для диапазонов токовых выходов 0-5, 0-20, 4-20 мА (0-90°)

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.4 – Испытательные сигналы для трехпроводной (см. рисунок Д.1) схемы подключения при питании от источника сигнала

Номер строки	Отклонение межфазного напряжения от U_H , %	Отклонение линейного тока от I_H , %	Фазовый угол между током и напряжением, градус	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Частота, Гц		
1	-30	0	0	1	0	50		
2	-20							
3	-10							
4	0							
5	20							
6	0	-98						
7		-90						
8		-80						
9		-50						
10		0						
11	-30	-99						
12	0	0	180^* (15) ^{**}	-1 (0,966)	0 (0,259)			
13			60^* (30) ^{**}	0,5 (0,866)	0,866 (0,5)			
14			90^* (45) ^{**}	0 (0,707)	1 (0,707)			
15			150^* (60) ^{**}	-0,866 (0,5)	0,5 (0,866)			
16			-120^* (75) ^{**}	-0,5 (0,259)	-0,866 (0,966)			
17			-90^* (90) ^{**}	0 (0)	-1 (1)			
18			-30^*	0,866	-0,5			
19			0	0	0	1	0	45
20								48
21								52
22	55							

Примечания

* Значения углов для диапазонов токовых выходов 0-2,5-5, 0-10-20, 4-12-20 мА (0-360°)

** Значения углов для диапазонов токовых выходов 0-5, 0-20, 4-20 мА (0-90°)

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.5 – Форма распечатки результата определения погрешности в одной точке

```

"Параметры сети", #2009-07-14#, #1899-12-30
12:39:20#, "C:\FE1883_AD\REZ_3pr\S1_3pr.T18", "Номер Блока:", "007"
""
" Темп среды =", 26, "Гр_С  TIME=", #1899-12-30 12:43:29#, " Т_Мк=", 22
"Адрес=", 2, " Угол=", 60, " FR=", 50.002, " Fr_Мк=", 50, " DeL_Fr=", -2.00244E-03
"ФАЗА          -А-          -В-          -С-          А+В+С          "
"-----полная мощность---Del_TY=0.2%-----"
S_Эт:          150.937          .          151.715          302.641
S_Мк:          151.1428          .          151.8514          302.9943
Del %:          -.082          .          -.055          -.082
"-----активная мощность---Del_TY=0.2%-----"
P_Эт:          151.884          .          151.923          303.783
P_Мк:          151.6537          .          152.2098          303.8636
Del %:          .092          .          -.115          -.019
"-----реактивная мощность---Del_TY=0.2%-----"
Q_Эт:          85.539          .          -87.24          -1.67
Q_Мк:          85.8194          .          -86.9393          -1.1198
Del %:          -.112          .          -.12          -.127
"-----cos fi-----Del_TY=2,0%-----"
COS_Эт:          .          .          .          1.0038
COS_Мк:          .          .          .          1.0028
Del %:          .          .          .          .0973
"-----напряжение-----"
U_Эт:          69.943          .          70.19
U_Мк:          69.874          .          70.19
Del %:          .069          .          -.001          <TY=0.2%>
"-----ток-----"
I_Эт:          2.4915          .          2.4959
I_Мк:          2.4917          .          2.4955
Del %:          -.01          .          .017          <TY=0.2%>
"-----Униф Выход по ПОСТ ТОКУ-----"
J_1:          17.612          Рток:303.758  DeLP: -.0028  <TY=0.2%>
J_2:          11.981          Qток:-1.028  DeLQ: .0741  <TY=0.2%>

