



СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ ВНИИМС

В.Н. Яншин

1 04 2005 г.

**Измерители показателей качества  
электрической энергии «Ресурс - UF2»**  
Методика поверки  
ЭТ.422252.009 МП

Пенза, 2005



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);

$\delta U_t$  – 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;

$\Delta f$  – отклонение частоты от номинального значения;

$\varphi_{UAB}, \varphi_{UBC}, \varphi_{UCA}$  – угол фазового сдвига 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;

$\Phi_{UIA}$ ,  $\Phi_{UIB}$ ,  $\Phi_{UIC}$ ,  $\Phi_{UIN}$  – угол фазового сдвига между напряжением и током основной частоты;

$\Phi_{UI(n)}$  – угол фазового сдвига между  $n$ -ми гармоническими составляющими напряжения и тока;

$\Phi_{UI1}$  – угол фазового сдвига между напряжением прямой последовательности системы фазных напряжений и током прямой последовательности;

$\Phi_{UI2}$  – угол фазового сдвига между напряжением обратной последовательности системы фазных напряжений и током обратной последовательности;

$\Phi_{UI0}$  – угол фазового сдвига 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 временного перенапряжения;

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

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

$N$  – количество провалов или временных 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 силы 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
Прибор для поверки вольтметров переменного тока В1-9	диапазон выходных напряжений от 0,01 до 10 В, погрешность $\pm(0,05+(0,005U_k+0,005))/U_H$	ЯЫ2.761005 ТУ
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, силы тока и углов фазовых сдвигов.

##### 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  $n$ -ых гармонических составляющих 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 временных перенапряжений задается испытательный сигнал 1 из таблицы 7.1. Характеристики провалов и временных 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 силы 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
$\delta U_A, \%$	0	+20	-20	-10	+10
$\delta U_B, \%$	0	+20	-20	-10	+10
$\delta U_C, \%$	0	+20	-20	-10	+10
$\delta U_{AB}, \%$	0	+20	-20	-14,87	+10
$\delta U_{BC}, \%$	0	+20	-20	-10	+7,13
$\delta U_{CA}, \%$	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	$0,0523 \cdot U_{НОМ}$	$0,032 \cdot U_{НОМ}$
$\Phi_{UAB}$	120°	120°	120°	110°	120°
$\Phi_{UBC}$	120°	120°	120°	120°	115°
$\Phi_{UCA}$	120°	120°	120°	130°	125°
$\Delta f, \Gamma Ц$	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
$I_{1A}$	$I_{НОМ}$	$1,2 \cdot I_{НОМ} (0,4 I_{НОМ})^{1)}$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$0,5 \cdot I_{НОМ} (0,1 I_{НОМ})^{1)}$
$I_{1B}$	$I_{НОМ}$	$1,2 \cdot I_{НОМ} (0,4 I_{НОМ})^{1)}$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$0,5 \cdot I_{НОМ} (0,1 I_{НОМ})^{1)}$
$I_{1C}$	$I_{НОМ}$	$1,2 \cdot I_{НОМ} (0,4 I_{НОМ})^{1)}$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$0,5 \cdot I_{НОМ} (0,1 I_{НОМ})^{1)}$
$I_{1N}$	$I_{НОМ}$	$1,2 \cdot I_{НОМ} (0,4 I_{НОМ})^{1)}$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$0,5 \cdot I_{НОМ} (0,1 I_{НОМ})^{1)}$
$I_A$	$I_{НОМ}$	$1,208 \cdot I_{НОМ} (0,4027 I_{НОМ})^{1)}$	$0,103 \cdot I_{НОМ}$	$0,222 \cdot I_{НОМ}$	$0,507 \cdot I_{НОМ} (0,1014 I_{НОМ})^{1)}$
$I_B$	$I_{НОМ}$	$1,208 \cdot I_{НОМ} (0,4027 I_{НОМ})^{1)}$	$0,103 \cdot I_{НОМ}$	$0,222 \cdot I_{НОМ}$	$0,507 \cdot I_{НОМ} (0,1014 I_{НОМ})^{1)}$
$I_C$	$I_{НОМ}$	$1,208 \cdot I_{НОМ} (0,4027 I_{НОМ})^{1)}$	$0,103 \cdot I_{НОМ}$	$0,222 \cdot I_{НОМ}$	$0,507 \cdot I_{НОМ} (0,1014 I_{НОМ})^{1)}$
$I_N$	$I_{НОМ}$	$1,208 \cdot I_{НОМ} (0,4027 I_{НОМ})^{1)}$	$0,103 \cdot I_{НОМ}$	$0,222 \cdot I_{НОМ}$	$0,507 \cdot I_{НОМ} (0,1014 I_{НОМ})^{1)}$
$I_1$	$I_{НОМ}$	$1,2 \cdot I_{НОМ} (0,4 I_{НОМ})^{1)}$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$0,1994 \cdot I_{НОМ}$	$0,4996 \cdot I_{НОМ} (0,0999 I_{НОМ})^{1)}$
$I_2$	0	0	0	$0,0116 \cdot I_{НОМ}$	$0,0146 \cdot I_{НОМ} (0,00292 I_{НОМ})^{1)}$
$I_0$	0	0	0	$0,0116 \cdot I_{НОМ}$	$0,0146 \cdot I_{НОМ} (0,00292 I_{НОМ})^{1)}$
$\Phi_{UIA}$	0	30°	60°	-30°	-60°
$\Phi_{UIB}$	0	30°	60°	-30°	-60°
$\Phi_{UIC}$	0	30°	60°	-30°	-60°
$\Phi_{UIN}$	0	30°	60°	-30°	-60°
$\Phi_{UI1}$	0	30°	60°	-30°	-60°
$\Phi_{UI2}$	0	0	0	-30,5°	-61°
$\Phi_{UI0}$	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

<sup>1)</sup> параметры испытательного сигнала при проверке разъемных трансформаторов тока с пределом измерения 500 А и более



Таблица 7.2 - Значения коэффициентов  $n$ -ых гармонических составляющих фазных напряжений и токов

$n$	Тип 1		Тип 2		Тип 3		Тип 4		Тип 5	
	$K_{U(n)},$ $K_{I(n)}, \%$	$\varphi_{U(n)},$ $\varphi_{UI(n)}, ^{1)}$	$K_{U(n)},$ $K_{I(n)}, \%$	$\varphi_{U(n)},$ $\varphi_{UI(n)}, ^{1)}$	$K_{U(n)},$ $K_{I(n)}, \%$	$\varphi_{U(n)},$ $\varphi_{UI(n)}, ^{1)}$	$K_{U(n)},$ $K_{I(n)}, \%$	$\varphi_{U(n)},$ $\varphi_{UI(n)}, ^{1)}$	$K_{U(n)},$ $K_{I(n)}, \%$	$\varphi_{U(n)},$ $\varphi_{UI(n)}, ^{1)}$
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	20	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

<sup>1)</sup> Для сигналов напряжения начальная фаза  $n$ -ой гармонической составляющей, для сигналов тока угол фазового сдвига между соответствующими гармоническими составляющими тока и напряжения одноименной фазы

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

$n$	Тип 1	Тип 2			Тип 3	Тип 4	Тип 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	0	0	0	4	2	3	3,22	2,77
3	0	9,48	0	8,57	0	0	0	1,16	1,10
4	0	0	0	0	4	1	1,5	1,36	1,59
5	0	0	0	0	4	6	9	10,18	7,48
6	0	0	0	0	0	0	0	0,23	0,22
7	0	0	0	0	4	5	7,5	6,01	8,26
8	0	0	0	0	4	0,5	0,75	0,88	0,54
9	0	0	0	0	0	0	0	1,02	0,97
10	0	4,24	20	20,74	4	0,5	0,75	0,51	0,84
11	0	0	0	0	4	3,5	5,25	6,22	3,18
12	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0,17
13	0	0	0	0	4	3,0	4,5	2,46	5,07
14	0	0	0	0	4	0,2	0,3	0,35	0,14
15	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,31
16	0	0	0	0	4	0,2	0,3	0,12	0,33
17	0	0	0	0	4	2,0	3	3,47	1,02
18	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,29
19	0	0	0	0	4	1,5	2,25	0,58	2,42
20	0	8,35	20	14,19	4	0,2	0,3	0,33	0,06
21	0	0	0	0	0	0	0	0,28	0,27
22	0	0	0	0	4	0,2	0,3	0,03	0,31
23	0	0	0	0	4	1,5	2,25	2,37	0,11
24	0	0	0	0	0	0	0	0,31	0,29
25	0	0	0	0	4	1,5	2,25	0,12	2,14
26	0	0	0	0	4	0,2	0,3	0,29	0,03
27	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,31
28	0	0	0	0	4	0,2	0,3	0,06	0,26
29	0	0	0	0	4	1,32	1,92	1,68	0,47
30	0	6,10	0	5,52	0	0	0	0,34	0,33
31	0	0	0	0	4	1,25	1,86	0,66	1,42
32	0	0	0	0	4	0,2	0,3	0,23	0,12
33	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,34
34	0	0	0	0	4	0,2	0,3	0,15	0,19
35	0	0	0	0	4	1,13	1,7	1,08	0,89
36	0	0	0	0	0	0	0	0,36	0,34
37	0	0	0	0	4	1,08	1,62	1,03	0,84
38	0	0	0	0	4	0,2	0,3	0,15	0,19
39	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,34
40	0	3,92	5	5,43	4	0,2	0,3	0,23	0,12

