

# ИЗМЕРИТЕЛЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТРАНСФОРМАЦИИ

## КОЭФФИЦИЕНТ-3

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
РУКЮ 411212.015 РЭ





Редакция – 1.0.9

Версия ПО – 1.0.\_\_. \_\_

## Содержание

Введение .....	5
1 Меры безопасности .....	5
2 Описание и работа измерителя .....	5
2.1 Назначение и область применения.....	5
2.2 Условия эксплуатации .....	5
2.3 Комплект поставки .....	6
2.4 Технические характеристики.....	6
2.5 Устройство и работа .....	7
3 Порядок работы и проведения измерений.....	9
3.1 Подготовка к работе.....	9
3.2 Порядок проведения измерений .....	10
4 Интерфейс измерителя .....	10
4.1 Главное меню .....	10
4.2 Меню “Измерение” .....	11
4.3 Меню “Настройка”.....	13

4.4 Меню “ПК / Память”.....	16
5 Измерение коэффициента трансформации .....	18
6 Настройка по внешним эталонам.....	19
7 Возможные неисправности и способы их устранения .....	20
8 Методика поверки .....	21
8.1 Перечень операций .....	21
8.2 Рекомендуемые средства .....	22
8.3 Требования безопасности .....	22
8.4 Проведение поверки .....	23
8.4.1 Внешний осмотр.....	23
8.4.2 Проверка электрической прочности изоляции.....	23
8.4.3 Проверка сопротивления защитного заземления .....	23
8.4.4 Проверка сопротивления изоляции .....	23
8.4.5 Опробование.....	24
8.4.6 Проверка основной погрешности измерения действующего (среднеквадратического) значения переменного напряжения.....	24
8.4.7 Проверка основной погрешности измерения коэффициента трансформации .....	24
8.4.8 Оформление результатов поверки .....	25
9 Маркировка и пломбирование .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10 Транспортирование и хранение.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
11 Гарантии изготовителя (поставщика) .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
12 Свидетельство об упаковывании.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
13 Сведения об утилизации.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
14 Свидетельство о приемке .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) содержит сведения, необходимые для эксплуатации измерителя коэффициента трансформации «КОЭФФИЦИЕНТ-3» (далее - измеритель). Эти сведения включают информацию о назначении и области применения измерителя, составе и принципе действия, подготовке к работе, порядке работы и техническому обслуживанию.

## 1 Меры безопасности

1.1 К работе с измерителем допускаются лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие инструктаж по безопасности труда при работе с оборудованием, запитываемым от сети ~220 В. Персонал, эксплуатирующий измеритель, должен иметь квалификационную группу по ПТБ не ниже III.

1.2 Измеритель соответствует I классу защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током по ГОСТ Р МЭК 536.

1.3 Максимальное значение напряжения на измерительных входах не должно превышать 550 В.

## 2 Описание и работа измерителя

### 2.1 Назначение и область применения

2.2.1 Измеритель в соответствии с требованиями раздела 2 “Методы контроля состояния силовых трансформаторов, автотрансформаторов, шунтирующих и дугогасящих реакторов” сборника методических пособий по контролю состояния электрооборудования ОРГРЭС обеспечивает для трансформаторов всех схем и групп соединения по ГОСТ 30830 измерение коэффициента трансформации.

2.2.2 Измеритель предназначен для технического обслуживания, ремонта, наладки, испытаний различных силовых трансформаторов, как в лабораторных, так и в полевых условиях.

2.2.3 Измеритель может использоваться в качестве вольтметра переменного тока.

### 2.2 Условия эксплуатации

2.2.1 Измеритель обеспечивает выполнение своих функций в условиях применения, соответствующих группе 3 по ГОСТ 22261-94.

2.2.2 Нормальные условия применения:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С          | 20±5;             |
| - относительная влажность воздуха, %           | 30-80;            |
| - атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.)      | 84-106 (630-795); |
| - напряжение питающей сети переменного тока, В | 220±4,4;          |
| - частота питающей сети, Гц                    | 50,0±0,5.         |

2.2.3 Рабочие условия применения:

- |                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | от +5 до +40; |
|---------------------------------------|---------------|

- относительная влажность воздуха, %
- атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.)
- напряжение питающей сети переменного тока, В
- частота питающей сети, Гц

РУКЮ 411212.015 РЭ  
до 80 (при 30 °С);  
84-106,7 (630-800);  
220±22;  
50±1.

### 2.3 Комплект поставки

Измеритель поставляется в комплектации согласно договору поставки. Комплект поставки представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование	Обозначение	Кол-во, шт.
Измеритель коэффициента трансформации «КОЭФ-ФИЦИЕНТ-3»	РУКЮ.411212.015	1
Кабель защитного заземления (2 м.)		1
Кабель сетевой (1,8 м.)		1
Кабель для подключения к ПК (1,8 м.)		1
Руководство по эксплуатации (с методикой поверки)	РУКЮ.411212.015 РЭ	1
Диск с программным обеспечением		1
Упаковка		1

Дополнительно поставляется комплект измерительных кабелей длиной 2, 5 или 10 метров.

### 2.4 Технические характеристики

2.4.1 Диапазоны измерения и допускаемые погрешности приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Измеряемая величина	Диапазон измерения	Допускаемая основная погрешность измерения, %
Действующее (среднеквадратическое) значение переменного напряжения, В Каналы измерения: $U_{внА}$ , $U_{внВ}$ , $U_{внС}$ , $U_{ннА}$ , $U_{ннВ}$ , $U_{ннС}$	50-500	$\pm [0,5 + 0,05 \cdot (U_{\max}/U - 1)]$
	5-50	
	0,5-5	
Кoeffициент трансформации ( $K_m$ ) (при напряжении возбуждения 500В)	0,05-0,5	$\pm [0,5 + 0,05 \cdot (K_m/K_{m \min} - 1)]$
	1-10	
	10-100	
	100-1000	
	1000-10000	
<i><math>X_{\min}</math> и <math>X_{\max}</math> – начальная и конечная точки диапазона измерения соответственно;</i>		

2.4.2 Измеритель не имеет собственного источника напряжения возбуждения ( $U_B$ ). В качестве  $U_B$  рекомендуется использовать напряжение сети переменного тока 220/380В.

2.4.3 Результаты измерений (УвнА, УвнВ УвнС, Унна, УннВ, УннС, КтА, КтВ, КтС) индицируются на жидкокристаллическом дисплее измерителя. Значения напряжений указываются в вольтах.

2.4.4 Диапазон рабочих частот: 45...65 Гц.

2.4.5 Время измерения выбирается из диапазона 10...60 с.

2.4.6 Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой в пределах диапазона рабочих температур, не более пределов допускаемой основной погрешности измерений.

2.4.7 Электропитание измерителя осуществляется от сети переменного напряжения 220 В и частотой 50 Гц.

2.4.8 Максимальная потребляемая мощность от сети электропитания не более 15 ВА.

2.4.9 Измеритель обеспечивает технические характеристики в соответствии с таблицей 1.1 по истечении времени установления рабочего режима не более 30 мин.

2.4.10 Продолжительность непрерывной работы измерителя при питании от сети не менее 16 ч. Время перерыва до повторного включения не менее 30 мин.

2.4.11 Изоляция измерителя в нормальных условиях применения выдерживает в течение 1 мин без пробоя и перекрытия изоляции действие испытательного напряжения переменного тока частотой 50 Гц и действующим значением 1,5 кВ.

2.4.12 Сопротивление изоляции в нормальных условиях применения не менее 20 МОм.

2.4.13 Сопротивление защитного заземления не более 0,1 Ом.