```

Продолжение Приложения Д

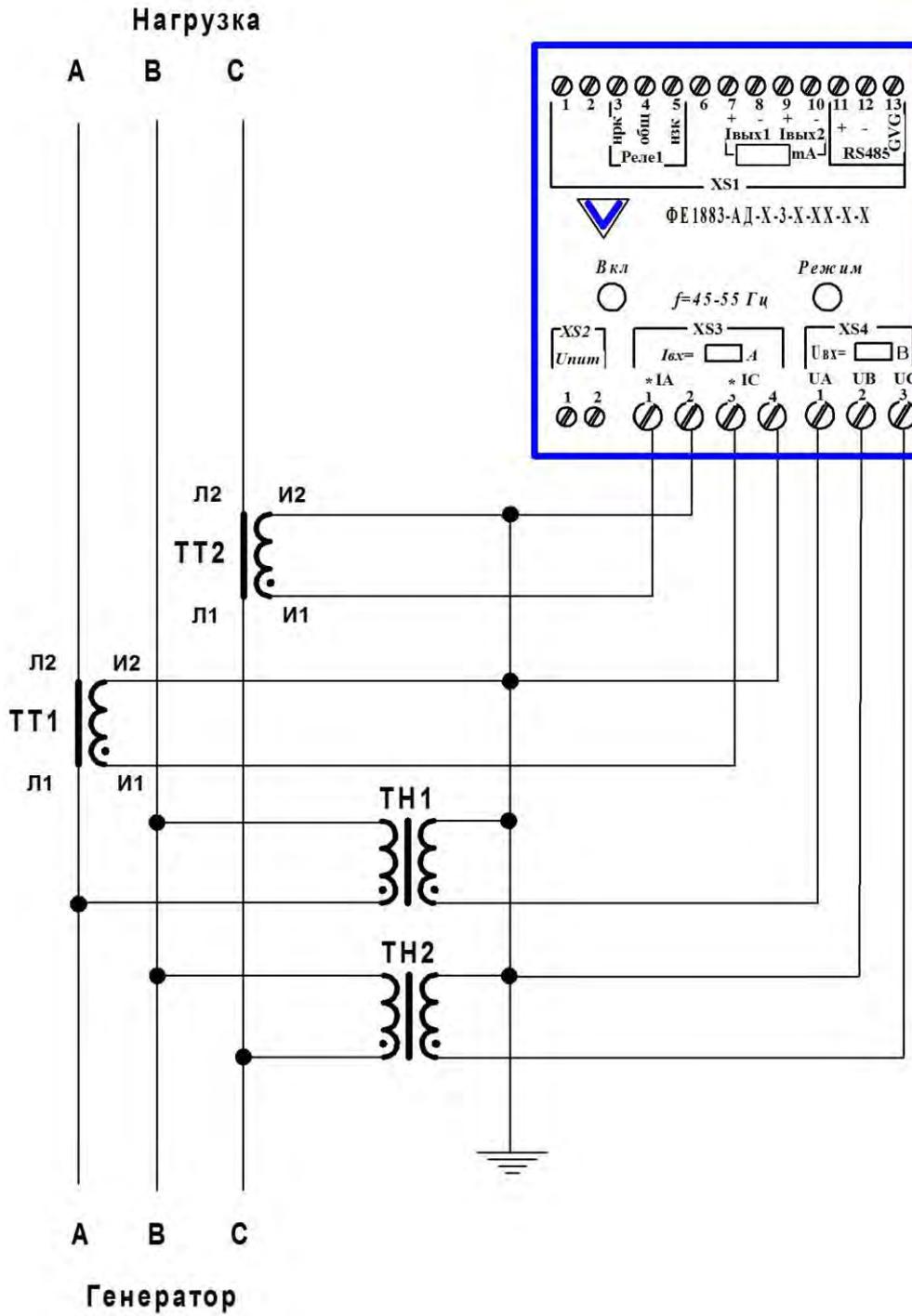


Рисунок Д.3 – Схема подключения преобразователя по трехпроводной схеме с помощью двух трансформаторов тока и двух трансформаторов напряжения