Таблица 7.4 - Характеристики провалов и временных перенапряжений

Испытательный сигнал	Характеристики провалов, перенапряжений	Обозначение фазы или междуфазного напряжения						
		A	B	C	N	AB	BC	CA
1	$\delta U_{п}, \%$	30	-	-	-	-	-	-
	$\Delta t_{п}^{(1)}, c$	30	-	-	-	-	-	-
	$N$	1	-	-	-	-	-	-
2	$\delta U_{п}, \%$	-	50	-	-	23,62	23,62	-
	$\Delta t_{п}^{(1)}, c$	-	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	$\delta U_{\text{п}}, \%$	-	-	90	90	-	39,17	39,17
	$\Delta t_{\text{п}}^{(1)}, \text{с}$	-	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1
	$N$	-	-	10	10	-	10	10
4	$K_{\text{пер}U}$	1,15	-	-	-	-	-	-
	$\Delta t_{\text{пер}U}^{(1)}, \text{с}$	30	-	-	-	-	-	-
	$N$	1	-	-	-	-	-	-
5	$K_{\text{пер}U}$	-	1,3	-	-	1,15	1,15	-
	$\Delta t_{\text{пер}U}^{(1)}, \text{с}$	-	1	-	-	1	1	-
	$N$	-	5	-	-	5	5	-
6	$K_{\text{пер}U}$	-	-	1,4	1,4	-	1,21	1,21
	$\Delta t_{\text{пер}U}^{(1)}, \text{с}$	-	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1
	$N$	-	-	10	10	-	10	10

<sup>1)</sup> 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 временные перенапряжения с характеристиками, заданными в таблице 7.4.
- и) После окончания временных 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  $\Delta X$ , 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  $\delta X$ , вычислить значения погрешностей, в процентах, по формуле:

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

- о) Для характеристик, у которых нормируются приведенные погрешности  $\gamma X$ , вычислить значения погрешностей, в процентах, по формуле:

$$\gamma X = (X - X_0) / X_{\text{ном}} \cdot 100,$$

где  $X_{\text{ном}}$  – номинальное значение измеряемой величины.

- 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 или измерителя, используя цветовую маркировку изоляции проводов.

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

7.4.2 Определение погрешности при измерении действующего значения напряжения по входам «10 В».

7.4.2.1 Используемое оборудование и схемы поверки

Определение метрологических характеристик измерителя производится с помощью прибора для поверки вольтметров переменного тока В1-9 (далее - генератор). Операция выполняется для модификации «Ресурс-UF2МВ». Измерительные входы напряжения 10 В прибора подключаются к выходу генератора.

7.4.2.2 Характеристики испытательных сигналов

Характеристики испытательных сигналов напряжения, формируемого генератором В1-9, представлены в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Характеристики испытательных сигналов при определении погрешностей по входу 10 В

№№	Напряжение	Частота
1	100 мВ	53 Гц
2	1 В	47 Гц
3	5 В	50 Гц

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

7.4.2.4 Порядок операций

Для поверки необходимо перевести измеритель в режим «Uвх 10 В», установив соответствующее значение параметра «I вх». После задания сигнала необходимо установить в измеряемом канале режим «10 В» и считать с индикатора прибора результат измерения напряжения.

При проведении поверки следует выполнить следующие операции:

- а) Подключить измеритель к генератору В1-9.
- б) Задать в измерителе режим работы «Uвх 10 В».
- в) Задать на выходе генератора первый сигнал из таблицы 7.5.
- г) Задать по фазе А режим «10 В», считать результаты измерений с индикатора прибора.
- д) Отменить по фазе А режим «10 В» и задать его по фазе В, считать результаты измерений с индикатора прибора.
- е) аналогично произвести измерения по входу С и N.

Рассчитать погрешность измерения действующего значения напряжения.

ж) Повторить операции 7.4.2.4 для всех испытательных сигналов.

7.4.3 Определение погрешности при измерении мощности

7.4.3.1 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». При поверке определяется погрешность измерения трехфазной активной и реактивной мощности.

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

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

7.4.3.3 Характеристики испытательных сигналов, задаваемых калибратором, указания на испытательные схемы, диапазоны измерений и формулы для расчета погрешностей приведены в таблице 7.6. При испытании задаются номинальные значения напряжения. Угол фазового сдвига между напряжениями 120 °.

7.4.3.5 Порядок операций при каждом испытательном сигнале:

- а) собрать схему поверки,
- б) задать испытательный сигнал,
- в) считать и записать в протокол значение мощности, измеренное поверяемым прибором ( $P$ , Вт,  $Q$ , вар,) и ЦЭ6802 ( $P_0$ , Вт,  $Q_0$ , вар,),
- г) рассчитать относительную погрешность при измерении активной мощности по формуле:

$$\delta P = ((P - P_0) / P_0) \cdot 100 \%,$$

- д) рассчитать относительную погрешность при измерении реактивной мощности по формуле:

$$\delta Q = ((Q - Q_0) / Q_0) \cdot 100 \%,$$

- е) записать результаты в протокол,
- ж) при определении погрешности измерения полной мощности (сигнал 9) используются результаты измерений активной мощности (сигнал 5) и реактивной мощности (сигнал 6),

- з) значение погрешности измерения полной мощности определяется по формуле:

$$\delta S = ((S - S_0) / S_0) \cdot 100 \%,$$

где  $S$ - полная мощность, измеренная поверяемым прибором,  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ ,  
 $S_0$ - полная мощность, измеренная ЦЭ6802,  $S_0 = \sqrt{P_0^2 + Q_0^2}$ .

7.4.4 Определение погрешности при измерении энергии

7.4.4.1 Определение погрешности производится 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».

7.4.4.2 Схемы соединений приведены в приложении В.

7.4.4.3 Погрешность измерителя при измерении активной энергии определяется при задании испытательных сигналов таблицы 7.7.

7.4.4.4 Погрешность измерителя при измерении реактивной энергии определяется при задании испытательных сигналов таблицы 7.7.

7.4.4.5 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  $\pm 5$  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 ( $W_{Ao}$ , Вт·ч),

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

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

Таблица 7.6 Характеристики испытательных сигналов в режиме измерения мощности

Сигнал	Характеристика	Диапазоны измерения	Схема поверки		Угол фазового сдвига между током и напряжением, $\varphi$	Значение тока	Предел основной допускаемой погрешности, %	
			без ТТ	с ТТ			UF2 (приведенной)	UF2C, UF2M (относительной)
1	<b>P</b>	220В, 5А	В.1	В.3	0	$0,01 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,2$	$\pm 0,4$
2	<b>P</b>	220В, 5А	В.1	В.3	0	$0,05 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
3	<b>P</b>	220В, 5А	В.1	В.3	0	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
4	<b>P</b>	220В, 5А	В.1	В.3	$-60^\circ$	$I_{НОМ}$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
5	<b>P</b>	220В, 5А	В.1	В.3	$60^\circ$	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
6	<b>Q</b>	220В, 5А	В.2	В.4	$60^\circ$	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$
7	<b>Q</b>	220В, 5А	В.2	В.4	$30^\circ$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,65$
8	<b>Q</b>	220В, 5А	В.2	В.4	$-30^\circ$	$0,02 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,5$	$\pm 1,45$
9	<b>S</b>	220В, 5А	-	-	$60^\circ$	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$
10	<b>P</b>	57В, 5А	В.1	В.3	0	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
11	<b>Q</b>	57В, 5А	В.2	В.4	$30^\circ$	$0,1 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,65$
12	<b>Q</b>	57В, 1А	В.2	В.4	$60^\circ$	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$
13	<b>P</b>	57В, 1А	В.1	В.3	$-60^\circ$	$I_{НОМ}$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
14	<b>P</b>	220В, 1А	В.1	В.3	0	$0,05 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
15	<b>Q</b>	220В, 1А	В.2	В.4	$-30^\circ$	$0,02 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,5$	$\pm 1,45$

7.4.4.6 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 испытуемого 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  $\Delta t_1$  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  $\Delta t_2$  между двумя событиями: началом шестого радиосигнала точного времени и появлением соответствующего этому радиосигналу часа на индикаторе измерителя;

г) рассчитать погрешность по формуле:

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

Таблица 7.7 Характеристики испытательных сигналов в режиме измерения энергии

Сиг- нал	Характе- ристика	Диапазоны измерения	Схема поверки		Угол фазового сдвига между током и напря- жением, φ	Значение тока	Предел основной допускаемой погрешности, %	
			без ТТ	с ТТ			UF2 (приведенной)	UF2С, UF2М (относительной)
1	$W_A$	57В, 5А	В.1	В.3	0	$0,2 \cdot I_{НОМ}$	±0,2	±0,2
2	$W_A$	220В, 1А	В.1	В.3	0	$0,05 \cdot I_{НОМ}$	±0,2	±0,2
3	$W_P$	220В, 5А	В.2	В.4	60°	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	±0,5	±0,5
4	$W_P$	57В, 1А	В.2	В.4	60°	$1,2 \cdot I_{НОМ}$	±0,5	±0,5

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.

