

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ

ФГУ «Пензенский ЦСМ»



д.т.н. А.А. Данилов

2003 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Измерители показателей качества электрической энергии «Ресурс - UF2»

Методика поверки

ЭТ.422252.009 МП

Настоящая инструкция устанавливает методы и средства поверки при выпуске из производства, в эксплуатации и после ремонта измерителей показателей качества электрической энергии «Ресурс-UF2», «Ресурс-UF2С», «Ресурс-UF2М» (далее по тексту – измерители).

Периодичность поверки в процессе эксплуатации и хранения устанавливается предприятием, использующим измеритель, с учетом условий и интенсивности его эксплуатации, но не реже одного раза в 2 года.

1 Обозначения

В настоящем документе использованы следующие обозначения:

$U_{ном}$ – номинальное значение напряжение;

$I_{ном}$ – номинальное значение силы тока;

$\delta U_A, \delta U_B, \delta U_C, \delta U_N$ – относительные отклонения напряжений основной частоты от номинального значения (здесь и далее А, В, С, N – обозначение фазы);

$\delta U_{AB}, \delta U_{BC}, \delta U_{CA}$ – относительные отклонения междуфазных напряжений основной частоты от номинального значения (здесь и далее АВ, ВС, СА – обозначение междуфазного напряжения);

δU_t – размах изменения напряжения,

U_A, U_B, U_C, U_N – действующие значения фазных напряжений;

U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} – действующие значения междуфазных напряжений;

U_1 – напряжение прямой последовательности трехфазной системы междуфазных напряжений;

U_2 – напряжение обратной последовательности трехфазной системы междуфазных напряжений;

U_0 – напряжение нулевой последовательности трехфазной системы фазных напряжений;

K_{2U} – коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности;

K_{0U} – коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности;

Δf – отклонения частоты от номинального значения;

$\varphi_{UAB}, \varphi_{UBC}, \varphi_{UCA}$ – фазовые углы между фазными напряжениями;

$\varphi_{U(n)}$ – начальный фазовый угол n -ой гармонической составляющей фазного напряжения;

K_U – коэффициент искажения синусоидальности напряжений;

$K_{UA}, K_{UB}, K_{UC}, K_{UN}$ – коэффициенты искажения синусоидальности фазных напряжений;

$K_{UAB}, K_{UBC}, K_{UCA}$ – коэффициенты искажения синусоидальности междуфазных напряжений;

$K_{U(n)A}, K_{U(n)B}, K_{U(n)C}, K_{U(n)N}$ – коэффициенты n -ых гармонических составляющих фазных напряжений;

$K_{U(n)AB}, K_{U(n)BC}, K_{U(n)CA}$ – коэффициенты n -ых гармонических составляющих междуфазных напряжений;

$I_{(1)A}, I_{(1)B}, I_{(1)C}, I_{(1)N}$ – действующие значения силы тока основной частоты;

I_A, I_B, I_C, I_N – действующие значения силы тока;

I_1 – сила тока прямой последовательности;

I_2 – сила тока обратной последовательности;

I_0 – сила тока нулевой последовательности;

φ_{UIA} , φ_{UIB} , φ_{UIC} , φ_{UIN} – фазовый угол между напряжением и током основной частоты;

$\varphi_{UI(n)}$ – фазовый угол между n -ми гармоническими составляющими напряжения и тока;

φ_{UI1} – фазовый угол между напряжением прямой последовательности системы фазных напряжений и током прямой последовательности;

φ_{UI2} – фазовый угол между напряжением обратной последовательности системы фазных напряжений и током обратной последовательности;

φ_{UI0} – фазовый угол между напряжением нулевой последовательности системы фазных напряжений и током нулевой последовательности;

K_I - коэффициент искажения синусоидальности тока;

K_{IA} , K_{IB} , K_{IC} , K_{IN} - коэффициенты искажения синусоидальности фазных токов;

$K_{I(n)A}$, $K_{I(n)B}$, $K_{I(n)C}$, $K_{I(n)N}$ - коэффициенты n -ых гармонических составляющих фазных токов;

$\Delta t_{\text{п}}$ – длительность провала напряжения;

$\Delta t_{\text{пер}U}$ – длительность перенапряжения;

$\delta U_{\text{п}}$ – глубина провала напряжения;

$K_{\text{пер}U}$ – коэффициент перенапряжения;

N – количество провалов или перенапряжений;

P_{St} - кратковременная доза фликера,

P_{Lt} - длительная доза фликера,

P_{ABC} – трехфазная активная мощность;

P_A , P_B , P_C – однофазные активные мощности;

Q_{ABC} – трехфазная реактивная мощность;

Q_A , Q_B , Q_C – однофазные реактивные мощности;

S_{ABC} – трехфазная полная мощность;

S_A , S_B , S_C – полные однофазные мощности;

P_0 – значение активной мощности измеренное образцовым счетчиком;

Q_0 – значение реактивной мощности измеренное образцовым счетчиком.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта
Подготовка к проведению поверки	6
Внешний осмотр	7.1
Проверка электрического сопротивления изоляции	7.2
Опробование	7.3
Определение метрологических характеристик	7.4
Оформление результатов поверки	8

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять основные и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Основные и вспомогательные средства поверки

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики	Технические требования
Многофункциональный калибратор переменного напряжения и тока “Ресурс-К2”	относительная погрешность формирования напряжения $\pm [0,05+0,01 \cdot (U_{ном}/U - 1)]$, относительная погрешность формирования тока $\pm [0,05+0,01 \cdot (I_{ном}/I - 1)]$	ТУ 422953 – 005 – 53718944 - 00
Образцовый электронный трехфазный ваттметр-счетчик ЦЭ6802	класс точности при измерении: – активной мощности (энергии) – 0,05 %; – реактивной мощности (энергии) – 0,1 %	ТУ 25-7565.010-93
Мегомметр Ф4101	диапазон измерений 0 – 20 ГОм, относительная погрешность $\pm 2,5$ %	ТУ 25-04.2467-75
Секундомер СОСпр-2б-2	Класс точности - второй	ТУ 25.1894.003-90
Радиоприёмник		

3.2 Допускается применение других основных и вспомогательных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

3.3 Все средства поверки должны быть исправны и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

4 Требования безопасности

4.1 При поверке должны быть соблюдены требования безопасности ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22261, ГОСТ 24855, “Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей” и “Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей”, а также меры безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации измерителя и другого применяемого оборудования.

4.2 Лица, допускаемые к поверке измерителя, должны иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже III.

4.3 Перед поверкой средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

5 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84 до 106 (от 630 до 795);
- частота напряжения электропитания, Гц от 49,5 до 50,5;
- действующее значение напряжения электропитания, В от 215,6 до 224,4;
- коэффициент искажения синусоидальности напряжения электропитания, не более, % 5.

6 Подготовка к проведению поверки

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие операции:

- а) выдержать измеритель в условиях окружающей среды, указанных в 5, не менее 2 ч, если он находился в других климатических условиях;
- б) соединить зажимы защитного заземления используемых средств поверки с контуром заземления;
- в) подключить средства поверки к сети электропитания, включить и дать им прогреться в течение времени, указанного в технической документации на них.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре измерителя должно быть установлено:

- а) соответствие комплектности перечню, указанному в паспорте.
 - б) соответствие номера, указанного на маркировочной планке, номеру, записанному в паспорте;
 - в) наличие четкой маркировки;
 - г) наличие предохранителей соответствующего номинала;
 - д) отсутствие механических повреждений, которые могут повлиять на его работу (повреждение корпуса, разъемов, клавиатуры, индикатора);
- Измерители, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции измеряется мегомметром Ф4101 с рабочим напряжением 500 В между следующими цепями:

- а) соединенными между собой контактами разъема электропитания и корпусом (зажимом защитного заземления);
- б) соединенными между собой измерительными входами и корпусом (зажимом защитного заземления);
- в) соединенными между собой токовыми измерительными входами и соединенными между собой измерительными входами напряжения;
- г) токовыми измерительными входами разных каналов;
- д) входами интерфейса RS485 и соединенными между собой входами электропитания, измерения, зажимом защитного заземления;
- е) соединенными между собой линиями интерфейса RS-232 и соединенными между собой входами электропитания, измерения, зажимом защитного заземления, линиями интерфейса RS-485.

Отсчёт результата измерения следует производить не ранее, чем через 30 с после подачи измерительного напряжения.

Измеритель считается выдержавшим испытание, если значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

7.3 Опробование

При опробовании следует выполнить следующие операции:

- а) подготовить измеритель к работе согласно руководству по эксплуатации;
- б) включить измеритель в сеть электропитания;
- в) проверить работу сигнализации включения электропитания и убедиться в прохождении всех стартовых тестов;
- г) произвести пуск измерителя;

д) проверить сохранность введенных в память измерителя исходных данных и непрерывную работу часов при отключении электропитания на время 30 мин.

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Определение погрешности при измерении показателей качества электрической энергии, характеристик напряжения, тока и фазовых углов.

7.4.1.1 Используемое оборудование и схемы поверки

Определение метрологических характеристик измерителя производится с помощью многофункционального калибратора переменного напряжения и тока «Ресурс-К2» (далее – калибратор).

Схемы поверки представлены на рисунках Б.1, ..., Б.4.

7.4.1.2 Характеристики испытательных сигналов

Значения характеристик 5 испытательных сигналов представлены в таблице 7.1. Значения коэффициентов гармоник фазных напряжений и токов для разных форм сигналов представлены в таблице 7.2. Значения коэффициентов n -ых гармонических составляющих междуфазных напряжений представлены в таблице 7.3.

Поверка при номинальном значении измеряемого напряжения $220/220 \cdot \sqrt{3}$ В и номинальном значении измеряемого тока 5 А производится при всех испытательных сигналах таблицы 7.1.

Поверка при номинальном значении измеряемого напряжения $(100/\sqrt{3})/100$ В и номинальном значении измеряемого тока 1 А производится при всех испытательных сигналах таблицы 7.1.

7.4.1.3 При задании каждого испытательного сигнала производится не менее 5 измерений всех характеристик. За погрешность измерителя принимается максимальное значение погрешности.

7.4.1.4 Для определения погрешностей при измерении характеристик провалов и перенапряжений задается испытательный сигнал 1 из таблицы 7.1. Характеристики провалов и перенапряжений представлены в таблице 7.4.

7.4.1.5 Порядок операций

Для поверки рекомендуется использовать программу автоматизированной поверки («Поверка Ресурс-UF2»), входящую в дополнительный комплект поставки калибратора «Ресурс-К2». В этом случае задание испытательных сигналов и обработка результатов измерений выполняются в автоматическом или автоматизированном режиме.