Продолжение Приложения Д

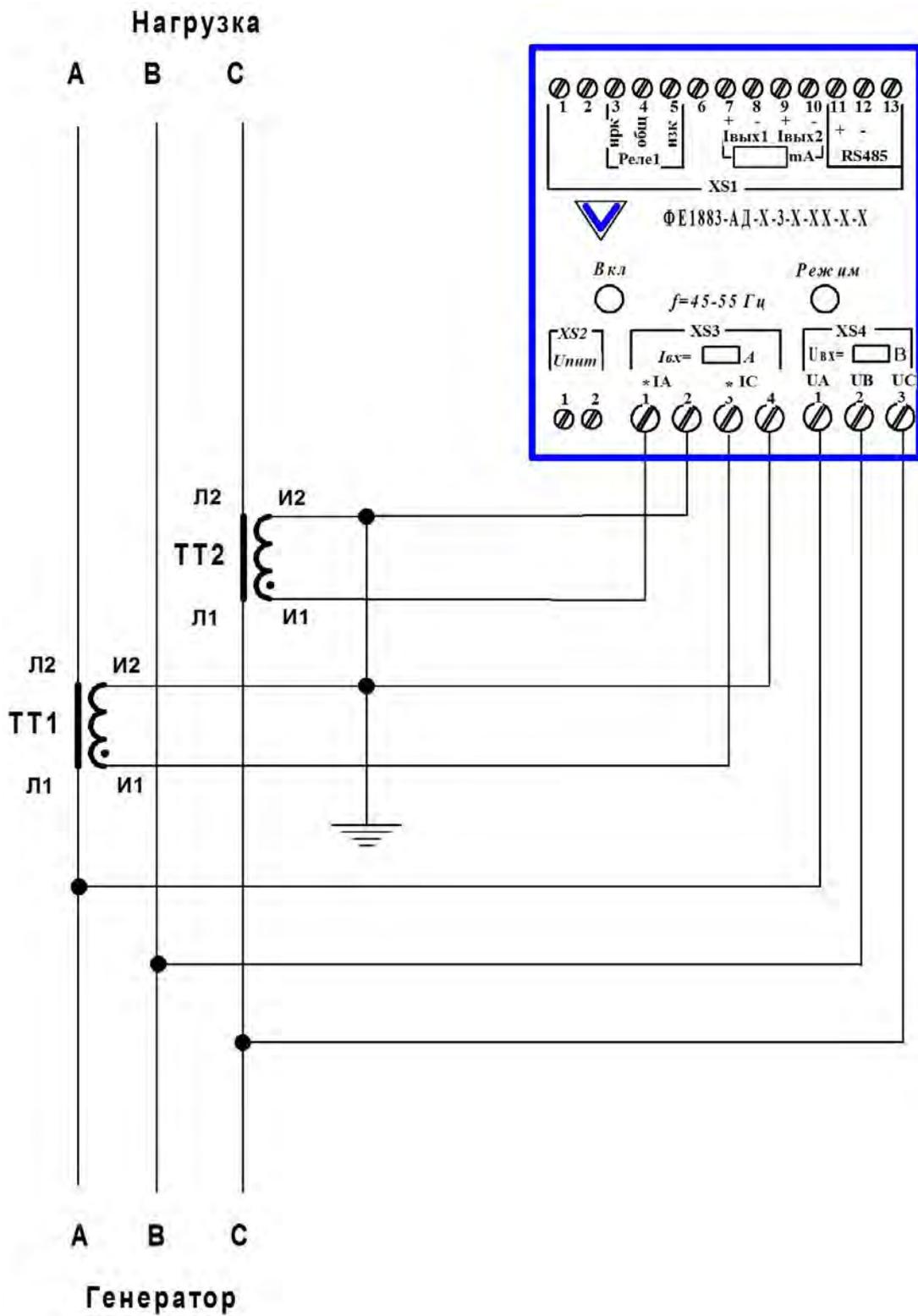


Рисунок Д.4 – Схема подключения преобразователя по трехпроводной схеме с помощью двух трансформаторов тока

