



**ИЗМЕРИТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

# **АКИП-8401, АКИП-8402**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**



**Москва**

## СОДЕРЖАНИЕ:

<b>1</b>	<b>УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	<b>4</b>
1.1	Рекомендации и вводный инструктаж .....	4
1.2	Общие указания по эксплуатации .....	6
1.3	Обращение с прибором по завершении измерений.....	6
<b>2</b>	<b>НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА</b> .....	<b>6</b>
2.1	Режимы измерений .....	8
<b>3</b>	<b>СОСТАВ ПРИБОРА И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ</b> .....	<b>10</b>
4.1	Первичный внешний осмотр .....	10
4.2	Питание прибора.....	10
4.3	Хранение.....	10
<b>5</b>	<b>ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ</b> .....	<b>10</b>
5.1	Назначение кнопок управления.....	11
5.2	Описание информации дисплея.....	11
5.3	Начальная индикация дисплея.....	12
<b>6</b>	<b>ОСНОВНОЕ МЕНЮ ПРИБОРА</b> .....	<b>12</b>
6.1	Выбор функций и режимов измерений (AUTO и PWR).....	12
6.2	Выбор настроек и условий тестирования (SET) .....	12
6.3	Выбор языка .....	13
6.4	Автовывключение питания (APO) .....	13
6.5	Выбор номинального напряжения.....	13
6.6	Выбор частоты напряжения.....	13
6.7	Выбор типа заземления системы.....	14
6.8	Работа с сохраненными результатами (MEM).....	14
6.9	Рекомендации при тестировании электрических сетей и энергосистем.....	14
6.10	Функция тестирования «АВТОИЗМЕРЕНИЯ» (AUTO: Ra → RCD → M Ω) .....	14
6.11	Аномалии тестирования и ошибочные результаты .....	17
<b>7</b>	<b>КОНТРОЛЬ ЦЕЛОСТНОСТИ ПРОВОДНИКОВ (LOW Ω - низкоомные цепи)</b> .....	<b>19</b>
7.1	Режим компенсации сопротивления проводов (CAL - калибровка) .....	23
7.2	Аномалии тестирования и ошибочные результаты .....	23
<b>8</b>	<b>ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ (MΩ)</b> .....	<b>25</b>
8.1	Аномалии и ошибочные результаты при тестирования изоляции.....	28
<b>9</b>	<b>ТЕСТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ</b> .....	<b>28</b>
9.1	Тестирование УЗО в автоматическом режиме (AUTO: x½, x1, x5 mode).....	32
9.2	Тестирование УЗО в режиме 1/2 номинального тока ( x½ mode) .....	33
9.3	Тестирование УЗО в режиме кратных значений номинального тока (x1, x2, x5 mode).....	33
9.4	Тестирование УЗО в режиме дискретного нарастания тока (▲ mode).....	34
9.5	Тестирование УЗО током 1/2 от номинального значения I <sub>Δn</sub> (RA mode) .....	36
<b>10</b>	<b>ТЕСТИРОВАНИЕ в режиме ПЕТЛЯ (LOOP)</b> .....	<b>40</b>
10.1	Измерение петли в режиме «Ф-Н» (P-N mode).....	42
10.2	Измерение петли в режиме «Ф-Ф» (P-P mode) .....	43
10.3	Режим измерений «Ф-ФЗ» (P-PE mode) в системах с типом заземления TT или TN.....	44
10.4	Режим измерений «Ф-ФЗ» (P-PE mode) в системах с типом заземления IT.....	45
10.5	Аномалии и ошибочные результаты при тестировании в режиме ПЕТЛЯ.....	45
<b>11</b>	<b>ТЕСТИРОВАНИЕ в режиме R<sub>A</sub> 15мА (сопротивление заземления, ток КЗ)</b> .....	<b>48</b>
11.1	Аномалии и ошибочные результаты при тестировании в режиме R <sub>A</sub> 15мА.....	50
<b>12</b>	<b>ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ ЧЕРЕДОВАНИЯ ФАЗ - «123» ("○" Phase sequence)</b> .....	<b>54</b>
12.1	Аномалии при тестировании в режиме «123» ("○" чередование фаз) .....	57
<b>13</b>	<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ (функция AUX)</b> .....	<b>58</b>
13.1	Измерение параметров окружающей среды (с внешними преобразователями) .....	58
13.2	Измерение параметров окружающей среды (AUX: RH, TMP °C/°F, Lux mode) .....	60
13.3	Измерение токов утечки (LEAK):.....	60
13.4	Применение преобразователя тока HT96U .....	62

13.5	Ошибки и аномалии при измерении токов .....	63
<b>14</b>	<b>ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ И ЭЛЕКТРОПОТРЕБИТЕЛЕЙ.....</b>	<b>63</b>
14.1	Измерение мощности (PWR): .....	63
14.2	Режим отображения «Значения параметров» (PAR mode).....	64
14.3	Режим отображения «Гармоники напряжения и тока» (HRM V и HRM I mode).....	64
<b>15</b>	<b>ВНУТРЕННЯЯ ПАМЯТЬ ПРИБОРА (сохранение, вызов результатов измерений) .....</b>	<b>66</b>
15.1	Сохранение в памяти .....	66
15.2	Описание ошибок при сохранении результатов .....	66
15.3	Управление данными в памяти прибора .....	68
15.4	Вызов результата из памяти прибора.....	68
15.5	Процедура удаления: «Последний результат»/ «Все результаты».....	69
15.6	Описание аномалий и ошибок при работе с памятью .....	69
<b>16</b>	<b>ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРИБОРА К ПЭВМ .....</b>	<b>70</b>
<b>17</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....</b>	<b>70</b>
17.1	Общие указания.....	70
17.2	Замена батарей питания.....	70
17.3	Чистка и уход за внешней поверхностью .....	71
17.4	Утилизация.....	71
<b>18</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....</b>	<b>72</b>
18.1	Спецификации.....	72
18.2	Технические характеристики преобразователя тока .....	75
18.3	Соответствие стандартам безопасности и нормам .....	77
18.4	Общие данные .....	77
18.5	Условия эксплуатации .....	77
<b>19</b>	<b>МЕТОДИКА ПОВЕРКИ .....</b>	<b>78</b>
19.1	ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	79
19.2	ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ .....	81
19.3	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	81
19.4	УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ.....	81
19.5	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ .....	81
19.6	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	91
<b>20</b>	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А .....</b>	<b>92</b>
<b>21</b>	<b>ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....</b>	<b>94</b>
21.1	Гарантийный срок .....	94
21.2	Сервис, постгарантийное обслуживание и рекламации .....	94
<b>22</b>	<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ТЕСТИРОВАНИЯ .....</b>	<b>95</b>
22.1	Гармоники напряжения и тока .....	95
22.2	Присутствие гармоник: ПРИЧИНЫ.....	95
22.3	Присутствие гармоник: ПОСЛЕДСТВИЯ .....	96
22.4	Мощность и определение коэффициента мощности (cosφ) .....	96
22.5	Взаимосвязь МОЩНОСТЕЙ ( $P$ , $Q$ , $S$ ) и коэфф. мощности (cosφ).....	98

# 1 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Данный прибор разработан и изготовлен в соответствии с международными и общеевропейскими стандартами электробезопасности МЭК/EN 61557 и МЭК/EN 61010-1 в отношении электронных и полупроводниковых средств измерений.




## ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

В целях обеспечения Вашей собственной безопасности и правильного обращения с данным прибором рекомендуем (точно) следовать процедурам и порядку использования изложенными в настоящем Руководстве по эксплуатации (далее **Руководство**) и внимательно ознакомиться со всеми предупреждениями и рекомендациями, представленными в тексте символом



Неукоснительно следуйте Руководству при подготовке прибора к измерениям и в ходе проведения тестов:

- Не производите измерений в условиях повышенной влажности или запыленности.
- Не выполняйте измерений в присутствии взрывоопасных и горючих жидкостей и газов.
- Не прислоняйтесь при подготовке к измерениям к объектам и оборудованию, подлежащему тестированию.
- Избегайте в ходе теста любых прикосновений к металлоконструкциям, имеющим соединение с землей, измерительным проводам (даже не используемых в тесте), шинам и корпусам оборудования и т.д.
- Не выполняйте прибором никаких измерений в случае обнаружения неисправностей и наличия на нем внешних признаков повреждения, таких как, деформация корпуса, трещины, сколы, следы протечек жидкостей, отсутствия индикации на дисплее или невозможности считывания показаний.
- В виду опасности поражения электрическим током будьте особенно внимательны и осторожны при измерении напряжения превышающего **25В** для общественных мест (плавательные бассейны, внутренние дворики жилых зданий и т.д.) и **50В** для других мест.
- Используйте только измерительные провода и принадлежности из состава комплекта прибора или дополнительно поставленные производителем прибора. Следующие символы и надписи используются в настоящем Руководстве:

 CAUTION	( <b>Внимание</b> ): указание на состояние прибора, следствием которого может стать его неисправность или его принадлежности.
	Постоянное / переменные напряжение или ток.
	Пульсации напряжения или тока (однополярные «+» или «-» импульсы).

## 1.1 Рекомендации и вводный инструктаж

Данный прибор изготовлен в соответствии с требованиями стандартов безопасности МЭК61010-1, МЭК61557-1, -2, -3, -4, -6, -7, МЭК61187, МЭК61010-031 и 61010-2-032 (безопасность аксессуаров) для его применения на высоте до 2000 м над уровнем моря, использования в условиях окружающей среды - 2 категория.

Он может быть использован для **тестирования параметров** электробезопасности в энергосистемах и электроустановках (сооружениях) с защитой от перегрузки категория III **~240В** («фаза-земля»), максимально **~415В** между входными гнездами прибора.

Соблюдайте необходимые меры предосторожности и безопасные приемы работы с целью:

Предотвращения поражения персонала опасным для жизни электротоком;

Избежания повреждения прибора неправильным обращением или неправильными действиями оператора.

При эксплуатации прибора следует:

Использовать только оригинальные аксессуары и принадлежности из комплекта прибора, что гарантирует соблюдение установленных стандартов и требований безопасности. Они всегда должны находиться в исправном состоянии, при необходимости производится их замена на идентичные модели и образцы.

Не производите в цепях измерений напряжения и тока с превышением указанных максимальных пределов измерения напряжения и тока.

До присоединения измерительных проводов к измеряемым цепям и тестируемым объектам, подключения зажимов «крокодил» и токовых преобразователей **убедитесь**, что правильно выбран режим и пределы измерений.

Не выполняйте никаких измерений при несоблюдении (несоответствии) внешних условий требованиям и нормам, указанным в **параграфе 18.5**.

Проверьте отсутствие подтекания электролита на элементах питания и правильность (полярность) их установки.

Убедитесь, что на ЖК-дисплее реально отображаются режимы работы, выбираемые в данное время переключателем.





## 1.2 Общие указания по эксплуатации

Пожалуйста, внимательно ознакомьтесь с нижеследующими рекомендациями и инструкциями:


<b>WARNING</b> надпись	<b>Предупреждение:</b> указание на состояние прибора и действия, следствием которых может стать его повреждение и/или неисправность принадлежностей, а также угроза жизни и здоровью оператора
---------------------------	--

- Прежде чем установить или изменить режим работы прибора отсоедините измерительные провода от измеряемых цепей (тестируемых объектов).
- В ходе тестирования, когда прибор подключен измерительными проводами к объекту измерений, не касайтесь незадействованных измерительных гнезд и входных разъемов.
- Избегайте производить измерение сопротивления при наличии в измеряемых цепях внешних (наведенных) напряжений. Несмотря на то, что прибор выполнен с защитой от перегрузок от перенапряжений, это может вызвать сбой в его функционировании.

### Предупреждение:

Символ «» на дисплее прибора отображает остаточный ресурс батарей питания при этом символ «» указывает на полный разряд батареи. В этом случае прекратите выполнение тестирования и замените элементы питания в соответствии с процедурой описанной в разделе 17.2. Прибор способен сохранять записанные в его память данные даже при изъятии для замены батареи из отсека питания (т.е. отсутствии).

## 1.3 Обращение с прибором по завершении измерений

- После проведения измерений, выключите питание прибора нажатием кнопки  ВКЛ/ВЫКЛ.
- Извлеките батарею питания в случаях, когда прибор не будет использоваться длительное время.

# 2 НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Уважаемый Потребитель, мы выражаем свою признательность за Ваш выбор. Средство измерений, которое вы приобрели, гарантирует точные и достоверные измерения при условии, что прибор будет использоваться в соответствии с требованиями настоящего Руководства.

Прибор был разработан таким образом, чтобы обеспечить наивысшую степень безопасности благодаря новой концепции выпуска средств измерений с двойной изоляцией корпуса и защитой входа от перегрузки по напряжению категории III. Измерители параметров электрических сетей АКИП-8401/-8402 (далее приборы) представляют собой многофункциональные электрические тестеры для оценки показателей безопасности. Приборы позволяют производить автоматизированное и быстрое тестирование большого количества нормированных параметров.

АКИП-8401/-8402 являются инновационными цифровыми приборами, разработанными в соответствии с новейшими европейскими стандартами по электробезопасности. Они измеряют широкий перечень параметров: сопротивление изоляции до 2 ГОм, параметры УЗО (всех типов), параметры петли и вычисление тока КЗ (до 42 кА), сопротивление низкоомной цепи током 200 мА, измерение токов утечки.

С помощью модели АКИП-8402 в однофазной (1Ф) энергосети можно проводить измерения: переменного тока и напряжения (TRMS), активной / реактивной / полной мощности, коэфф. мощности, гармоник тока и напряжения (до 49-й), а также параметров окружающей среды: температуры, влажности, освещенности, уровня звука (опционально).

Данное руководство пользователя является общим для всех измерительных приборов серии. Тестеры АКИП-8401/-8402 могут обозначаться, как серия “84xx”. Отличия между измерительными приборами, при необходимости, указаны в руководстве. Каждая из моделей по тексту РЭ может называться «измерительным прибором» или «прибором».



*Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления вносить в схему и конструкцию прибора не принципиальные изменения, не влияющие на его технические данные. При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных документов не проводится.*

Содержание данного Руководства по эксплуатации не может быть воспроизведено в какой-либо форме (копирование, воспроизведение и др.) в любом случае без предшествующего разрешения компании изготовителя или официального дилера.

### Внимание:



1. Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию (внести не принципиальные изменения, не влияющие на его технические характеристики). При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных документов не проводится.

2. В соответствии с **ГК РФ** (ч.IV , статья 1227, п. 2): **«Переход права собственности на вещь не влечет переход или предоставление интеллектуальных прав на результат интеллектуальной деятельности»**, соответственно приобретение данного средства измерения не означает приобретение прав на его конструкцию, отдельные части, программное обеспечение, руководство по эксплуатации и т.д. Полное или частичное копирование, опубликование и тиражирование руководства по эксплуатации запрещено.

## Информация о сертификации

измерители параметров электрических сетей АКИП-8401, АКИП-8402 прошли испытания для целей утверждения типа и включены в Государственный реестр средств измерений РФ за № 40303-08.

# 2.1 Режимы измерений

Измерение	АКИП-8401	АКИП-8402	Стандарт
AUTO (функция)	+	+	-
LOW $\Omega$	+	+	МЭК 61557- 4
M $\Omega$	+	+	МЭК 61557- 2
RCD 	+	+	МЭК 61557- 6
Ra 15mA	+	+	МЭК 61557- 3
LOOP	+	+	МЭК 61557- 3
123	+	+	МЭК 61557- 7
AUX	нет	+	МЭК 60651, МЭК 60804
LEAKAGE	опционально*	+	-
POWER	нет	+	-

\*Требуется подключения токового преобразователя HT96U (опция).