При проведении поверки следует выполнить следующие операции:

а) Подключить измеритель к калибратору, как показано на рисунках Б.1 («Ресурс-UF2») или Б.3 («Ресурс-UF2С», «Ресурс-UF2М»). Подключение производится с помощью измерительных кабелей входящих в состав калибратора, используя цветовую маркировку изоляции проводов.

б) Задать с помощью калибратора первый испытательный сигнал из таблицы 7.1 для напряжения с номинальным значением $220/220 \cdot \sqrt{3}$ В и тока с номинальным значением 5 А.

в) Произвести запись результатов измерений.

г) Выполнить действия б, в для испытательных сигналов номер 2, 3, 4, 5 таблицы 7.1.

Таблица 7.1 - Характеристики испытательных сигналов

Характеристики	Испытательные сигналы				
	1	2	3	4	5
$\delta U_{A_2}, \%$	0	+20	-20	-10	+10
$\delta U_{B_2}, \%$	0	+20	-20	-10	+10
$\delta U_{C_2}, \%$	0	+20	-20	-10	+10
$\delta U_{AB_2}, \%$	0	+20	-20	-14,87	+10
$\delta U_{BC_2}, \%$	0	+20	-20	-10	+7,13
$\delta U_{CA_2}, \%$	0	+20	-20	-5,81	+12,67
U_A	$U_{НОМ}$	$1,2079 \cdot U_{НОМ}$	$0,8245 \cdot U_{НОМ}$	$0,9992 \cdot U_{НОМ}$	$1,1163 \cdot U_{НОМ}$
U_B	$U_{НОМ}$	$1,2079 \cdot U_{НОМ}$	$0,8245 \cdot U_{НОМ}$	$0,9992 \cdot U_{НОМ}$	$1,1163 \cdot U_{НОМ}$
U_C	$U_{НОМ}$	$1,2079 \cdot U_{НОМ}$	$0,8245 \cdot U_{НОМ}$	$0,9992 \cdot U_{НОМ}$	$1,1163 \cdot U_{НОМ}$
U_N	$U_{НОМ}$	$1,2079 \cdot U_{НОМ}$	$0,8245 \cdot U_{НОМ}$	$0,9992 \cdot U_{НОМ}$	$1,1163 \cdot U_{НОМ}$
U_{AB}	$U_{НОМ}$	$1,2079 \cdot U_{НОМ}$	$0,8245 \cdot U_{НОМ}$	$0,862 \cdot U_{НОМ}$	$1,1129 \cdot U_{НОМ}$
U_{BC}	$U_{НОМ}$	$1,2079 \cdot U_{НОМ}$	$0,8245 \cdot U_{НОМ}$	$0,9578 \cdot U_{НОМ}$	$1,0832 \cdot U_{НОМ}$
U_{CA}	$U_{НОМ}$	$1,2079 \cdot U_{НОМ}$	$0,8245 \cdot U_{НОМ}$	$1,0013 \cdot U_{НОМ}$	$1,1373 \cdot U_{НОМ}$
U_1	$U_{НОМ}$	$1,2 \cdot U_{НОМ}$	$0,8 \cdot U_{НОМ}$	$0,897 \cdot U_{НОМ}$	$1,0991 \cdot U_{НОМ}$
U_2	0	0	0	$0,0523 \cdot U_{НОМ}$	$0,032 \cdot U_{НОМ}$
U_0	0	0	0	$0,0523 \cdot U_{НОМ}$	$0,032 \cdot U_{НОМ}$
Φ_{UAB}	120°	120°	120°	110°	120°
Φ_{UBC}	120°	120°	120°	120°	115°
Φ_{UCA}	120°	120°	120°	130°	125°
$\Delta f, \text{Гц}$	0	-1	+1	-5	+5
$K_{2U}, \%$	0	0	0	5,83	2,91
$K_{0U}, \%$	0	0	0	5,83	2,91
$K_{U(n)A}$	Тип 1	Тип 4	Тип 3	Тип 2	Тип 5
$K_{U(n)B}$	Тип 1	Тип 4	Тип 3	Тип 2	Тип 5
$K_{U(n)C}$	Тип 1	Тип 4	Тип 3	Тип 2	Тип 5
$K_{U(n)N}$	Тип 1	Тип 4	Тип 3	Тип 2	Тип 5
$K_{UA}, \%$	0	11,52	24,98	48,22	17,27
$K_{UB}, \%$	0	11,52	24,98	48,22	17,27
$K_{UC}, \%$	0	11,52	24,98	48,22	17,27
$K_{UN}, \%$	0	11,52	24,98	48,22	17,27
$K_{UAB}, \%$	0	10,23	20,4	15,90	15,34
$K_{UBC}, \%$	0	10,23	20,4	36,40	15,00
$K_{UCA}, \%$	0	10,23	20,4	36,08	13,78
I_{1A}	$I_{НОМ}$	$1,2 \cdot I_{НОМ} (0,6 I_{НОМ})^{1)}$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$0,5 \cdot I_{НОМ} (0,15 I_{НОМ})^{1)}$
I_{1B}	$I_{НОМ}$	$1,2 \cdot I_{НОМ} (0,6 I_{НОМ})^{1)}$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$0,5 \cdot I_{НОМ} (0,15 I_{НОМ})^{1)}$
I_{1C}	$I_{НОМ}$	$1,2 \cdot I_{НОМ} (0,6 I_{НОМ})^{1)}$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$0,5 \cdot I_{НОМ} (0,15 I_{НОМ})^{1)}$
I_{1N}	$I_{НОМ}$	$1,2 \cdot I_{НОМ} (0,6 I_{НОМ})^{1)}$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$0,5 \cdot I_{НОМ} (0,15 I_{НОМ})^{1)}$
I_A	$I_{НОМ}$	$1,208 \cdot I_{НОМ} (0,604 I_{НОМ})^{1)}$	$0,103 \cdot I_{НОМ}$	$0,222 \cdot I_{НОМ}$	$0,507 \cdot I_{НОМ} (0,1522 I_{НОМ})^{1)}$
I_B	$I_{НОМ}$	$1,208 \cdot I_{НОМ} (0,604 I_{НОМ})^{1)}$	$0,103 \cdot I_{НОМ}$	$0,222 \cdot I_{НОМ}$	$0,507 \cdot I_{НОМ} (0,1522 I_{НОМ})^{1)}$
I_C	$I_{НОМ}$	$1,208 \cdot I_{НОМ} (0,604 I_{НОМ})^{1)}$	$0,103 \cdot I_{НОМ}$	$0,222 \cdot I_{НОМ}$	$0,507 \cdot I_{НОМ} (0,1522 I_{НОМ})^{1)}$
I_N	$I_{НОМ}$	$1,208 \cdot I_{НОМ} (0,604 I_{НОМ})^{1)}$	$0,103 \cdot I_{НОМ}$	$0,222 \cdot I_{НОМ}$	$0,507 \cdot I_{НОМ} (0,1522 I_{НОМ})^{1)}$
I_1	$I_{НОМ}$	$1,2 \cdot I_{НОМ} (0,6 I_{НОМ})^{1)}$	$0,103 \cdot I_{НОМ}$	$0,1994 \cdot I_{НОМ}$	$0,4996 \cdot I_{НОМ} (0,1499 I_{НОМ})^{1)}$
I_2	0	0	0	$0,0116 \cdot I_{НОМ}$	$0,0146 \cdot I_{НОМ} (0,00438 I_{НОМ})^{1)}$
I_0	0	0	0	$0,0116 \cdot I_{НОМ}$	$0,0146 \cdot I_{НОМ} (0,00438 I_{НОМ})^{1)}$
Φ_{UIA}	0	30°	60°	-30°	-60°
Φ_{UIB}	0	30°	60°	-30°	-60°
Φ_{UIC}	0	30°	60°	-30°	-60°
Φ_{UIN}	0	30°	60°	-30	-60
Φ_{UI1}	0	30°	60°	-30°	-60°
Φ_{UI2}	0	0	0	-30,5°	-61°
Φ_{UI0}	0	0	0	-30,5°	-61°
$K_{I(n)A}$	Тип 1	Тип 4	Тип 3	Тип 2	Тип 5
$K_{I(n)B}$	Тип 1	Тип 4	Тип 3	Тип 2	Тип 5
$K_{I(n)C}$	Тип 1	Тип 4	Тип 3	Тип 2	Тип 5
$K_{I(n)N}$	Тип 1	Тип 4	Тип 3	Тип 2	Тип 5
$K_{IA}, \%$	0	11,52	24,98	48,22	17,27
$K_{IB}, \%$	0	11,52	24,98	48,22	17,27
$K_{IC}, \%$	0	11,52	24,98	48,22	17,27
$K_{IN}, \%$	0	11,52	24,98	48,22	17,27

¹⁾ параметры испытательного сигнала при проверке разъемных трансформаторов тока с пределом измерения 500 А и 1000 А

Таблица 7.2 - Типы испытательных сигналов

n	Тип 1		тип 2		тип 3		тип 4		тип 5	
	$K_{U(n)},$ $K_{I(n)}, \%$	$\varphi_{U(n)},$ $\varphi_{UI(n)},$ ¹⁾								
2	0	0	0	0	4	0	2	0	3	0
3	0	0	30	0	4	0	5	0	7,5	30°
4	0	0	0	0	4	0	1	0	1,5	0
5	0	0	0	0	4	0	6	0	9	60°
6	0	0	0	0	4	0	0,5	0	0,75	0
7	0	0	0	0	4	0	5	0	7,5	90°
8	0	0	0	0	4	0	0,5	0	0,75	0
9	0	0	0	0	4	0	1,5	0	2,25	120°
10	0	0	30	0	4	0	0,5	0	0,75	0
11	0	0	0	0	4	0	3,5	0	5,25	150°
12	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
13	0	0	0	0	4	0	3,0	0	4,5	180°
14	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
15	0	0	0	0	4	0	0,3	0	0,45	-150°
16	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
17	0	0	0	0	4	0	2,0	0	3	-120°
18	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
19	0	0	0	0	4	0	1,5	0	2,25	-90°
20	0	0	20	0	4	0	0,2	0	0,3	0
21	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	-60°
22	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
23	0	0	0	0	4	0	1,5	0	2,25	-30°
24	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
25	0	0	0	0	4	0	1,5	0	2,25	0
26	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
27	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	30°
28	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
29	0	0	0	0	4	0	1,32	0	1,92	60°
30	0	0	10	0	4	0	0,2	0	0,3	0
31	0	0	0	0	4	0	1,25	0	1,86	90°
32	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
33	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	120°
34	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
35	0	0	0	0	4	0	1,13	0	1,70	150°
36	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
37	0	0	0	0	4	0	1,08	0	1,62	180°
38	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	0
39	0	0	0	0	4	0	0,2	0	0,3	-150°
40	0	0	5	0	4	0	0,2	0	0,3	0

¹⁾ Для выходов напряжения начальная фаза n -ой гармонической составляющей, для выходов тока фазовый угол между соответствующими гармоническими составляющими тока и напряжения одноименной фазы.