Продолжение Приложения Д

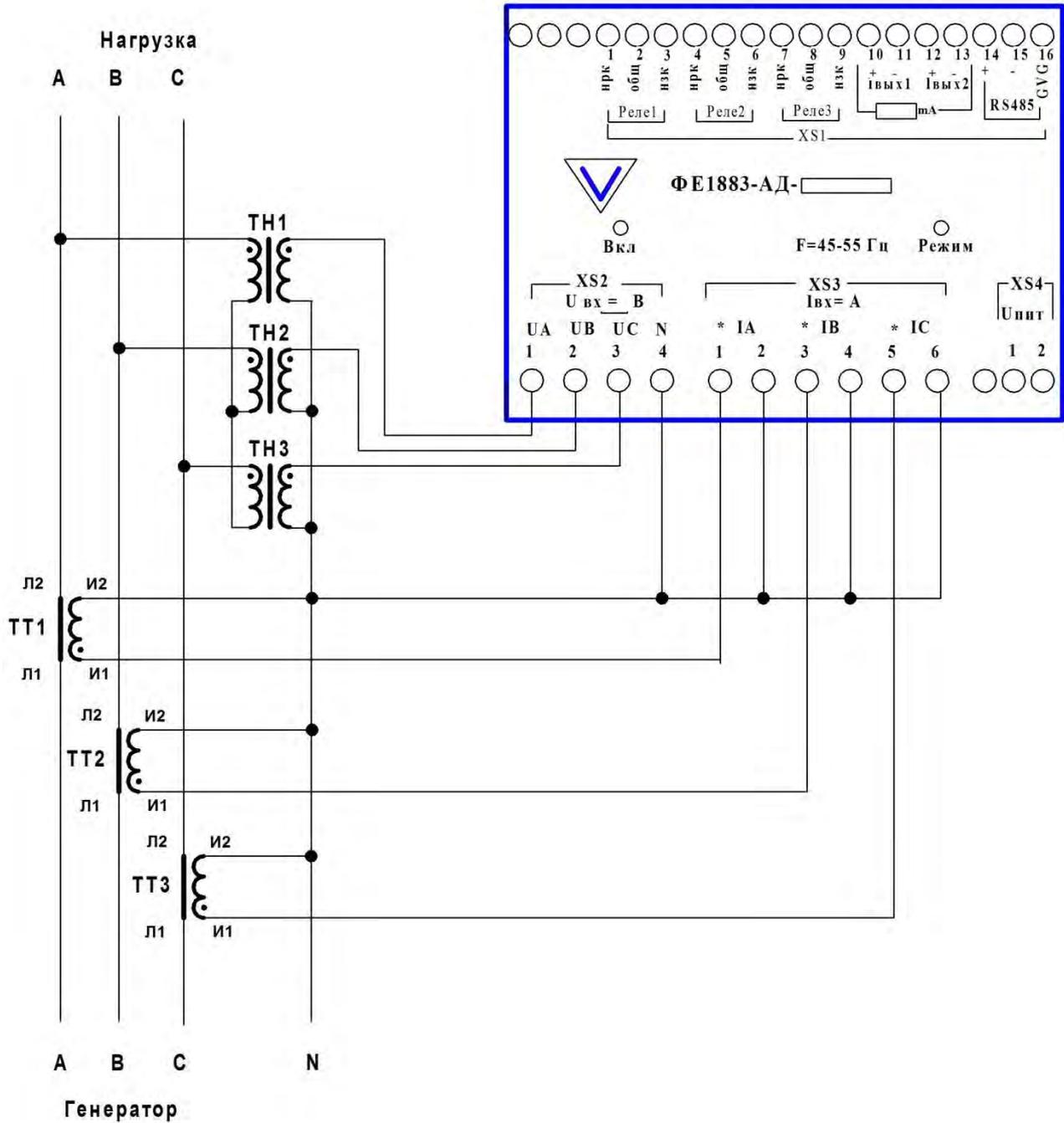


Рисунок Д.5 – Схема подключения преобразователя по четырехпроводной схеме с помощью трех трансформаторов тока и трех трансформаторов напряжения