### Прибор обеспечивает выполнение следующих режимов измерений, тестов и функций:

<b>AUTO</b>	Функция <b>Автоизмерения</b> : выполнение последовательности нескольких тестов безопасности в точке подключения (полное сопротивление цепи заземления <b>Ra</b> + тест УЗО ( <b>RCD</b> ) + измерение сопротивления изоляции <b>M<math>\Omega</math></b> )
<b>LOW<math>\Omega</math>:</b>	Проверку целостности и измерение <b>сопротивления низкоомных цепей: защитных проводников заземления и зануления</b> тестовым током 200 мА и напряжением от 4В до 24В (постоянное, без нагрузки).
<b>M<math>\Omega</math>:</b>	Измерение <b>сопротивления изоляции</b> при тестовом испытательном напряжении 50 В, 100 В, 250 В, 500 В, 1000 В (постоянное, по выбору оператора).
<b>RCD</b> 	Измерение параметров дифференциальных выключателей ( <b>УЗО</b> ) <b>A</b> и <b>АС</b> типа (общего и/или избир. типа): - Время срабатывания (t отключения); - Дифференциальный отключающий ток (I $\Delta$ N). - Напряжение прикосновения (U <sub>t</sub> ); - Полное сопротивление цепи заземления (Ra).
<b>Ra 15mA:</b>	Измерение общего сопротивления заземления (total earthing resistance) Ra током 15 мА между основным зажимом заземления и землей - без отключения установленных в цепи дифф. автоматов защиты.
<b>LOOP</b>	Измерение полного <b>сопротивления петли «ф-н» и «ф-з»</b> с вычислением ожидаемого (предполагаемого) тока короткого замыкания. Измерение полного сопротивления «ф-з» и полного сопротивления заземления без отключения УЗО и вычислением <b>тока короткого замыкания</b> .
«123»/ «11.»	Режим индикации ПРАВИЛЬНОЙ последовательности <b>чередования фаз</b>  межфазного напряжения 110...240В / режим совпадения фаз тестируемых ЭУ (тест синфазности).
<b>AUX</b> (только 8402)	<b>ДОП. ВОЗМОЖНОСТИ</b> : Измерение параметров окружающей среды (температура, влажность, освещенности и уровня шума/звука).
<b>LEAKAGE</b>	Измерение токов утечки от 0.01А с использованием токового преобразователя HT96U ( <b>опция для АКИП-8401</b> ).
<b>POWER</b> (только 8402)	Функция <b>«МОЩНОСТЬ»</b> : используется для измерения и отображения на дисплее прибора параметров 1Ф сети: напряжения (до 265В), тока (до 3000А), мощности (до 9.999 кВт/кВАР/кВА-активной, реактивной, полной), коэфф. мощности (cos $\phi$ ), а также для анализа гармоник тока и напряжения (до 49-й).

# 3 СОСТАВ ПРИБОРА И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Перечень принадлежностей и аксессуаров, поставляемых с прибором, зависит от приобретаемой модели комплектации (согласно нижеприведенной таблице). Принадлежности, называемые СТАНДАРТНЫЕ, входят в состав комплекта и поставляются вместе с прибором.

### Стандартные аксессуары для АКИП-8401/-8402:

Описание	Код
Кабель 3-х проводный с евро-вилкой для однофазной электросети (кабель- Shuko)	1 шт C2033X
Изм. комплект: 3 кабеля, 3 зажима «крокодил» и 1 тестовый наконечник	1 к-т UNIVERSALKIT
Сумка для транспортировки	1 шт BORSA75N
Руководство по эксплуатации	1 шт
Токовые клещи (+ токи утечки) 1-100-1000А/1V $\varnothing$ 54мм	HT96U (для АКИП-8402)
ПО управления + оптический USB кабель	TOPVIEW2006 (для АКИП-8402)

### Внешний вид:





C2033X



UNIVERSALKIT



HT96U

**Дополнительные аксессуары, поставляемые по отдельному заказу (опции):**

Описание	Код
Измерительный щуп-пробник удаленного контроля (запуск тестирования)	PR400
Токовые клещи (+ токи утечки) 1-100-1000А/1V Ø54мм (для АКИП-8401)	HT96U
ПО управления + оптический USB кабель (для АКИП-8401)	TOPVIEW2006
Датчик температуры/влажности (для АКИП-8402)	HT52/05
Датчик освещенности (для АКИП-8402)	HT53/05

**Внешний вид:**

HT96U



HT52/05



HT53/05

# 4 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

## 4.1 Первичный внешний осмотр

Данный прибор при выпуске из производства был подвергнут механическому и электрическому контролю изготовителем до отгрузки потребителю. При этом предприняты все возможные меры для проверки полного соответствия прибора требованиям безопасности.

Однако рекомендуется, при получении прибора как можно быстрее произвести осмотр с целью обнаружения любых возможных повреждений, которые могли случиться в ходе его транспортировки (доставки). Если таковые обнаружатся, немедленно свяжитесь с изготовителем (дилером). Проверьте также комплектность прибора в соответствии с упаковочными документами и данными **раздела 3**.

При обнаружении расхождений свяжитесь с продавцом. В случае необходимости возврата прибора следуйте инструкциям, изложенным в **разделе 20**.

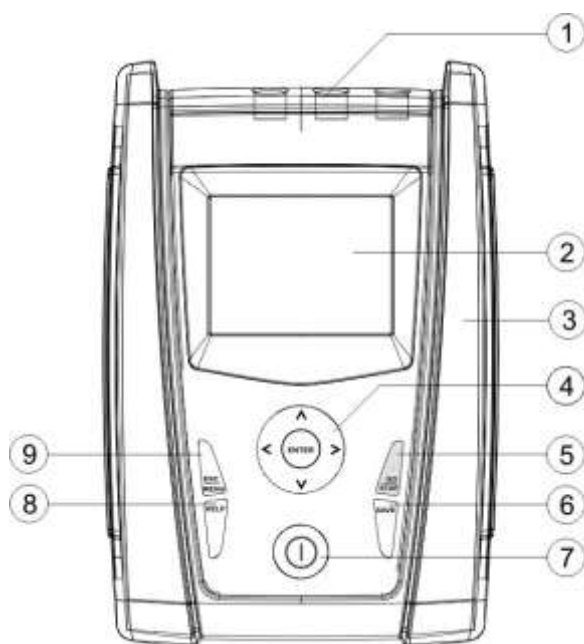
## 4.2 Питание прибора

Прибор использует в качестве питания 6 элементов 1.5 В (LR6 – AA – AM3 – MN 1500) размещаемых в батарейном отсеке питания на задней панели прибора. При появлении на дисплее символа разряда батареи замените элементы питания в соответствии с порядком и процедурой указанной в **разделе 17.2**.

## 4.3 Хранение

Чтобы гарантированно обеспечить заявленную точность измерений, после нахождения (завершения хранения) в экстремальных условиях окружающей среды (минусовые температуры, повышенная влажность и др.) предоставьте необходимое время для адаптации прибора к нормальным условиям измерений (см. **раздел 18.5**).

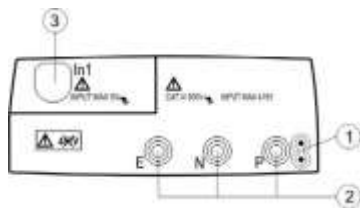
# 5 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ



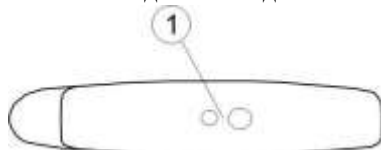
### Описание передней панели:

1. Входные гнезда для измерения напряжения и тока.
2. Сенсорный TFT-дисплей
3. Разъем интерфейса для подключения к ПК
4. Кнопки со стрелками и кнопка **ENTER**
5. Кнопка **GO/STOP**
6. Кнопка **SAVE**
7. Кнопка **ON/OFF** (вкл. пит)
8. Кнопка **HELP**
9. Кнопка **ESC MENU**

Передняя панель прибора



Входные гнезда



Интерфейс

**Описание:**

1. Гнездо подключения выносного *опционального* пробника **PR400** (дистанционный запуск теста)
2. Входные гнезда для измерения напряжения
3. Входной разъем для измерения силы тока

**Описание:**

1. Разъем интерфейса для подключения к ПК (оптический RS-232/USB)

## 5.1 Назначение кнопок управления

	Кнопка включения/выключения питания. Нажмите и удерживайте ее несколько секунд для включения или выключения (соответственно).
	Кнопка <b>GO/STOP</b> обеспечивает запуск (начало) или остановку проведения измерений (тестирования).
	Кольцевой джойстик ◀, ▶, ▲, ▼ (кнопки-стрелки): позволяют перемещаться в МЕНЮ прибора и работать на внутренних страницах подменю (в соответствующих экранах). Центральная кнопка <b>ENTER</b> : для подтверждения выполненных настроек
	Кнопка <b>HELP</b> (длительное нажатие) обеспечивает вывод на дисплей вспомогательной информации о схеме подсоединения прибора и параметрах текущего режима тестирования. Кнопка  (быстрое нажатие) для включения подсветки дисплея.
	Кнопка <b>ESC</b> для выхода из текущего режима без сохранения изменений меню (функции) - ( <b>ВЫХОД</b> ). Кнопка <b>MENU</b> : активирование режима работы в МЕНЮ прибора.
	Кнопка <b>SAVE</b> для сохранения результатов тестов.

## 5.2 Описание информации дисплея


Данный дисплей является графическим жидкокристаллическим (LCD) экраном, размером 73x65мм (128x128 точек) который позволяет легко производить настройки и считывание результатов измерений.

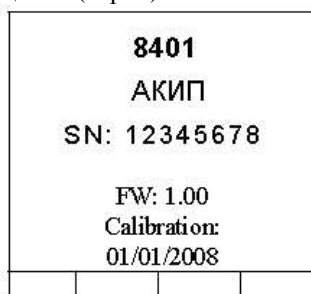
В первой строке дисплея прибор отображает текущий режим измерений и информацию о состоянии батарей питания.

LOW $\Omega$			
-. -. $\Omega$			
R +		R -	
-. -. $\Omega$		-. -. $\Omega$	
-. -. mA		-. -. mA	
Measuring...			
AUTO	1.00 $\Omega$		0.12 $\Omega$
Func	Lim		CAL

Пример экрана

## 5.3 Начальная индикация дисплея

Для включения питания прибора нажмите кнопку  ON\OFF (ВКЛ./ВЫКЛ.). При этом несколько секунд на дисплее отображается ниже представленное сообщение (экран):



На данном экране кроме наименования модели и производителя отображаются:

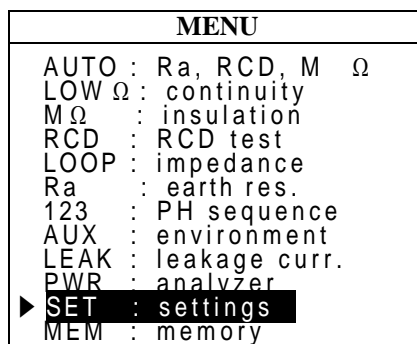
- Серийный номер измерительного прибора (Sn...)
- Версия внутренней программы (FW) измерительного прибора (прошивка №/ Rel.)
- Дата последней калибровки (Calibration: ....)

## 6 ОСНОВНОЕ МЕНЮ ПРИБОРА

При нажатии кнопки MENU/ESC прибор отображает экранное МЕНЮ, в котором доступны для выбора: требуемый режим или вид измерений (AUTO ÷ PWR), просмотр сохраненных во внутренней памяти результатов (MEM) или выполнение необходимых настроек для режима/ теста (SET).

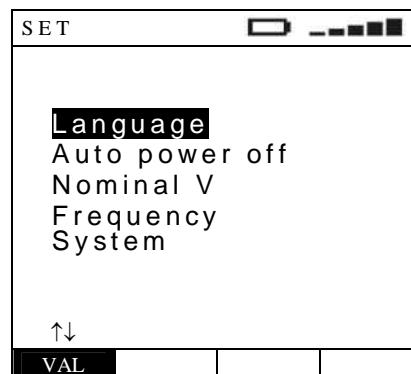
### 6.1 Выбор функций и режимов измерений (AUTO и PWR)

При помощи курсоров выберите строку МЕНЮ с требуемым контекстом (от AUTO до PWR) и подтвердите свой выбор нажатием кнопки ENTER.



### 6.2 Выбор настроек и условий тестирования (SET)

Установите кнопками (▲,▼) курсор в строку SET и нажмите ENTER. Соответственно прибор отобразит экран подменю для выполнения настроек для различных тестов и выбора условий проведения измерений. Введенные инастройки будут сохранены даже при выключении питания прибора.



## 6.3 Выбор языка

Установите кнопками (**▲**,**▼**) курсор в строку **Language** (язык) и нажмите **ENTER**. Прибор отобразит экран для выполнения настройки.

Выберите с помощью (**▲**,**▼**) необходимую строку.

Для сохранения – нажмите **ENTER**, для выхода из данной настройки – нажмите кнопку **ESC**.



## 6.4 Автовыключение питания (APO)

Установите кнопками (**▲**,**▼**) курсор в строку **Auto power off** (**автовыключение питания**) и нажмите **ENTER**. Соответственно прибор отобразит экран для выполнения настройки. Выберите с помощью (**▲**,**▼**) строку **ON 5 min** (автовыключение через 5 мин).

Для сохранения – нажмите **ENTER**, для выхода из данной настройки – нажмите кнопку **ESC**.

Автовыключение в указанный период не происходит при изменении режимов или нажатии любой кнопки.

Для блокировки функции автовыключения питания – следует выбрать **OFF** (аналогичным порядком).

Введенные инастройки будут сохранены при выключении прибора.

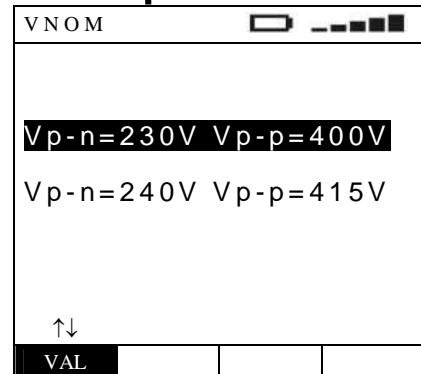


## 6.5 Выбор номинального напряжения

Установите кнопками (**▲**,**▼**) курсор в строку **Nominal V** (**номинальное напряжение В**) и нажмите **ENTER**. Соответственно прибор отобразит экран для выбора необходимого значения фазного (**Vp-n**) или межфазного (**Vp-p**) напряжения при расчёте ожидаемого тока короткого замыкания в цепи (ток петли).

Выберите с помощью (**▲**,**▼**) требуемое значение (**230/240В; 400/415В**).

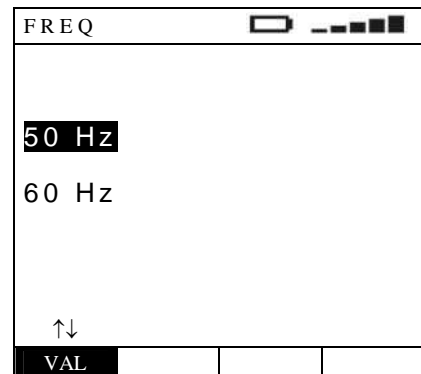
Для сохранения – нажмите **ENTER**, для выхода из данной настройки – нажмите кнопку **ESC**.



## 6.6 Выбор частоты напряжения

Установите кнопками (**▲**,**▼**) курсор в строку **Frequency** (**частота напряжения сети в Гц**) и нажмите **ENTER**. Соответственно прибор отобразит экран для выбора необходимого значения частоты.

Выберите с помощью (**▲**,**▼**) требуемое значение (**50Гц/ 60Гц**). Для сохранения – нажмите **ENTER**, для выхода из данной настройки – нажмите кнопку **ESC**.



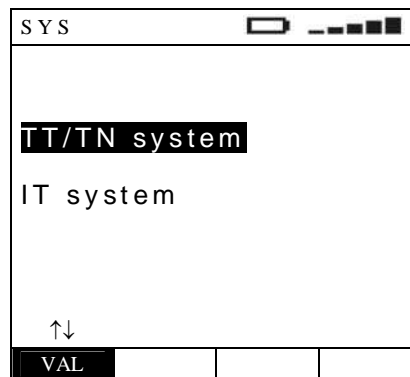
## 6.7 Выбор типа заземления системы

Установите кнопками (▲,▼) курсор в строку **System** (тип заземления системы) и нажмите **ENTER**.

Соответственно прибор отобразит экран для выбора необходимого типа заземления энергосистемы.

Выберите с помощью (▲,▼) требуемый тип системы (ТТ/ТN или IT).

Для сохранения – нажмите **ENTER**, для выхода из данной настройки – нажмите кнопку **ESC**








## 6.8 Работа с сохраненными результатами (MEM)

Установите кнопками (▲,▼) курсор в строку **MEM** и нажмите **ENTER**. Прибор отобразит соответствующий экран для доступа к внутренней памяти (memory) и работе с сохраненными результатами (см. раздел 15.1).

## 6.9 Рекомендации при тестировании электрических сетей и энергосистем

Необходимо изучить и запомнить следующее:

	При затруднении считывания результатов измерений или другой информации прибора включите подсветку с дисплея нажмите кнопку  (кратковременное нажатие).
	Для получения контекстной помощи и подсказок на дисплее в процессе проведения измерений нажмите <b>HELP</b> (длительное нажатие кнопки)
	Данная кнопка и клавиши ◀, ▲, ▶, ▼: позволяют перемещаться в МЕНЮ прибора и работать на внутренних страницах подменю и разделах (в соответствующих экранах). Кнопки ▲, ▼ - позволяют пролистывать строки и перемещать курсор активации.
	Кнопка <b>ESC</b> для выхода из режима контекстной помощи (отображения подсказки или справки) и возврата в предыдущий экран (в ранее выбранный режим измерений).