К токовым выходам калибратора подключаются согласующие катушки, которые являются первичными обмотками ТТ. Параметры согласующих катушек, значений параметров «Вход I» и «Первичный ток» измерителей представлены в таблице 7.8.

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

а) подключением ТТ фазы N на согласующую катушку 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 согласующую катушку фазы С.

Таблица 7.8 – Исходные данные для поверки ТТ

Номинальное значение первичного тока ТТ, А	Количество витков провод- ника согласующей катушки	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

При поверке измерителя по входу «ТТ 1.0 А» формируются испытательные сигналы тока и напряжения в соответствии с таблицей 7.1, номинальное значение тока равно 1 А, номинальное значение напряжения  $(100/\sqrt{3})/100$  В.

При поверке измерителя по входу «ТТ 5.0 А» формируются испытательные сигналы тока и напряжения в соответствии с таблицей 7.1, номинальное значение тока равно 5 А, номинальное значение напряжения  $(100/\sqrt{3})/100$  В.

При поверке измерителя по другим входам ТТ («ТТ 50 А», «ТТ 100 А»,...) формируются испытательные сигналы тока и напряжения в соответствии с таблицей 7.1, номинальное значение тока равно 5 А, номинальное значение напряжения  $220/(220\cdot\sqrt{3})$  В.

Порядок операций:

а) подключить к токовым выходам калибратора согласующие катушки в соответствии с таблицей 7.8;

б) подключить к входам поверяемого измерителя ТТ;

в) установить ТТ на согласующие катушки;

г) определить погрешности при измерении характеристик токов и углов фазовых сдвигов (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 $\Delta$ ; - относительная $\delta$ , %; - приведенная $\gamma$ , %	Дополнительные условия	Модификации
1 Действующее значение <sup>1)</sup> : – напряжения $U$ ; – напряжения основной частоты (первой гармоники) $U_{(1)}$ ; – напряжения прямой последовательности $U_I$	от $0,8 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 0,2$ ( $\delta$ )	–	Ресурс-UF2, Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
	от $0,01 \cdot U_{\text{ном}}$ до $0,8 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 0,2$ ( $\gamma$ )		
	от 0,10 до 10 В	$\pm 0,5$ ( $\delta$ )	для $U, U_{(1)}$ , для входа «10 В»	
	от 0,025 до 0,1В	$\pm 1,0$ ( $\delta$ )		
2 Установившееся отклонение напряжения $\delta U_{\gamma}^1$ , %	–20 – +20	$\pm 0,2$ ( $\Delta$ )	–	
3 Действующее значение <sup>1)</sup> : – напряжения обратной последовательности $U_2$ ; – напряжения нулевой последовательности $U_0$	от $0,01 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,2 \cdot U_{\text{ном}}$	$\pm 0,2$ ( $\gamma$ )		
4 Частота $f$ , Гц	45 – 55	$\pm 0,02$ ( $\Delta$ )	–	
5 Отклонение частоты $\Delta f$ , 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 $\Delta t_{\text{п}}$ , с	0,01 – 60	$\pm 0,01$ ( $\Delta$ )	–	
11 Длительность временного перенапряжения $\Delta t_{\text{пер } U}$ , с	0,01 – 60	$\pm 0,01$ ( $\Delta$ )	–	
12 Глубина провала напряжения $\delta U_{\text{п}}$ , %	10 – 100	$\pm 1,0$ ( $\Delta$ )	–	
13 Коэффициент временного перенапряжения $K_{\text{пер } U}$	1,1 – 1,4	$\pm 0,01$ ( $\Delta$ )	–	
14 Размах изменения напряжения $\delta U_{\text{в}}$ , %	0,2 - 20	$\pm 8$ ( $\delta$ )	–	
15 Кратковременная доза фликера $P_{\text{St}}$	0,25 – 10	$\pm 5$ ( $\delta$ )	–	
16 Длительная доза фликера $P_{\text{Lt}}$	0,25 – 10	$\pm 5$ ( $\delta$ )	–	
17 Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты (первой гармоники) $\varphi_U$	от $-180^\circ$ до $+180^\circ$	$\pm 0,1^\circ$ ( $\Delta$ )	–	
18 Угол фазового сдвига между $n$ -ми гармоническими составляющими фазных напряжений $\varphi_{U(n)}$	от $-180^\circ$ до $+180^\circ$	$\pm 1^\circ$ ( $\Delta$ )	$5\% \leq K_{U(n)}$	
		$\pm 3^\circ$ ( $\Delta$ )	$1\% \leq K_{U(n)} < 5\%$	
		$\pm 10^\circ$ ( $\Delta$ )	$0,2\% \leq K_{U(n)} < 1\%$	

Измеряемая характеристика	Диапазон измерений	Основные погрешности: - абсолютная $\Delta$ ; - относительная $\delta$ , %; - приведенная $\gamma$ , %	Дополнительные условия	Модификации	
19 Действующее значение <sup>1)2)</sup> : - силы тока $I$ ; - силы тока основной частоты $I_{(1)}$ ; - силы тока нулевой последовательности $I_0$ ; - силы тока нулевой последовательности $I_0$ ; - силы тока обратной последовательности $I_2$ ;	от $0,05 \cdot I_{НОМ}$ до $1,2 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,2$ ( $\delta$ )	-	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М	
	от $0,01 \cdot I_{НОМ}$ до $0,05 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,01$ ( $\gamma$ )	-		
	от $0,0004 \cdot I_{НОМ}$ до $0,01 \cdot I_{НОМ}$	$\pm (1+0,35(0,01 \cdot I_{НОМ}/I_{(1)} - 1))$ ( $\delta$ )	для $I$		
		$\pm (1+0,7(0,01 \cdot I_{НОМ}/I_{(1)} - 1))$ ( $\delta$ )	для $I_{(1)}$		
	от $0,01 \cdot I_{НОМ}$ до $1,2 \cdot I_{НОМ}$	$\pm 0,2$ ( $\gamma$ )	-	Ресурс-UF2	
20 Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока $K_I$ , %	0,1 – 100	$\pm (0,05+0,02 \cdot K_I)$ ( $\Delta$ )	$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{НОМ}$	Ресурс-UF2С, РесурсUF2М	
	0,5 – 100	$\pm (0,1+0,03 \cdot K_I)$ ( $\Delta$ )	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$		
	0,1 – 100	$\pm (0,05+0,02 \cdot K_I)$ ( $\Delta$ )	$0,5 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$	Ресурс-UF2	
	0,5 – 100	$\pm (0,1+0,03 \cdot K_I)$ ( $\Delta$ )	$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 0,5 \cdot I_{НОМ}$		
21 Коэффициент $n$ -ой ( $n$ – от 2 до 40) гармонической составляющей тока $K_{I(n)}$ , %	0,05 – 100	$\pm (0,03+0,02 \cdot K_{I(n)})$ ( $\Delta$ )	$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,5 \cdot I_{НОМ}$ $2 \leq n \leq 10$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М	
	0,05 – 50		$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,5 \cdot I_{НОМ}$ $10 < n \leq 20$		
	0,05 – 20		$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,5 \cdot I_{НОМ}$ $20 < n \leq 30$		
	0,05 – 10		$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,5 \cdot I_{НОМ}$ $30 < n \leq 40$		
	0,5 – 100	$\pm (0,1+0,03 \cdot K_{I(n)})$ ( $\Delta$ )	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$ $2 \leq n \leq 10$		
	0,5 – 50		$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$ $10 \leq n \leq 20$		
	0,5 – 20		$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$ $20 \leq n \leq 30$		
	0,5 – 10		$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$ $30 \leq n \leq 40$		
	0,05 – 30	$\pm (0,03+0,02 \cdot K_{I(n)})$ ( $\Delta$ )	$0,5 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $2 \leq n \leq 10$	Ресурс-UF2	
	0,05 – 20		$0,5 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $10 < n \leq 20$		
	0,05 – 10		$0,5 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $20 < n \leq 40$		
	0,5 – 30	$\pm (0,1+0,03 \cdot K_{I(n)})$ ( $\Delta$ )	$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,5 \cdot I_{НОМ}$ ; $2 \leq n \leq 10$		
	0,5 – 20		$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,5 \cdot I_{НОМ}$ ; $10 < n \leq 20$		
	0,5 – 10		$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,5 \cdot I_{НОМ}$ ; $20 < n \leq 40$		
	22 Угол фазового сдвига $\varphi_{UI}$ между напряжением и током основной частоты одной фазы <sup>3)</sup>	от $-180^\circ$ до $+180^\circ$	$\pm 0,1^\circ$ ( $\Delta$ )	$0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{НОМ}$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
			$\pm 0,3^\circ$ ( $\Delta$ )	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,05 \cdot I_{НОМ}$	
$\pm 0,1^\circ$ ( $\Delta$ )			$0,5 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$	Ресурс-UF2	
$\pm 0,3^\circ$ ( $\Delta$ )			$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,5 \cdot I_{НОМ}$		
23 Угол фазового сдвига $\varphi_{UI0}$ между напряжением и током нулевой последовательности	от $-180^\circ$ до $+180^\circ$	$\pm 3^\circ$ ( $\Delta$ )	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,2 \cdot I_{НОМ}$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М Ресурс-UF2	
			$0,01 \cdot U_{НОМ} \leq U < 1,2 U_{НОМ}$		