Продолжение Приложения Д

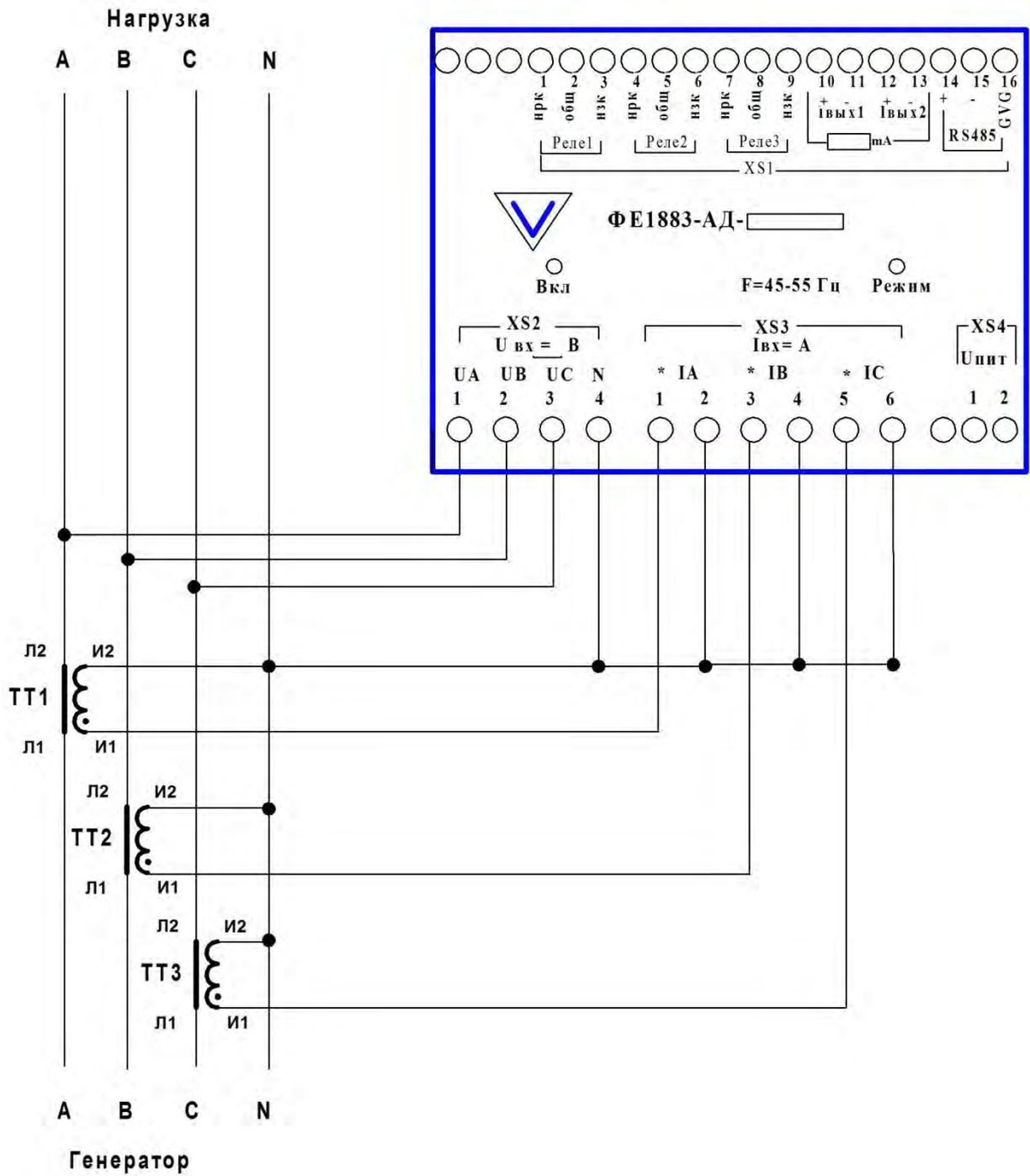
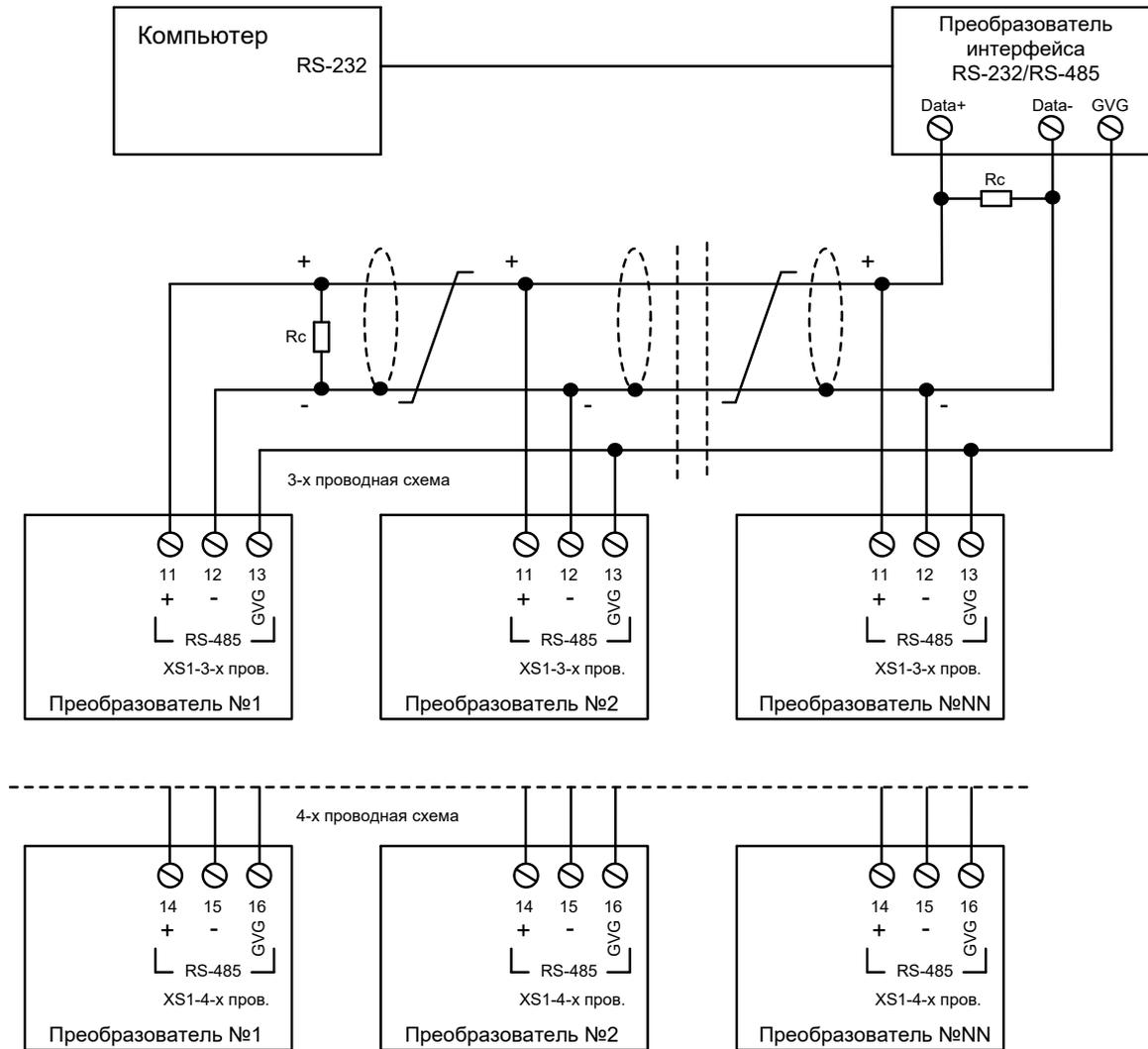


Рисунок Д.6 – Схема подключения преобразователя по четырехпроводной схеме с помощью трех трансформаторов тока

Продолжение Приложения Д



1. R_c – согласующий резистор 120 Ом.
2. Монтаж вести экранированной витой парой с волновым сопротивлением 120 Ом.
3. Если применяемый преобразователь интерфейса не имеет вывода GVG, то экран витой пары заземляется со стороны преобразователя.
4. Множественные соединения экрана витой пары с землей недопустимы.
5. Постоянное напряжение между контактами 1-2 при подключенном преобразователе интерфейса, включенном измерительном преобразователе и при отсутствии обмена по каналу связи должно быть не менее 0,3 В соответствующей полярности.