2.4.14 Степень защиты оболочки измерителя по ГОСТ 14254 IP40. Категория монтажа I, степень загрязнения 1.

2.4.15 Габаритные размеры измерителя, не более 280×250×130 мм.

2.4.16 Габаритные размеры измерителя в упаковке, не более 285×255×135 мм.

2.4.17 Масса измерителя (без кабелей) не более 4 кг.

2.4.18 Масса измерителя в полной комплектности в транспортной таре не более 6 кг.

## 2.5 Устройство и работа

2.5.1 Принцип работы измерителя основан на измерении напряжений одновременно на входе и выходе трансформатора и вычислении коэффициента трансформации.

2.5.2 Структурная схема измерителя показана на рисунке 2.1.

Обозначения, принятые на рисунке 2.1:

- 1) СУ1 ... СУ6 – согласующие узлы;
- 2) У1 ... У6 – усилители;
- 3) АЦП1... АЦП6 – аналого-цифровые преобразователи;
- 4) УГИ1...УГИ6 – узлы гальванической изоляции;
- 5) МК – микроконтроллер;
- 6) RS232 – узел интерфейса RS232;
- 7) УИ – узел индикации;
- 8) УУ – узел управления (клавиатура).

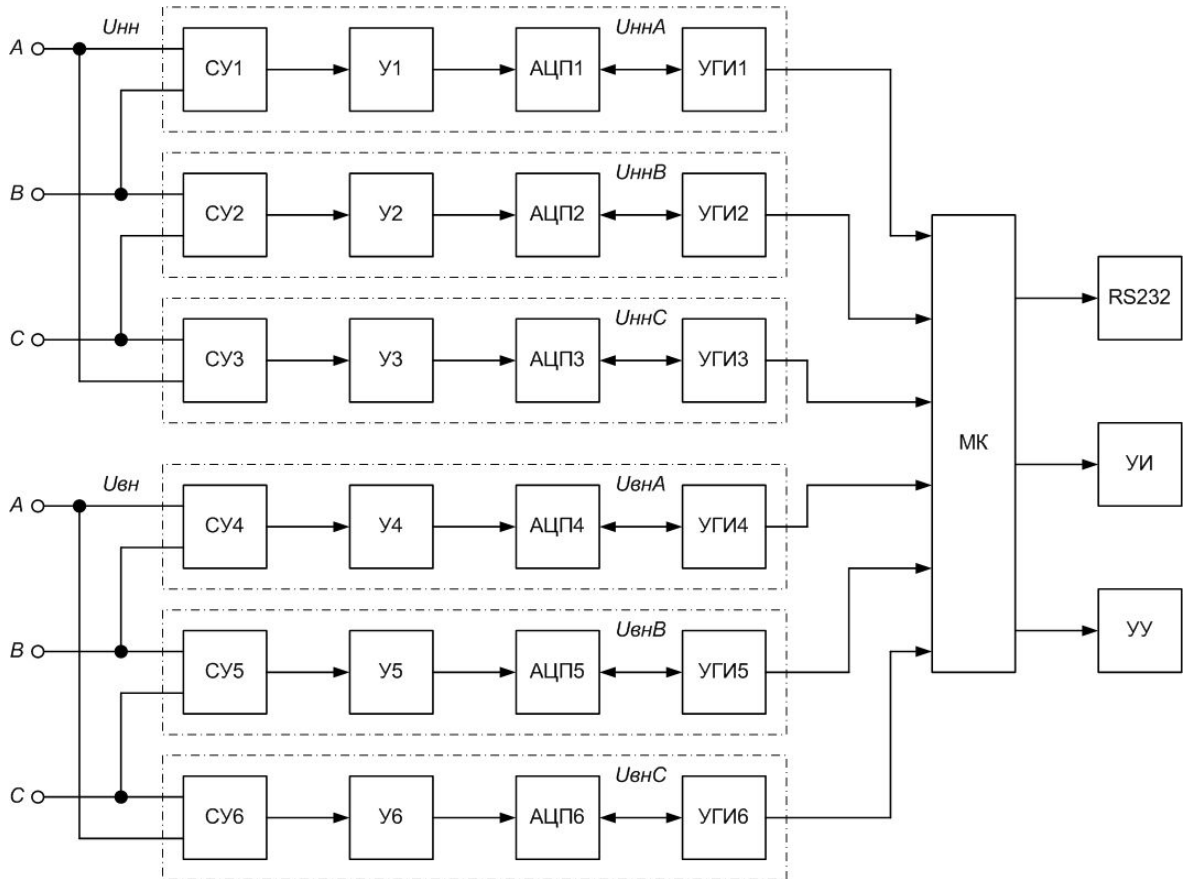


Рисунок 2.1

2.5.3 Внешний вид лицевой панели измерителя показан на рисунке 2.2.

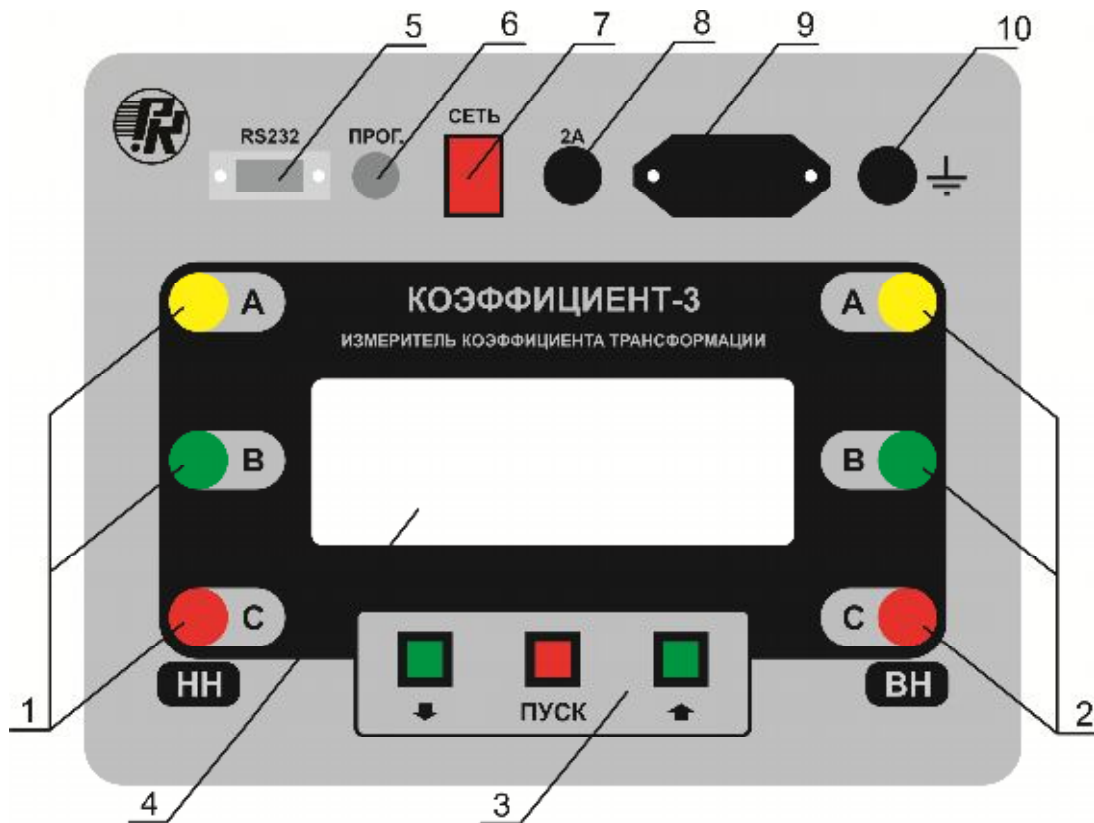


Рисунок 2.2



На лицевой панели измерителя расположены:

- 1) разъёмы подключения входных кабелей каналов  $U_{нн}$ ;
- 2) разъёмы подключения входных кабелей каналов  $U_{вн}$ ;
- 3) кнопки управления;
- 4) индикатор;
- 5) разъём подключения к ПК;
- 6) кнопка включения режима программирования;
- 7) выключатель сетевого питания;
- 8) держатель предохранителя;
- 9) колодка подключения шнура сетевого питания;
- 10) разъём защитного заземления.