Таблица 7.3 – Значения коэффициентов n -ых гармонических составляющих междуфазных напряжений

n	Испытательные сигналы								
	1	2	3	4			5		
	$K_{U(n)AB},$ $K_{U(n)BC},$ $K_{U(n)CA}$	$K_{U(n)AB},$ $K_{U(n)BC},$ $K_{U(n)CA}$	$K_{U(n)AB},$ $K_{U(n)BC},$ $K_{U(n)CA}$	$K_{U(n)AB}$	$K_{U(n)BC}$	$K_{U(n)CA}$	$K_{U(n)AB}$	$K_{U(n)BC}$	$K_{U(n)CA}$
2	0	2	4	0	0	0	3	3,22	2,77
3	0	0	0	9,48	0	8,57	0	1,16	1,10
4	0	1	4	0	0	0	1,5	1,36	1,59
5	0	6	4	0	0	0	9	10,18	7,48
6	0	0	0	0	0	0	0	0,23	0,22
7	0	5	4	0	0	0	7,5	6,01	8,26
8	0	0,5	4	0	0	0	0,75	0,88	0,54
9	0	0	0	0	0	0	0	1,02	0,97
10	0	0,5	4	6,36	30	31,11	0,75	0,51	0,84
11	0	3,5	4	0	0	0	5,25	6,22	3,18
12	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0,17
13	0	3,0	4	0	0	0	4,5	2,46	5,07
14	0	0,2	4	0	0	0	0,3	0,35	0,14
15	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,31
16	0	0,2	4	0	0	0	0,3	0,12	0,33
17	0	2,0	4	0	0	0	3	3,47	1,02
18	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,24
19	0	1,5	4	0	0	0	2,25	0,58	2,72
20	0	0,2	4	8,35	20	14,19	0,3	0,33	0,06
21	0	0	0	0	0	0	0	0,28	0,27
22	0	0,2	4	0	0	0	0,3	0,03	0,31
23	0	1,5	4	0	0	0	2,25	2,37	0,11
24	0	0	0	0	0	0	0	0,31	0,24
25	0	1,5	4	0	0	0	2,25	0,12	2,14
26	0	0,2	4	0	0	0	0,3	0,29	0,03
27	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,31
28	0	0,2	4	0	0	0	0,3	0,06	0,26
29	0	1,32	4	0	0	0	1,92	1,68	0,47
30	0	0	0	6,10	10	5,52	0	0,34	0,33
31	0	1,25	4	0	0	0	1,86	0,66	1,42
32	0	0,2	4	0	0	0	0,3	0,23	0,12
33	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,34
34	0	0,2	4	0	0	0	0,3	0,15	0,19
35	0	1,13	4	0	0	0	1,7	1,08	0,89
36	0	0	0	0	0	0	0	0,36	0,34
37	0	1,08	4	0	0	0	1,62	1,03	0,84
38	0	0,2	4	0	0	0	0,3	0,15	0,19
39	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,34
40	0	0,2	4	3,92	5	5,43	0,3	0,23	0,12

Таблица 7.4 - Характеристики провалов и перенапряжений

Испытательный сигнал	Характеристики провалов, перенапряжений	Обозначение фазы или междуфазного напряжения						
		A	B	C	N	AB	BC	CA
1	$\delta U_{п}, \%$	30	-	-	-	-	-	-
	$\Delta t_n^{(1)}, c$	30	-	-	-	-	-	-
	N	1	-	-	-	-	-	-
2	$\delta U_{п}, \%$	-	50	-	-	23,62	23,62	-
	$\Delta t_n^{(1)}, c$	-	1	-	-	1	1	-
	N	-	5	-	-	5	5	-

Испытательный сигнал	Характеристики провалов, перенапряжений	Обозначение фазы или междуфазного напряжения						
		A	B	C	N	AB	BC	CA
3	$\delta U_{пр}, \%$	-	-	90	90	-	39,17	39,17
	$\Delta t_{перU}^{1)}, c$	-	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1
	N	-	-	10	10	-	10	10
4	$K_{перU}$	1,15	-	-	-	-	-	-
	$\Delta t_{перU}^{1)}, c$	30	-	-	-	-	-	-
	N	1	-	-	-	-	-	-
5	$K_{перU}$	-	1,3	-	-	1,15	1,15	-
	$\Delta t_{перU}^{1)}, c$	-	1	-	-	1	1	-
	N	-	5	-	-	5	5	-
6	$K_{перU}$	-	-	1,4	1,4	-	1,21	1,21
	$\Delta t_{перU}^{1)}, c$	-	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1
	N	-	-	10	10	-	10	10

¹⁾ Период повторения провалов и перенапряжений задается в два раза больше длительности формируемых провалов и перенапряжений.

- д) Задать с помощью калибратора испытательный сигнал номер 1.
- е) На выходах каналов напряжений калибратора поочередно сформировать провалы напряжений с характеристиками заданными в таблице 7.4.
- ж) После окончания провалов напряжений считать результаты измерений.
- з) На выходах каналов напряжений калибратора поочередно сформировать перенапряжения с характеристиками, заданными в таблице 7.4.
- и) После окончания перенапряжений считать результаты измерений.
- к) На выходах каналов напряжений калибратора поочередно сформировать колебания напряжений с характеристиками:
- размах изменения напряжения 1.46 %,
 - число изменений 7 в минуту.
- л) После окончания 30 минут считать результаты измерений. Заданное значение дозы фликера равно 1,0.
- м) Для характеристик, у которых нормируются абсолютные погрешности ΔX , вычислить значения погрешностей, по формуле:

$$\Delta X = X - X_0,$$

где X_0 – заданное значение характеристики;

X – измеренное значение характеристики;

- н) Для характеристик, у которых нормируются относительные погрешности δX , вычислить значения погрешностей, в процентах, по формуле:

$$\delta X = (X - X_0) / X_0 \cdot 100.$$

- о) Для характеристик, у которых нормируются приведенные погрешности γX , вычислить значения погрешностей, в процентах, по формуле:

$$\gamma X = (X - X_{ном}) / X_{ном} \cdot 100,$$

где $X_{ном}$ – номинальное значение характеристики.

- п) Подключить измеритель к калибратору «Ресурс-К2», как показано на рисунках Б.2 («Ресурс-UF2») или Б.4 («Ресурс-UF2С», «Ресурс-UF2М»). Подключение производить с помощью измерительных кабелей входящих в состав калибратора, используя цветовую маркировку изоляции проводов.

р) Выполнить действия $\delta - o$ используя испытательные сигналы напряжения с номинальным значением $(100/\sqrt{3})/100$ В и испытательные сигналы тока с номинальным значением 1 А.

7.4.2 Определение погрешности при измерении мощности

7.4.2.1 Определение погрешности производить методом образцового прибора. В качестве образцового прибора использовать ваттметр-счетчик образцовый трехфазный ЦЭ6802. В качестве источника фиктивной мощности используется многофункциональный калибратор переменного напряжения и тока «Ресурс-К2».

7.4.2.2 Схема поверки измерителя при измерении активной мощности прямого направления приведена на рисунке В.1.

Схема поверки измерителя при измерении реактивной мощности индуктивного характера приведена на рисунке В.2.

7.4.2.3 Характеристики испытательных сигналов, задаваемых калибратором, указания на испытательные схемы, диапазоны измерений и формулы для расчета погрешностей приведены в таблице 7.5. При испытании задаются номинальные значения напряжения. Фазовый угол между напряжениями 120° .

7.4.2.5 Порядок операций при каждом испытательном сигнале:

- а) собрать схему поверки,
- б) задать испытательный сигнал,
- в) измерить мощность с помощью ЦЭ6802 и измерителя,
- г) записать результаты измерений в протокол,
- д) рассчитать погрешность.

7.4.3 Определение погрешности при измерении энергии

7.4.3.1 Определение погрешности производить методом образцового прибора. В качестве образцового прибора используется электронный трехфазный ваттметр-счетчик ЦЭ6802. В качестве источника фиктивной мощности используется многофункциональный калибратор переменного напряжения и тока «Ресурс-К2».

7.4.3.2 Схемы соединений приведены в приложении В.

7.4.3.3 Погрешность при измерении активной энергии определяется при задании одного из испытательных сигналов таблицы 7.5 на каждом диапазоне измерения.

Испытательный сигнал выбирается из ряда: 1, 2, 3, 4, 5, 16, 19, 20. Критерием выбора является наибольшее отношение погрешности поверяемого измерителя при измерении активной мощности к пределу погрешности.

7.4.3.4 Погрешность измерителя при измерении реактивной энергии определяется при задании одного из испытательных сигналов таблицы 7.5 на каждом диапазоне измерений.

Испытательный сигнал выбирается из ряда: 6, 7, 8, 17, 18, 21. Критерием выбора является наибольшее отношение погрешности поверяемого измерителя при измерении реактивной мощности к пределу погрешности.