Рисунок Д.7 – Схема подключения преобразователей по интерфейсу RS-485

Продолжение Приложения Д

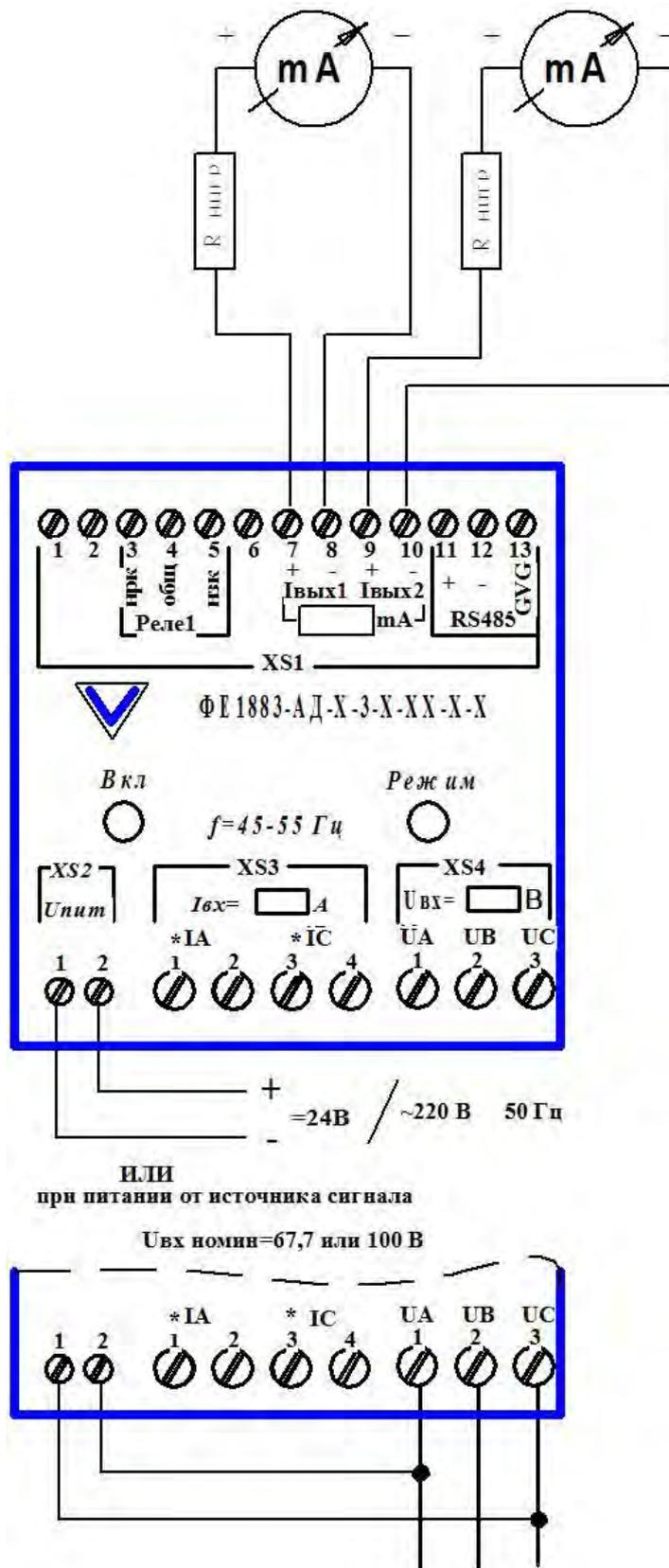


Рисунок Д.8 – Схема подключения цепей питания и унифицированного выхода постоянного тока для преобразователей по трехпроводной схеме.