Корпус измерителя изготовлен из ударопрочного пластика.

2.5.4 Схема внутренних соединений каналов низкого (НН) и высокого (ВН) напряжений:

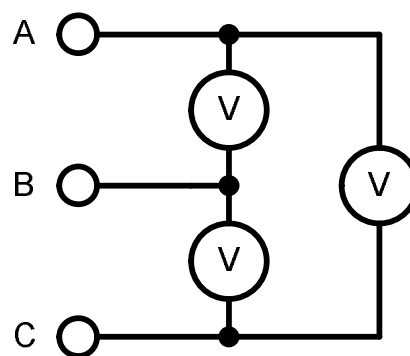


Рисунок 2.3

### 3 Порядок работы и проведения измерений

#### 3.1 Подготовка к работе

3.1.1 Если измеритель внесен в помещение после пребывания при температуре окружающей среды ниже  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , он должен быть выдержан в нормальных условиях в выключенном состоянии не менее 4 ч.

3.1.2 В случае резкого изменения (перепада) температуры окружающей среды на величину более  $10^{\circ}\text{C}$  необходимо выдержать измеритель в рабочих условиях эксплуатации в выключенном состоянии не менее 30 мин.

**При попадании внутрь корпуса влаги, загрязнений, снега и т.п. использование измерителя не допускается!**

3.1.3 Установить измеритель вблизи мест заземления и сетевого питания на горизонтальной поверхности.

3.1.4 При отсутствии розетки сетевого питания с заземляющим контактом подключить разъём защитного заземления измерителя к контуру защитного заземления (объекта контроля).

## 3.2 Порядок проведения измерений

3.2.1 Подключить измеритель с помощью измерительных кабелей из комплекта поставки к объекту контроля, не находящемуся под напряжением.

**Запрещается подключать измеритель к объекту, находящемуся под воздействием напряжения свыше 550 В!**

3.2.2 Установить выключатель “СЕТЬ” в положение "Выключено".

3.2.3 Подключить вилку сетевого шнура измерителя к сети ~220 В.

3.2.4 Установить выключатель “СЕТЬ” в положение "Включено".

3.2.5 Задать установки в меню измерителя.

3.2.6 Подать на объект контроля (трансформатор) напряжение возбуждения.

3.2.7 Провести измерение и отключить напряжение возбуждения.

3.2.8 При проведении измерений входные кабели должны быть расправлены (не уложены в бухту). Не рекомендуется связывать входные кабели между собой.

## 4 Интерфейс измерителя

### 4.1 Главное меню

4.1.1 При включении измерителя на индикатор выводится следующее меню:

```

РУЧ 1000 10с. 3 3 3
Измерение
Настройка
ПК / Память
  
```

Рисунок 4.1

4.1.2 Курсор в правой части индикатора управляется кнопками "↓" (вниз) и "↑" (вверх). Выбор пункта меню осуществляется нажатием кнопки “ПУСК”.

4.1.3 Возврат из меню, в которых осуществляется выбор значений или установка параметров, к предыдущему меню осуществляется нажатием кнопки “ПУСК” во всех случаях, кроме случаев оговоренных отдельно.

4.1.4 Первая строка индикатора – статусная. В ней отображаются установки измерителя:

- ручной или автоматический выбор предела измерения;
- номер страницы памяти (отображается, если разрешена запись результатов измерения в энергонезависимую память);
- время измерения;
- пределы измерения каналов Унн.

## 4.2 Меню “Измерение”

4.2.1 Внешний вид меню “Измерение” представлен на рисунке 4.2:

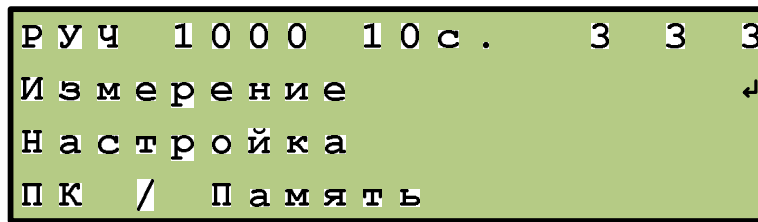


Рисунок 4.2

4.2.2 При включенном автоматическом выборе предела измерения каналов Унн, нажатие кнопки “ПУСК” на пункте меню “Запуск” переводит измеритель непосредственно к процессу измерения. Измерение начинается со старшего предела (500 В) для каждого канала Унн. После измерения, если измеренное значение меньше 10% максимального значения предела, то выбирается более младший предел измерения. Если измеренное значение на 5% больше максимального значения предела, то выбирается более старший предел измерения. Этот алгоритм применяется для каждого канала Унн.

4.2.3 При отключенном автоматическом выборе предела измерения нажатие кнопки “ПУСК” на пункте меню “Запуск” переводит измеритель к меню выбора предела измерения для каждого канала Унн:

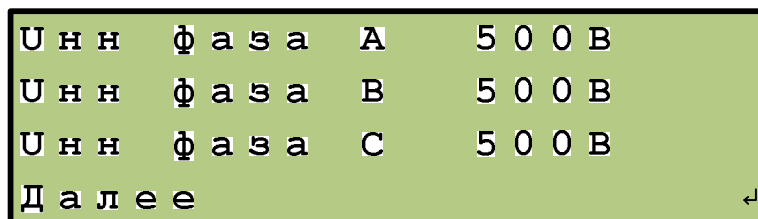


Рисунок 4.3

Нажатие кнопки “ПУСК” на строке, соответствующей одному из каналов Унн, увеличивает предел измерения. При достижении предела измерения 500 В следующим будет выбран предел измерения 0,5 В.

4.2.4 Нажатие кнопки “ПУСК” на пункте меню “Далее” переводит измеритель непосредственно к процессу измерения. В строке статуса отображаются номера выбранных пределов измерения каналов Унн:

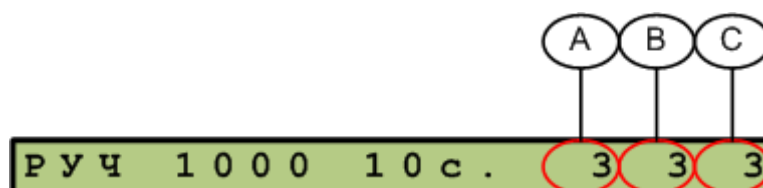


Рисунок 4.4

Таблица 4.1

Номер предела	Максимальное значение напряжения, В
0	0,5
1	5
2	50
3	500

4.2.5 Результат измерения напряжения всех каналов отображается в вольтах:

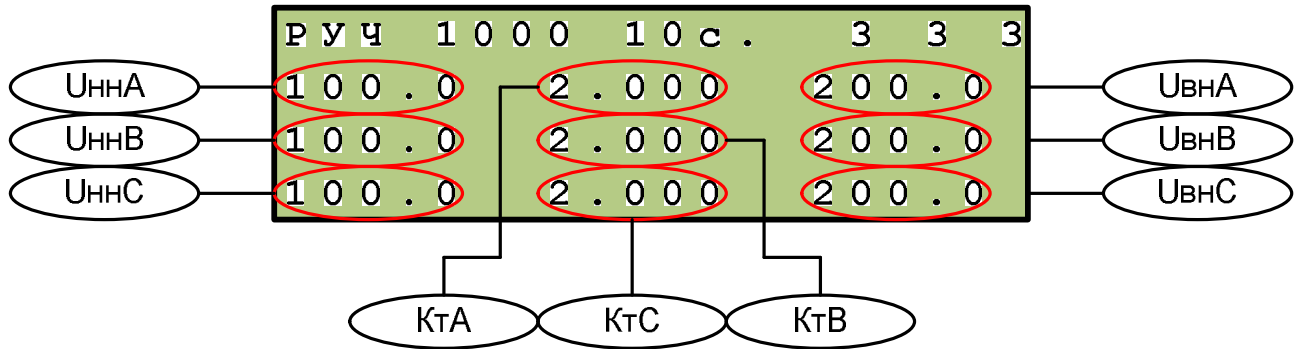


Рисунок 4.5

Коэффициент трансформации для каждой из фаз рассчитывается как отношение напряжения канала ВН к напряжению канала НН:

$$K_T = \frac{U_{ВН}}{U_{НН}}$$

Для выхода из цикла измерения необходимо нажать кнопку “ПУСК”.

4.2.6 Меню “Время / Страница” содержит пункт “Время измерения”, предназначенный для выбора времени измерения и пункт “Страница памяти”, в котором устанавливается номер страницы памяти для текущего измерения:

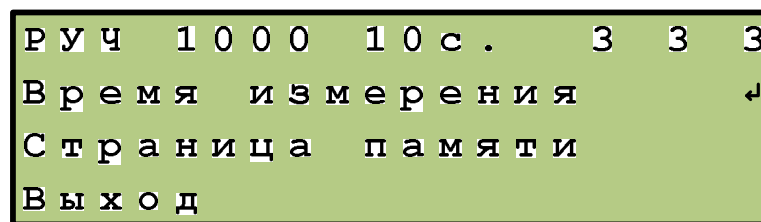


Рисунок 4.6

4.2.7 В меню “Время измерения” кнопками "↓" (вниз) и "↑" (вверх) выбирается время измерения в диапазоне 10...60 секунд с шагом 1 секунда.

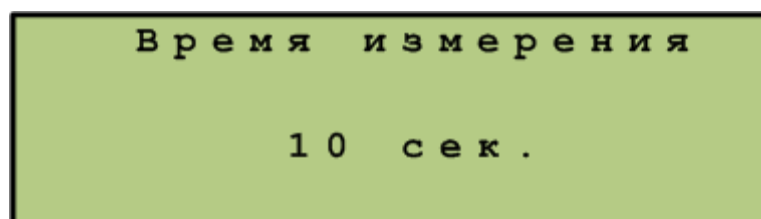


Рисунок 4.7

Установленное время измерения отображается в строке статуса:

```

РУЧ 1000 10с. 3 3 3
  
```

Рисунок 4.8

4.2.8 В меню “Страница памяти” кнопками “↓” (вниз) и “↑” (вверх) выбирается номер страницы памяти, в которую будет записан результат текущего измерения. Измеритель обеспечивает хранение 1170 результатов измерений.

```

Страница памяти
1000
  
```

Рисунок 4.9

### 4.3 Меню “Настройка”

4.3.1 Внешний вид меню “Настройка” представлен на рисунке 4.10:

```

РУЧ 1000 10с. 3 3 3
Установки
Настройка ЖКИ
Выход
  
```

Рисунок 4.10

4.3.2 В меню “Установки ” можно выбрать ручной или автоматический выбор предела измерения и включить разрешение записи результатов измерения в энергонезависимую память:

```

РУЧ 1000 10с. 3 3 3
Автоматический выбор предела
Запись в память
Выход
  
```

Рисунок 4.11

4.3.3 Кнопкой “↓” (вниз) автоматический выбор предела измерения выключается. Кнопкой “↑” (вверх) автоматический выбор предела измерения включается.

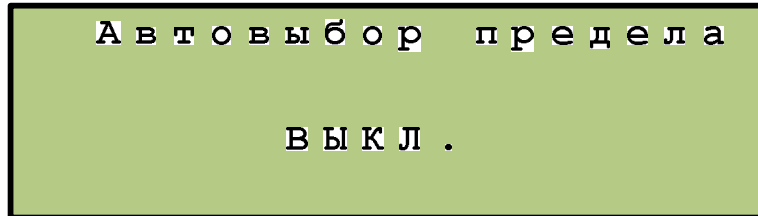


Рисунок 4.12

Мнемоника, соответствующая выбору, отображается в строке статуса:



или

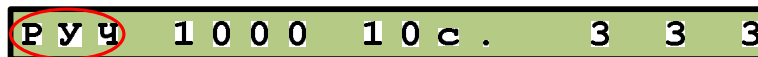


Рисунок 4.13

4.3.4 Кнопкой "↓" (вниз) запрещается запись результатов измерения в энергонезависимую память. Кнопкой "↑" (вверх) разрешается запись результатов измерения в энергонезависимую память.

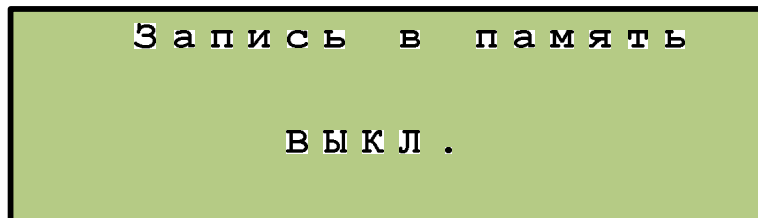


Рисунок 4.14

Если запись в память включена, то в строке статуса отображается номер страницы для записи текущего измерения:

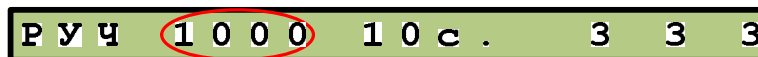


Рисунок 4.15

Если запись в память выключена, то в строке статуса номер страницы для записи текущего измерения не отображается:

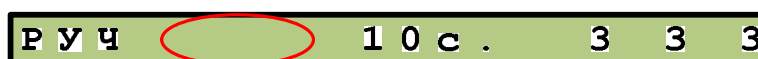


Рисунок 4.16

4.3.5 Номер страницы памяти автоматически инкрементируется для каждого последующего измерения. При достижении максимума (страница №1170) запись результатов продолжится со страницы №1.

**Производитель не несет ответственности за потерю данных, хранящихся в энергонезависимой памяти!**

4.3.6 Для продления срока службы энергонезависимой памяти не рекомендуется оставлять включенным режим записи результатов измерения в память, когда в этом нет необходимости.

4.3.7 В меню “Настройка ЖКИ ” можно изменить установленные значения яркости и контрастности индикатора:

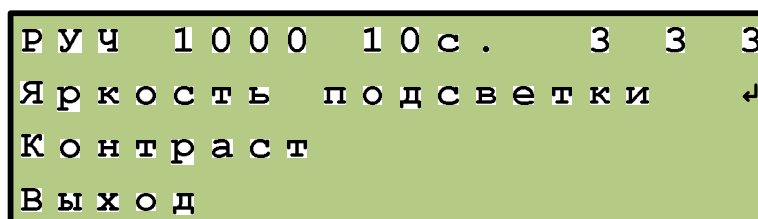


Рисунок 4.17

4.3.8 Яркость подсветки регулируется кнопками "↓" (вниз) и "↑" (вверх) в диапазоне от 0 до 16.