7.4.3.5 Порядок операций при определении погрешности измерения активной энергии:

- а) собрать схему поверки,
- б) задать испытательный сигнал,
- в) через 5 мин после выполнения предыдущего пункта установить нулевые значения силы фазных токов,
- г) произвести сброс поверяемого и образцового счетчиков,

д) установить значения выходных токов калибратора соответствующих заданному испытательному сигналу,

е) через 5 минут (с допуском ± 5 с) после выполнения предыдущего пункта установить значения выходных токов калибратора равными нулю,

ж) считать и записать в протокол значения активной энергии измеренной поверяемым прибором (W_A , Вт·ч) и ЦЭ6802 (W_{A0} , Вт·ч),

з) рассчитать относительную погрешность при измерении активной энергии по формуле:

$$\delta W_A = ((W_A - W_{A0}) / W_{A0}) \cdot 100 \%$$

Таблица 7.5 Характеристики испытательных сигналов в режиме измерения мощности

Сигнал	Характеристика	Диапазоны измерения	Схема поверки		Фазовый угол между током и напряжением, ϕ	Значение тока	Формула расчета относительной погрешности, %	Предел основной допускаемой погрешности, %		
			без ТТ	с ТТ				UF2 (приведенной)	UF2C, UF2M (относительной)	
1	P_{ABC}	220В, 5А	В.1	В.3	0	$0,01 \cdot I_{НОМ}$	$\delta P_{ABC} = ((P_{ABC} - P_0) / P_0) 100$	$\pm 0,2$	$\pm 0,4$	
2	P_{ABC}	220В, 5А	В.1	В.3	0	$0,05 \cdot I_{НОМ}$	$\delta P_{ABC} = ((P_{ABC} - P_0) / P_0) 100$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	
3	P_{ABC}	220В, 5А	В.1	В.3	0	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$\delta P_{ABC} = ((P_{ABC} - P_0) / P_0) 100$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	
4	P_{ABC}	220В, 5А	В.1	В.3	-60°	$I_{НОМ}$	$\delta P_{ABC} = ((P_{ABC} - P_0) / P_0) 100$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	
5	P_{ABC}	220В, 5А	В.1	В.3	60°	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	$\delta P_{ABC} = ((P_{ABC} - P_0) / P_0) 100$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	
6	Q_{ABC}	220В, 5А	В.2	В.4	60°	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	$\delta Q_{ABC} = ((Q_{ABC} - Q_0) / Q_0) 100$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	
7	Q_{ABC}	220В, 5А	В.2	В.4	30°	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$\delta Q_{ABC} = ((Q_{ABC} - Q_0) / Q_0) 100$	$\pm 0,5$	$\pm 0,65$	
8	Q_{ABC}	220В, 5А	В.2	В.4	-30°	$0,02 \cdot I_{НОМ}$	$\delta Q_{ABC} = ((Q_{ABC} - Q_0) / Q_0) 100$	$\pm 0,5$	$\pm 1,45$	
9	$P_A^{1)}$	220В, 5А	В.1	В.3	Один из сигналов 4, 5, 6, 7 ⁴⁾		$\delta P_A = ((P_A - P_0) / P_0) 100$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	
10	$P_B^{2)}$	220В, 5А	В.1	В.3			$\delta P_B = ((P_B - P_0) / P_0) 100$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	
11	$P_C^{3)}$	220В, 5А	В.1	В.3			$\delta P_C = ((P_C - P_0) / P_0) 100$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	
12	$Q_A^{1)}$	220В, 5А	В.2	В.4			$\delta Q_A = ((Q_A - Q_0) / Q_0) 100$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	
13	$Q_B^{2)}$	220В, 5А	В.2	В.4			$\delta Q_B = ((Q_B - Q_0) / Q_0) 100$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	
14	$Q_C^{3)}$	220В, 5А	В.2	В.4			$\delta Q_C = ((Q_C - Q_0) / Q_0) 100$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	
15	S_{ABC}	Расчетный пункт					$\delta S_{ABC} = ((S_{ABC} - S_0) / S_0) 100$ где $S_0 = \sqrt{P_{ABC}^2 + Q_{ABC}^2}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	
15а	S_A						$\delta S_A = ((S_A - S_0) / S_0) 100$, где $S_0 = \sqrt{P_A^2 + Q_A^2}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	
15б	S_B						$\delta S_B = ((S_B - S_0) / S_0) 100$, где $S_0 = \sqrt{P_B^2 + Q_B^2}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	
15в	S_C						$\delta S_C = ((S_C - S_0) / S_0) 100$, где $S_0 = \sqrt{P_C^2 + Q_C^2}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	
16	P_{ABC}	57В, 5А	В.1	В.3		Один из сигналов 1, 2, 3, 4, 5 ⁴⁾				
17	Q_{ABC}	57В, 5А	В.2	В.4		Один из сигналов 6, 7 8 ⁴⁾				
18	Q_{ABC}	57В, 1А	В.2	В.4		Один из сигналов 6, 7 8 ⁴⁾				
19	P_{ABC}	57В, 1А	В.1	В.3		Один из сигналов 1, 2, 3, 4, 5 ⁴⁾				
20	P_{ABC}	220В, 1А	В.1	В.3	Один из сигналов 1, 2, 3, 4, 5 ⁴⁾					
21	Q_{ABC}	220В, 1А	В.2	В.4	Один из сигналов 6, 7 8 ⁴⁾					

¹⁾ Ток задается только в фазе А.

²⁾ Ток задается только в фазе В.

³⁾ Ток задается только в фазе С.

⁴⁾ Испытательный сигнал выбирается по максимальному отношению погрешности к нормируемому пределу.

7.4.3.6 Порядок операций при определении погрешности измерения реактивной энергии:

- а) выполнить операции **a – e** пункта 7.4.3.5,
- б) считать и записать в протокол испытания значения реактивной энергии измеренной поверяемым прибором (W_P , вар·ч) и ЦЭ6802 (W_{Po} , вар·ч),
- в) рассчитать относительную погрешность испытываемого прибора при измерении реактивной энергии по формуле:

$$\delta W_P = ((W_P - W_{Po}) / W_{Po}) \cdot 100 \%$$

7.4.5 Определение погрешности измерения времени (хода часов реального времени)

7.4.5.1 Для определения погрешности использовать секундомер и радиоприемник.

7.4.5.2 Порядок операций:

а) включить радиоприемник и настроить его на прием сигналов точного времени;

б) по началу шестого сигнала точного времени с помощью секундомера измерить длительность интервала времени Δt_1 между двумя событиями: началом шестого радиосигнала точного времени и появлением соответствующего этому радиосигналу часа на индикаторе измерителя;

в) через 24 часа с помощью секундомера измерить длительность интервала времени Δt_2 между двумя событиями: началом шестого радиосигнала точного времени и появлением соответствующего этому радиосигналу часа на индикаторе измерителя;

г) рассчитать погрешность по формуле:

$$\Delta t = \Delta t_2 - \Delta t_1$$

7.5 Определение метрологических характеристик измерителя при использовании трансформаторов тока

Операции поверки выполняются при наличии в комплектации измерителя трансформаторов тока (ТТ).

При проведении поверки к входам измерителя должны быть подключены ТТ в соответствии с руководством по эксплуатации.

Токовые выходы калибратора замыкаются с помощью специальных перемычек, которые являются первичными обмотками ТТ. Параметры перемычек, значений параметров «Вход I» и «Первичный ток» измерителей представлены в таблице 7.6.

Поверка измерителей модификаций «Ресурс-UF2С» и «Ресурс-UF2М» в комплекте с ТТ при измерении характеристик тока, напряжения и фазовых характеристик может производиться двумя вариантами:

- а) подключением ТТ фазы N на перемычку фазы С вместе с ТТ фазы С;
- б) поверкой сначала ТТ фаз А, В, С и затем ТТ фаз А, В, N при подключении ТТ фазы N на перемычку фазы С.

Таблица 7.6 – Исходные данные для поверки ТТ

Номинальное значение первичного тока ТТ, А	Количество витков проводника	Вход I	Первичный ток
1	1	ТТ 1.0 А	1 А
5	1	ТТ 5.0 А	5 А
50	10	ТТ 50.0 А	5 А
100	20	ТТ 100.0 А	5 А

200	40	ТТ 200.0 А	5 А
500	100	ТТ 500.0 А	5 А
1000	100	ТТ 1000.0 А	10 А
3000	100	ТТ 1000.0 А	30 А

Измеритель поверяется на диапазоне $(100/\sqrt{3})/100$ В, при использовании ТТ с номинальным первичным током 1А, 5 А, и на диапазоне $220/(220\cdot\sqrt{3})$ В при использовании ТТ с номинальным первичным током 50 А, 100 А, 200 А, 500 А, 1000 А, 3000 А.

Порядок операций:

а) подключить к токовым выходам калибратора перемычки в соответствии с таблицей 7.6;

б) подключить к входам поверяемого измерителя ТТ;

в) установить ТТ на перемычки;

г) определить погрешности при измерении характеристик токов и фазовых углов (7.4.1);

д) определить погрешности при измерении мощности (7.4.2), схема поверки приведена на рисунках В.3 и В.4 (приложение В);

е) определить погрешности при измерении энергии (7.4.3), схема поверки приведена на рисунках В.3 и В.4 (приложение В);

и) выполнить действия а – з для всех ТТ, входящих в комплект измерителя.

8 Оформление результатов поверки

Результаты поверки заносятся в протокол поверки измерителя (рекомендуемое приложение Г). При положительных результатах поверки производится соответствующая запись в паспорте измерителя и наносится оттиск поверительного клейма, заверенный подписью поверителя. При отрицательных результатах поверки использование измерителя запрещается, клейма поверителя гасятся. После устранения причин несоответствия измеритель подлежит предъявлению на поверку повторно.

При положительных результатах поверки протокол может оформляться и храниться на магнитных носителях без получения копии на бумажном носителе.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические характеристики измерителей

Таблица А.1 - Диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей

Измеряемая характеристика	Диапазон измерений	Основные погрешности: - абсолютная Δ ; - относительная δ , %; - приведенная γ , %	Дополнительные условия	Модификации
1 Действующее значение ¹⁾ : – напряжения U ; – напряжения основной частоты (первой гармоники) $U_{(1)}$; – напряжения прямой последовательности U_I	от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,2 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,2 (\delta)$	–	Ресурс-UF2, Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
2 Установившееся отклонение напряжения δU_y ¹⁾ , %	–20 – +20	$\pm 0,2 (\Delta)$	–	
3 Действующее значение ¹⁾ : – напряжения обратной последовательности U_2 ; – напряжения нулевой последовательности U_0	от $0,01 \cdot U_{ном}$ до $1,2 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,2 (\gamma)$		
4 Частота f , Гц	45 – 55	$\pm 0,02 (\Delta)$	–	
5 Отклонение частоты Δf , Гц	–5 – +5	$\pm 0,02 (\Delta)$	–	
6 Коэффициент искажения синусоидальности напряжения K_U , %	0,1 – 30	$\pm (0,05+0,02 \cdot K_U) (\Delta)$	–	
7 Коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$, %	0,05 – 30	$\pm (0,03+0,02 \cdot K_{U(n)}) (\Delta)$	$2 \leq n \leq 10$	
	0,05 – 20		$10 < n \leq 20$	
	0,05 – 10		$20 < n \leq 30$	
	0,05 – 5		$30 < n \leq 40$	
8 Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} ¹⁾ , %	0 – 20	$\pm 0,2 (\Delta)$	–	
9 Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} ¹⁾ , %	0 – 20	$\pm 0,2 (\Delta)$	–	
10 Длительность провала напряжения Δt_n , с	0,01 – 60	$\pm 0,01 (\Delta)$	–	
11 Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{пер} U$, с	0,01 – 60	$\pm 0,01 (\Delta)$	–	
12 Глубина провала напряжения δU_n , %	10 – 100	$\pm 1,0 (\Delta)$	–	
13 Коэффициент временного перенапряжения $K_{пер} U$	1,1 – 1,4	$\pm 0,01 (\Delta)$	–	
14 Размах изменения напряжения δU_b , %	0,2 - 20	$\pm 8 (\delta)$	–	
15 Кратковременная доза фликера P_{St}	0,25 – 10	$\pm 5 (\delta)$	–	
16 Длительная доза фликера P_{Lt}	0,25 – 10	$\pm 5 (\delta)$	–	
17 Фазовый угол между фазными напряжениями основной частоты (первой гармоники) ϕ_U	от - 180° до + 180°	$\pm 0,1^\circ (\Delta)$	–	
18 Фазовый угол между n -ми гармоническими составляющими фазных напряжений $\phi_{U(n)}$	от - 180° до + 180°	$\pm 1^\circ (\Delta)$	$5 \% \leq K_{U(n)}$	
		$\pm 3^\circ (\Delta)$	$1 \% \leq K_{U(n)} < 5 \%$	
		$\pm 10^\circ (\Delta)$	$0,2 \% \leq K_{U(n)} < 1 \%$	