Продолжение Приложения Д

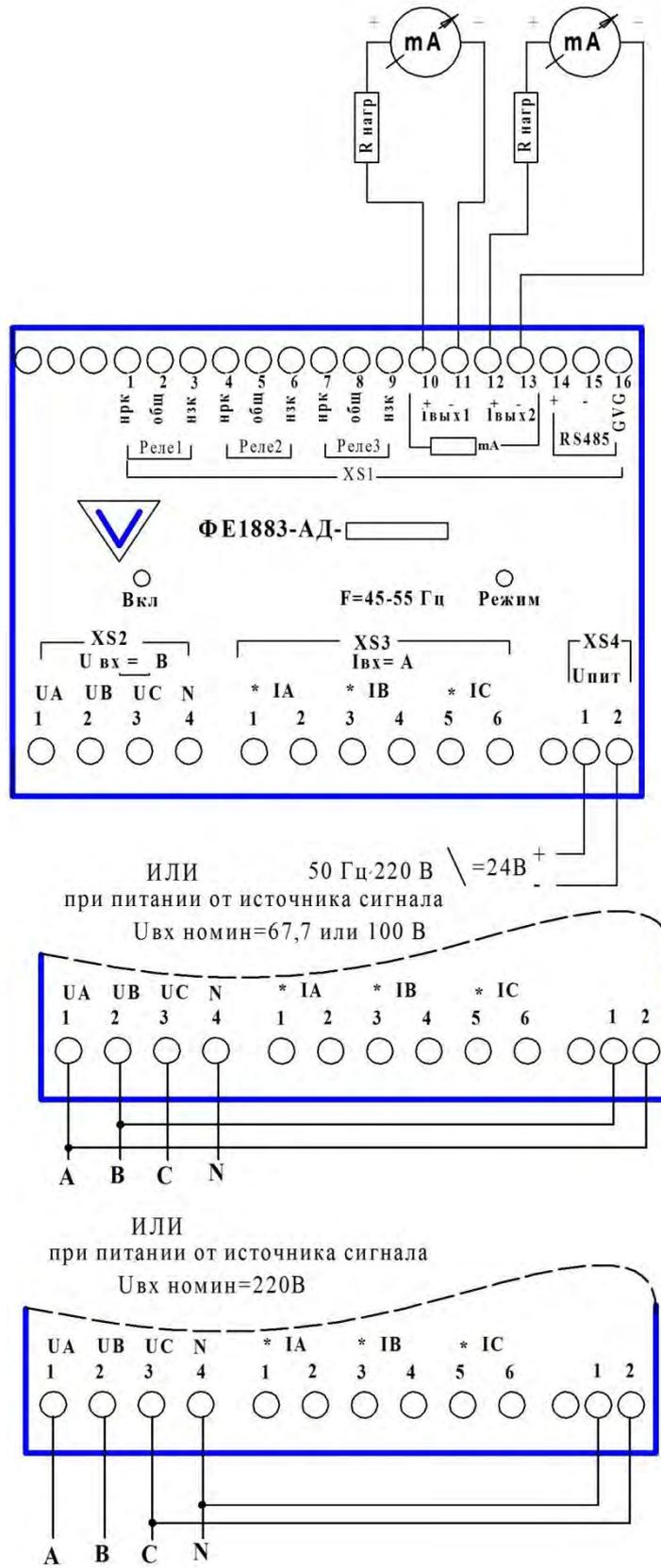


Рисунок Д.9 – Схема подключения цепей питания и унифицированного выхода постоянного тока для преобразователей по четырехпроводной схеме

Продолжение Приложения Д

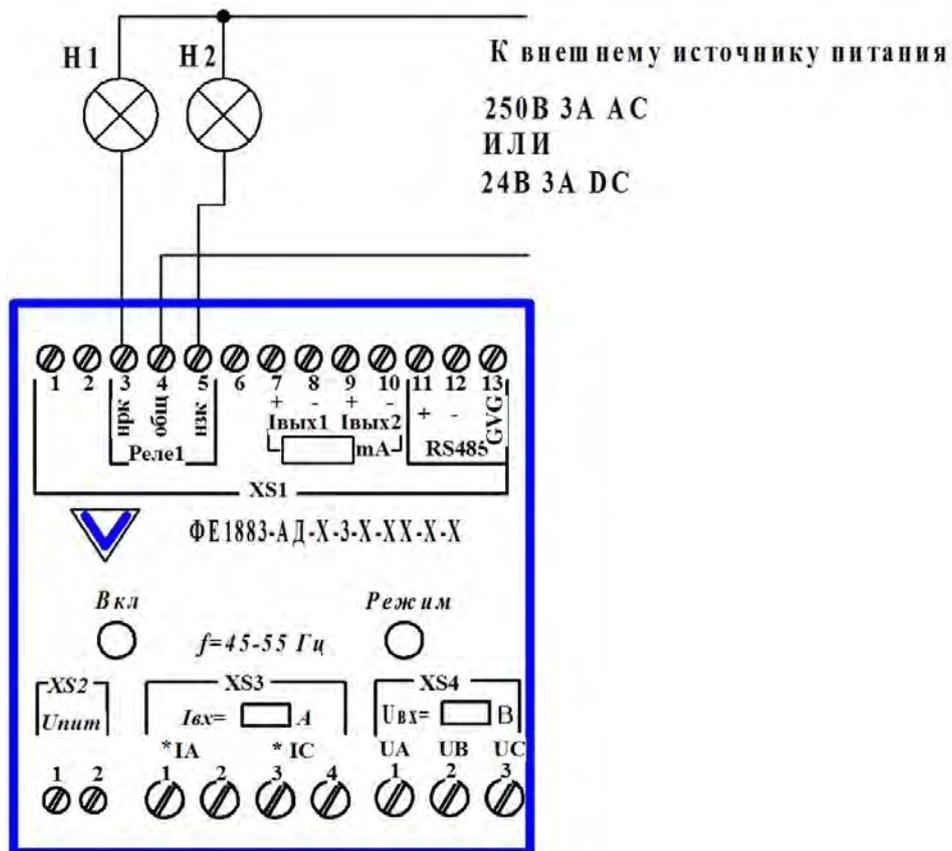


Рисунок Д.10 – Схема подключения цепей внешней сигнализации и управления к преобразователю по трехпроводной схеме