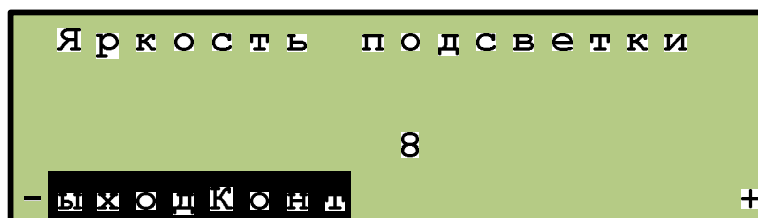


Рисунок 4.18

4.3.9 Контраст регулируется кнопками "↓" (вниз) и "↑" (вверх) в диапазоне от 0 до 255.

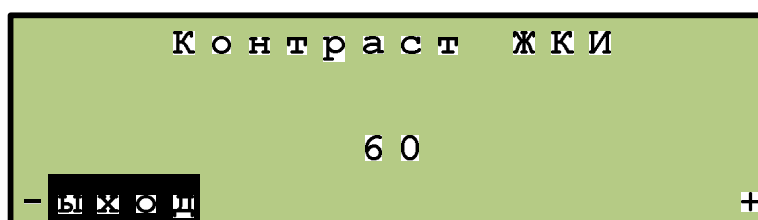
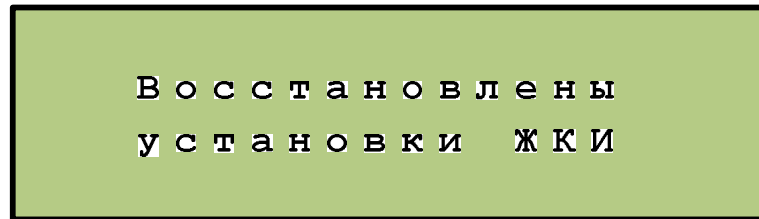


Рисунок 4.19

4.3.10 Неверно выставленные установки ЖКИ могут привести к невозможности работы с измерителем. Для восстановления заводских установок ЖКИ необходимо произвести следующие действия:

- выключить питание измерителя выключателем “СЕТЬ”;
- нажать и удерживать кнопку "↓" (вниз);
- включить питание измерителя выключателем “СЕТЬ”;
- дождаться появления следующего сообщения:



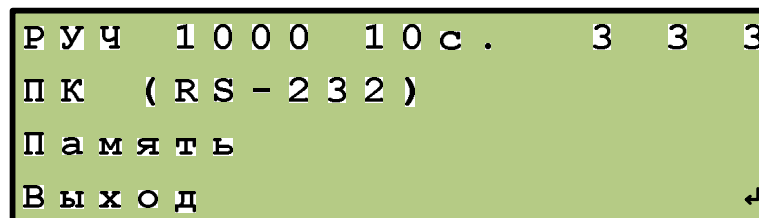
Восстановлены  
установки ЖКИ

Рисунок 4.20

- отпустить кнопку "↓" (вниз).

#### 4.4 Меню “ПК / Память”

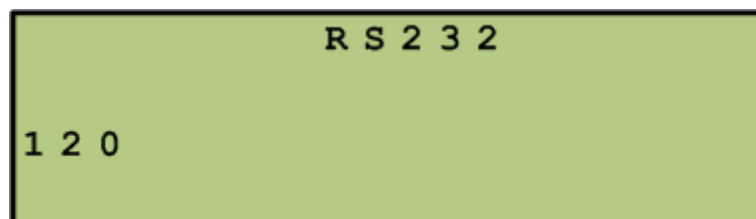
4.4.1. Внешний вид меню “ПК /Память” представлен на рисунке 4.21:



РУЧ 1000 10с. 3 3 3  
ПК (RS-232)  
Память  
Выход ↵

Рисунок 4.21

4.4.2. Обмен данными с персональным компьютером через гальванически изолированный интерфейс RS-232 осуществляется на скорости 19200 бит/сек. При получении команды от компьютера, ее номер, в соответствии с протоколом обмена, выводится на индикатор.



RS232  
120

Рисунок 4.22

Выход из режима обмена с ПК производится нажатием кнопки "↓" (вниз) или "↑" (вверх).

4.4.3. Меню “Память” обеспечивает доступ к функциям чтения и форматирования встроенной памяти.



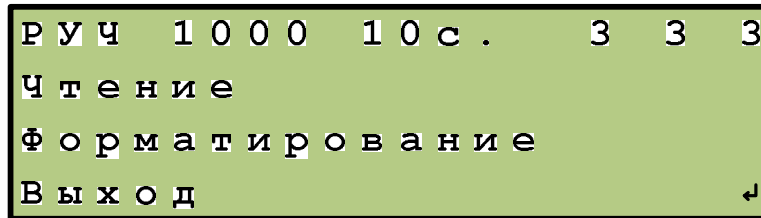


Рисунок 4.23

4.4.4. В меню “Чтение” кнопками “↓” (вниз) и “↑” (вверх) выбирается номер страницы памяти, данные из которой будут отображены на индикаторе. Если выбранная страница не содержит данных, то на индикатор выводится следующее сообщение:

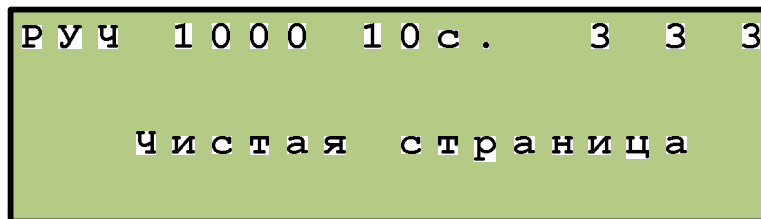


Рисунок 4.24

4.4.5. При выборе пункта “Форматирование” будет предложено подтвердить выбор нажатием кнопки “↓” (вниз).

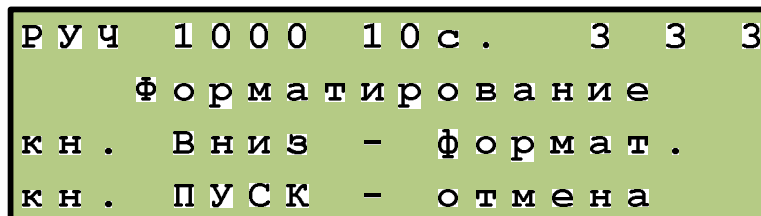


Рисунок 4.25

**Внимание! При форматировании стираются все данные памяти!**

По завершении форматирования кратковременно отображается сообщение с результатом выполнения и происходит возврат в предыдущее меню.

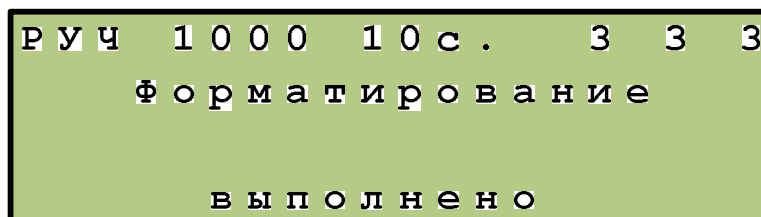


Рисунок 4.26

## 5 Измерение коэффициента трансформации

Определением коэффициента трансформации проверяется правильность числа витков трансформатора, которое должно соответствовать расчетному значению.

В условиях эксплуатации определение коэффициента трансформации актуально после ремонта трансформатора, если при этом производится замена или реконструкция обмоток. При вводе в эксплуатацию нового трансформатора коэффициент трансформации может контролироваться, если возникает необходимость.