Измеряемая характеристика	Диапазон измерений	Основные погрешности: - абсолютная Δ ; - относительная δ , %; - приведенная γ , %	Дополнительные условия	Модификации	
19 Действующее значение ¹⁾²⁾ : - тока I ; - тока основной частоты $I_{(1)}$; - тока нулевой последовательности I_0 ; - тока обратной последовательности I_2 ;	от $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,2$ (δ)	-	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М	
	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,02$ (γ)	-		
	от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,2$ (γ)	-	Ресурс-UF2	
20 Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока K_I , %	0,1 – 100	$\pm (0,05+0,02 \cdot K_I)$ (Δ)	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$	Ресурс-UF2С, РесурсUF2М	
	0,5 – 100	$\pm (0,1+0,03 \cdot K_I)$ (Δ)	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$		
	0,1 – 100	$\pm (0,05+0,02 \cdot K_I)$ (Δ)	$0,5 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	Ресурс-UF2	
	0,5 – 100	$\pm (0,1+0,03 \cdot K_I)$ (Δ)	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$		
21 Коэффициент n -ой (n – от 2 до 40) гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$, %	0,05 – 100	$\pm (0,03+0,02 \cdot K_{I(n)})$ (Δ)	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $2 \leq n \leq 10$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М	
	0,05 – 50		$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $10 < n \leq 20$		
	0,05 – 20		$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $20 < n \leq 30$		
	0,05 – 10		$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $30 < n \leq 40$		
	0,5 – 100	$\pm (0,1+0,03 \cdot K_{I(n)})$ (Δ)	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $2 \leq n \leq 10$		
	0,5 – 50		$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $10 \leq n \leq 20$		
	0,5 – 20		$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $20 \leq n \leq 30$		
	0,5 – 10		$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $30 \leq n \leq 40$		
	0,05 – 30	$\pm (0,03+0,02 \cdot K_{I(n)})$ (Δ)	$0,5 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $2 \leq n \leq 10$	Ресурс-UF2	
	0,05 – 20		$0,5 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $10 < n \leq 20$		
	0,05 – 10		$0,5 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $20 < n \leq 40$		
	0,5 – 30	$\pm (0,1+0,03 \cdot K_{I(n)})$ (Δ)	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $2 \leq n \leq 10$		
	0,5 – 20		$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $10 < n \leq 20$		
	0,5 – 10		$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $20 < n \leq 40$		
	22 Фазовый угол ϕ_{UI} между напряжением и током основной частоты одной фазы ³⁾	от -180° до $+180^\circ$	$\pm 0,1^\circ$ (Δ)	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
			$\pm 0,3^\circ$ (Δ)	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	
	от -180° до $+180^\circ$	$\pm 0,1^\circ$ (Δ)	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	Ресурс-UF2	
		$\pm 1^\circ$ (Δ)	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$		
23 Фазовый угол ϕ_{U0} между напряжением и током нулевой последовательности	от -180° до $+180^\circ$	$\pm 3^\circ$ (Δ)	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I_0 < 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U_0 < 1,2 U_{\text{НОМ}}$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М, Ресурс-UF2	
24 Фазовый угол ϕ_{U1} между напряжением и током прямой последовательности	от -180° до $+180^\circ$	$\pm 0,1^\circ$ (Δ)	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I_2 < 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U_2 < 1,2 U_{\text{НОМ}}$		
25 Фазовый угол ϕ_{U2} между напряжением и током обратной последовательности	от -180° до $+180^\circ$	$\pm 3^\circ$ (Δ)	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I_2 < 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U_2 < 1,2 U_{\text{НОМ}}$		

Измеряемая характеристика	Диапазон измерений	Основные погрешности: - абсолютная Δ ; - относительная δ , %; - приведенная γ , %	Дополнительные условия	Модификации
26 Фазовый угол между n -ми гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы $\varphi_{U(n)}$	от -180° до +180°	$\pm 1^\circ (\Delta)$	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $5 \% \leq K_{I(n)}$; $5 \% \leq K_{U(n)}$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		$\pm 2^\circ (\Delta)$	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $1 \% \leq K_{I(n)} < 5 \%$; $1 \% \leq K_{U(n)} < 5 \%$	
		$\pm 3^\circ (\Delta)$	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,2 \% \leq K_{I(n)} < 1 \%$; $0,2 \% \leq K_{U(n)} < 1 \%$	
		$\pm 2^\circ (\Delta)$	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $5 \% \leq K_{I(n)}$; $5 \% \leq K_{U(n)}$	
		$\pm 5^\circ (\Delta)$	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $1 \% \leq K_{I(n)} < 5 \%$; $1 \% \leq K_{U(n)} < 5 \%$	
	от -180° до +180°	$\pm 3^\circ (\Delta)$	$0,5 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $5 \% \leq K_{I(n)}$; $5 \% \leq K_{U(n)}$	Ресурс-UF2
		$\pm 5^\circ (\Delta)$	$0,5 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $1 \% \leq K_{I(n)} < 5 \%$; $1 \% \leq K_{U(n)} < 5 \%$	
		$\pm 15^\circ (\Delta)$	$0,5 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,2 \% \leq K_{I(n)} < 1 \%$; $0,2 \% \leq K_{U(n)} < 1 \%$	
		$\pm 5^\circ (\Delta)$	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $5 \% \leq K_{I(n)}$; $5 \% \leq K_{U(n)}$	
		$\pm 15^\circ (\Delta)$	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $1 \% \leq K_{I(n)} < 5 \%$; $1 \% \leq K_{U(n)} < 5 \%$	
27 Активная мощность $P^{1)2)}$: а) активная мощность по каждой фазе б) активная мощность по трем фазам		а) $\pm 0,3 (\delta)$ б) $\pm 0,2 (\delta)$	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 < \cos \varphi \leq 1$ $\cos \varphi$ - коэффициент мощности	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		б) $\pm 0,4 (\delta)$	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,5 < \cos \varphi \leq 1$	
		а) $\pm 0,4 (\delta)$ б) $\pm 0,3 (\delta)$	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq \cos \varphi \leq 0,5$	
		б) $\pm 0,5 (\delta)$	$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq \cos \varphi \leq 0,5$	
		$\pm 0,2 (\gamma)$	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq \cos \varphi \leq 1$	Ресурс-UF2
28 Реактивная мощность $Q^{1)2)}$: а) реактивная мощность по каждой фазе; б) реактивная мощность по трем фазам		$\pm 0,5 (\delta)$	$0,2 \leq m < 1,2$, где $m = (I \cdot U \cdot \sin \varphi) / (I_{\text{НОМ}} \cdot U_{\text{НОМ}})$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		$\pm 0,5 \cdot (0,9 + 0,02/m) (\delta)$	$0,01 \leq m < 0,2$	
		$\pm 0,5 (\gamma)$	$0,01 \leq m < 1,2$	Ресурс-UF2
29 Полная мощность $S^{1)2)}$: а) полная мощность по каждой фазе; б) полная мощность по трем фазам		$\pm 0,5 (\delta)$	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		$\pm 0,5 (\gamma)$	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	Ресурс-UF2
30 Активная энергия $W_A^{2)}$: а) симметричная нагрузка; б) однофазная нагрузка		По ГОСТ 30206-94 для счетчика активной энергии класса точности 0,2 S	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		$0,2 (\gamma)$	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,25 \leq \cos \varphi \leq 1$	Ресурс-UF2

Измеряемая характеристика	Диапазон измерений	Основные погрешности: - абсолютная Δ ; - относительная δ , %; - приведенная γ , %	Дополнительные условия	Модификации
31 Реактивная энергия ¹⁾²⁾ W_p :		$\pm 0,5 (\delta)$	$0,2 \leq m < 1,5$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		$\pm 0,5 \cdot (0,9 + 0,02/m) (\delta)$	$0,01 \leq m < 0,2$	
		$\pm 0,5 (\gamma)$	$0,01 \leq m < 1,2$	Ресурс-UF2
32 Интервал времени (ход часов реального времени), с ¹⁾		3	-	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М, Ресурс-UF2