Продолжение Приложения Д

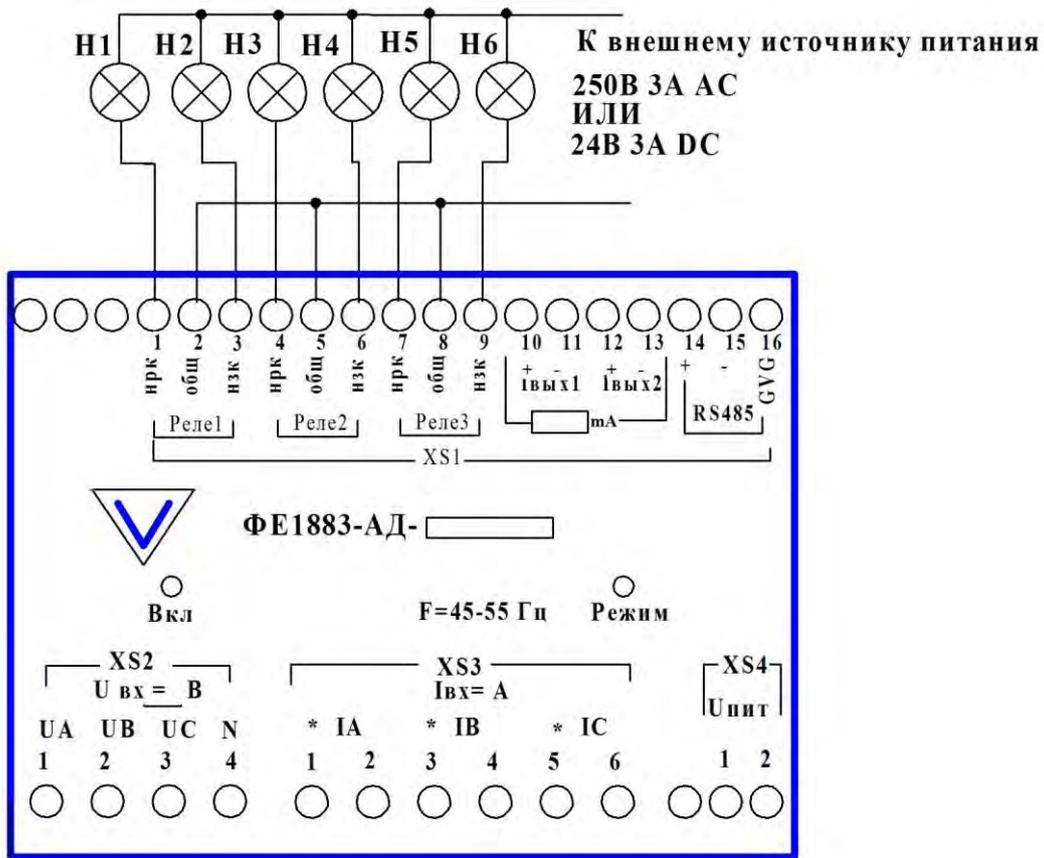


Рисунок Д.11 – Схема подключения цепей внешней сигнализации и управления к преобразователю по четырехпроводной схеме

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.6 – Калибровочные сигналы напряжения, тока и мощности при внешнем источнике питания

Номер строки	Отклонение фазного напряжения от $U_{н.ф}$, %	Отклонение фазного тока от $I_{н.ф}$, %	Фазовый угол между током и напряжением, градус	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Частота, Гц
1	-80	-96	0	1	0	50
2	-30	-50				
3	+20	0				

Таблица Д.7 – Калибровочные сигналы напряжения, тока и мощности при питании от источника сигнала

Номер строки	Отклонение фазного напряжения от $U_{н.ф}$, %	Отклонение фазного тока от $I_{н.ф}$, %	Фазовый угол между током и напряжением, градус	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Частота, Гц
1	-30	-96	0	1	0	50
2	-5	-50				
3	+20	0				

Таблица Д.8 – Калибровочные сигналы напряжения и тока для реактивной мощности при внешнем источнике питания

Номер строки	Отклонение фазного напряжения от $U_{н.ф.}$, %	Отклонение фазного тока от $I_{н.ф.}$, %	Фазовый угол между током и напряжением, градус	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Частота, Гц
1	-50	-96	3	0,99986	0,05233	50
2	+20	0	80	0,17366	0,98483	

Таблица Д.9 – Калибровочные сигналы напряжения и тока для реактивной мощности при питании от источника сигнала

Номер строки	Отклонение фазного напряжения от $U_{н.ф.}$, %	Отклонение фазного тока от $I_{н.ф.}$, %	Фазовый угол между током и напряжением, градус	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Частота, Гц
1	-30	-96	3	0,99986	0,05233	50
2	+20	0	80	0,17366	0,98483	