В процессе эксплуатации коэффициент трансформации рекомендуется определять из опыта холостого хода трансформатора методом двух вольтметров при одновременном измерении напряжения на обмотках. При этом испытание проводится путем подачи напряжения 380/220 В на обмотку более высокого напряжения.

Коэффициент трансформации следует определять на всех регулировочных ответвлениях и на всех фазах.

У трехобмоточных трансформаторов (автотрансформаторов) и трансформаторов с расщепленной обмоткой НН достаточным считается определение коэффициента трансформации двух пар обмоток. Как правило, определяется коэффициент трансформации между обмотками ВН-НН и СН-НН. При таком выборе пар обмоток коэффициент трансформации определяется на всех регулировочных ответвлениях, так как регулирование напряжения осуществляется на одной из обмоток (ВН или СН). Кроме того, у некоторых трехобмоточных трансформаторов на обмотке ВН имеется переключающее устройство под нагрузкой (РПН), а на обмотке СН - переключающее устройство без возбуждения (ПБВ) и при указанном выборе пар обмоток испытания не усложняются.

При измерении коэффициента трансформации однофазного трансформатора достаточно использовать один канал НН и один канал ВН, соответствующие одной и той же фазе.

Пример схемы подключения для определения коэффициента трансформации однофазного двухобмоточного трансформатора:

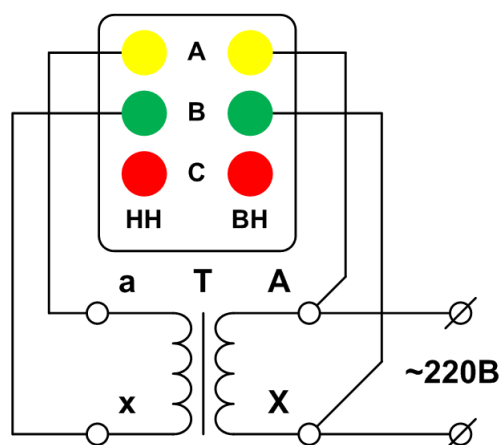


Рисунок 5.1

Пример схемы подключения для определения коэффициента трансформации трехфазного трансформатора при трехфазном возбуждении:

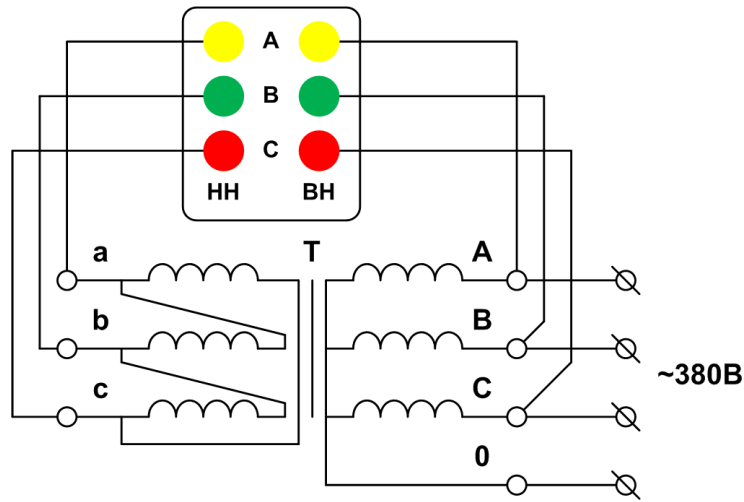


Рисунок 5.2

## 6 Настройка по внешним эталонам

6.1 Для проведения настройки по внешним эталонам (НВЭ) необходим прибор для проверки вольтметров переменного тока В1-9 с блоком усиления напряжения Я1В-22. Допускается применять другие приборы, имеющие лучшие или равнозначные характеристики.

6.2 При проведении НВЭ должны соблюдаться условия, указанные в пункте 2.2.1 настоящего РЭ.

6.3 Схемы подключения измерителя к прибору В1-9 для проведения НВЭ:

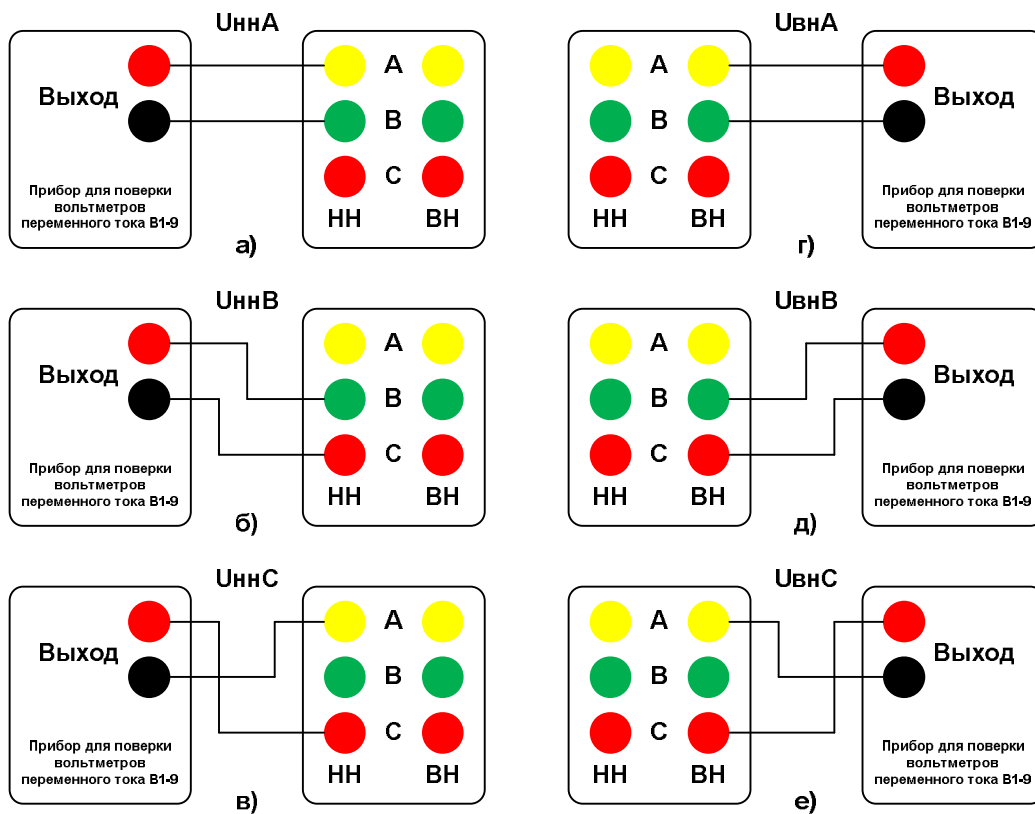


Рисунок 6.1

6.4 НВЭ выполняется для каждого канала отдельно. Для каналов НН НВЭ проводится для каждого предела измерения.

6.5 Значения напряжений, подаваемых на вход измерителя во время НВЭ:

Таблица 6.1

Канал	Предел измерения	Укал, В
U <sub>ннА</sub> , U <sub>ннВ</sub> , U <sub>ннС</sub> , U <sub>внА</sub> , U <sub>внВ</sub> , U <sub>внС</sub>	500В	50; 100; 200; 350; 500
U <sub>ннА</sub> , U <sub>ннВ</sub> , U <sub>ннС</sub>	50В	5; 10; 20; 35; 50
U <sub>ннА</sub> , U <sub>ннВ</sub> , U <sub>ннС</sub>	5В	0,5; 1; 2; 3,5; 5
U <sub>ннА</sub> , U <sub>ннВ</sub> , U <sub>ннС</sub>	0,5В	0,05; 0,1; 0,2; 0,35; 0,5

Для получения значений напряжения свыше 100 В к прибору В1-9 необходимо подключить блок усиления напряжения Я1В-22.