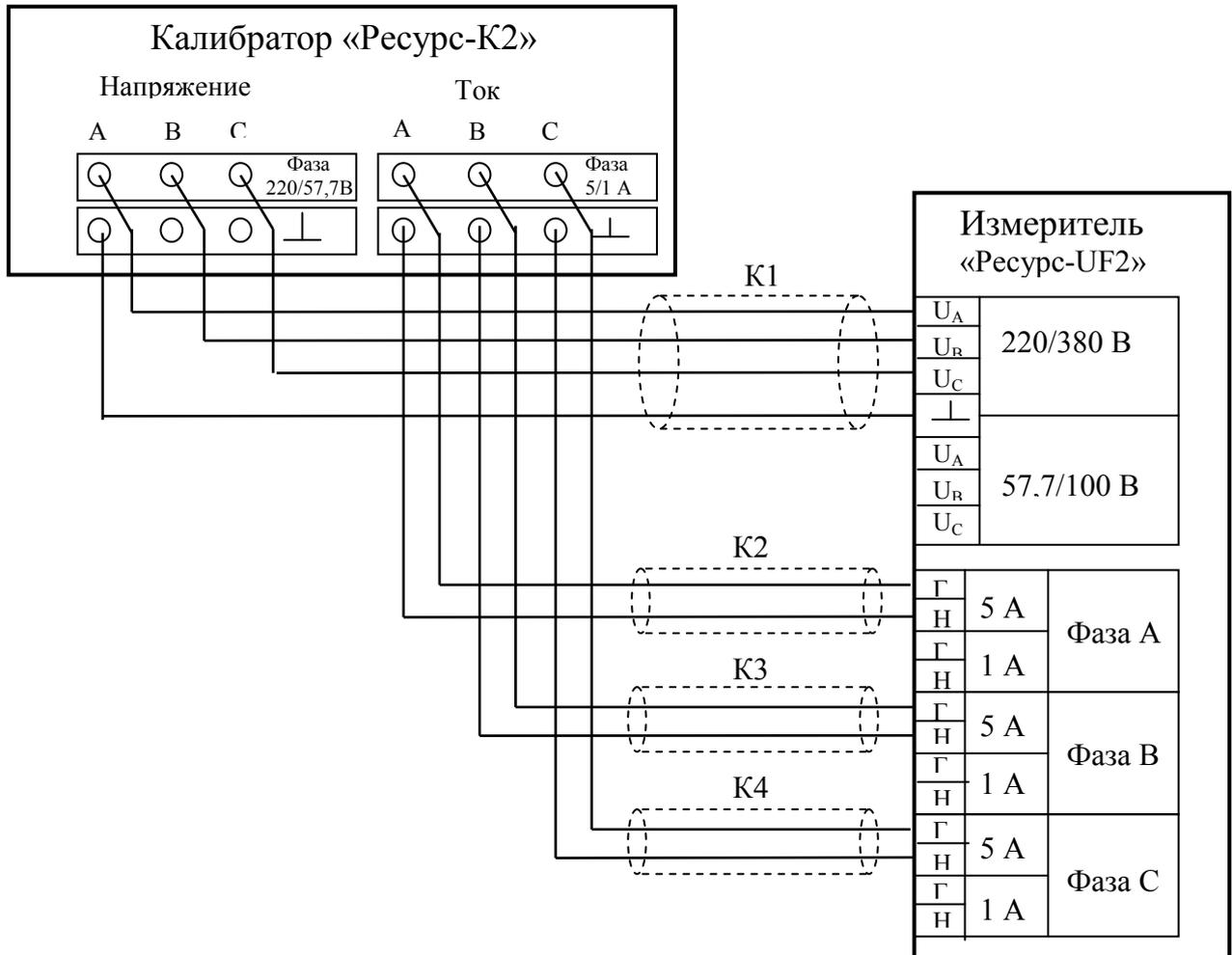
¹⁾ Предел допускаемого значения дополнительной температурной погрешности измерителя при измерении данной характеристики составляет 1/3 основной погрешности на каждые 10°С изменения температуры окружающей среды.

²⁾ Предел допускаемого значения дополнительной погрешности, возникающей при использовании разъемных трансформаторов тока, входящих в дополнительный комплект поставки, и при отклонении проводника от перпендикуляра к центру измерительного окна, равен 0,5 основной погрешности измерителя.

³⁾ Предел допускаемого значения дополнительной погрешности, возникающей при использовании разъемных трансформаторов тока, входящих в дополнительный комплект поставки, равен основной погрешности измерителя.

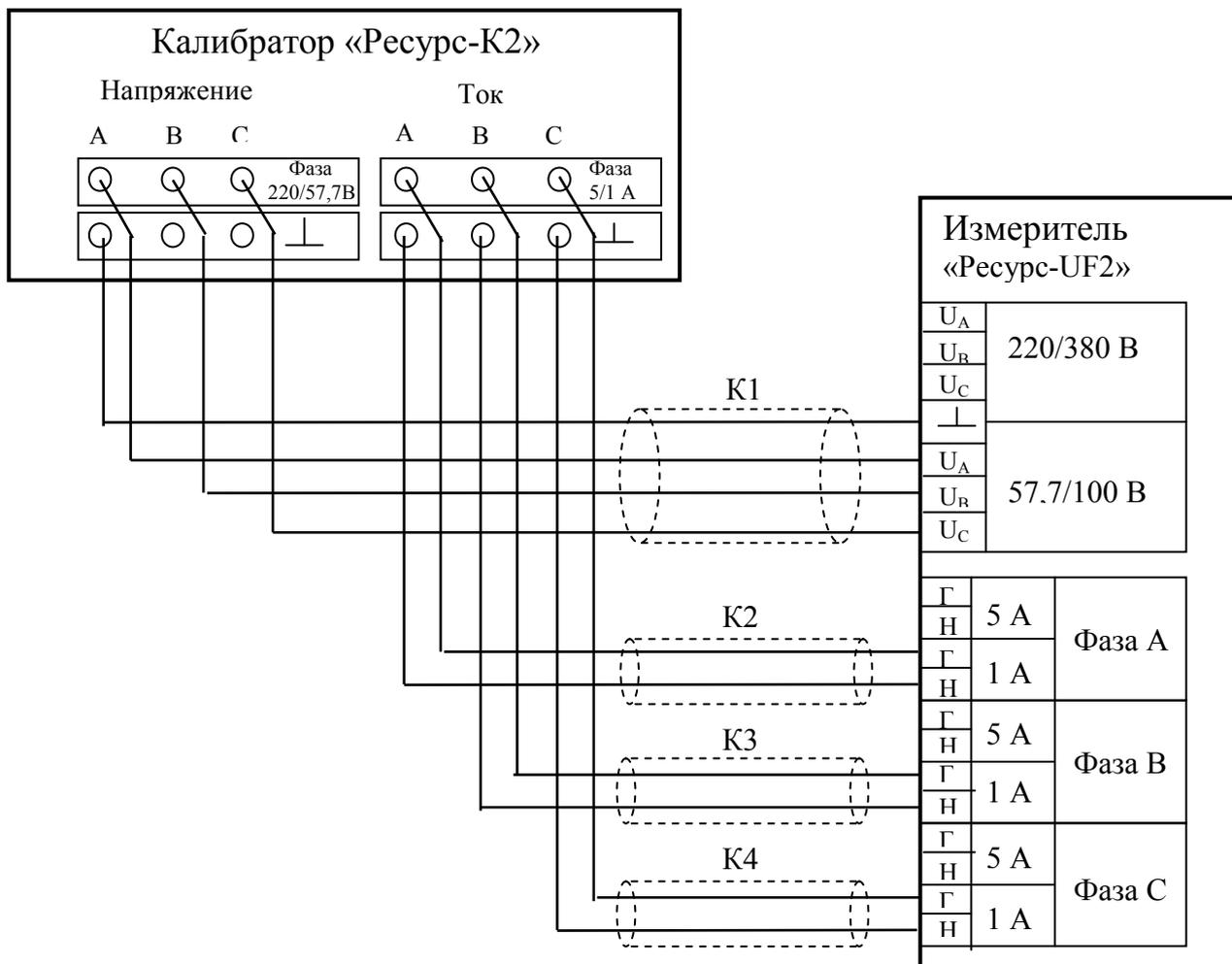
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Определение погрешностей измерения характеристик напряжения, тока и фазовых углов. Схемы поверки



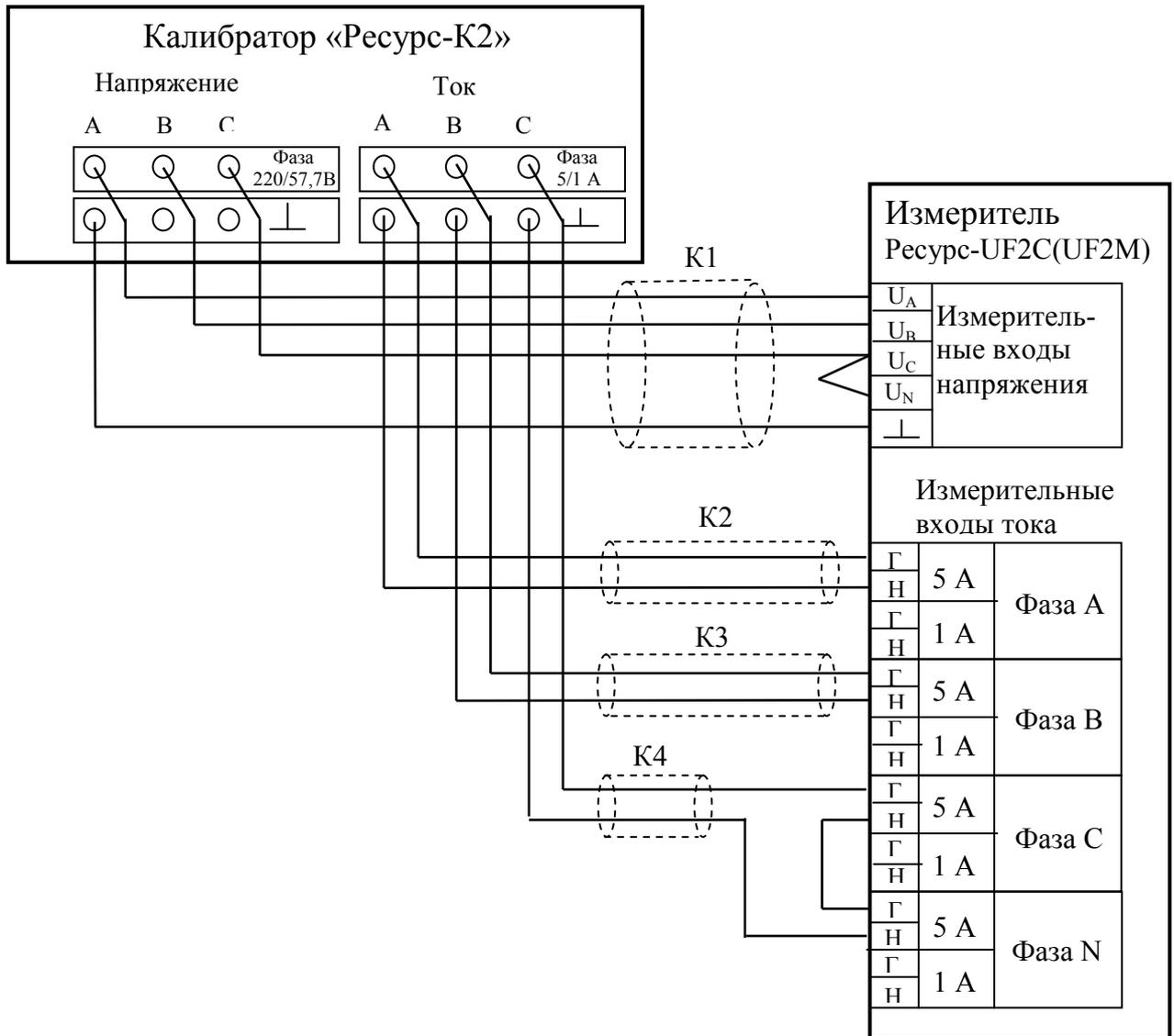
К1 – кабель соединительный для подключения каналов напряжения;
 К2, К3, К4 – кабель соединительный для подключения каналов тока.