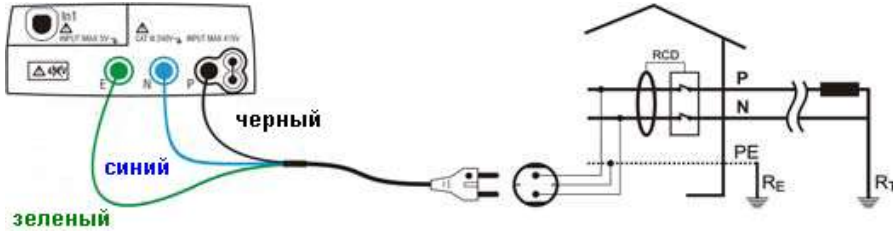
## 6.10 Функция тестирования «АВТОИЗМЕРЕНИЯ» (AUTO: Ra → RCD → M Ω)

В приборах АКИП-8401/-8402 имеется функция «Автоизмерения» (последовательный тест из 3-х шагов), которая существенно экономит общее время на проведение всех процедур при тестировании объекта. При выборе этой функции прибор автоматически и последовательно выполняет измерения: **Ra** - полное сопротивление шины (цепи) заземления + тест УЗО (RCD) + сопротивления изоляции (M Ω) непосредственно в электророзетке (3-х конт. евровилка) жилых помещений.

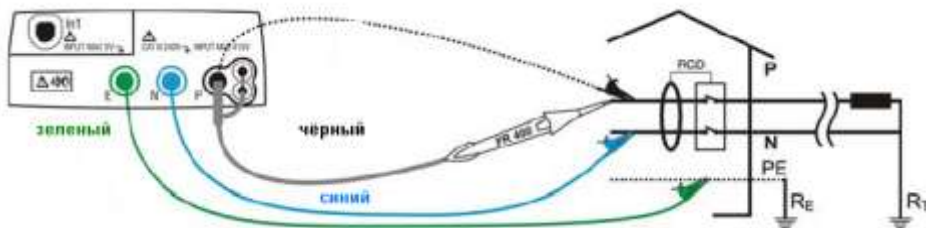
**Внимание:**



Автоматическое тестирование устройств УЗО заключается в проверке их срабатывания и размыкании при этом цепи дифференциального тока утечки. Непосредственно перед тестированием **убедитесь, что все электропотребители соединены к сети «в обход» УЗО (перемычкой) с целью исключения их вывода из строя (повреждения) при его срабатывании (т.е. при отключении напряжения)**. По возможности отключите все нагрузки, подключенные к сети после места установки RCD, т.к. они могут добавлять в цепи дополнительные токи утечки к тестовому току и тем самым исказить результаты тестирования (приводить к ложному срабатыванию).



• Рис. 1: Прибор подключен к сети при помощи кабеля-переходника (shuko cable)



• Рис. 5: Прибор подключен к сети при помощи отдельных измерительных проводов и опционального щупа-пробника PR400

1.



Нажмите **MENU** и перемещением курсора при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите строку **AUTO**. Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**. На дисплее появится экранная информация подобная приведенной на рис. справа.

AUTO			
Ra = ----Ω			
T <sub>rcd</sub> = ----ms			
R <sub>P-Pe</sub> = ----MΩ			
30mA		50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

2.



Используя **◀**, **▶** выберите требуемый параметр и условия тестирования. При помощи кнопок **▲**, **▼** измените значение параметра (при необходимости). **В процессе выбора параметров нет необходимости в нажатии кнопки ENTER для подтверждения ввода.**



В данном разделе строки меню выбирается значение **номинального тока отключения УЗО (IdN)** из следующего ряда значений: **10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500Ma** (которые отображаются последовательно при каждом очередном нажатии).



### ВНИМАНИЕ

Убедитесь в правильности выбора номинального тока отключения ( $I_{dN}$ ) для выполнения теста УЗО. Если выбранное значение превышает номинальный ток УЗО указанный на корпусе прибора, то срабатывание автомата защиты происходит быстрее нормированной длительности.

#### RCD

В данном разделе строки меню выбирается **тип исполнения УЗО** (авт. дифф.выключателя) из следующих: **AC**, **AC S**, **A**, **A S** (исполнение «А», «А S» - недоступны для случая тестирования энергосистемы с типом заземления IT)



### ВНИМАНИЕ

При выполнении теста УЗО селективного типа (символ в меню «S») интервал времени между последовательными измерениями должен составлять **60 секунд** (для теста током  $\frac{1}{2}I_{dN}$  - 30 секунд).

#### UL

В данном разделе меню выбирается значение условного **предела напряжения прикосновения** (conventional touch voltage limit) **UL** в тестируемой сети. Это максимально допустимое переменное с.к.з. напряжение (в течение неограниченного времени воздействия) для установленных внешних условий из следующих значений: равное **25 В** или **50 В**.

#### VNom

В данном разделе меню выбирается значение номинальное напряжение распределительной сети (nominal voltage of the distribution system) **Un**: Напряжение, указанное в обозначении распределительной сети или аппаратуры, к которому относятся установленные рабочие характеристики из следующих значений: **50В, 100В, 250В, 500В, 1000В**

3. Подключите зеленый, синий и черный наконечники измерительного 3-х проводного кабеля-переходника (shuko cable) соответственно к входным гнездам прибора **E**, **N** и **P**. В качестве альтернативного варианта подключения к тестируемой цепи, используйте отдельные измерительные провода аналогичной цветовой маркировки с зажимами «крокодил» для трехточечной схемы подсоединения. Кроме того, возможно для подключения и тестирования использовать щуп-пробник для удаленного запуска теста **PR 400 (опция)** путем соединения с гнездом **P** прибора одного из штекеров многополюсного соединителя. Данные схемы подключения изображены на рис. 4 и рис.5

4.



Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике **PR 400** для запуска процедуры автоматического тестирования.



### ВНИМАНИЕ

Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается сообщение «**MEASURING**».

5. После завершения выполнения теста прибор выдает **двойной звуковой сигнал, означающий положительный результат тестирования (ОК)** и на дисплее инструмента появится сообщение, изображенное справа

AUTO							
<b>Ra = 49.1Ω</b>							
<b>Trcd = 24ms</b>							
<b>RP - Pe &gt; 999MΩ</b>							
<b>OK</b>							
30mA		50V	500V				
IdN	RCD	UL	VNom				

Значение сопротивления заземления

Время отключения УЗО (мс)

Значение сопротивления изоляции (**Rиз**) в точках подключения **Ф-3 (P-Pe)**

6.



Результаты тестирования могут быть сохранены нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий : **SAVE + ENTER** . (см. раздел 15.1).



# 6.11 Аномалии тестирования и ошибочные результаты

1. Прибор обнаружил в цепи сопротивление  $R_a = 1789\Omega$ , превышающее расчетное значение  $1666\text{ Ом}$  ( $UL/IdN$ , где  $UL=50V$  и  $IdN=30mA$ ). На дисплее появится сообщение изображенное справа. Прекращение выполнения автотеста сопровождается **длительным однократным звуковым сигналом, означающим отрицательный результат тестирования (NOT OK)**. Проверьте подключение в цепи проводника PE.

A U T O			
$R_a = 1789\Omega$			
$T_{rcd} = \text{----ms}$			
$R_P - P_e = \text{----M}\Omega$			
<b>NOT OK</b>			
30mA	~	50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Значение сопротивления заземления ( $R_a$ )

2. Если прибор обнаружил, что УЗО не отключилось (или время его срабатывания превысило предел измерений  $> 999ms$ ), то на дисплее появится сообщение изображенное справа. Прекращение автотеста сопровождается **однократным звуковым сигналом, означающим отрицательный результат тестирования (NOT OK)**.

A U T O			
$R_a = 1789\Omega$			
$T_{rcd} > 999ms$			
$R_P - P_e = \text{----M}\Omega$			
<b>NOT OK</b>			
30mA	~	50V	500V
IdN	RCD	UL	Vnom

Значение сопротивления заземления ( $R_a$ )

Время отключения УЗО (мс) превышено


3. Если прибор обнаружил, что значение сопротивления изоляции ( $R_{из} = 0,01 M\Omega$ ) меньше установленного предела, то на дисплее появится сообщение изображенное справа. Прекращение автотеста сопровождается **однократным сигналом, означающим отрицательный результат тестирования (NOT OK)**.

A U T O			
$R_a = 1789\Omega$			
$T_{rcd} > 999ms$			
$R_P - P_e = 0.01M\Omega$			
<b>NOT OK</b>			
30mA	~	50V	500V
IdN	RCD	UL	Vnom

Значение сопротивления заземления ( $R_a$ )

Время отключения УЗО (мс)

Сопротивление изоляции (Ф-3)

4.  Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

5. Если прибор обнаружил, что **фазовый провод перепутан с нейтралью**. ( $P \leftrightarrow N$ ), то это сообщение отображается на дисплее. **Прибор не выполняет тест**. Переверните schuko-вилку или поменяйте местами отдельные измерительные провода. **Повторите испытание**.

A U T O			
$R_a = \text{----}\Omega$			
$T_{rcd} = \text{----ms}$			
$R_P - P_e = \text{----M}\Omega$			
<b>REVERSE P-N</b>			
30mA	~	50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Фазовый и нейтральный провода перепутаны друг с другом



6. Если прибор обнаружил, что **фазовый провод перепутан с заземляющим**. (P↔PE), то это сообщение отображается на дисплее. **Прибор не выполняет тест.** Выполните правильное подключение или поменяйте местами отдельные измерительные провода. **Повторите испытание.**

AUTO			
$R_a = \text{----}\Omega$ $T_{rcd} = \text{----ms}$ $R_P - P_e = \text{----M}\Omega$			
<b>REVERSE P-PE</b>			
30mA	~	50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Фазовый и заземляющий провода перепутаны друг с другом

7. Если прибор обнаружил что напряжение «Ф-Н»/ «Ф-З» **меньше установленного значения**, то на дисплее появится сообщение **Low voltage** изображенное справа. Убедитесь в наличии напряжения в сети или поменяйте местами отдельные провода. **Повторите испытание.**

AUTO			
$R_a = \text{----}\Omega$ $T_{rcd} = \text{----ms}$ $R_P - P_e = \text{----M}\Omega$			
<b>Low voltage</b>			
30mA	~	50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Недостаточное напряжение в сети


8. Если прибор обнаружил в цепи «Ф-Н»/ «Ф-З» напряжение, **превышающее установленное значение**, то на дисплее появится сообщение **High voltage** изображенное справа. Убедитесь в отсутствии подключения прибора по схеме «Ф-Ф». **Повторите испытание.**

AUTO			
$R_a = \text{----}\Omega$ $T_{rcd} = \text{----ms}$ $R_P - P_e = \text{----M}\Omega$			
<b>High voltage</b>			
30mA	~	50V	500V
IdN	RCD	UL	VNom

Превышение номинального напряжения

9.  Результаты, указанные в п.п. 1-9 тестирования **не могут быть сохранены** в памяти прибора.

## 7 КОНТРОЛЬ ЦЕЛОСТНОСТИ ПРОВОДНИКОВ (LOW Ω - НИЗКООМНЫЕ ЦЕПИ)

В данном режиме измерение защитных проводников и цепей систем уравнивания потенциалов производится постоянным тестовым током не менее 200 мА при напряжении теста от 4 до 24 В  (XX-без нагрузки) в соответствии с требованиями международных и общеевропейских стандартов МЭК/ EN61557-4, CEI 64.8 612.2.

**При этом обеспечивается выбор режимов:**

- «CAL» позволяет выполнить функцию калибровки прибора и тестовых проводов (т.е. компенсацию сопротивления, вносимого ими в цепь измерения). По её завершении результат записывается в память и используется, как «**значение смещения**» до тех пор, пока не будет выполнена другая калибровка (другими словами данная величина исключается из результатов всех дальнейших измерений в режиме проверки целостности защитных цепей и измерения их сопротивления). Рекомендуется проверять (или выполнять) калибровку тестовых проводов до начала выполнения измерений, а также в случае изменения длины штатных проводов (укорочение / удлинение) в соответствии со следующим параграфом.

- «**AUTO**» (прибор выполняет два измерения с разной полярностью **R+** и **R-** и отображает на дисплее результат, как их усредненное значение **Ravg**). Данный режим рекомендуется для проведения теста целостности проводников.
- «**R+**» (измерение импульсами положительной полярности и возможностью регулировки длительности теста). В этом случае оператор может выбрать длительность теста, которая позволит ему определить место ненадлежащего соединительного контакта с помощью механического воздействия на защитный проводник и шину заземления (поиск «плохого» контакта по участкам во время отправки испытательных импульсов).
- «**R-**» (измерение импульсами отрицательной полярности и возможностью регулировки длительности теста). В этом случае оператор также может установить требуемую длительность теста, которая позволит ему определить место ненадлежащего соединительного контакта с помощью механического воздействия на защитный проводник и шину заземления (поиск «плохого» контакта по участкам).

**Примечание:** Измерение двунаправленным током (разнополярные импульсы заданной длительности **R+/R-**) устраняет влияние внутренних напряжений и электротермических сил (потенциалов).



### ВНИМАНИЕ

Если сопротивление цепи < **10 Ом** (включая сопротивление калибровки) контроль целостности и измерение проводников безопасности выполняется тестовым током более 200 мА. Если сопротивление цепи > 10 Ом контроль целостности проводников выполняется тестовым током менее 200 мА.

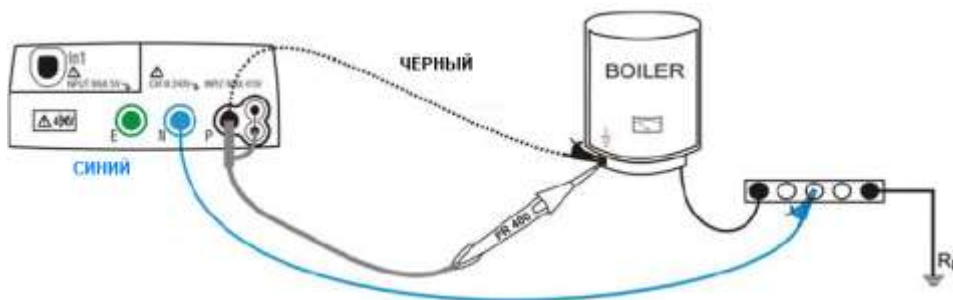


Рис.6: Пример подключения прибора с использованием отдельных тестовых проводов и щупа-пробника д/у.

1.



Нажмите **MENU** и перемещением курсора при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите строку **LOWΩ**. Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**. На дисплее появится экранная информация подобная приведенной на рис. справа.

LOWΩ		█■■■■	
-----Ω			
R+		R-	
-----Ω		-----Ω	
---mA		---mA	
CAL	4.00Ω		----
Func	Lim		CAL

2.



Используя **◀**, **▶** выберите требуемый параметр и условия тестирования. При помощи кнопок **▲**, **▼** измените значение параметра (при необходимости). **В процессе выбора параметров нажатия кнопки ENTER для подтверждения ввода – НЕ ТРЕБУЕТСЯ.**


#### Func

В данном разделе меню выбирается требуемая функция и условия тестирования, которые могут следующими: **CAL**, **AUTO**, **R+**, **R-** (отображаются курсором последовательно при каждом очередном нажатии).

#### Lim

В данном разделе меню выберется значение максимального условного значения сопротивления (**предел**) при измерении низкоомных цепей: **1,00Ω/ 2,00Ω/ 3,00Ω/ 4,00Ω/ 5,00Ω**

3. Подключите синий и черный наконечники измерительных проводов соответственно к входным гнездам прибора **N** и **P**. Подсоедините зажимы «крокодил» с соблюдением цветовой маркировки. Кроме того, возможно для подключения и тестирования использовать щуп-пробник удаленного запуска теста **PR 400 (опция)** путем соединения штекера многополюсного соединителя с гнездом **P**.
4. Если длина тестовых проводов входящих в комплект прибора не достаточна для проведения измерений, удлините **синий** провод.
5. Установите режим калибровки измерительных проводов «**CAL**» (компансация их собственного сопротивления вносимого в измерительную цепь) в соответствии с процедурой указанной в **разделе 7.1**.

6.  Используя **◀, ▶** выберите требуемый параметр и условия тестирования. При помощи кнопок **▲, ▼** измените значение параметра (при необходимости). **В процессе выбора параметров нет необходимости в нажатии кнопки ENTER для подтверждения ввода.**



#### ВНИМАНИЕ


До начала подключения измерительных проводов **убедитесь**, что тестируемая цепь обесточена (напряжение отсутствует).

7. Подключить **черный** и **синий** тестовый провод к объекту тестирования, как указано на рис.6.



#### ВНИМАНИЕ


Всегда перед каждым измерением убедитесь, что выполненная в приборе калибровка относится к измерительным (тестовым) проводам, используемым в настоящее время. Если значение их сопротивления при проведении тестирования целостности проводников безопасности будет таково, что потребует проведения калибровки – выполните ее в соответствии с процедурой указанной в **разделе 7.1**.