Измеряемая характеристика	Диапазон измерений	Основные погрешности: - абсолютная $\Delta$ ; - относительная $\delta$ , %; - приведенная $\gamma$ , %	Дополнительные условия	Модификации
24 Угол фазового сдвига $\varphi_{UI1}$ между напряжением и током прямой последовательности <sup>3)</sup>	от - 180° до + 180°	$\pm 0,1^\circ (\Delta)$	$0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{НОМ}$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		$\pm 0,3^\circ (\Delta)$	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,05 \cdot I_{НОМ}$	
		$\pm 0,1^\circ (\Delta)$	$0,5 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$	Ресурс-UF2
		$\pm 0,3^\circ (\Delta)$	$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,5 \cdot I_{НОМ}$	
		$\pm 3^\circ (\Delta)$	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$	
25 Угол фазового сдвига $\varphi_{UI2}$ между напряжением и током обратной последовательности	от - 180° до + 180°	$\pm 3^\circ (\Delta)$	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,2 \cdot I_{НОМ}$ $0,01 \cdot U_{НОМ} \leq U < 1,2 U_{НОМ}$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М Ресурс-UF2
26 Угол фазового сдвига между $n$ -ми гармоническими составляющими напряжения и тока одной фазы $\varphi_{UI(n)}$	от - 180° до + 180°	$\pm 2^\circ (\Delta)$	$0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{НОМ}$ ; $5 \% \leq K_{I(n)}$ ; $5 \% \leq K_{U(n)}$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		$\pm 5^\circ (\Delta)$	$0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{НОМ}$ ; $1 \% \leq K_{I(n)} < 5 \%$ ; $1 \% \leq K_{U(n)} < 5 \%$	
		$\pm 10^\circ (\Delta)$	$0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{НОМ}$ ; $0,2 \% \leq K_{I(n)} < 1 \%$ ; $0,2 \% \leq K_{U(n)} < 1 \%$	
		$\pm 3^\circ (\Delta)$	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 0,05 \cdot I_{НОМ}$ ; $5 \% \leq K_{I(n)}$ ; $5 \% \leq K_{U(n)}$	
		$\pm 10^\circ (\Delta)$	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 0,05 \cdot I_{НОМ}$ ; $1 \% \leq K_{I(n)} < 5 \%$ ; $1 \% \leq K_{U(n)} < 5 \%$	
	от - 180° до + 180°	$\pm 3^\circ (\Delta)$	$0,5 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ ; $5 \% \leq K_{I(n)}$ ; $5 \% \leq K_{U(n)}$	Ресурс-UF2
		$\pm 5^\circ (\Delta)$	$0,5 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ ; $1 \% \leq K_{I(n)} < 5 \%$ ; $1 \% \leq K_{U(n)} < 5 \%$	
		$\pm 15^\circ (\Delta)$	$0,5 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,2 \cdot I_{НОМ}$ ; $0,2 \% \leq K_{I(n)} < 1 \%$ ; $0,2 \% \leq K_{U(n)} < 1 \%$	
		$\pm 5^\circ (\Delta)$	$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 0,5 \cdot I_{НОМ}$ ; $5 \% \leq K_{I(n)}$ ; $5 \% \leq K_{U(n)}$	
		$\pm 15^\circ (\Delta)$	$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 0,5 \cdot I_{НОМ}$ ; $1 \% \leq K_{I(n)} < 5 \%$ ; $1 \% \leq K_{U(n)} < 5 \%$	
27 Активная мощность $P^{1)2)}$ : а) активная мощность по каждой фазе б) активная мощность по трем фазам	от $(0,5 \cdot U_{НОМ}) \cdot (0,01 \cdot I_{НОМ})$ до $(1,2 \cdot U_{НОМ}) \cdot (1,5 \cdot I_{НОМ})$	а) $\pm 0,3 (\delta)$ б) $\pm 0,2 (\delta)$	$0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{НОМ}$ ; $0,5 <  \cos \varphi  \leq 1$ $\cos \varphi$ - коэффициент мощности	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		б) $\pm 0,4 (\delta)$	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,05 \cdot I_{НОМ}$ ; $0,5 <  \cos \varphi  \leq 1$	
		а) $\pm 0,4 (\delta)$ б) $\pm 0,3 (\delta)$	$0,1 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq 1,5 \cdot I_{НОМ}$ ; $0,25 \leq  \cos \varphi  \leq 0,5$	
		б) $\pm 0,5 (\delta)$	$0,02 \cdot I_{НОМ} \leq I < 0,1 \cdot I_{НОМ}$ ; $0,25 \leq  \cos \varphi  \leq 0,5$	
		$\pm 0,2 (\gamma)$	$0,01 \cdot I_{НОМ} \leq I < 1,2 \cdot I_{НОМ}$ ; $0,25 \leq  \cos \varphi  \leq 1$	Ресурс-UF2
28 Реактивная мощность $Q^{1)2)}$ : а) реактивная мощность по каждой фазе; б) реактивная мощность по трем фазам	от $(0,5 \cdot U_{НОМ}) \cdot (0,01 \cdot I_{НОМ})$ до $(1,2 \cdot U_{НОМ}) \cdot (1,5 \cdot I_{НОМ})$	$\pm 0,5 (\delta)$	$0,2 \leq m < 1,2$ , где $m = (I \cdot U \cdot \sin \varphi) / (I_{НОМ} \cdot U_{НОМ})$	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

Измеряемая характеристика	Диапазон измерений	Основные погрешности: - абсолютная $\Delta$ ; - относительная $\delta$ , %; - приведенная $\gamma$ , %	Дополнительные условия	Модификации
29 Полная мощность $S^{1)2)}$ : а) полная мощность по каждой фазе; б) полная мощность по трем фазам	от $(0,5 \cdot U_{\text{ном}}) \cdot (0,01 \cdot I_{\text{ном}})$ до $(1,2 \cdot U_{\text{ном}}) \cdot (1,5 \cdot I_{\text{ном}})$	$\pm 0,5 (\delta)$	$0,01 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{ном}}$	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
31 Реактивная энергия $^{1)2)} W_R$ :		$\pm 0,5 (\delta)$	$0,2 \leq m < 1,5$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		$\pm 0,5 \cdot (0,9 + 0,02/m) (\delta)$	$0,01 \leq m < 0,2$	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М
		$\pm 0,5 (\gamma)$	$0,01 \leq m < 1,2$	Ресурс-UF2
32 Интервал времени (ход часов реального времени), с <sup>1)</sup>		3	-	Ресурс-UF2С, Ресурс-UF2М, Ресурс-UF2