Рисунок Б.1 Схема подключения измерителя «Ресурс-UF2» к калибратору при поверке прямых входов напряжения (220/380 В) и входов тока 5 А



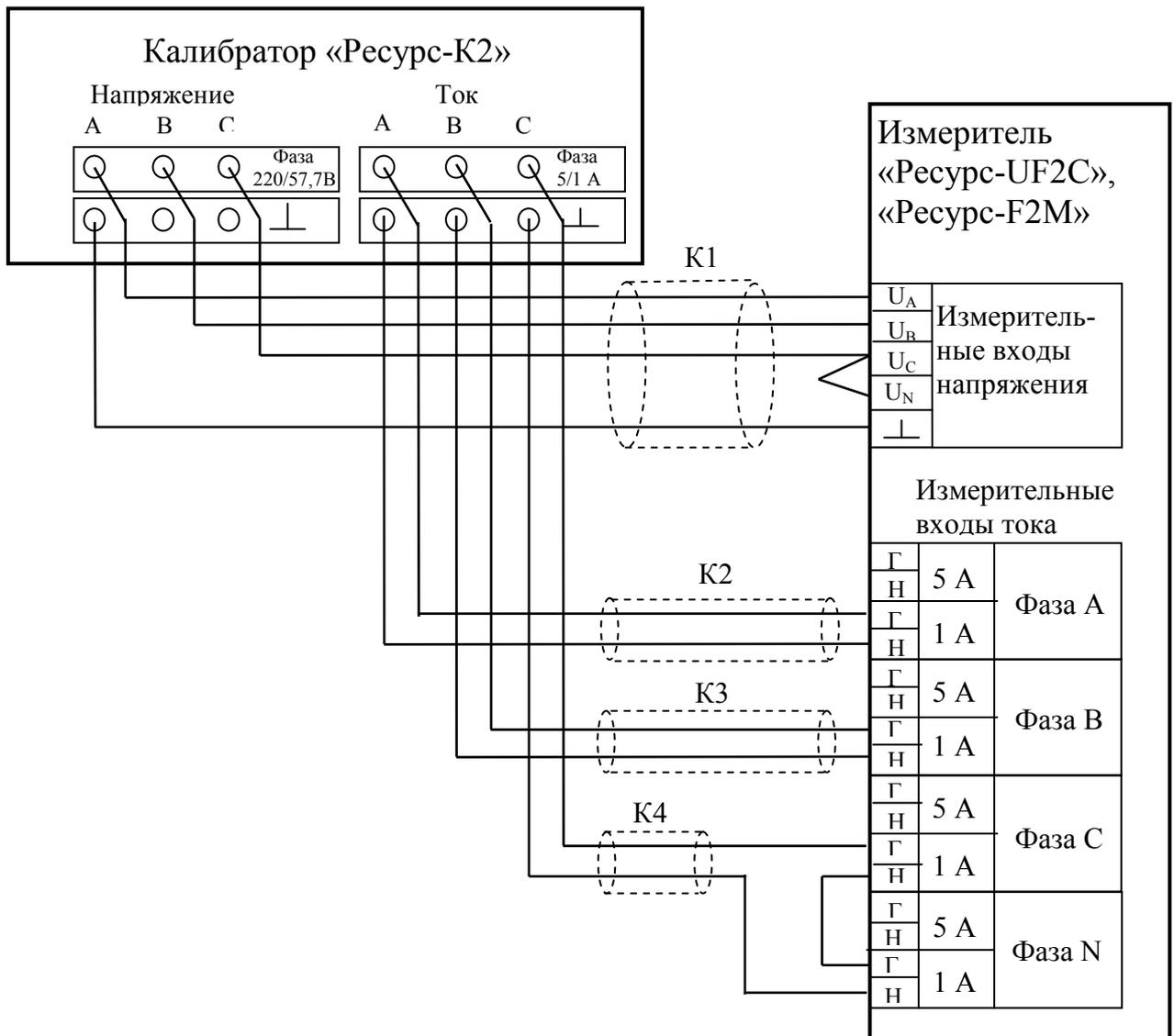
К1 – кабель соединительный для подключения каналов напряжения;
 К2, К3, К4 – кабель соединительный для подключения каналов тока.

Рисунок Б.2 Схема подключения измерителя «Ресурс-UF2» к калибратору при проверке трансформаторных входов напряжения (57,7/100 В) и входов тока 1 А



К1 – кабель соединительный для подключения каналов напряжения;
 К2, К3, К4 – кабель соединительный для подключения каналов тока.

Рисунок Б.3 Схема подключения измерителей «Ресурс-UF2C» и «Ресурс-UF2M» к калибратору при поверке измерительных входов тока 5 А



К1 – кабель соединительный для подключения каналов;

К2, К3, К4 – кабель соединительный для подключения каналов тока.

Рисунок Б.4 Схема подключения измерителей «Ресурс-UF2С» и «Ресурс-UF2М» к калибратору при поверке измерительных входов тока 1 А

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Определение погрешностей измерения мощности и энергии. Схемы поверки

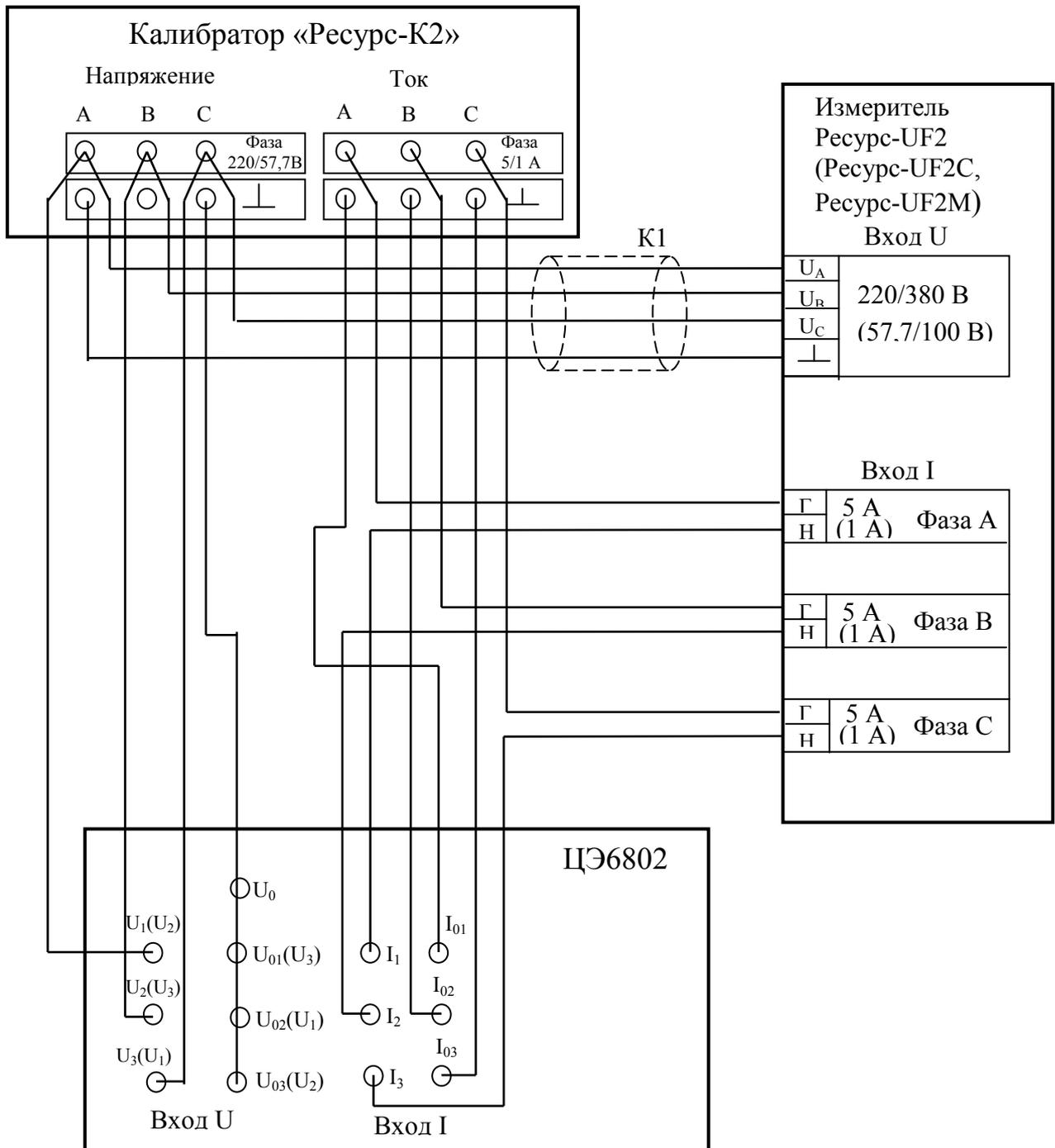


Рисунок В.1 Схема соединений при определении погрешностей измерения активной мощности и энергии