8.  Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике для запуска процедуры тестирования.




#### ВНИМАНИЕ

Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «в процессе измерения». Когда на дисплее отображается сообщение «**MEASURING**» - не отсоединяйте тестовые провода.

9.  В режиме таймера (**R+/R-**) при необходимости можно повторным нажатием кнопки **GO/STOP** или **START** остановить проведение измерений до истечения установленного времени тестирования.

10. В случае выбора режима **AUTO** по завершении теста, если **усредненное значение  $R_{avg}$**  (между R+ и R) **меньше выбранного предела (Lim)**, то прибор выдает **двойной звуковой сигнал**, означающий **успешное завершение теста** и отображает на дисплее информацию, указанную справа.


LOW $\Omega$			
0 . 2 5 $\Omega$			
R+	R-		
0.26 $\Omega$	0.24 $\Omega$		
212 mA	213 mA		
AUTO	4.00 $\Omega$	0.21 $\Omega$	
Func	Lim		CAL

Усред. значение сопротивления ( **$R_{avg}$** )

Значения **тестового тока** для R+ и R- (**mA**)

Значения **R** в каждом из режимов: отдельно R+ и R- (**Om**)

11. При выборе режимов тестирования **R+ / R-**, по завершении теста, если **значение сопротивления меньше выбранного предела (Lim)**, то прибор выдает **двойной звуковой сигнал**, означающий **успешное завершение теста** и отображает на дисплее информацию, указанную справа.

LOW $\Omega$			
0 . 2 5 $\Omega$			
212 mA		1 s	
R+	4.00 $\Omega$	1s	0.21 $\Omega$

Значение в одном из режимов (**R+ или R-**)

Значения **испыт. ток** и **длительность теста** (с)

Func	Lim	Temp	CAL
------	-----	------	-----

12.



Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел **15.1**)

# 7.1 Режим компенсации сопротивления проводов (CAL - калибровка)

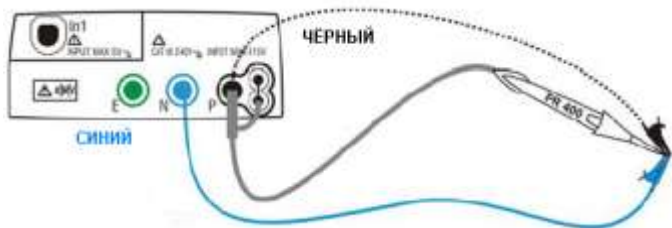




Рис. 7: Схема подключения при выполнении калибровки (с тестовыми проводами или с пробником PR 400)

- 

Используя **◀, ▶** выберите режим калибровки **CAL** и условия тестирования. При помощи кнопок **▲, ▼** измените значение параметра (при необходимости). **В процессе выбора параметров нажатия кнопки ENTER для подтверждения ввода – НЕ ТРЕБУЕТСЯ.**
- Подсоедините, как указано на рис.7 провода и зажимы «крокодил». Убедитесь что тестовые провода с зажимами «крокодил» при их замыкании обеспечивают хороший гальванический контакт друг с другом.
- 

Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике для запуска процедуры тестирования. Прибор немедленно начинает выполнение калибровки (измерения значения сопротивления компенсации).



### ВНИМАНИЕ

Сообщение **“Measuring”** означает состояние прибора – **«Процесс измерения»**.  
 Когда на дисплее отображается сообщение **«Waiting verify»** (Проверка калибровочного значения) - не отсоединяйте тестовые провода друг от друга.

- Калибровка считается выполненной только при условии, что сопротивление проводов будет **< 5 Ом**.  
 Прибор выдает **двойной звуковой сигнал**, означающий **успешное завершение теста** и отображает на дисплее информацию, указанную справа.

LOW $\Omega$		[Battery Icon] [Signal Icon]	
- - - - $\Omega$			
R +		R -	
- - - - $\Omega$		- - - - $\Omega$	
- - - m A		- - - m A	
CAL	4.00 $\Omega$		0.21 $\Omega$
Func	Lim		CAL

Значение сопротивления компенсации



- Для сброса значения предыдущей калибровки необходимо выполнить процедуру калибровки сопротивления тестовых проводов **с R > чем 5 Ом** (например, калибровку при разомкнутых проводах -open test).

# 7.2 Аномалии тестирования и ошибочные результаты



- Если в режиме **AUTO**, **R+**, **R-** измеренное значение превышает **выбранный предел (Lim)**, то по завершении теста прибор выдает **длительный непрерывный сигнал** и отображает на дисплее сообщение изображенное справа.


LOW $\Omega$		[Battery Icon] [Signal Icon]	
5 . 9 2 $\Omega$			
R +		R -	
5.92 $\Omega$		5.91 $\Omega$	
210 m A		210 m A	
<b>R &gt; LIM</b>			
AUTO	4.00 $\Omega$		0.21 $\Omega$

2. Если в режиме AUTO, R+, R- измеренное значение превышает **верхний предел измерений (>99,9Ω)**, то по завершении теста прибор выдает **длительный непрерывный сигнал** и отображает на дисплее сообщение изображенное справа.



Func	Lim		CAL
LOW Ω  			
> 99.9 Ω			
R+	R-		
>99.9 Ω	>99.9 Ω		
--- mA	--- mA		
<b>I &lt; 200mA</b>			
AUTO	4.00Ω		0.21Ω
Func	Lim		CAL

3. Если в режиме AUTO, R+, R- в цепи обнаружено сопротивление, **снижающее номинальное значение испытательного тока (I < 200 mA)**, то по завершении теста прибор выдает **длительный непрерывный сигнал** и отображает на дисплее сообщение изображенное справа.



Func	Lim		CAL
LOW Ω  			
20.0 Ω			
R+	R-		
20.0 Ω	20.0 Ω		
157 mA	157 mA		
<b>I &lt; 200mA</b>			
AUTO	4.00Ω		0.21Ω
Func	Lim		CAL

4.  Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)



5. Если на измерительном входе обнаружено входное напряжение **V<sub>in</sub> свыше 10 В**, то прибор **не выполняет** тестирование. При этом на дисплее выводится сообщение, изображенное справа.

Func	Lim		CAL
LOW Ω  			
---- Ω			
R+	R-		
---- Ω	---- Ω		
--- mA	--- mA		
<b>V<sub>in</sub> &gt; V<sub>lim</sub></b>			
AUTO	4.00Ω		0.21Ω
Func	Lim		CAL

6. В случае обнаружения отклонения на величину **0.05Ω (Rкалиб. > Rизм.)** - прибор выдает на дисплее сообщение изображенное справа.

Func	Lim		CAL
LOW Ω  			
0.00 Ω			
R+	R-		
0.00 Ω	0.00 Ω		
214 mA	214 mA		
<b>CAL &gt; RES</b>			
AUTO	4.00Ω		0.21Ω
Func	Lim		CAL

7. Если в режиме CAL (калибровка) сопротивл. проводов будет **> 5 Ом**, то прибор отображает экран, аналогичный приведенному справа. При этом прибор остается в состоянии **отсутствия калибровки** по сопротивлению.


Func	Lim		CAL
LOW Ω  			
---- Ω			
R+	R-		
---- Ω	---- Ω		
--- mA	--- mA		
<b>Reset value</b>			
CAL	4.00Ω		0.21Ω



Func	Lim		CAL
------	-----	--	-----

8. Если в режиме CAL по окончании процедуры проверки калибровочного значения **не обеспечивается** соотношение  $R_{CAL} \leq R_{MEAS} \leq R_{CAL} + 0.05\Omega$ , то прибор отображает на дисплее информацию указанную справа. При этом прибор остается в состоянии отсутствия калибровки по сопротивлению.

LOW $\Omega$		■■■■■	
1.98 $\Omega$			
R +		R -	
1.98 $\Omega$		1.98 $\Omega$	
210 mA		210 mA	
Not correct			
CAL	4.00 $\Omega$		---- $\Omega$
Func	Lim		CAL

9.  Результаты тестирования, указанные в данном разделе п.п. 1-9 не могут быть сохранены в памяти прибора.

## 8 ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ (M $\Omega$ )

Измерение сопротивления изоляции производится испытательным напряжением: **50В, 100В, 250В, 500В, 1000В** (постоянного тока).

Измерение выполняется в соответствии с требованиями МЭК 61557-2 (VDE 0413 часть1, CEI 64.8 612.3) и обеспечивают контроль сопротивления изоляции между фазовым проводом и проводниками – нейтраль или заземление (PEN/ PE).

При этом прибор обеспечивает выбор режимов:

- **MAN (ручной способ):** В данном режиме прибор непрерывно выполняет тест R изоляции с момента нажатия и удержания кнопки **GO/STOP** на приборе (или **START** на выносном дистанционном пробнике). В случае однократного нажатия кнопки **GO/STOP** на приборе (или **START** на выносном дистанционном пробнике) прибор выполняет процедуру тестирования, которая по длительности займет **2 секунды** (макс). Данный режим рекомендуется для проведения теста целостности проводников как основной способ тестирования.
- **TMR (по временному интервалу):** В данном режиме длительность тестирования зависит от выбранного интервала в диапазоне значений **от 10 до 999 секунд**. Такой режим может использоваться в случае необходимости проводить измерения в нескольких точках для многократных переподключений тестовых проводов или для выполнения непрерывного теста в течение нормированного интервала времени. Для обеспечения устойчивых показаний на дисплее прибор каждые 2 с выдает короткий звуковой сигнал - рекомендуется на каждое измерение отводить не менее двух повторов данного предупредительного сигнала (до отсоединения тестовых проводов от объекта). В случае обнаружения сопротивления изоляции меньше нормированного значения (предела) - выдает непрерывный звуковой сигнал. При необходимости можно повторным нажатием кнопки **GO/STOP** или **START** остановить проведение измерений до истечения установленного времени тестирования.

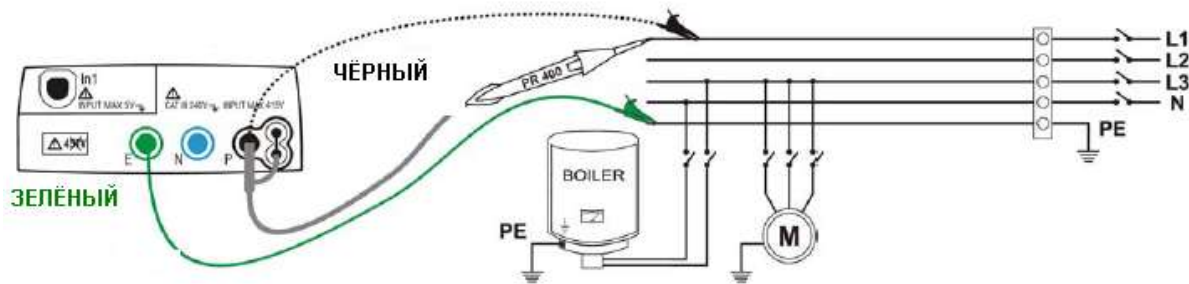


Рис.8: Прибор подключен к сети при помощи отдельных измерительных проводов и опционального щуп-пробника

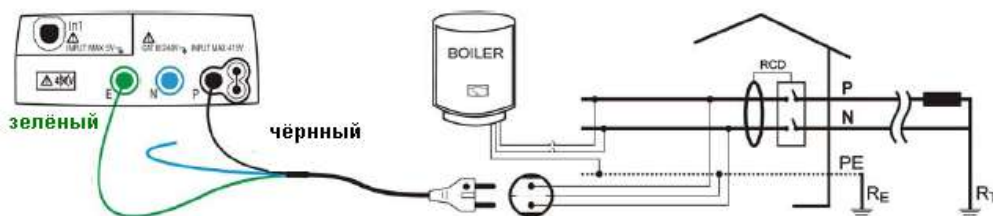
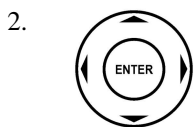
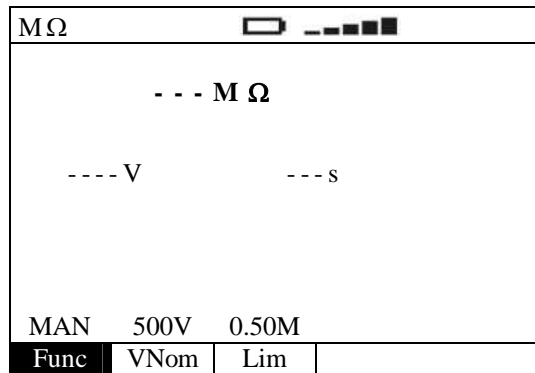


Рис.9: Прибор подключен к сети при помощи кабеля-переходника (shuko cable)



Нажмите **MENU** и перемещением курсора при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите строку **MΩ**. Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**.  
На дисплее появится экранная информация подобная приведенной на рис. справа.



Используя **◀**, **▶** выберите параметр или условия тестирования. При помощи кнопок **▲**, **▼** измените значение параметра (при необходимости). **В процессе выбора параметров нажатия кнопки ENTER для подтверждения ввода – НЕ ТРЕБУЕТСЯ.**

**Func** В данном разделе меню выбирается требуемая функция тестирования, которые могут следующими: **MAN, TMR** (отображаются курсором последовательно при каждом очередном нажатии).

**VNom** В данном разделе меню выбирается значение номинальное напряжение сети (nominal voltage) **Un** из следующих значений: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000V**

**Lim** В данном разделе меню выберется значение максимального условного значения сопротивления (**нормированный предел**) при тестировании изоляции из следующих значений: **0.05MΩ, 0.10MΩ, 0.23MΩ, 0.25MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ**

**Temp** (только в режиме **TMR**) В данном разделе меню выберется значение длительности тестирования изоляции: **от 10 до 999 секунд** (дискретность 1 с).

3. **Примечание:** Предполагается, что установки значения напряжения, подаваемого во время измерения, и минимальный предел для рассматриваемого измерения изоляции являются корректными в соответствии с нормами по изоляции в национальных стандартах безопасности. Кроме того, нормы могут быть указаны в РЭ и предписаниях на эксплуатацию конкретного электрооборудования.

4. Подключите зеленый и черный наконечники отдельных измерительных проводов аналогичной цветовой маркировки с соответствующими им зажимами «крокодил» к входным гнездам прибора **E** и **P**. Кроме того, возможно для подключения и тестирования использовать щуп-пробник для удаленного запуска теста **PR 400 (опция)** путем

соединения с гнездом **P** прибора одного из штекеров многополюсного соединителя. Данные схемы подключения изображены на рис. 8 и рис.9


5. Если длина тестовых проводов входящих в комплект прибора не достаточна для проведения измерений, удлините **зеленый** провод.



### ВНИМАНИЕ

До начала измерений сопротивления изоляции **убедитесь**, что тестируемая цепь обесточена и напряжение отсутствует.

6. Подключите измерительные провода к объекту тестирования как изображено на рис. 8 и рис.9


7.  Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике для запуска тестирования. Прибор немедленно начинает выполнение измерений сопротивления изоляции.





### ВНИМАНИЕ

Сообщение "**Measuring**" означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Когда на дисплее отображается сообщение «**MEASURING**» - не отсоединяйте тестовые провода, так как цепи подвергнутые тестированию могут содержать остаточное (накопленное) **опасное напряжение**.

8. Прибор имеет встроенный резистор безопасности (разрядный). В соответствии с выбранным режимом измерения изоляции он подключается к выходным гнездам перед завершением теста для разряда рабочей и паразитной емкости имеющейся в ЭУ и электроцепях.

9.  В режиме **TMR** – повторное нажатие кнопки **GO/STOP** на панели прибора или кнопки **START** на выносном дистанционном пробнике производит остановку тестирования до истечения установленного времени



10. Если измеренное значение сопротивления изоляции превышает выбранный предел (**Lim**), то по завершении теста, прибор выдает двойной звуковой сигнал, означающий успешное завершение теста (**OK**) и отображает на дисплее сообщение изображенное справа.

MΩ					
5 7 8 M Ω					
5 2 6 V		1 5 s			
<b>OK</b>					
MAN	500V	0.50M	15s		
Func	VNom	Lim	Temp		

Сопротивление изоляции (В)


Значение испытательного напряжения и длительность тестирования (с)

11. Если измеренное значение сопротивления изоляции превышает максимальный предел измерения прибора (>999), то по завершении теста, прибор выдает двойной звуковой сигнал, означающий успешное завершение теста (**OK**) и отображает на дисплее сообщение изображенное справа.