6.6 Для проведения НВЭ необходимо использовать программное обеспечение (ПО) из комплекта поставки. При этом измеритель должен быть переведен в режим ПК (RS-232).

6.7 Порядок действий при НВЭ:

- собрать схему подключения в соответствии с рисунком 6.1;
- используя ПО провести измерения по пяти значениям Укал (таблица 6.1);
- в ПО рассчитать значения настроечных коэффициентов и записать в память измерителя.

Порядок действий необходимо повторить для каждого предела каждого канала.

6.8 При неправильно проведенной настройке измерителя или в других случаях порчи калибровочных коэффициентов, для восстановления их заводских значений необходимо произвести следующие действия:

- выключить питание измерителя выключателем “СЕТЬ”;
- нажать и удерживать кнопку “↑” (вверх);
- включить питание измерителя выключателем “СЕТЬ”;
- дождаться появления следующего сообщения:

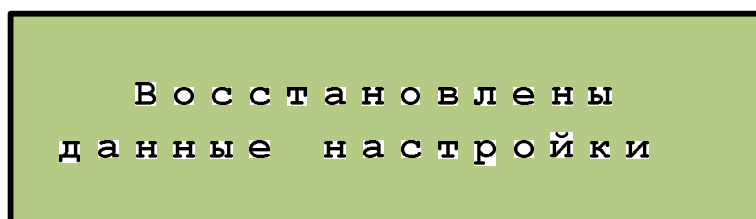


Рисунок 6.2

- отпустить кнопку “↑” (вверх).

## 7 Возможные неисправности и способы их устранения

Возможные неисправности измерителя и способы их устранения приведены в таблице 7.1.

При проявлении неисправности, не указанной в таблице 7.1, измеритель должен быть снят с эксплуатации до устранения неисправности.

Таблица 7.1

Наименование неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
Нет подсветки и показаний на индикаторе при включении питания измерителя.	Неисправен шнур сетевого питания. Перегорел предохранитель.	Исправить повреждение шнура. Заменить предохранитель.
Нестабильность показаний результатов измерений.	Ненадёжное заземление измерителя. Ненадёжное контактирование с объектом контроля.	Обеспечить надёжное заземление. Устранить ненадёжное контактирование.
Не измеряется напряжение одним или несколькими каналами. Результат равен нулю.	Превышение максимально допустимых значений напряжения на входе.	Выключить питание измерителя. Выдержать паузу не менее 1 минуты и включить.
При включении питания измерителя на индикаторе только подсветка.	Нажата кнопка “ПРОГ.”.	Выключить питание измерителя. Нажать кнопку “ПРОГ.” и включить измеритель.

## 8 Методика поверки

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки измерителя. Измеритель подлежит обязательной поверке. Межповерочный интервал - 1 год.

При проведении поверки должны соблюдаться условия, указанные в пункте 2.2.1 настоящего РЭ.

### 8.1 Перечень операций

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№	Наименование операции	Номер пункта методики	Выполнение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	8.4.1	+	+
2	Проверка электрической прочности изоляции	8.4.2	+	-
3	Определение сопротивления защитного заземления	8.4.3	+	-
4	Определение сопротивления изоляции	8.4.4	+	+
5	Опробование	8.4.5	+	+
6	Проверка основной погрешности измерений действующего (среднеквадратического) значения переменного напряжения	8.4.6	+	+
7	Проверка основной погрешности измерений коэффициента трансформации	8.4.7	+	+

## 8.2 Рекомендуемые средства

При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№ п/п	Рекомендуемые средства поверки	Требуемые технические характеристики	Кол-во, шт.	Номер пункта методики	Номер по госреестру
1	Прибор для поверки вольтметров переменного тока В1-9	$F_{\text{вых}} = 50 \text{ Гц};$ $U_{\text{вых}} = 0,05 \dots 100 \text{ В};$ $\pm \left[ 0,1 + \frac{0,005 \times (U_{\text{к}} + 1)}{U_{\text{н}}} \right]$	2	8.4.5, 8.4.6, 8.4.7	
2	Блок усиления напряжения Я1В-22	$U_{\text{вых}} = 100 \dots 500 \text{ В};$ $\pm \left[ 0,1 + 0,01 \times \left( \frac{1000}{U_{\text{н}}} - 1 \right) \right]$	2	8.4.5, 8.4.6, 8.4.7	
3	Мегаомметр Ф4101	Предел измерений до 200 Мом; Выходное напряжение до 1000 В.	1	8.4.4	4542-74
4	Измеритель сопротивления заземления ИСЗ	Диапазон измерений сопротивлений до 2 Ом; Погрешность измерения сопротивления $\pm 2,5 \%$ .	1	8.4.3	27833-04
5	Универсальная пробойная установка УПУ-1М	Диапазон выходных переменных напряжений от 0 до 10 кВ; Пульсации выходного напряжения $\pm 5 \%$ .	1	8.4.2	
6	Гигрометр психрометрический ВИТ-2	Диапазон измерений температуры от 15 до 41 °С; Цена деления 0,2 °С; Диапазон измерений относительной влажности от 20 до 93 %; Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений влажности $\pm 1 \%$ .	1	8 (2.2.1)	9364-04
7	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1	Диапазон измерений давления от 80 кПа до 107 кПа; Абсолютная погрешность измерений давления $\pm 1$ кПа.	1	8 (2.2.1)	5738-76
8	Частотомер сетевой Ф 246	Диапазон измерений частоты от 45 до 55 Гц; Входное напряжение частотомера от 176 до 264 В; Предел допускаемой основной погрешности $\pm 0,04 \%$ .	1	8 (2.2.1)	6627-89
9	Вольтметр Э 545	Диапазон измерений от 0 до 300 В; Класс точности 0,5.	1	8 (2.2.1)	9955-85

Допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики поверки.

## 8.3 Требования безопасности

При проведении поверки руководствуются Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ – 016, РД 153 – 34.0 – 03.150, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей».

## 8.4 Проведение поверки

### 8.4.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- поверяемый измеритель должен быть укомплектован в соответствии с настоящим РЭ;
- измеритель не должен иметь механических повреждений, которые могут повлиять на его метрологические и технические характеристики, а также на безопасность персонала;
- заводской номер и тип, нанесенные на корпус измерителя, должны быть четкими и не допускать неоднозначности в прочтении.

### 8.4.2 Проверка электрической прочности изоляции

8.4.2.1 Проверку электрической прочности изоляции на пробой проводить на универсальной пробойной установке УПУ-1М (далее - установке) следующим образом.

8.4.2.2 Замкнуть между собой входные штыри вилки кабеля сетевого питания измерителя и подключить к ним выходную шину пробойной установки, а вторую выходную шину установки - к заземляющему зажиму измерителя.

8.4.2.3 Включить установку и, повышая напряжение (плавно или равномерно ступенями не более, чем по 300 В, так, чтобы оно достигло испытательного значения за 5–10 с), установить значение выходного напряжения равным 1500 В.

8.4.2.4 Выдержать измеритель под испытательным напряжением в течение 1 мин. Отключить испытательное напряжение.

8.4.2.5 Результаты считать удовлетворительными при выполнении требований 2.4.11. Появление “короны” или шума при испытании не является признаком неудовлетворительных результатов.