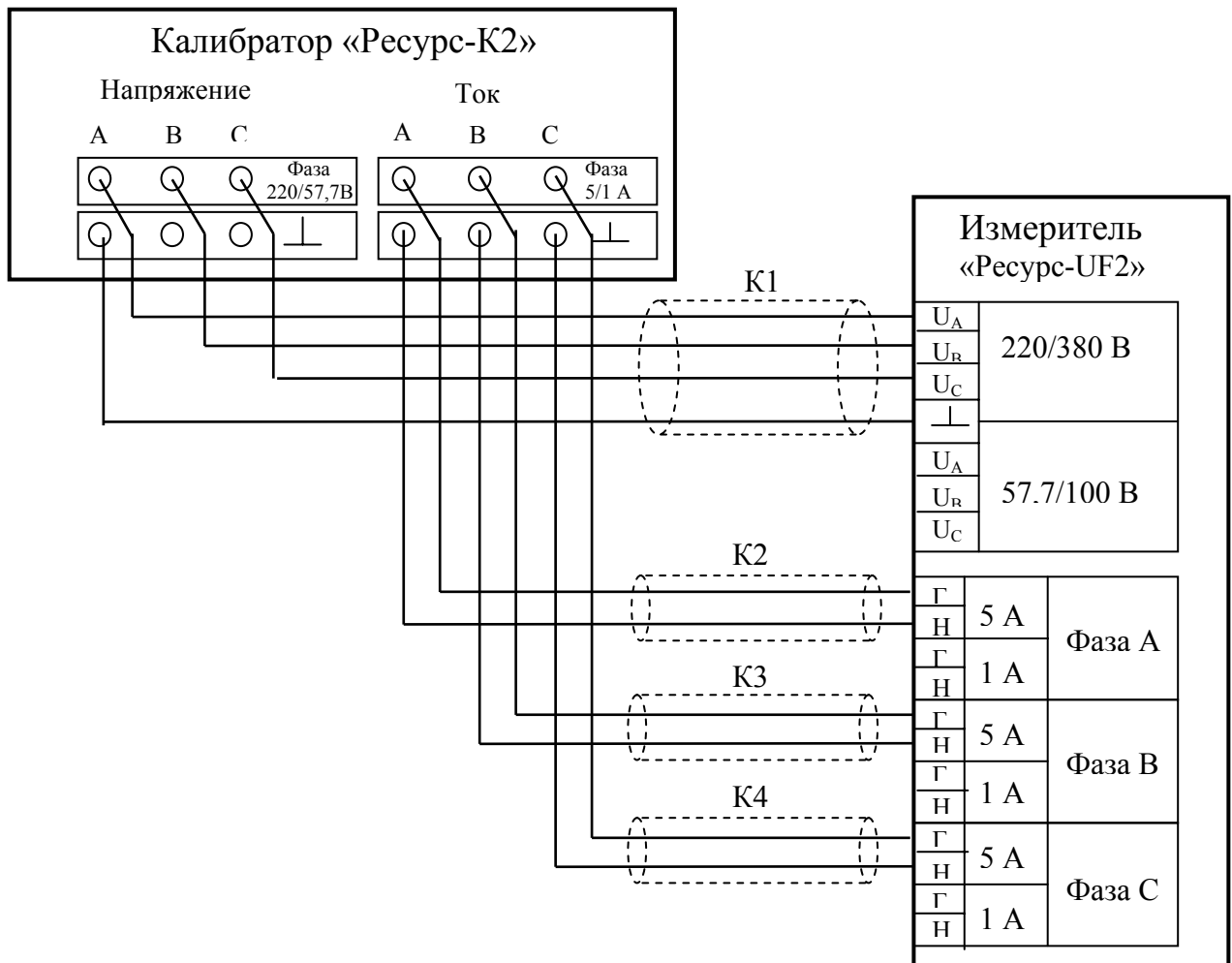
<sup>1)</sup> Пределы допускаемого значения дополнительной температурной погрешности измерителя при измерении данной характеристики составляют 1/3 основной погрешности на каждые 10°C изменения температуры окружающей среды.

<sup>2)</sup> Пределы 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, равны 0,5 основной погрешности измерителя.

<sup>3)</sup> Пределы допускаемого значения дополнительной погрешности, возникающей при использовании разъемных трансформаторов тока, входящих в дополнительный комплект поставки, равны пределам основной погрешности измерителя.

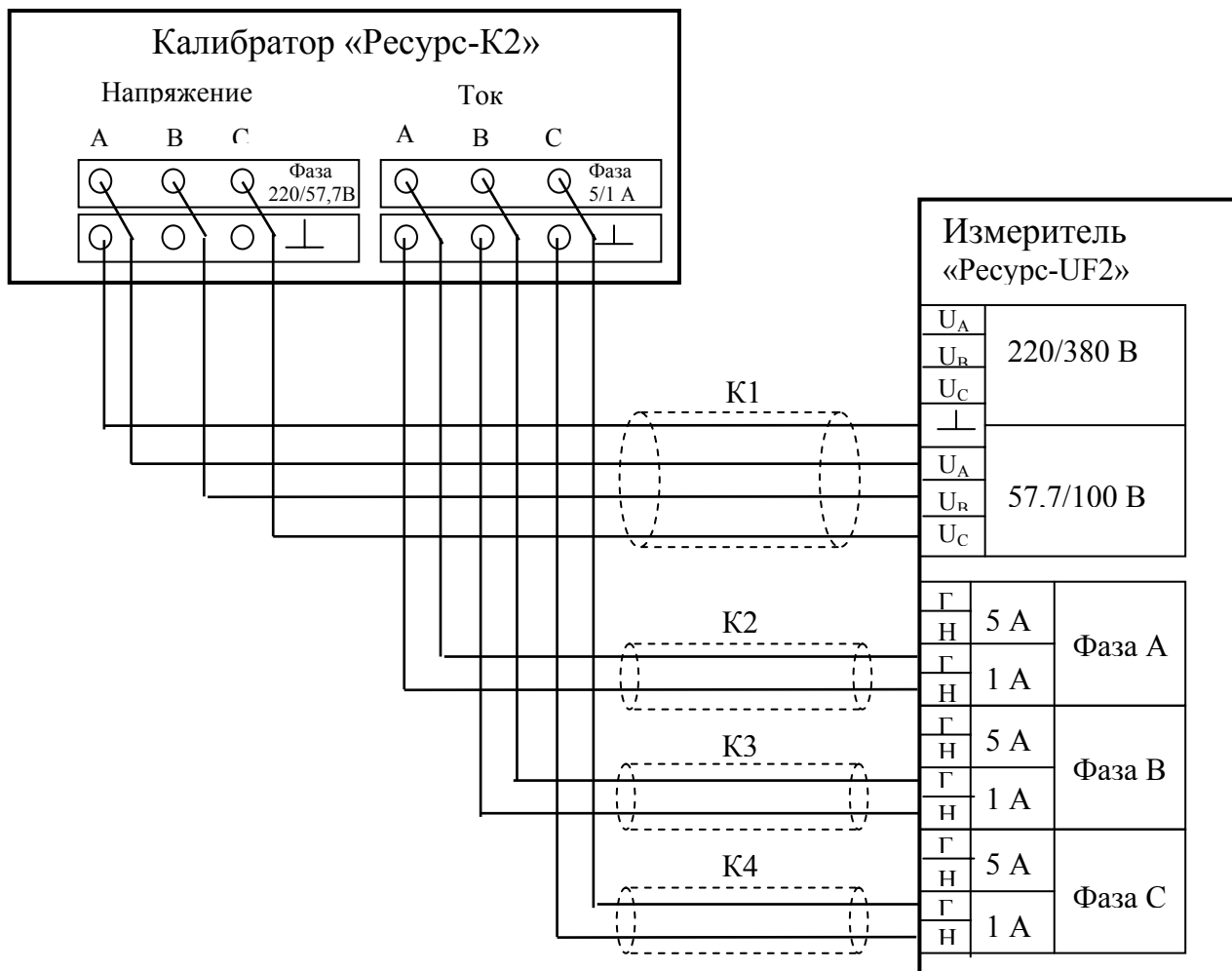
## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Определение погрешностей при измерении характеристик напряжения, силы тока и углов фазовых сдвигов. Схемы поверки