MΩ					
> 9 9 9 M Ω					
5 2 6 V		2 s			
<b>OK</b>					
MAN	500V	0.50M			
Func	VNom	Lim			

Сопротивление изоляции (В)

Значение испытательного напряжения и длительность тестирования (с)

12.  Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

# 8.1 Аномалии и ошибочные результаты при тестирования изоляции

1. Если прибор не может обеспечить номинальное испытательное напряжение, он выдает **длительный звуковой сигнал**; на дисплее появится сообщение, изображенное справа


MΩ			
0.01 M Ω			
64 V			6 s
Not correct			
MAN	500V	0.50M	
Func	VNom	Lim	

Не верно

2. Если измеренное значение сопротивления изоляции **меньше выбранного предела (Lim)**, то по завершении теста, прибор выдает **длительный звуковой сигнал**; на дисплее появится сообщение, изображенное справа


MΩ			
0.19 M Ω			
526 V			2 s
Not correct			
MAN	500V	0.50M	
Func	VNom	Lim	

Не верно



3.  Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

4. Если прибор обнаружит на измерительном входе напряжение **свыше 10 В**, он останавливает тестирование и на дисплей вводится сообщение **Vin > Vlim**, изображенное справа.

MΩ			
- - - M Ω			
---- V			--- s
Vin > Vlim			
MAN	500V	0.50M	15s
Func	VNom	Lim	Temp



5.  Результат тестирования, указанный в данном разделе **п.4 не может быть сохранен** в памяти прибора.

# 9 ТЕСТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Проведение теста УЗО «А» и «АС» типа. УЗО ИМП.  (тип А - реагирующее на импульсный ток утечки) или УЗО ПЕРЕМ.  (тип АС - реагирующее на синусоидальный ток утечки).

Тест выполняется в соответствии с нормативами МЭК/ EN 61557-6, 4 и VDE 0413 часть 6, CEI 64-8 612.9 и доп. D. При тестировании УЗО (RCD) измеряется чувствительность (ток отключения) и время срабатывания (длительность отключения).

При этом обеспечивается выбор следующих режимов и условий тестирования:

- **AUTO** (**автоматический тест**) прибор выполняет тест с последовательно устанавливаемыми токами утечки равными: **половине, номиналу, 2-х кратной и 5-и кратной** величине номинального значения тока срабатывания). Способ тестирования, рекомендуемый как основной.
- **x $\frac{1}{2}$**  прибор выполняет тест дифференциальным током утечки равным **половине** значения (1/2 номинального **I $\Delta$ n**) тока срабатывания УЗО.
- **x1** прибор выполняет тест дифференциальным током утечки равным значению тока срабатывания УЗО (номинальный **I $\Delta$ n**).
- **x2** прибор выполняет тест дифференциальным током утечки равным **2-х** кратному значению тока срабатывания УЗО (**2 x I $\Delta$ n**).
- **x5** прибор выполняет тест дифференциальным током утечки равным **5-и** кратному значению тока срабатывания УЗО (**5 x I $\Delta$ n**).
-  (дискретное нарастание **RAMP** ) прибор выполняет тест нарастающим током утечки с начальной фазой 0° или 180° относительно напряжения. Используйте данный тест для измерения тока отключения УЗО (чувствительности).
- **RA** прибор выполняет **тест без отключения УЗО** расположенных в цепи током утечки равным половине номинального значения его срабатывания и вычисляет общее сопротивление заземления **Ra** (total earth resistance) и напряжение прикосновения **Ut** (при условии если УЗО не сработало).



## ВНИМАНИЕ

Тестирование отключающей способности устройств УЗО заключается в проверке его срабатывания и размыкании при этом цепи дифференциального тока утечки.  
Непосредственно перед тестированием **убедитесь, что все электроприемники соединены к сети «в обход» УЗО (перемычкой) с целью исключения их вывода из строя (повреждения) при его срабатывании (т.е. при отключении напряжения)**. По возможности отключите все нагрузки, подключенные к сети после места установки RCD, т.к. они могут добавлять в цепи дополнительные токи утечки к тестовому току и тем самым исказить результаты тестирования (например, привести к ложному срабатыванию автомата защиты).

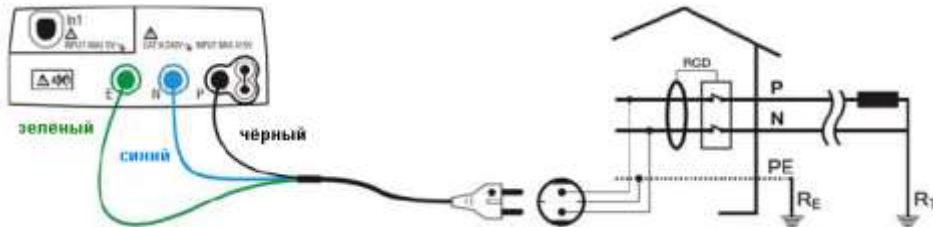


Рис. 10: Прибор подключен к одно- или 2-х полюсному УЗО при помощи кабеля-переходника (shuko cable) в сети ~ 230В

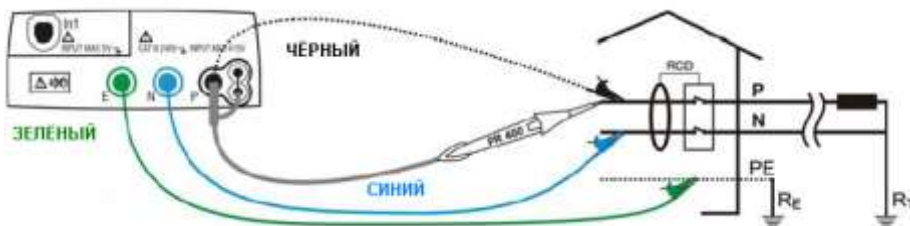


Рис.11: Прибор подключен к одно- или 2-х полюсному УЗО при помощи отдельных измерительных проводов или опционального щупа-пробника в сети ~ 230В

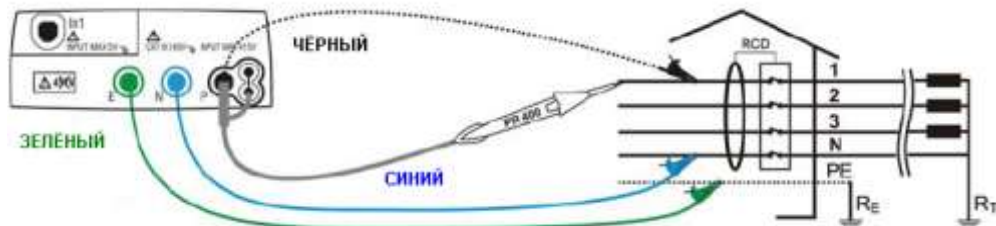


Рис. 12: Подключение прибора для проверки УЗО в трехфазной сети 400В + N + PE при помощи отдельных измерительных проводов или опционального щупа-пробника

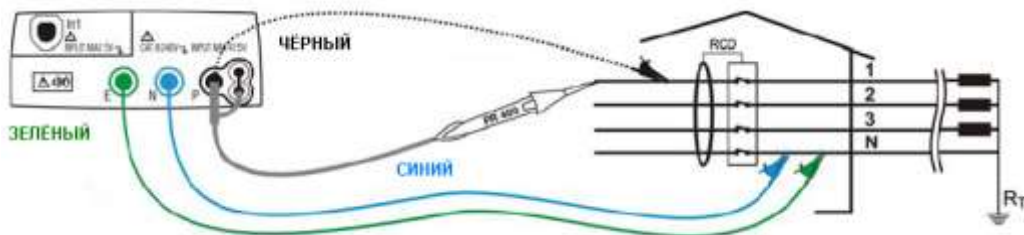







Рис. 13: Подключение прибора для проверки УЗО в 4 пр трехфазной сети 400В +N (нет PE) при помощи отдельных измерительных проводов или опционального щупа-пробника




Рис.14: Подключение прибора для проверки УЗО в 3 пр трехфазной сети 400В + PE (нет N) при помощи отдельных измерительных проводов или опционального щупа-пробника

1.  Нажмите **MENU** и перемещением курсора при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите ячейку **RCD**. Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**. На дисплее появится экранная информация подобная приведенной на рис. справа.

RCD					
				0°	
				--- m s	
FRQ=50.0Hz		Ut=0.0V			
VP-N=230V		VP-Pe=230V			
x1	30mA		50V		
Func	IdN	RCD	UL		

2.  Используя **◀**, **▶** выберите параметр или условия тестирования. С помощью кнопок **▲**, **▼** при необходимости измените значение параметра. **В процессе выбора параметров нажатия кнопки ENTER для подтверждения ввода – НЕ ТРЕБУЕТСЯ.**

**Func** В данном разделе меню выбирается требуемая функция тестирования, которые могут следующими: **AUTO**, **x1/2**, **x1**, **x2**, **x5**, , **RA** (отображаются последовательно курсором при каждом очередном нажатии).

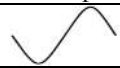

**IdN** В данном разделе меню выберется значение номинального тока отключения УЗО при тестировании из следующих значений: **10mA**, **30mA**, **100mA**, **300mA**, **500mA**

**RCD** В данном разделе строки меню выбирается тип исполнения УЗО (авт. дифф.выключателя) из следующих: **AC**, **AC S**, **A**, **A S** (исполнение «A», «A S» - недоступны для случая тестирования энергосистемы с типом заземления IT)


**UL** В данном разделе меню выберется значение **UL** условного **предела напряжения прикосновения** (conventional touch voltage limit) в тестируемой сети. Это максимально допустимое переменное с.к.з. напряжение для установленных внешних условий из следующих значений: **25B** или **50B**.

3. Если имеются сомнения в выборе требуемого предела **UL**, рекомендуется установить значение **25B** исключительно из соображений максимальной безопасности.
4. Подключите **зеленый**, **синий** и **черный** наконечники измерительного 3-х проводного кабеля-переходника (shuko cable) соответственно к входным гнездам прибора **E**, **N** и **P**. В качестве альтернативного варианта подключения используйте отдельные измерительные провода аналогичной цветовой маркировки с зажимами «крокодил» для трехточечной схемы подсоединения. Кроме того, для подключения и тестирования возможно использовать щуп-пробник для удаленного запуска теста **PR 400 (опция)** путем соединения с гнездом **P** прибора одного из штекеров многополюсного соединителя. Подключите измерительные провода с зажимами «крокодил» к объекту тестирования (см. рис. 10-14).

**Примечание:** При автоматическом способе (**AUTO**) тестирования УЗО испытания выполняются с начальной фазой волны тока 0° и 180°

Тип УЗО	волна тока с фазой 0°	волна тока с фазой 180°
AC - типа		
A - типа		

# 9.1 Тестирование УЗО в автоматическом режиме (AUTO: x1/2, x1, x5 mode)

- 


Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике для запуска процедуры тестирования (однократное нажатие). Прибор немедленно начинает выполнение измерений в автоматическом режиме (**АВТО**последовательность).
- Выполняется 6 следующих тестов по трем значениям от номинального тока:

  - **1/2 Idn** с 0° фазой тока (УЗО **не должно** отключиться).
  - **1/2 Idn** с 180° фазой тока (УЗО **не должно** отключиться).
  - **Idn** с 0° фазой тока (УЗО **срабатывает**, мигает сообщение «**rcd**», включите УЗО).
  - **Idn** с 180° фазой тока (УЗО **срабатывает**, мигает сообщение «**rcd**», включите УЗО).
  - **5 Idn** с 0° фазой тока (УЗО **срабатывает**, мигает сообщение «**rcd**», включите УЗО).
  - **5 Idn** с 180° фазой тока (УЗО **срабатывает**; окончание теста).
- В автоматическом режиме для каждого положительного результата (время отключения находится в пределах допуска – см. таблицу) каждого отдельного испытания, отображается следующим сообщением на дисплее: «**OK**» - испытание прошло успешно (УЗО исправно), «**rcd**» (**мигает**) – включите УЗО снова (если УЗО не будет включено, прибор не продолжит испытание). Тестирование выполнено успешно, если **все значения времени срабатывания** УЗО (отключения) находятся в пределах установленных лимитов (см. таблицу 1).




## WARNING


Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.

- Режим “**AUTO**” не может быть использован для УЗО тип А  500мА.

- Если в процессе тестирования прибор обеспечивает выдачу испытательного тока требуемой кратности и начальную фазу волны отключения с отображением информации на дисплее. После запуска 3-го теста (**5ΔIn**) – УЗО срабатывает – при этом оператор должен снова его включать.

RCD		0°		180°	
x 1/2	>999 ms	>999 ms	>999 ms	>999 ms	>999 ms
x 1	28 ms	---	---	---	---
x 5	---	---	---	---	---
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V		VP-N=228V VP-PE=228V	
RESUME RCD					
AUTO	30mA		50V		
Func	IdN	RCD	UL		


RCD		0°		180°	
x 1/2	>999 ms	>999 ms	>999 ms	>999 ms	>999 ms
x 1	28 ms	31 ms	31 ms	31 ms	31 ms
x 5	8 ms	10 ms	10 ms	10 ms	10 ms
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V		VP-N=228V VP-PE=228V	
RCD OK					
AUTO	30mA		50V		
Func	IdN	RCD	UL		

Время срабатывания УЗО (мс) при заданном **Idn** для тестирования (мА).

Запрос к оператору «**Включите УЗО**»

Время срабатывания УЗО (мс)

- Тестирование в режиме **AUTO** считается выполненным только при условии, что **все 6 значений времени срабатывания** УЗО (отключения) находятся в пределах установленных норм. Прибор отображает на дисплее информацию, указанную справа.

- 

Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)



## 9.2 Тестирование УЗО в режиме 1/2 номинального тока (x1/2 mode)

Предлагается на выбор два способа:



Нажмите однократно **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** дистанционного пробника для запуска процедуры тестирования. Прибор начинает выполнение измерений с начальной фазой тока 0° относительно напряжения (синфазно).

или:



Нажмите дважды **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** дистанционного пробника для запуска процедуры тестирования. Прибор начинает выполнение измерений с начальной фазой тока 180° относительно напряжения (в противофазе).



### ВНИМАНИЕ

Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.

- Если прибор обнаружил, что **УЗО не отключилось** (превысило предел измерений > 999мс), то прибор выдает **двойной звуковой сигнал, означающий положительный результат тестирования (RCD OK)** и на дисплее появится сообщение изображенное справа.

RCD		0°	
> 999 ms			
FRQ=50.0Hz	Ut=1.4V		
VP-N=228V	VP-PE=228V		
<b>RCD OK</b>			
x1/2	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

начальная фаза тока 0° или 180°

Время срабатывания УЗО (мс)

Значение напряжения контакта **Ut** в сравнении со значением при заданном дифф. токе (IdN).

- Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

## 9.3 Тестирование УЗО в режиме кратных значений номинального тока (x1, x2, x5 mode)

Предлагается два способа запуска на выбор:



Нажмите однократно **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** дистанционного пробника для запуска процедуры тестирования. Прибор начинает выполнение измерений с начальной фазой тока 0° относительно напряжения (синфазно).

или:



Нажмите дважды **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** дистанционного пробника для запуска процедуры тестирования. Прибор начинает выполнение измерений с начальной фазой тока 180° относительно напряжения (в противофазе).



### ВНИМАНИЕ

Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.

- Режим тестирования «**x5**» не может быть использован для УЗО 500mA (тип А ).

- Тестирование выполнено успешно, если произошло срабатывание УЗО (отключение цепи) и **значение**

RCD		0°	
> 999 ms			
FRQ=50.0Hz	Ut=1.4V		
VP-N=228V	VP-PE=228V		
<b>RCD OK</b>			
x1/2	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

начальная фаза тока 0° или 180°

**времени срабатывания** находятся в пределах установленных лимитов (см. таблицу 1).  
 Прибор выдает **двойной звуковой сигнал, означающий положительный результат (RCD ОК)** и на дисплее появится сообщение изображенное справа.

<b>29 ms</b>			
FRQ=50.0Hz	Ut=1.4V		
VP-N=228V	VP-Pe=228V		
<b>RCD OK</b>			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

**Время срабатывания УЗО (мс)**

Значение напряжения контакта **Ut** в сравнении со значением при заданном дифф. токе (**IdN**).

3.



Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

## 9.4 Тестирование УЗО в режиме дискретного нарастания тока (▬ mode)

Стандарты определяют время отключения УЗО (срабатывания) при номинальном дифференциальном токе. Режим предназначен для измерения реального времени отключения автомата защиты при достижении отключающего тока (который может быть меньше при номинальном напряжении сети).

Предлагается два способа запуска на выбор:



Нажмите однократно **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** дистанционного пробника для запуска процедуры тестирования. Прибор начинает выполнение измерений с начальной фазой тока 0° относительно напряжения (синфазно).

или:



Нажмите дважды **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** дистанционного пробника для запуска процедуры тестирования. Прибор начинает выполнение измерений с начальной фазой тока 180° относительно напряжения (в противофазе).

### ВНИМАНИЕ



Сообщение “Measuring” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.

5. **Примечание:** В соответствии с требованием стандарта EN61008 тестирование УЗО избирательного типа **требует выдерживание интервала между испытаниями 60 секунд**. По этой причине режим **не является доступным для селективных УЗО обоих типов (А и АС)**.