### 8.4.3 Проверка сопротивления защитного заземления

8.4.3.1 Электрическое сопротивление между заземляющим контактом измерителя и заземляющим контактом вилки кабеля сетевого питания проверить с помощью измерителя сопротивления заземления.

8.4.3.2 Измеритель считается выдержавшим проверку, если измеренное сопротивление не превышает 0,1 Ом.

### 8.4.4 Проверка сопротивления изоляции

8.4.4.1 Проверку сопротивления изоляции измерителя проводить мегомметром следующим образом.

8.4.4.2 Замкнуть между собой входные штыри вилки кабеля сетевого питания измерителя и подключить к ним выходной зажим мегомметра, а второй выходной зажим мегомметра - к заземляющему зажиму измерителя.

8.4.4.3 Измерить электрическое сопротивление изоляции. Отсчет результата измерения производить не ранее, чем через 30 с после подачи измерительного напряжения.

8.4.4.4 Результаты считать удовлетворительными, если значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

### 8.4.5 Опробование

8.4.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.1.а.

8.4.5.2 Подключить измеритель к сети ~220 В. Включить выключатель “СЕТЬ”.

8.4.5.3 Установить на приборе В1-9 значение напряжения 50 В частотой 50 Гц.

8.4.5.4 Выбрать предел измерения канала  $U_{ннА}$  равным 500 В и время измерения 10 секунд. Измерить значение напряжения на канале  $U_{ннА}$ . При этом на индикаторе измерителя должно отобразиться значение напряжения близкого к 50 В.

8.4.5.5 Повторить 8.4.5.3, 8.4.5.4 для значений напряжения 100, 200, 350, 500 В.

### 8.4.6 Проверка основной погрешности измерения действующего (среднеквадратического) значения переменного напряжения

8.4.6.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.1.а.

8.4.6.2 Установить на приборе В1-9 частоту 50 Гц и напряжение по таблице 6.1 для канала  $U_{ннА}$  и предела измерения 500 В.

8.4.6.3 Измерить напряжение на канале  $U_{ннА}$  на пределе 500 В.

8.4.6.4 По формуле (8.1) вычислить основную погрешность измерения напряжения  $\delta_U$  и занести её в протокол испытаний.

$$\delta_U = \frac{U_u - U_0}{U_0} \cdot 100 \%, \quad (8.1)$$

где  $U_u$  – результат измерений измерителя;

$U_0$  – выходное напряжение прибора В1-9.

8.4.6.5 Повторить 8.4.6.2...8.4.6.4 при других напряжениях (таблица 6.1) на том же пределе измерения.

8.4.6.6 Повторить 8.4.6.2...8.4.6.5 для всех каналов и пределов измерения.

8.4.6.7 Измеритель считать пригодным к эксплуатации, если основная погрешность измерения напряжения  $\delta_U$  не превышает значений, рассчитанных по таблице 2.2.

### 8.4.7 Проверка основной погрешности измерения коэффициента трансформации

8.4.7.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 8.1.а.

8.4.7.2 Установить на приборе В1-9 выходное напряжение 220 В частотой 50 Гц.

8.4.7.3 Автотрансформатором по прибору “Энергомонитор-3.3Т” установить напряжение 220 В и зафиксировать показания измерителя.

8.4.7.4 Вычислить коэффициент трансформации по формуле:

$$k_{т0} = \frac{U_0}{U_{ннИ}}, \quad (8.2)$$

где  $U_0$  – выходное напряжение с прибора В1-9;

$U_{ннИ}$  – результат измерений прибора “Энергомонитор-3.3Т”.

8.4.7.5 Вычислить основную погрешность измерения коэффициента трансформации  $\delta_k$  и занести её в протокол испытаний по формуле:



$$\delta_k = \frac{k_{\text{ти}} - k_{\text{т0}}}{k_{\text{т0}}} \cdot 100 \%, \quad (8.3)$$

где  $k_{\text{ти}}$  – результат измерений измерителя.

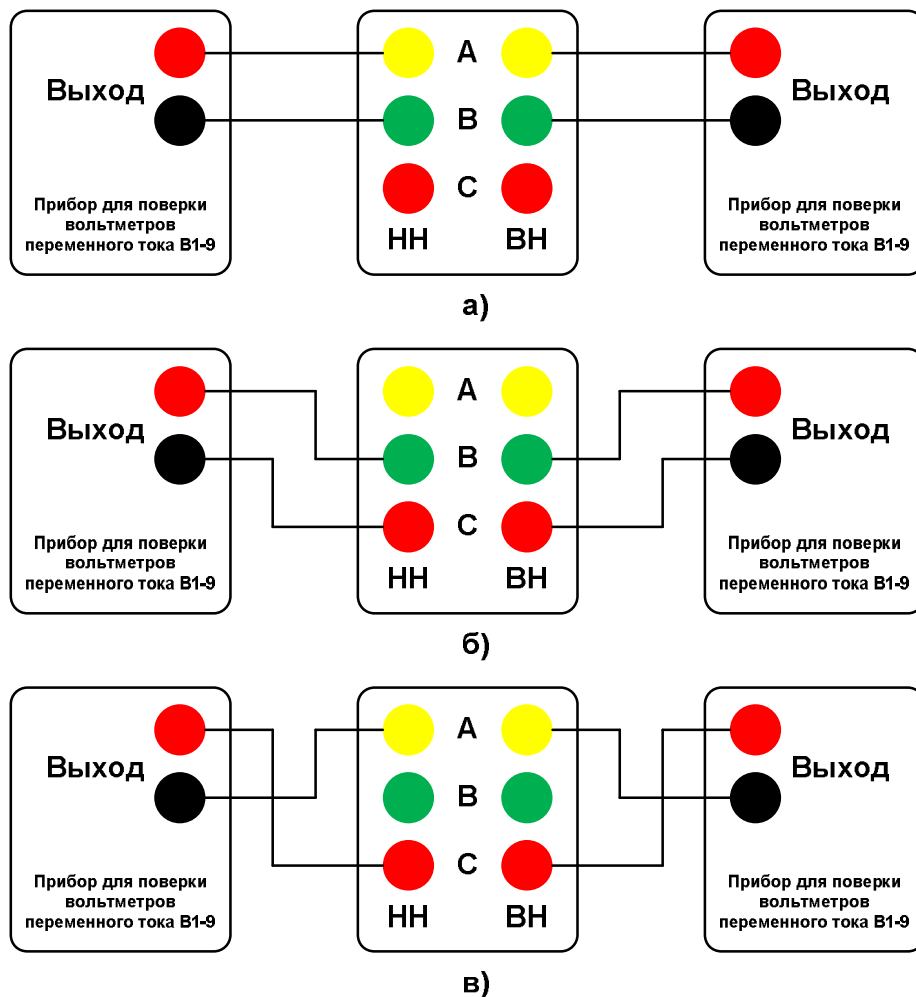


Рисунок 8.1

8.4.7.6 Изменяя выходное напряжение прибора В1-9 повторить 8.4.7.3...8.4.7.5 для каждого диапазона не менее чем в трех равномерно расположенных по диапазону точках.

8.4.7.7 Измеритель считать пригодным к эксплуатации, если основная погрешность измерения коэффициента трансформации  $\delta_k$  не превышает значений, рассчитанных по таблице 2.2.

### 8.4.8 Оформление результатов поверки

8.4.8.1 Результаты поверки измерителя оформляются выдачей свидетельства о поверке, в котором указывается срок действия и дата очередной поверки или нанесением поверительного клейма либо непосредственно на измеритель, либо в руководство по эксплуатации.

8.4.8.2 При отрицательных результатах поверки измеритель к применению не допускается и выдаётся извещение о непригодности с указанием причин.