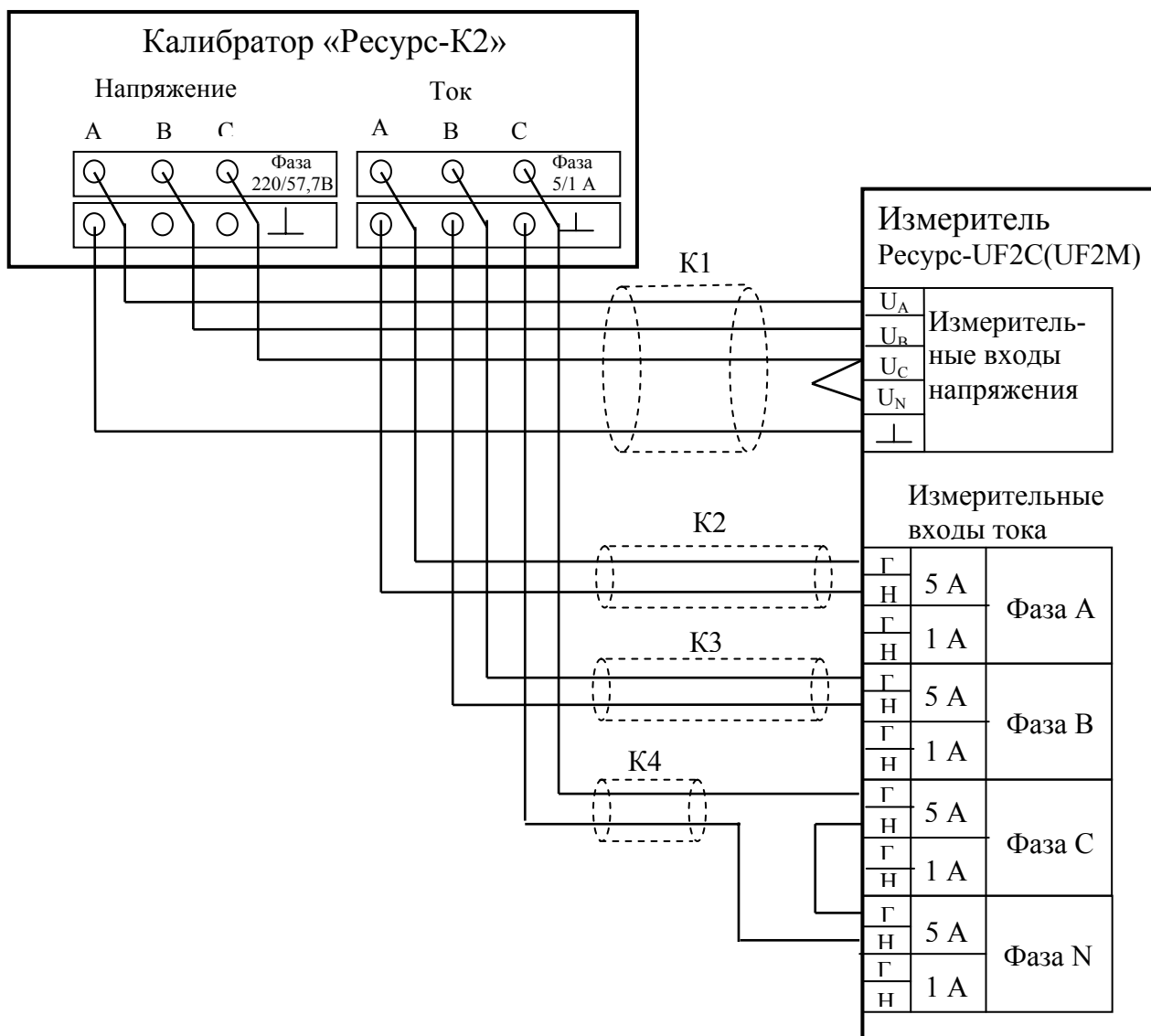
К1 – кабель соединительный для подключения каналов напряжения;  
 К2, К3, К4 – кабель соединительный для подключения каналов тока.

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



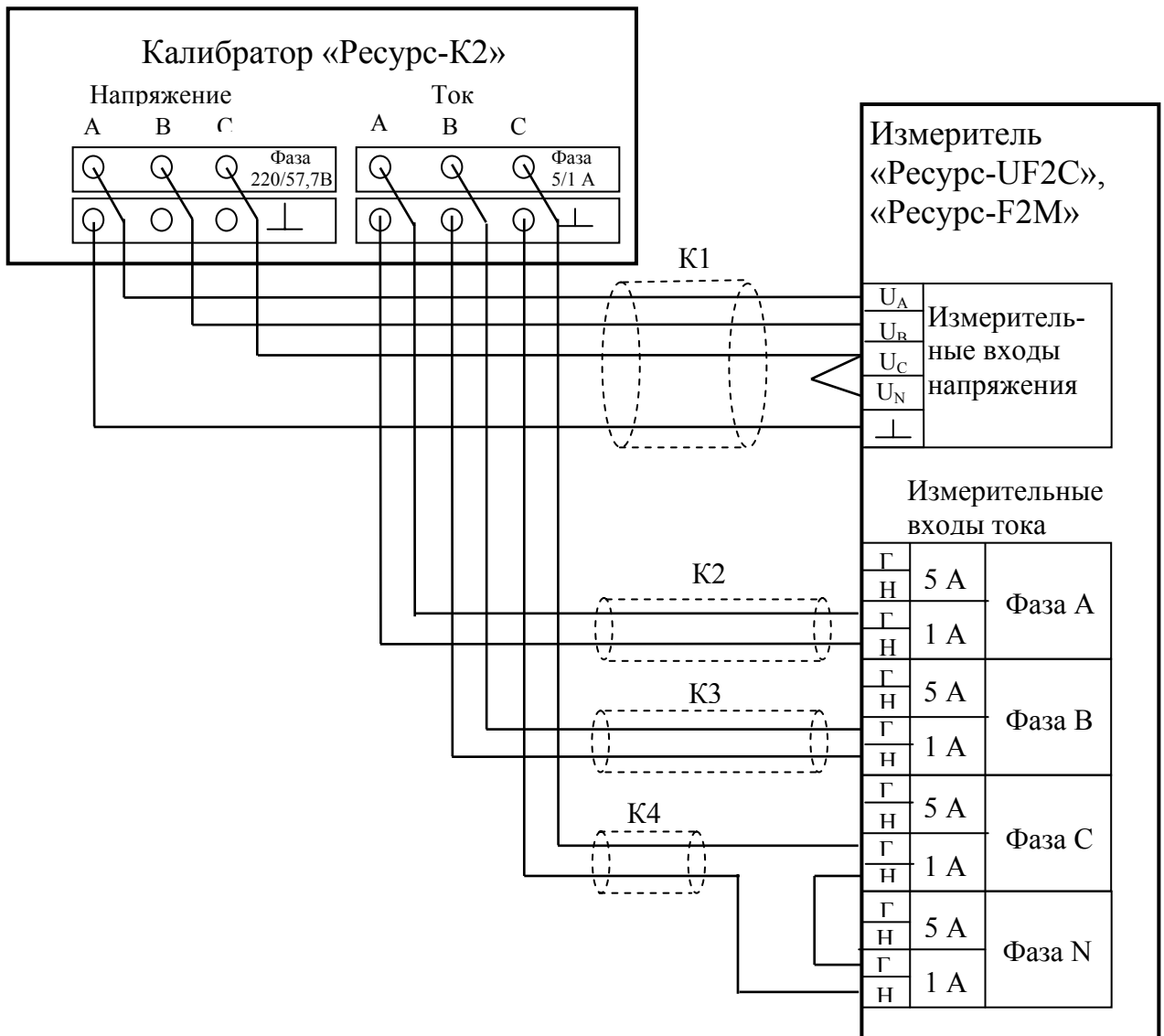
К1 – кабель соединительный для подключения каналов напряжения;  
 К2, К3, К4 – кабель соединительный для подключения каналов тока.

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 при измерении мощности и энергии. Схемы поверки