6. При выполнении теста прибор обеспечивает дискретное нарастание испытательного тока и начальную фазу волны отключения с отображением информации на дисплее как указано справа.

RCD			
0°			
<b>18 mA</b>			
> 300 ms			
FRQ=50.0Hz	Ut=1.4V		
VP-N=228V	VP-Pe=228V		
<b>Measuring...</b>			
	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

Начальная фаза тока (0° или 180°)

Тестовый ток (mA)

Тестируемое УЗО – не сработало (при данном токе > 300 mA)

Измерение...

7. Тестирование выполнено успешно, если произошло срабатывание УЗО (отключение цепи) и значения **времени срабатывания и тока отключения** находятся в пределах допуска (см. таблицу 1). При этом прибор выдает **двойной**



RCD			
0°			
<b>27 mA</b>			
27 ms			
FRQ=50.0Hz	Ut=1.4V		
VP-N=228V	VP-Pe=228V		

Начальная фаза тока (0° или 180°)

Ток отключения УЗО (mA)

Время отключения (мс) при достижении отключающего тока УЗО

звуковой сигнал, означающий положительный результат тестирования (RCD OK) и на дисплее появится сообщение изображенное справа.

RCD OK			
	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL


8.



Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

## 9.5 Тестирование УЗО током 1/2 от номинального значения $I_{\Delta n}$ (R<sub>A</sub> mode)

В режиме RA производится измерение напряжения контакта  $U_t$  (прямого прикосновения) и общее сопротивление заземления  $R_a$  (total earth resistance) - без отключения расположенных в цепи автоматов УЗО. Для этого прибор выполняет тест **испытательным током равным 1/2 номинального значения срабатывания**.

5.  Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике для запуска процедуры тестирования. Прибор немедленно начинает выполнение измерений.



### ВНИМАНИЕ

Сообщение “Measuring” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.

6. Если после завершения теста измеренное сопротивление  $R_a$  не превышает расчетное при номинальном токе  $I_{\Delta n}$  и выбранном пределе  $UL$  ( $UL/I_{\Delta n}$ , где  $UL=50V$  и  $I_{\Delta n}=30mA$ ), то прибор выдает **двойной звуковой сигнал, означающий положительный результат (OK)** и на дисплее появится сообщение изображенное справа.

RCD			
<b>39 Ω</b>			
FRQ=50.0Hz	Ut =1.4V		
VP-N=228V	VP-PE=228V		
<b>OK</b>			
RA	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

Значение общего сопротивления в цепи заземления ( $R_a$ )

Значение напряжения контакта  $U_t$  при заданном дифф. токе ( $I_{\Delta n}$ ).

7.  Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

Согласно стандартной практике рекомендуется выполнять тестирование УЗО как с фазой 0 °, так и с фазой 180 ° даже без применения режима АВТО. Если тестируется УЗО А-типа (чувствительное и к переменному току и ненаправленному импульсному току), то желательно произвести испытание, как синусоидальным переменным током, так и ненаправленным импульсным током с фазой 0 ° и 180 °.

Если параметры, установленные в приборе соответствуют типу тестируемого УЗО то для оценки ПРАВИЛЬНОСТИ его срабатывания в дальнейшем испытание, проводимое тестовым током  $I_{\Delta n} \times 1$ ,  $I_{\Delta n} \times 2$ ,  $I_{\Delta n} \times 5$  - **ДОЛЖНО** привести к срабатыванию устройства защиты в течение интервала времени, указанного в следующей таблице:

**Таблица 1:** Значения времени отключения при испытании УЗО общего и избирательного (S) типов.


Тип УЗО	$I_{\Delta n} \times 1$	$I_{\Delta n} \times 2$	$I_{\Delta n} \times 5$	Описание
Общего	<b>0,3с</b>	<b>0,15с</b>	<b>0,04с</b>	<b>Максим.</b> Время отключения в секундах
Избирательного [S]	<b>0,5с</b>	<b>0,20с</b>	<b>0,15с</b>	<b>Максим.</b> Время отключения в секундах
	<b>0,13с</b>	<b>0,05с</b>	<b>0,05с</b>	<b>Миним.</b> Время отключения в секундах

\* Для токов равных 1/2  $I_{\Delta n}$  УЗО **не должно отключиться** – ни при каких условиях.

\* Для значений номинального тока срабатывания  $I_{\Delta n} \leq 30mA$  тестовый ток =  $I_{\Delta n} \times 5$  (пятикратное значение) для выполнения испытаний выбирается равным 0,25А.


## 9.5.1 Аномалии и ошибочные результаты при тестировании УЗО

1. Если в режиме **RA** прибор обнаружил напряжение контакта  $U_t$  (при выбранных условиях) превышающее установленное **UL**, то на дисплее появится сообщение **NOT OK**, означающий отрицательный результат. Проверьте надежность соединения защитного проводника или контакты в цепи заземления.

RCD			
<b>39Ω</b>			
FRQ=50.0Hz		Ut=58.4V	
VP-N=228V		VP-Pe=228V	
<b>NOT OK</b>			
RA	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL


Опасное напряжение контакта

2. Если УЗО сработало с превышением нормированного значения указанного в **таблице 1**, то по завершении теста, прибор выдает **длительный звуковой сигнал**, означающий отрицательный результат. При этом на дисплее появится сообщение, изображенное справа. **Проверьте правильность** выбора типа УЗО при настройке теста.

RCD			
0°			
<b>487 ms</b>			
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V	
VP-N=221V		VP-Pe=221V	
<b>TIME NOT OK</b>			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL


Время отключения не соответствует норме (см. таблицу 1)

3. Если прибор обнаружил, что **УЗО не отключилось** (т.е. время теста превысило предел измерений > **999мс**), то прибор выдает **длительный звуковой сигнал**, означающий отрицательный результат (TIME NOT OK) и на дисплее появится сообщение изображенное справа. **Проверьте правильность** выбора типа УЗО при настройке теста.


RCD			
0°			
<b>&gt; 999 ms</b>			
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V	
VP-N=221V		VP-Pe=221V	
<b>TIME NOT OK</b>			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

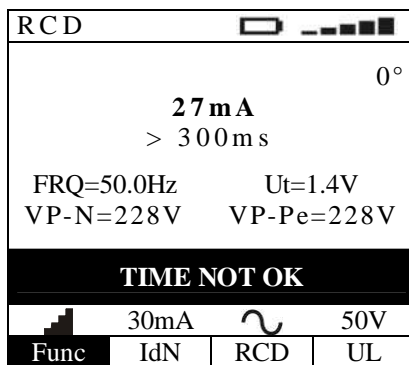
УЗО – не отключилось (по истечении максимального времени теста)

4. Если УЗО избирательного типа (**S**) сработало за время меньше указанного значения (в **таблице 1**), то по завершении теста, прибор выдает **длительный звуковой сигнал**, означающий отрицательный результат (TIME NOT OK). При этом на дисплее появится сообщение, изображенное справа. **Проверьте правильность** выбора типа УЗО при настройке теста.


RCD			
0°			
<b>97 ms</b>			
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V	
VP-N=221V		VP-Pe=221V	
<b>TIME NOT OK</b>			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

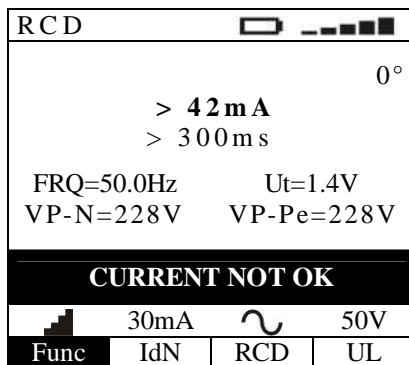
Время отключения не соответствует нормированному значению (Таб.1)

5. Если при выполнении -теста, УЗО сработало с превышением максимальной длительности времени отключения, то прибор выдает **длительный звуковой сигнал, означающий отрицательный результат (TIME NOT OK)**.  
При этом на дисплее появится сообщение, изображенное справа.




Время отключения не подтверждено

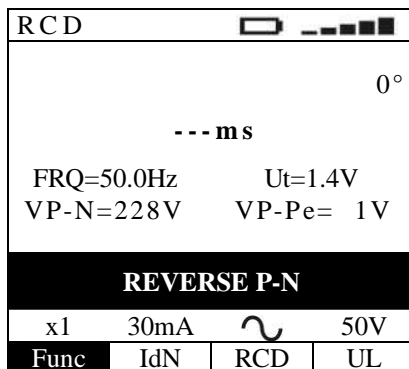
6. Если при выполнении -теста, УЗО не сработало, то прибор выдает **длительный звуковой сигнал, означающий отрицательный результат (CURRENT NOT OK)**.  
При этом на дисплее появится сообщение, изображенное справа.



Время отключения не подтверждено

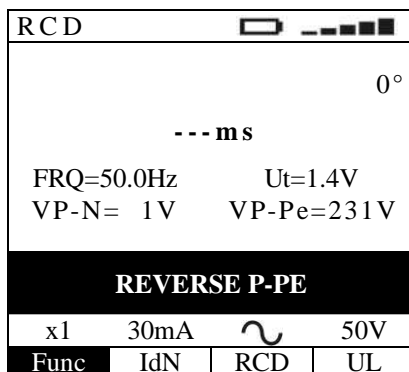
7.  Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

8. Если прибор определил что фазовый (P) и нулевой рабочий проводники (N) перепутаны, то прибор выдает **длительный звуковой сигнал, означающий отрицательный результат**, и на дисплее появится сообщение изображенное справа.  
**Переверните штепсельную вилку** тестового кабеля или поменяйте измерительные провода местами.



Перепутаны фазовый и нейтральный провода (P и N)

9. Если прибор определил что фазовый (P) и нулевой защитный провода (PE) перепутаны, то прибор выдает **длительный звуковой сигнал, означающий отрицательный результат**, и на дисплее появится сообщение изображенное справа.  
Убедитесь в правильности подключения измерительных проводов.



Перепутаны фазовый и защитный провода (P и PE)

10. Если прибор определил, что напряжение «Ф-Н» или «Ф-З» меньше номинального значения, то на дисплее появится сообщение **Low voltage** изображенное справа. Убедитесь в наличии напряжения в сети и правильность подключения измерительных проводов.

RCD					
				0°	
				--- ms	
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V			
VP-N= 1V		VP-Pe= 1V			
<b>Low voltage</b>					
x1	30mA		50V		
Func	IdN	RCD	UL		

Недостаточное напряжение

11. Если прибор определил, что напряжение «Ф-Н» или «Ф-З» превышает номинальное значение, то на дисплее появится сообщение **High voltage** изображенное справа. Проверьте наличие напряжения в сети и правильность подключения измерительных проводов. Убедитесь в отсутствии подключения по схеме «Ф-Ф».

RCD					
				0°	
				--- ms	
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V			
VP-N=281V		VP-Pe=280V			
<b>High voltage</b>					
x1	30mA		50V		
Func	IdN	RCD	UL		

Обнаружено превышение напряжения

12. Если прибор определил, что напряжение «Ф-Н» меньше минимального значения, то прибор не выполняет тест и на дисплее появится сообщение **MISSING N** изображенное справа. Проверьте наличие подключения нейтрального (нулевого рабочего) проводника в сети.

RCD					
				0°	
				--- ms	
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V			
VP-N= 1V		VP-Pe=231V			
<b>MISSING N</b>					
x1	30mA		50V		
Func	IdN	RCD	UL		

Отсутствует нейтральный провод N

13. Если прибор определил большое сопротивление в цепи заземления, что равнозначно отсутствию заземляющего проводника, то прибор не выполняет тест и на дисплее появится сообщение **MISSING PE**. Проверьте наличие и надежность подключения защитного проводника.

RCD					
				0°	
				--- ms	
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V			
VP-N=231V		VP-Pe=160V			
<b>MISSING-PE</b>					
x1	30mA		50V		
Func	IdN	RCD	UL		


Отсутствует защитный проводник PE

14. Если прибор определил (при выбранных условиях), что напряжение контакта **Ut** превышает установленное **UL**, то выполнение теста прекращается и на дисплее появится сообщение **Ut > Ulim**. Проверьте надежность соединения защитного проводника или контактов в цепи заземления.

RCD					
				0°	
				--- ms	
FRQ=50.0Hz		Ut=0.0V			
VP-N=231V		VP-Pe=231V			
<b>Ut &gt; Ulim</b>					
x1	30mA		50V		
Func	IdN	RCD	UL		


Обнаружено опасное напряжение Ut

15. Если УЗО отключается до **завершения основного** (на этапе подготовки к тестированию), то прибор выводит сообщение **RCD TRIPPED**, указанное справа. В цепи могут присутствовать посторонние токи утечки. Отключите все потребители, защищаемые данным УЗО. Проверьте соответствие номинального тока отключения IdN, выбранного в настройках.


RCD			
0°			
--- ms			
FRQ=50.0Hz		Ut=0.0V	
VP-N=231V		VP-Pe=231V	
<b>RCD TRIPPED</b>			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

УЗО отключилось **преждевременно**

16. Если после нескольких измерений прибор перегрелся, тест не может выполняться и на дисплей выводится сообщение **Hot temperature** указанное рядом. Сделайте паузу и ожидайте до момента удаления сообщения на дисплее.

RCD			
0°			
--- ms			
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V	
VP-N=231V		VP-Pe=231V	
<b>Hot temperature</b>			
x1	30mA		50V
Func	IdN	RCD	UL

Прибор перегрелся

17.  Результаты тестирования, указанные в данном разделе **не могут быть сохранены** в памяти прибора.

## 10 ТЕСТИРОВАНИЕ в режиме ПЕТЛЯ (LOOP)

Режим измерения полного сопротивления цепи, сопротивления петли тока короткого замыкания (**КЗ**), вычисление ожидаемого тока КЗ. Тест выполняется в соответствии с нормативами МЭК/ EN61557-3, CEI 64-8 612.6.3. При тестировании измеряется полное сопротивление цепи (line impedance), сопротивление петли тока короткого замыкания (КЗ) с вычислением значения ожидаемого тока КЗ.

При этом обеспечивается выбор следующих режимов или условий тестирования:

- «**P-N**»/ «**Ф-Н**» - прибор измеряет полное сопротивление цепи фаза-нейтраль и вычисляет ожидаемый в ней ток короткого замыкания.
- «**P-P**»/ «**Ф-Ф**» - прибор измеряет полное сопротивление цепи фаза-фаза и вычисляет ожидаемый в ней ток короткого замыкания.
- «**P-PE**»/ «**Ф-З**» - прибор измеряет полное сопротивление цепи фаза-земля и вычисляет ожидаемый в ней ток короткого замыкания.



### ВНИМАНИЕ

Измерение сопротивления цепи или петли связано с протеканием больших тестовых токов. Это может вызвать срабатывание (отключение) магнитотермических или дифференциальных автоматов или защитных выключателей, в которых ток номинальный срабатывания менее 6А/10 А. При необходимости обеспечьте их шунтирование («обход») отдельным проводником для проведения теста.