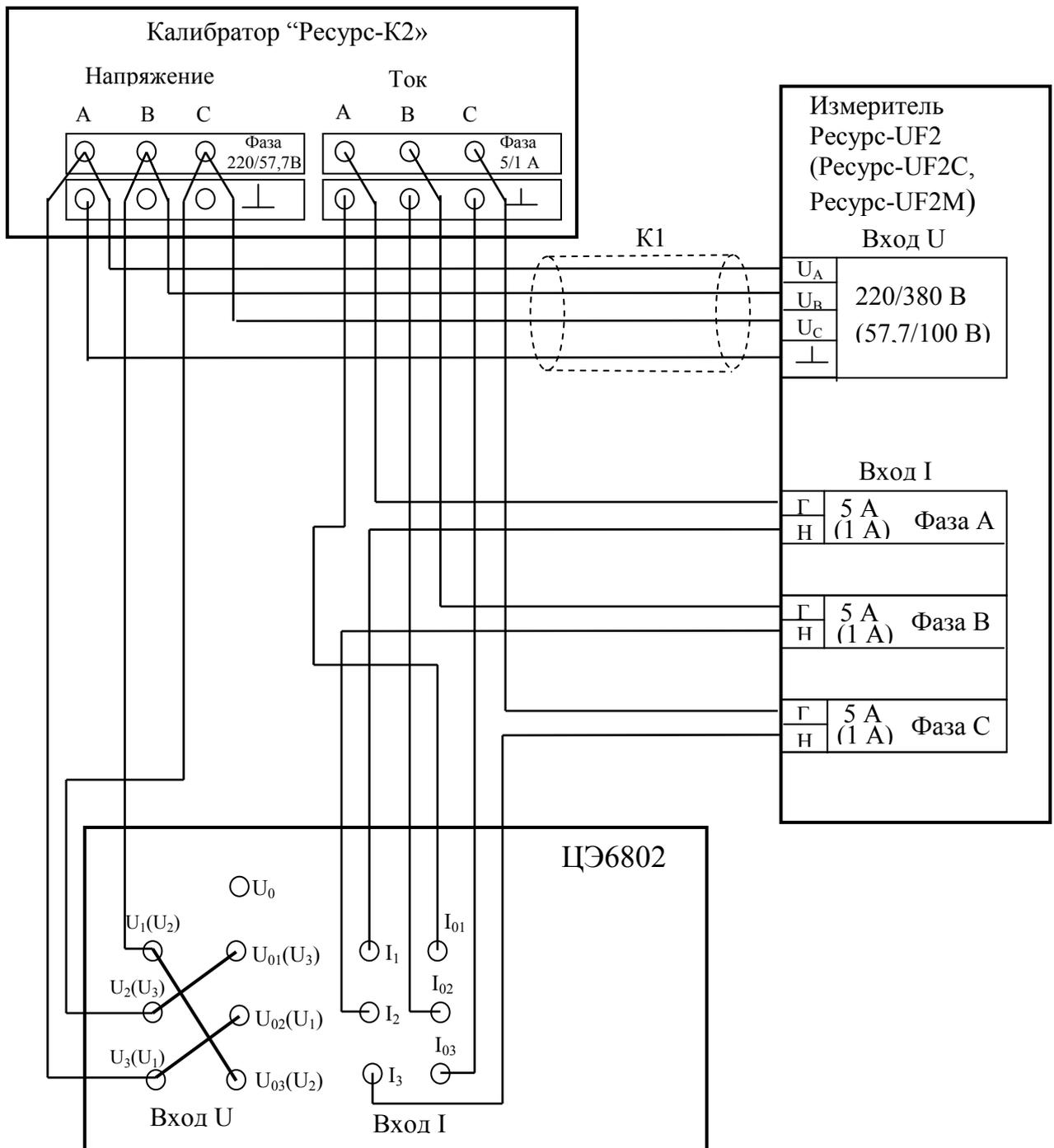
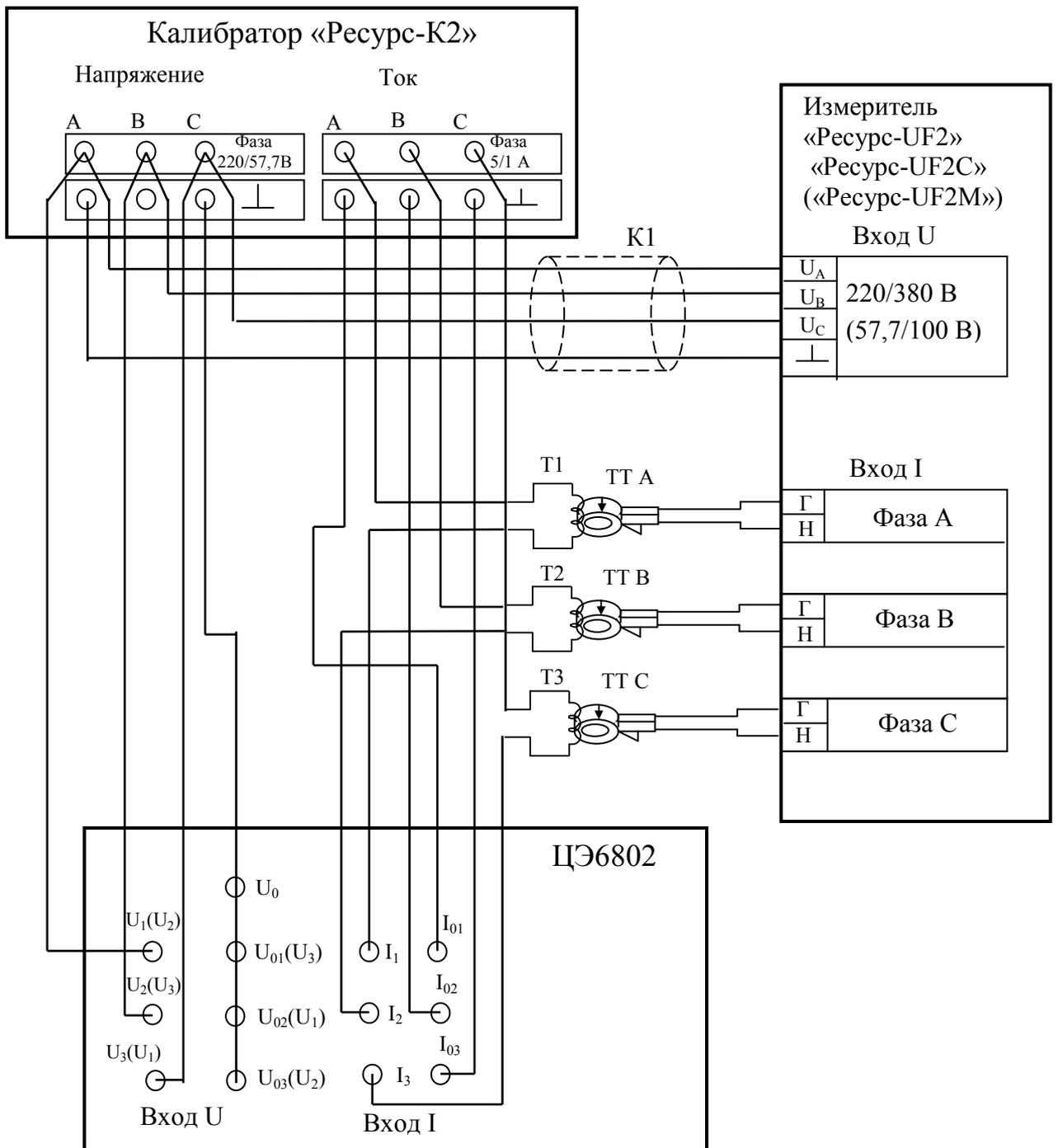


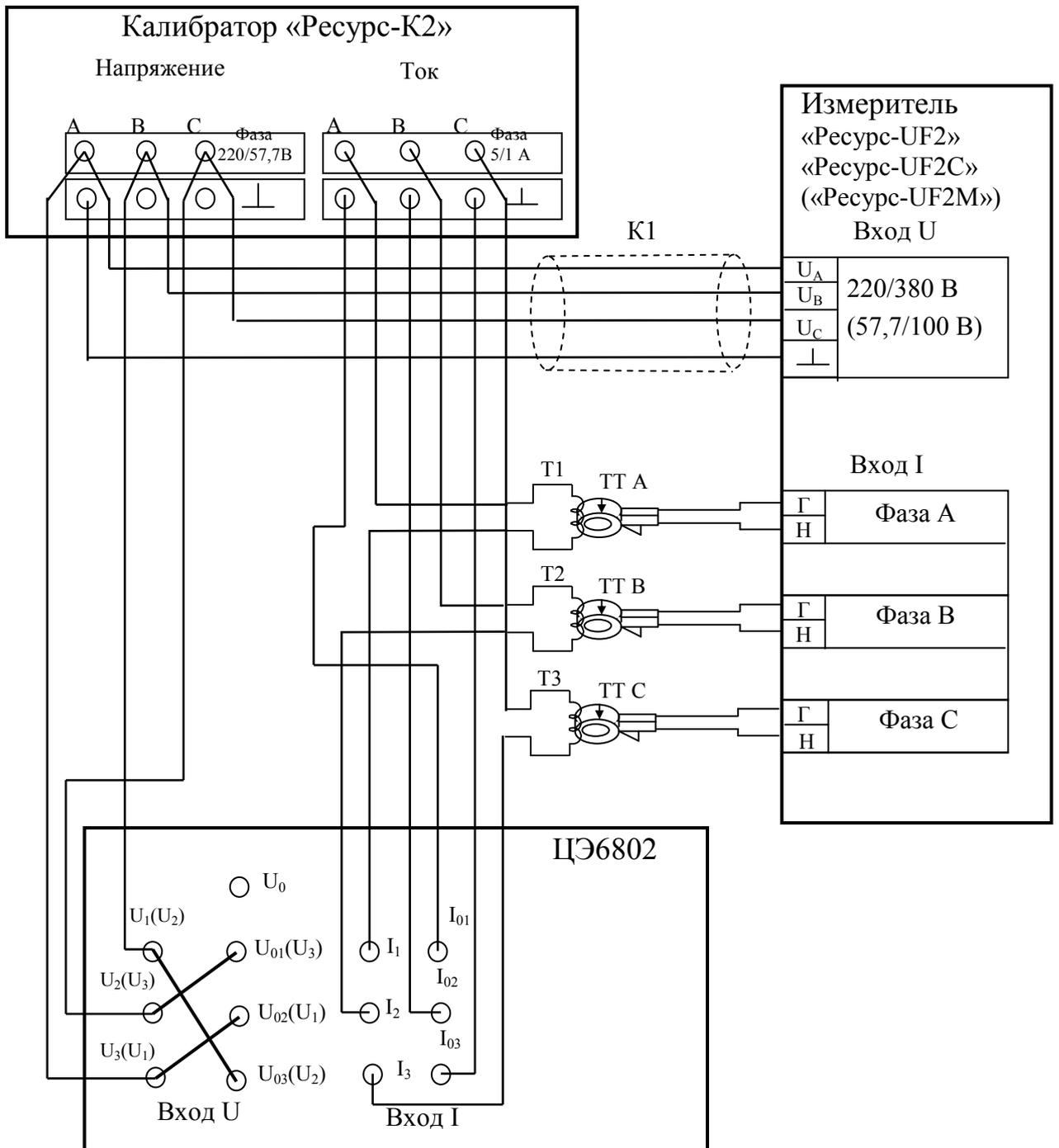
Рисунок В.2 Схема соединений при определении погрешностей измерения реактивной мощности и энергии



ТТ А, ТТ В, ТТ С – разъемные токовые трансформаторы из комплекта измерителя,

T1, T2, T3 - специальные переключки, выполненные в соответствии с таблицей 7.6

Рисунок В.3 Схема соединений при определении погрешностей измерения активной мощности и энергии с использованием ТТ



ТТ А, ТТ В, ТТ С – разъемные токовые трансформаторы из комплекта измерителя,

T1, T2, T3 - специальные перемычки, выполненные в соответствии с таблицей 7.6

Рисунок В.4 Схема соединений при определении погрешностей измерения реактивной мощности и энергии с использованием ТТ