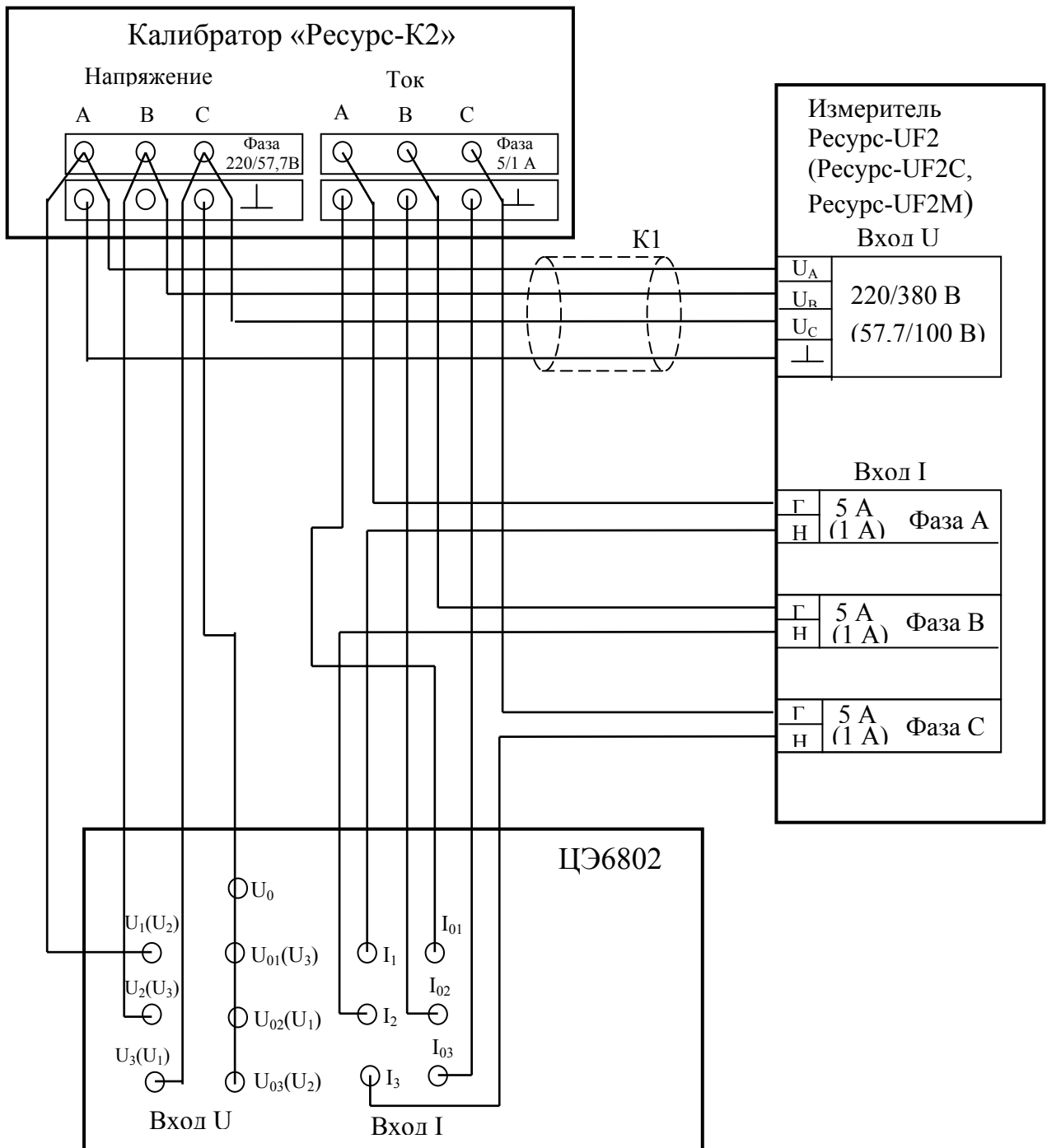


Рисунок В.1 Схема соединений для определения погрешностей при измерении активной мощности и энергии

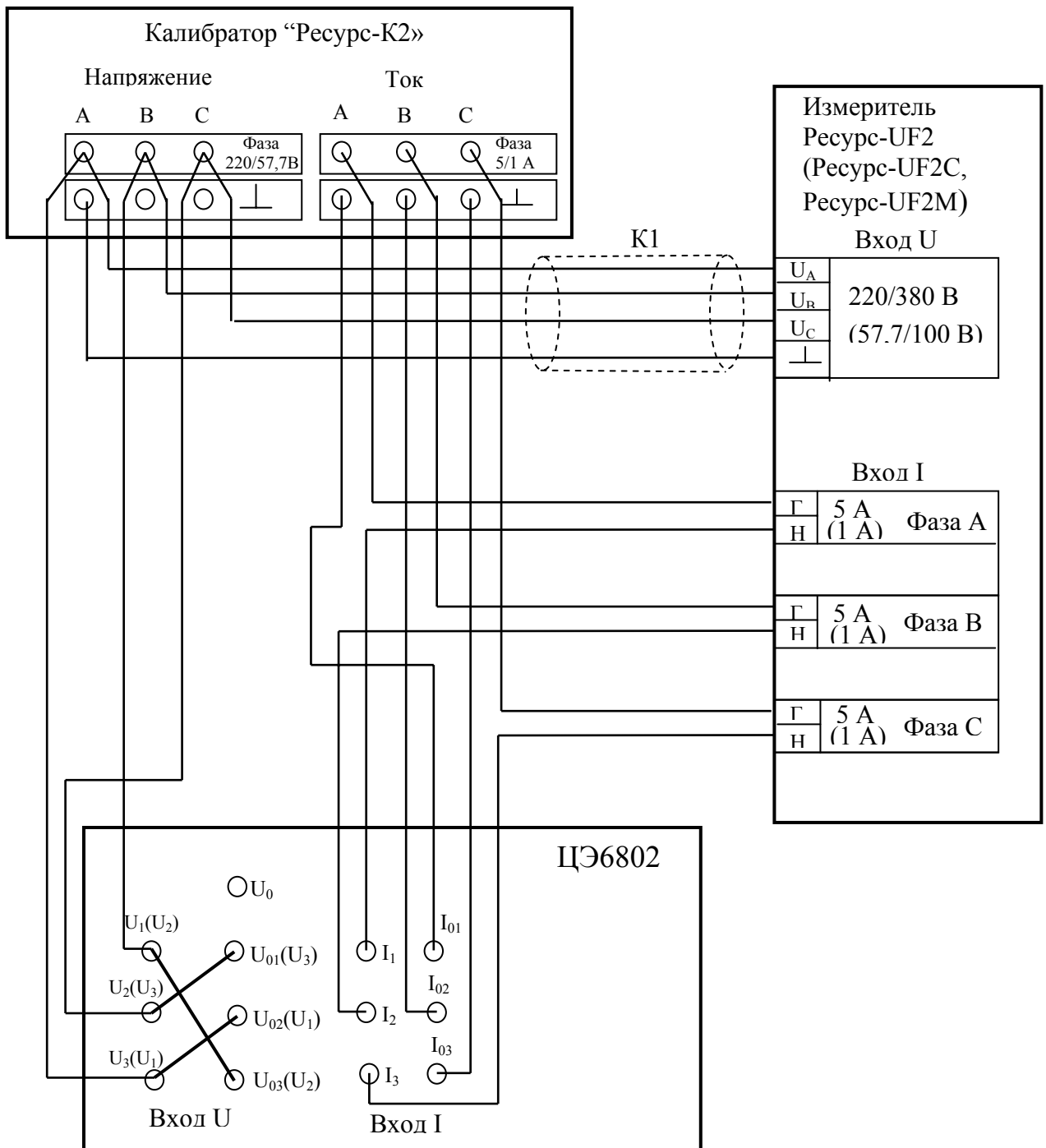
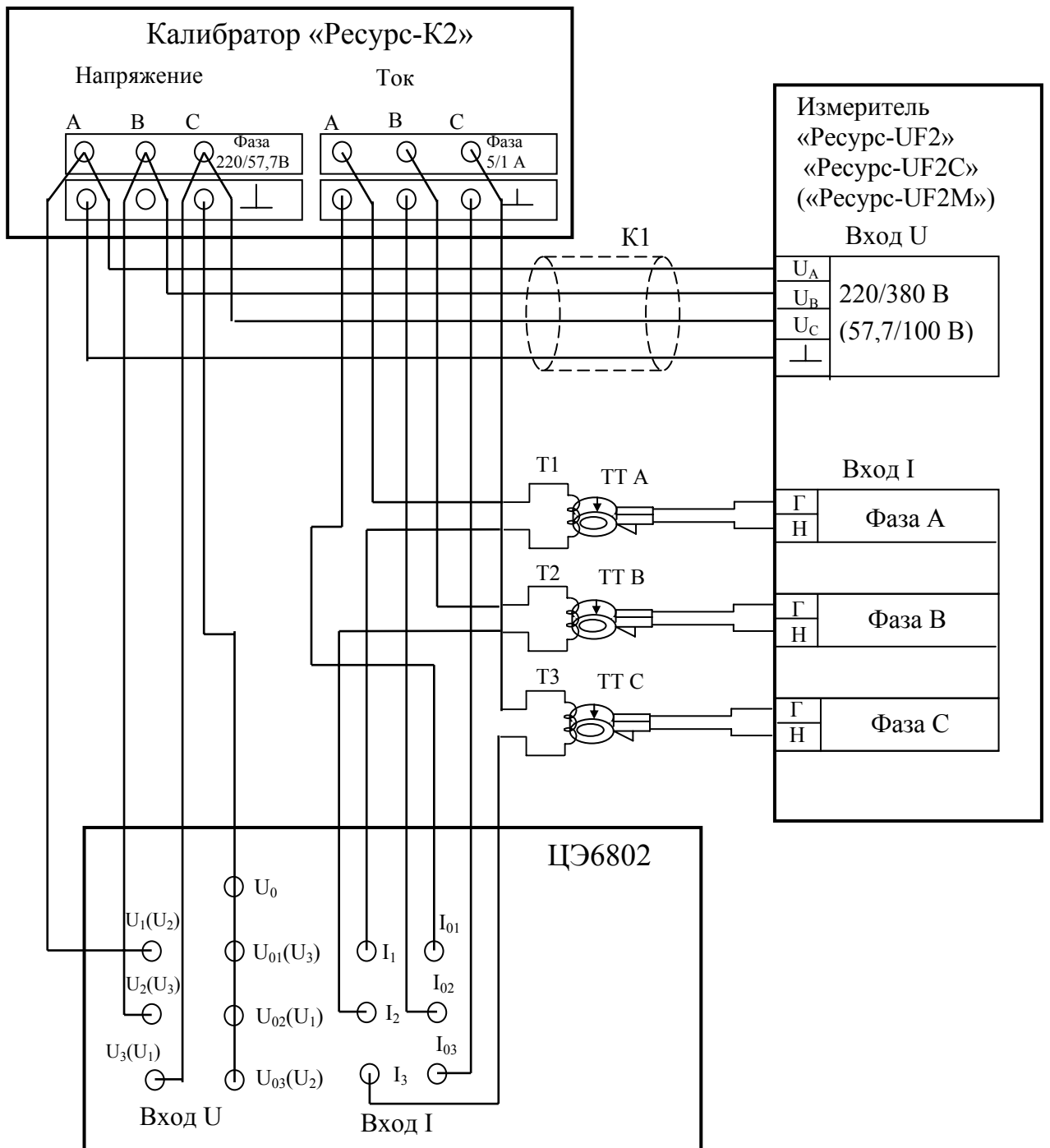