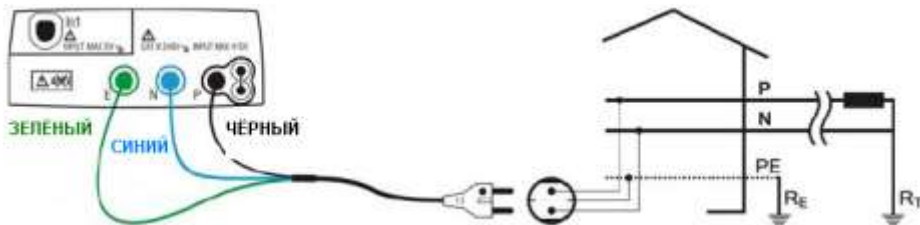


Рис.15: Подключение прибора для измерения сопротивления цепи и петли к 1-о фазной сети ~ 230 В при помощи кабеля-переходника (shuko cable)

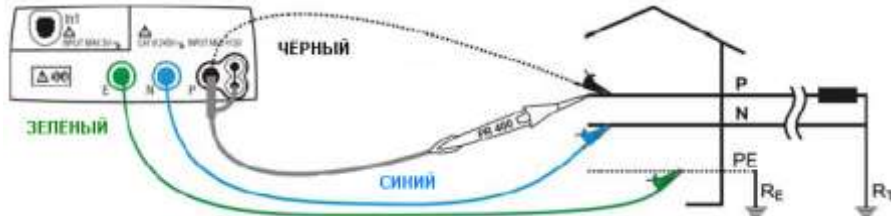


Рис.16: Подключение прибора для измерения сопротивления цепи и петли в 1-о сети ~ 230В при помощи измерительных проводов или опционального щупа-пробника

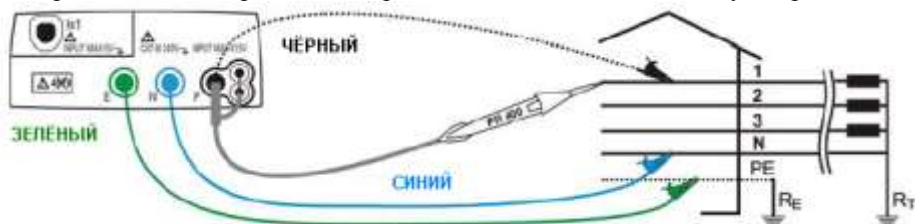


Рис.17: Подключение прибора для измерения полного сопротивления цепи **P-N** и петли **P-PE** в трехфазной сети 400В + N + PE при помощи измерительных проводов или опционального щупа-пробника

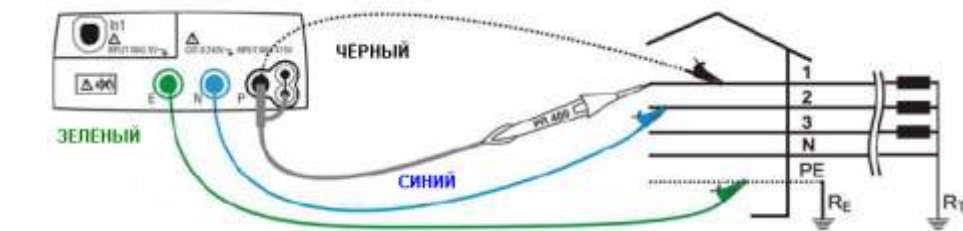


Рис.18: Подключение прибора для измерения полного сопротивления цепи **P-P** в трехфазной сети 400В + N + PE при помощи измерительных проводов или опционального щупа-пробника

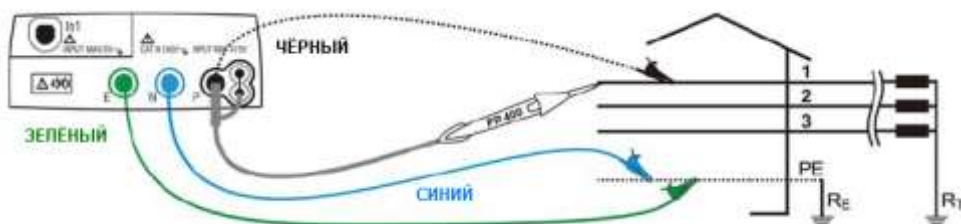


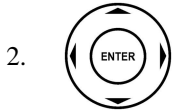
Рис.19: Подключение прибора для измерения полного сопротивления цепи **P-PE** в трехфазной сети 400В + PE (no N) при помощи измерительных проводов или опционального щупа-пробника

1.



Нажмите **MENU** и перемещением курсора при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите ячейку **LOOP (ПЕТЛЯ)**. Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**. На дисплее появится экранная информация подобная приведенной на рис. справа.

LOOP		0°	
-----Ω			
-----A			
FRQ=50.0Hz			
VP-N=228 V	VP-Pe=228 V		
P-PE	STD		
Func	Mod.		



2. Используя ◀, ▶ выберите параметр или условия тестирования. С помощью кнопок ▲, ▼ при необходимости измените значение параметра. **В процессе выбора параметров нажатия кнопки ENTER для подтверждения ввода – НЕ ТРЕБУЕТСЯ.**

**Func**

В данном разделе меню выбирается требуемая функция тестирования, которые могут следующими: **P-N, P-P, P-PE** (отображаются последовательно курсором при каждом очередном нажатии).

**UL**

В данном разделе меню выберется значение **UL предела напряжения прикосновения**, которое активно только в типе заземления системы **IT** и установке режима **P-PE** из следующих значений: **25 В** или **50 В**.

**Mod.**

В данном разделе меню выберется параметр, который неактивен при типе заземления системы **IT** и установке режима **P-PE** из следующих состояний: **STD, Z2Ω**

**ICAL**

В данной ячейке меню выберется параметр, который активен только при состоянии **Z2Ω** (в случае **MOD**), который позволяет установить следующие состояния токов КЗ в энергосистемах: **IkMax3Ph, IkMin3Ph, IkMax2Ph, IkMin2Ph, IkMaxP-N, IkMinP-N, IkMaxP-PE, IkMinP-PE, IkSTD**

**RMT**

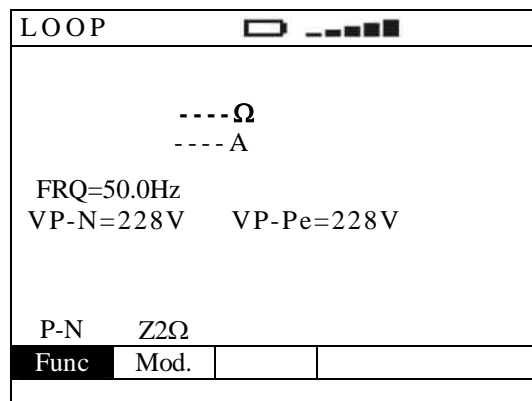
В данной ячейке, которая активна только при состоянии **Z2Ω** (в случае **MOD**), отображается серийный номер, версию FW подключенного устройства **IMP57**.

3. Если возможно отсоедините все нагрузки (потребителей), находящиеся по цепи дальше точки измерения, так как их входное сопротивление включено параллельно тестируемой цепи и может исказить результаты тестирования.

4. Используя виртуальную кнопку **Mod** - выберите значение **STD**. При необходимости добиться высокого разрешения при измерении (рекомендуется вблизи трансформаторов) – используйте режим тестирования **STD**, который допускает применение опции токового трансформатора **IMP57**.


При выборе режима **Z2Ω** на дисплее прибора появится сообщение изображенное справа.

Подключите опцию **IMP57** к прибору с помощью оптокабеля и выполняйте измерения, как указано в РЭ.



5. Соедините **зеленый, синий** и **черный** конекторы 3-х проводного shuko-кабеля или отдельные тестовые провода соответственно с входными гнездами **E, N** и **P** прибора. Допускается использование отдельных измерительных проводов, подсоединив на концы соответствующие по цвету зажимы «крокодил». Возможно для тестирования использовать щуп-пробник **PR 400 (опция)** путем соединения с гнездом **P** прибора - одного из штекеров многополюсного соединителя. Соответствующие схемы подключения изображены на рис. 15 – 19.

## 10.1 Измерение петли в режиме «Ф-Н» (P-N mode)

6.  Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике для запуска процедуры тестирования. Прибор немедленно начинает выполнение измерений.



### ВНИМАНИЕ

Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.


7. После завершения теста в данном режиме если значение полного сопротивления цепи меньше предела измерений, то прибор выдает **двойной звуковой сигнал, означающий, что испытание успешно завершено** и на дисплей выводится сообщение указанное рядом.

LOOP		[Battery Icon] [Signal Icon]	
<b>1.07Ω</b>		215 A	
FRQ=50.0Hz	VP-N=228V	VP-Pe=228V	
P-N	STD		
Func	Mod.		


Полное сопротивление цепи
Ожидаемый ток КЗ
Напряжения Ф-Н и Ф-3 (P-N, P-PE)

8. Формула вычисления предполагаемого тока короткого замыкания **в цепи Ф-Н:**  $I_{CC} = \frac{U_N}{Z_{PN}}$  :

где:  $Z_{PN}$  – измеренное полное сопротивление цепи Ф-Н  
 $U_N$  - номинальное напряжение Ф-Н  
 $U_N = 127V$  при  $V_{P-N\text{ meas}} \leq 150V$   
 $U_N = 230V$  или  $U_N = 240V$  если  $V_{P-N\text{ meas}} > 150V$

9.  Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

## 10.2 Измерение петли в режиме «Ф-Ф» (P-P mode)

6.  Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике для запуска процедуры тестирования. Прибор немедленно начинает выполнение измерений.

### ВНИМАНИЕ



Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.

7. После завершения теста в данном режиме если значение полного сопротивления цепи меньше предела измерений, то прибор выдает **двойной звуковой сигнал, означающий, что испытание успешно завершено** и на дисплей выводится сообщение указанное рядом

LOOP		[Battery Icon] [Signal Icon]	
<b>0.57Ω</b>		701 A	
FRQ=50.0Hz	VP-P=402V	VP-Pe=230V	
P-P	STD		
Func	Mod.		

Полное сопротивление цепи
Ожидаемый ток КЗ
Напряжения Ф-Ф и Ф-3 (P-P, P-PE)

8. Формула вычисления предполагаемого тока короткого замыкания **в цепи Ф-Ф:**  $I_{CC} = \frac{U_N}{Z_{PP}}$

где:  $Z_{PP}$  – измеренное полное сопротивление цепи Ф-Ф  
 $U_N$  - номинальное межфазовое напряжение Ф-Ф  
 $U_N = 127V$  при  $V_{P-P\text{ meas}} \leq 150V$   
 $U_N = 230V$  или  $U_N = 240V$  если  $150V < V_{P-P\text{ meas}} \leq 265V$ ;  $U_N = 400V$  или  $U_N = 415V$  если  $V_{P-P\text{ meas}} > 265V$

9.



Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

## 10.3 Режим измерений «Ф-Ф3» (P-PE mode) в системах с типом заземления TT или TN

Предлагается два способа запуска на выбор:



Нажмите однократно **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** дистанционного пробника для запуска процедуры тестирования. Прибор начинает выполнение измерений с начальной фазой тока 0° относительно напряжения (синфазно).

Или:



Нажмите дважды **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** дистанционного пробника для запуска процедуры тестирования. Прибор начинает выполнение измерений с начальной фазой тока 180° относительно напряжения (в противофазе).

### ВНИМАНИЕ



Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.

1. После завершения теста в данном режиме (если значение полного сопротивления цепи меньше предела измерений) прибор выдает **двойной звуковой сигнал, означающий, что испытание успешно завершено** и на дисплей выводится сообщение указанное рядом

LOOP		0°	
<b>1.07Ω</b>			
215 A			
FRQ=50.0Hz			
VP-N=230V	VP-Pe=230V		
P-PE	STD		
Func	Mod.		

Начальная фаза тока **180°** или **0°**

Полное сопротивление цепи

Ожидаемый ток КЗ

Напряжения Ф-Ф и Ф-3 (P-P, P-PE)

2. Формула вычисления предполагаемого тока короткого замыкания в цепи Ф-Ф:  $I_{CC} = \frac{U_N}{Z_{PE}}$ :

где:  $Z_{PE}$  – измеренное полное сопротивление петли Ф-Ф3  
 $U_N$  - номинальное фазное напряжение Ф-3  
 $U_N = 127V$  при  $V_{P-PE\ meas} \leq 150V$ ;  
 $U_N = 230V$  или  $U_N = 240V$  если  $V_{P-PE\ meas} > 150V$


3. В распределительных электросетях с типом заземления **TT** – полное сопротивление цепи, измеренное прибором, может соответствовать только сопротивлению заземления. Поэтому в соответствии с требованиями национального стандарта СЕИ64-8 данный результат может быть интерпретирован как значение сопротивление заземления системы.

4.



Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

# 10.4 Режим измерений «Ф-Ф3» (P-PE mode) в системах с типом заземления IT

- 

Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике для запуска процедуры тестирования. Прибор немедленно начинает выполнение измерений.



## ВНИМАНИЕ

Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.


- Если после завершения теста в данном режиме значение контактного напряжения  $U_t$  меньше предела измерений, то прибор выдает **двойной звуковой сигнал, означающий, что испытание успешно завершено** и на дисплей выводится сообщение указанное рядом.

LOOP			
<b>63 mA</b>			
$U_t = 19.7 V$			
FRQ=50.0Hz			
VP-N=230V		VP-PE=230V	
P-PE	25V	IT	
Func	UL		

Первичный ток петли заземления

Измеренное напряжение контакта

Напряжения Ф-Н и Ф-З (P-N, P-PE)

- 

Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)


# 10.5 Аномалии и ошибочные результаты при тестировании в режиме ПЕТЛЯ

- Если прибор по завершении теста в данном режиме обнаружил, что значение полного сопротивления цепи больше предела измерений, то на дисплей выводится изображение, указанное справа.

LOOP			
<b>&gt; 199.9 Ω</b>			
--- A			
FRQ=50.0Hz			
VP-P=402V		VP-PE=230V	
P-P	STD		
Func	Mod.		

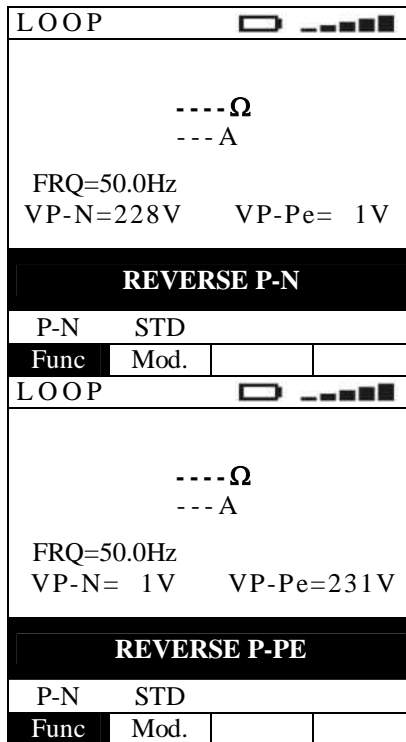
Полное сопротивление цепи больше предела измерений

Напряжения Ф-Ф и Ф-З (P-P, P-PE)

- 

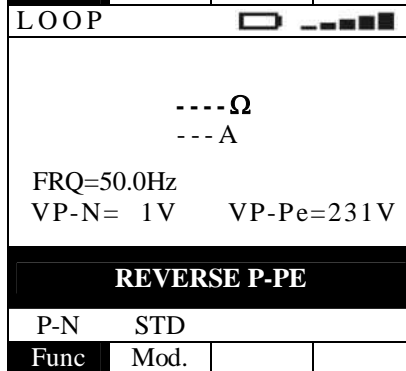
Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1).

3. Если прибор определил что фазовый (P) и нулевой рабочий проводники (N) перепутаны, то на дисплее появится сообщение изображенное справа.  
**Переверните штепсельную вилку** тестового 3-х конт. кабеля или поменяйте измерительные провода местами.



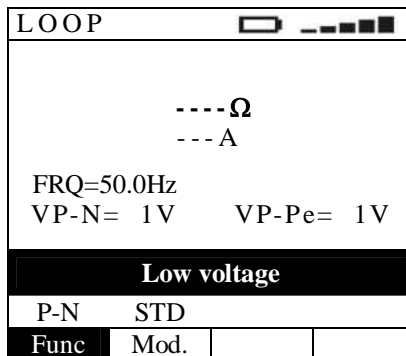
Перепутаны фазовый и нулевой провод (P и N)

4. Если прибор определил, что фазовый (P) и защитный провод (PE) перепутаны, то на дисплее появится сообщение изображенное справа.  
Убедитесь в правильности подключения измерительных проводов.



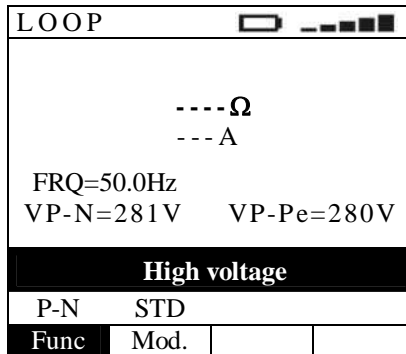
Перепутаны фазовый и защитный провод (P и PE)

5. Если прибор определил, что напряжение «Ф-Н» или «Ф-З» меньше номинального значения, то на дисплее появится сообщение **Low voltage** изображенное справа.  
Убедитесь в наличии напряжения в сети и правильность подключения измерительных проводов.



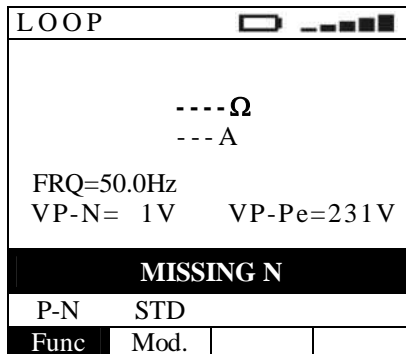
Низкое напряжение

6. Если прибор определил, что напряжение «Ф-Н» или «Ф-З» превышает номинальное значение, то на дисплее появится сообщение **High voltage** изображенное справа.  
Проверьте наличие напряжения в сети и правильность подключения измерительных проводов.  
Убедитесь в отсутствии подключения по схеме «Ф-Ф».





Превышение напряжения

7. Если прибор определил, что напряжение «Ф-Н» меньше минимального значения, то прибор **не выполняет тест** и на дисплее появится сообщение **MISSING N**, изображенное справа.  
Проверьте наличие подключения нейтрального (нулевого рабочего) проводника в сети.