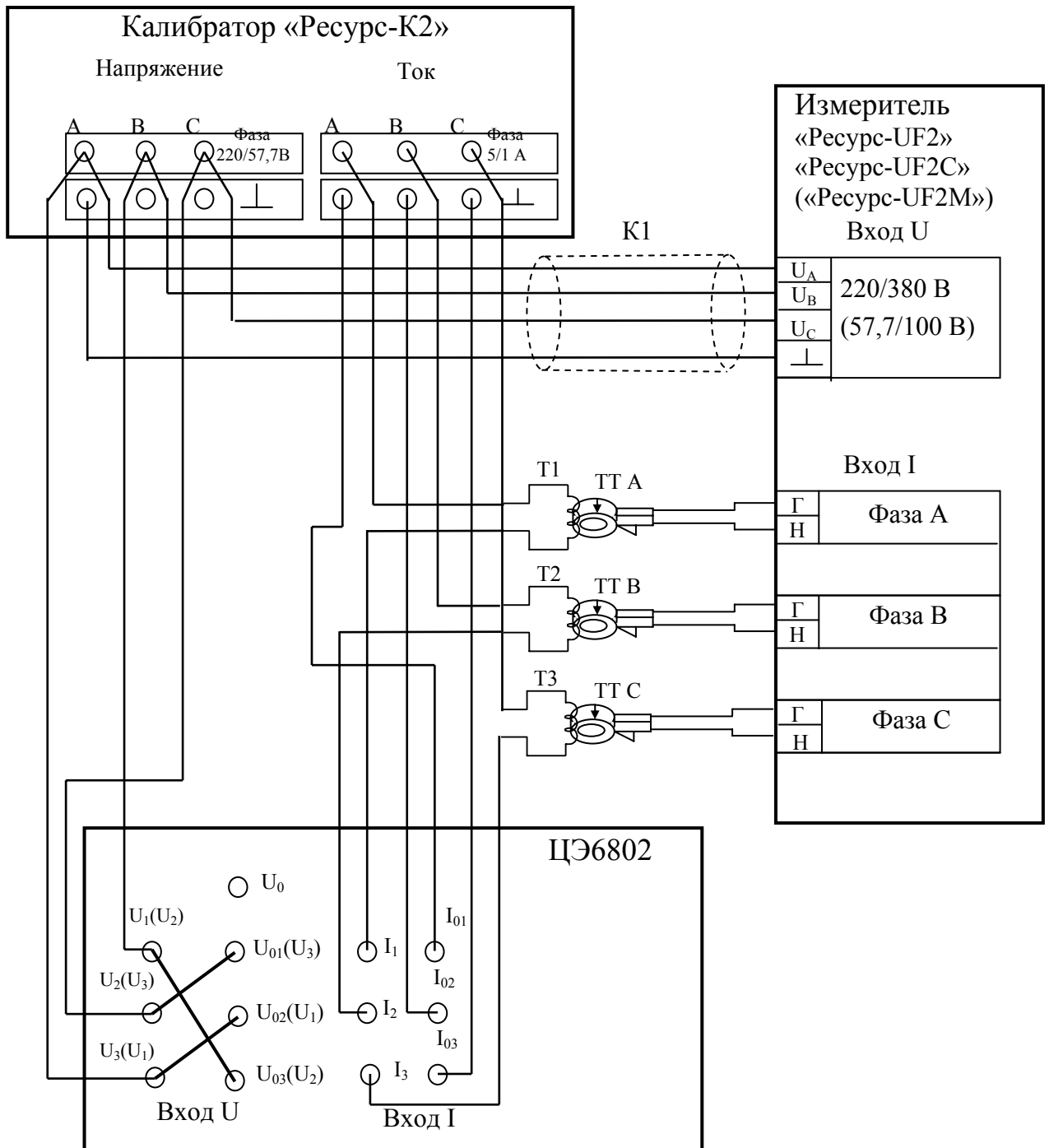
Рисунок В.2 Схема соединений для определения погрешностей при измерении реактивной мощности и энергии



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

T1, T2, T3 – согласующие катушки, выполненные в соответствии с таблицей 7.8

Рисунок В.3 Схема соединений для определения погрешностей при измерении активной мощности и энергии с использованием ТТ



ТТ А, ТТ В, ТТ С – разъемные токовые трансформаторы из комплекта измерителя,  
Т1, Т2, Т3 – согласующие катушки, выполненные в соответствии с таблицей 7.8

Рисунок В.4 Схема соединений для определения погрешностей при измерении реактивной мощности и энергии с использованием ТТ





Г.5 Определение погрешности при измерении действующего значения напряжения по входу «10 В»

Результаты представлены в таблице Г.3.

Таблица Г.3

Выходной сигнал В1-9	Вход А			Вход В			Вход С			Вход N		
	$U_{(1)}$	$U_{(д)}$	$\delta U$	$U_{(1)}$	$U_{(д)}$	$\delta U$	$U_{(1)}$	$U_{(д)}$	$\delta U$	$U_{(1)}$	$U_{(д)}$	$\delta U$
0.1 В												
1 В												
5 В												

Вывод

Г.6 Определение погрешности при измерении мощности

Результаты представлены в таблице Г.4.

Таблица Г.4

Номер измерения	Поверяемая характеристика	Вход напряжения (220/380В, 57,735/100В)	Вход тока (1А, 5А, ТТ)	Фазовый угол между током и напряжением, φ	$I$ , А	$P_0$ , Вт ( $Q_0$ ,вар)	$P$ , Вт ( $Q$ ,вар)	$\delta P$ ( $\delta Q$ ), %	$\delta P_{пред}$ ( $\delta Q_{пред}$ ), %
1	$P_{ABC}$	220/380 В	5 А	0	0,05 А				
2	$P_{ABC}$	220/380 В	5 А	0	0,25 А				
3	$P_{ABC}$	220/380 В	5 А	0	1 А				
4	$P_{ABC}$	220/380 В	5 А	-60°	5 А				
5	$P_{ABC}$	220/380 В	5 А	60°	6 А				
6	$Q_{ABC}$	220/380 В	5 А	60°	6 А				
7	$Q_{ABC}$	220/380 В	5 А	30°	0,5 А				
8	$Q_{ABC}$	220/380 В	5 А	-30°	0,1 А				
9	$S_{ABC}$	220/380 В	5 А	60°	6 А				
10	$P_{ABC}$	57,735/100В	5 А	0	1 А				
11	$Q_{ABC}$	57,735/100В	5 А	30°	0,5 А				
12	$Q_{ABC}$	57,735/100В	1 А	60°	1,2 А				
13	$P_{ABC}$	57,735/100В	1 А	-60°	1 А				
14	$P_{ABC}$	220/380 В	1 А	0	0,05 А				
15	$Q_{ABC}$	220/380 В	1 А	-30°	0,02 А				

Вывод:

Г.7 Определение погрешности при измерении энергии

Результаты представлены в таблице Г.5.

Таблица Г.5

Поверяемая характеристика	Вход напряжения (220/380В, 57,735/100В)	Вход тока (1А, 5А, ТТ)	Фазовый угол между током и напряжением, φ	$I$ , А	$W_{\Delta 0}$ , Вт*ч ( $W_{P0, \text{вар}}^* \text{ч}$ )	$W_A$ , Вт*ч ( $W_{P, \text{вар}}^* \text{ч}$ )	$\delta W$ , %	$\delta W_{\text{пред}}$ , %
$W_A$	57,735/100В	5 А	0°	1 А				
$W_A$	220/380 В	1 А	0°	0,05 А				
$W_p$	220/380 В	5 А	60°	6 А				
$W_p$	57,735/100В	1 А	60°	1,2 А				

Г.8 Определение погрешности хода часов

Результат измерений:

Вывод:

Г.9 Вывод по результатам поверки.

Дата

М.П.

Подпись  
поверителя