Отсутствует проводник нейтрал N

8. Если прибор определил аномально большое сопротивление в цепи заземления, что равнозначно отсутствию заземляющего проводника, то **прибор не выполняет тест** и на дисплее появится сообщение **MISSING PE**. Проверьте наличие и надежность подключения защитного проводника.

L O O P  			
----Ω ---A			
FRQ=50.0Hz			
VP-N=231V		VP-Pe=160V	
<b>MISSING-PE</b>			
P-N		STD	
Func	Mod.		

Отсутствует защитный провод PE

9. Если прибор в режиме **P-PE** определил (при выбранных условиях), что напряжение контакта  $U_t$  превышает установленное  $U_L$ , то **выполнение теста прекращается** и на дисплее появится сообщение  **$U_t > U_{lim}$** .  
Проверьте надежность соединения защитного проводника или надежность контактов в цепи заземления.


LOOP <span style="float: right;">▢ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬</span>			
0°			
----Ω ---A			
FRQ=50.0Hz VP-N=231V VP-Pe=231V			
<b><math>U_t &gt; U_{lim}</math></b>			
P-PE		STD	
Func	Mod.		

Опасное напряжение контакта

10. Если после нескольких последовательных измерений прибор перегрелся, то тест не может выполняться и на дисплей выводится сообщение **Hot temperature** указанное рядом.  
Сделайте паузу и ожидайте до момента удаления сообщения на дисплее.

LOOP <span style="float: right;">▢ ▬ ▬ ▬ ▬ ▬</span>			
0°			
----Ω ---A			
FRQ=50.0Hz VP-N=231V VP-Pe=231V			
<b>Hot temperature</b>			
P-N		STD	
Func	Mod.		

Прибор перегрелся

11.  Результаты тестирования, указанные в данном разделе **не могут быть сохранены** в памяти прибора.

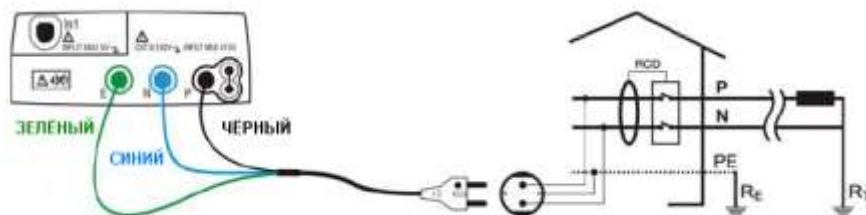
## 11 ТЕСТИРОВАНИЕ в режиме $R_A$ 15mA (сопротивление заземления, ток КЗ)

Тест выполняется в соответствии с нормативами МЭК/ EN61557-6, CEI 64-8 612.6.3 и позволяет измерить полное сопротивление цепи заземления током **15 мА** и вычисление ожидаемого тока короткого замыкания (КЗ) непосредственно при подключении в розетке распределительной сети.



### ВНИМАНИЕ

Измерение полного сопротивления заземления связано с протеканием тестовых токов в цепи Ф-3. Это может вызвать срабатывание (отключение) магнитотермических или дифференциальных автоматов или защитных выключателей, в которых ток номинальный срабатывания меньше указанного в спецификации прибора.



- Рис.20: Подключение для измерения сопротивления петли **P-PE** в 1-о фазной сети ~ 230 В при помощи 3-х конт. кабеля (**shuko cable**)



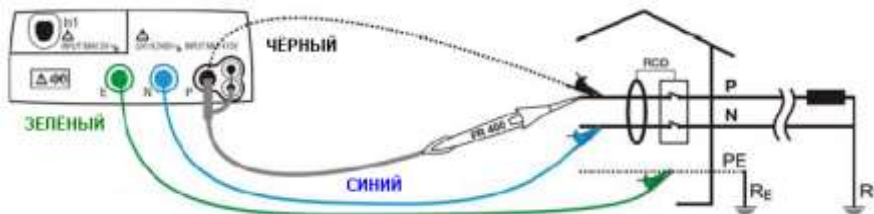



Рис.21: Подключение для измерения петли **P-PE** в 1-о сети ~ 230В при помощи измерительных проводов (щупа-пробника)

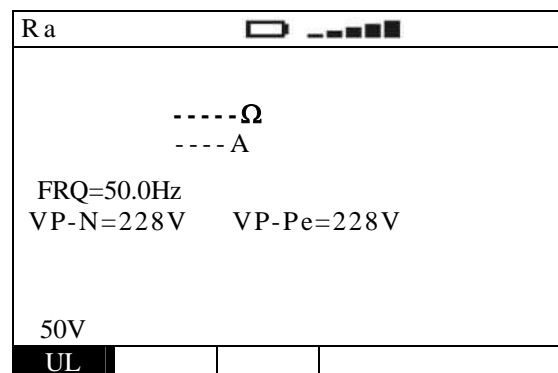




Рис.22: Подключение прибора для измерения полного сопротивления петли **P-PE** в трехфазной сети 400В + N + PE при помощи измерительных проводов или опционального щупа-пробника



Рис.23: Подключение прибора для измерения полного сопротивления петли **P-PE** в трехфазной сети 400В + PE (no N) при помощи измерительных проводов или опционального щупа-пробника

1.  Нажмите **MENU** и перемещением курсора при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите ячейку **Ra** (заземление). Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**. На дисплее появится экранная информация подобная приведенной на рис. справа.



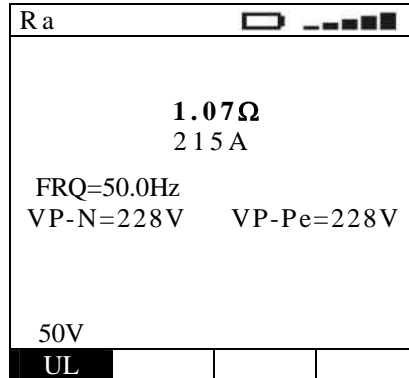
2.  Используя **◀**, **▶** выберите значение предела напряжения прикосновения: **50В, 25В** (отображаются последовательно курсором при каждом очередном нажатии). **Нажатия кнопки ENTER для подтверждения ввода параметров – НЕ ТРЕБУЕТСЯ.**
3. По возможности отключите все нагрузки, подключенные к цепи после точки измерений, т.к. их импеданс может исказить результаты тестирования.
4. Соедините **зеленый, синий** и **черный** конекторы 3-х проводного shuko-кабеля или отдельные тестовые провода соответственно с входными гнездами **Е, N и P** прибора. Допускается использование отдельных измерительных проводов, подсоединив на концы соответствующие по цвету зажимы «крокодил». Возможно для тестирования использовать щуп-пробник **PR 400 (опция)** путем соединения с гнездом **P** прибора одного из штекеров многополюсного соединителя. Соответствующие схемы подключения изображены на **рис. 20 – 23.**
5.  Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике для запуска процедуры тестирования. Прибор немедленно начинает выполнение измерений.

**ВНИМАНИЕ**



Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.

6. После завершения теста прибор (если значение сопротивление петли меньше предела измерений) выдает **двойной звуковой сигнал, означающий, что испытание успешно завершено** и выдает на дисплей значения указанные справа.



Значение сопротивления петли


Ожидаемый ток КЗ

Напряжения Ф-Н и Ф-З (**P-N, P-PE**)

7. Формула вычисления предполагаемого тока короткого замыкания **в цепи Ф-Фз**:  $I_{CC} = \frac{U_N}{Z_{PE}}$ :

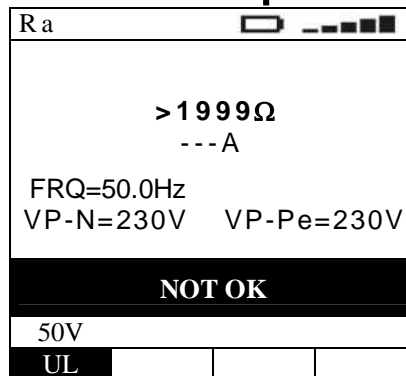
где:  $Z_{PE}$  – измеренное полное сопротивление петли Ф-Фз  
 $U_N$  - номинальное фазное напряжение Ф-З  
 $U_N = 127V$  при  $V_{P-PE\ meas} \leq 150V$   
 $U_N = 230V$  или  $U_N = 240V$  если  $V_{P-PE\ meas} > 150V$

8. В распределительных электросетях с типом заземления **ТТ** – полное сопротивление цепи, измеренное прибором, может соответствовать только сопротивлению заземления. Поэтому в соответствии с требованиями национального стандарта СЕИ64-8 данный результат может быть интерпретирован как значение сопротивление заземления системы.

9.  Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

## 11.1 Аномалии и ошибочные результаты при тестировании в режиме $R_A$ 15mA

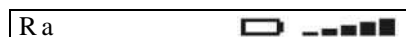
1. Если прибор по завершении теста в данном режиме обнаружил, что значение полного сопротивления петли заземления больше предела измерений, **>1999Ω**, то прибор выдает **длительный звуковой сигнал, означающий отрицательный результат (NOT OK)** и на дисплей выводится изображение, указанное справа.



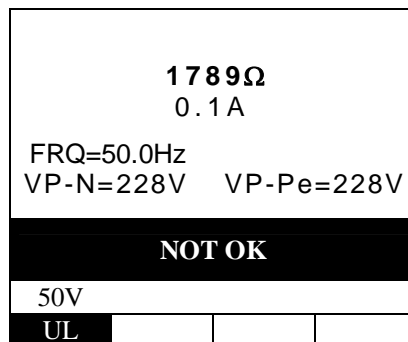
Сопротивление превышает предел измерения

Напряжения Ф-Н и Ф-З (**P-N, P-PE**)

2. Если прибор обнаружил, что



сопротивление в цепи превышает расчетные значения, определяемые как  $U_{LIM}/30mA$  (т.е.  $1666\Omega$  для  $U_{LIM}=50V$ ,  $833\Omega$  для  $U_{LIM}=25V$ ), то прибор выдает **однократный сигнал, означающий отрицательный результат тестирования (NOT OK)** и на дисплее появится сообщение изображенное справа.



Значение сопротивления превышает расчетное значение ( $U_{LIM}/30mA$ )

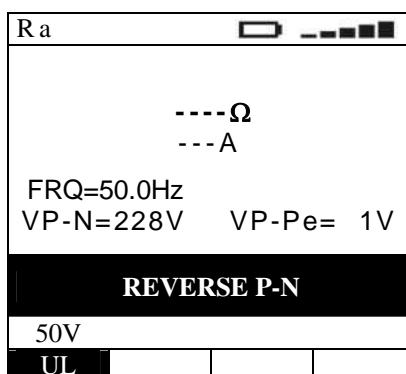
3.



Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

4. Если прибор определил что фазовый (P) и нулевой рабочий проводники (N) перепутаны, то на дисплее появится сообщение изображенное справа.

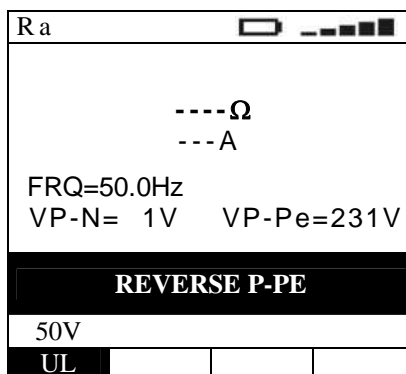
**Переверните штепсельную вилку** тестового 3-х конт. Кабеля или поменяйте измерительные провода местами.



Перепутаны фазовый и нейтральный провода (P и N)

5. Если прибор определил, что фазовый (P) и защитный заземляющий провода (PE) перепутаны, то на дисплее появится сообщение изображенное справа.

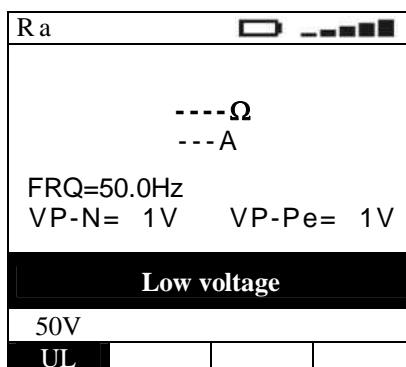
Убедитесь в правильности подключения измерительных проводов.



Перепутаны фазовый и защитный провода (P и PE)

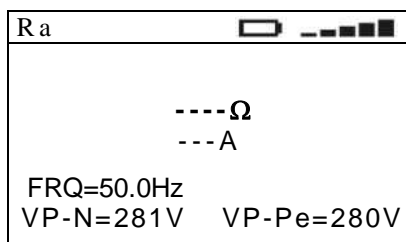
6. Если прибор определил, что напряжение «Ф-Н» или «Ф-З» **меньше** номинального значения, то на дисплее появится сообщение **Low voltage** изображенное справа.

Убедитесь в наличии напряжения в сети и правильность подключения измерительных проводов.



Низкое напряжение

7. Если прибор определил, что напряжение «Ф-Н» или «Ф-З» **превышает** номинальное значение, то на дисплее появится сообщение **High voltage** изображенное справа. Проверьте наличие напряжения в сети и правильность подключения



измерительных проводов.  
Убедитесь в отсутствии подключения по схеме «Ф-Ф».

High voltage			
50V			
UL			

Превышение напряжения

8. Если прибор определил, что напряжение «Ф-Н» меньше минимального значения, то прибор **не выполняет тест** и на дисплее появится сообщение **MISSING N**, изображенное справа. Проверьте наличие подключения нейтрального (нулевого рабочего) проводника в сети.

Ra	[Battery Icon] [Signal Bars]		
<p style="text-align: center;">----Ω ---A</p> <p>FRQ=50.0Hz VP-N= 1V VP-Pe=231V</p>			
MISSING N			
50V			
UL			

Отсутствует проводник нейтрали N

9. Если прибор определил аномально большое сопротивление в цепи заземления, что равнозначно отсутствию заземляющего проводника, то **прибор не выполняет тест** и на дисплее появится сообщение **MISSING PE**. Проверьте наличие или надежность подключения защитного проводника.

Ra	[Battery Icon] [Signal Bars]		
<p style="text-align: center;">----Ω ---A</p> <p>FRQ=50.0Hz VP-N=231V VP-Pe=160V</p>			
MISSING-PE			
50V			
UL			

Отсутствует защитный проводник PE

10. Если прибор в режиме **R<sub>A</sub> 15mA** определил (при выбранных условиях), что напряжение контакта U<sub>t</sub> превышает установленное U<sub>L</sub>, то **выполнение теста прекращается** и на дисплее появится сообщение **U<sub>t</sub> > U<sub>lim</sub>**. Проверьте надежность соединения защитного проводника или надежность контактов в цепи заземления.

Ra	[Battery Icon] [Signal Bars]		
<p style="text-align: right;">0°</p> <p style="text-align: center;">----Ω ---A</p> <p>FRQ=50.0Hz VP-N=231V VP-Pe=231V</p>			
U <sub>t</sub> > U <sub>lim</sub>			
50V			
UL			

Опасное напряжение контакта

11. Если после выполнения нескольких последовательных измерений прибор перегрелся, на дисплей выводится сообщение **Hot temperature** указанное рядом и тест не может выполняться. Сделайте паузу и ожидайте до момента удаления сообщения на дисплее.

Ra	[Battery Icon] [Signal Bars]		
<p style="text-align: center;">----Ω ---A</p> <p>FRQ=50.0Hz VP-N=231V VP-Pe=231V</p>			

Hot temperature			
50V			
UL			

Прибор перегрелся

12.



Результаты, перечисленные выше в данном разделе, - **не могут быть сохранены** в памяти прибора.

# 12 ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ ЧЕРЕДОВАНИЯ ФАЗ - «123» ("0" Phase sequence)

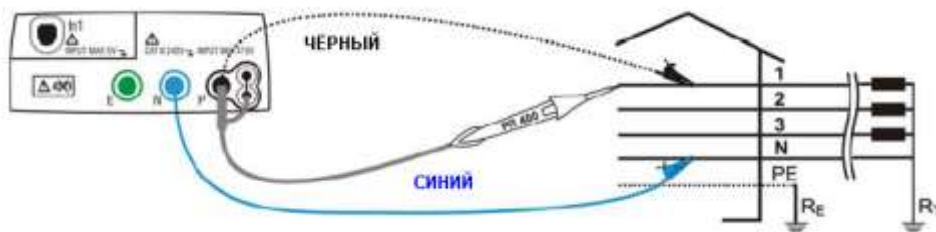
Тест выполняется в соответствии с нормативами МЭК/ EN61557-7 и позволяет определить в 3-х фазной энергосистеме правильность чередования фаз при непосредственном контакте измерительного пробника с токоведущими частями или проводниками, находящимися под напряжением (т.е. в цепях, не имеющих защитного изолирующего покрытия или оболочки).

Доступны следующие варианты применения прибора в данном режиме:


- **1Т** Способ тестирования с использованием 1-го измерительного щупа-пробника
- **2Т** Способ тестирования с использованием 2-х измерительных наконечников (пробников).

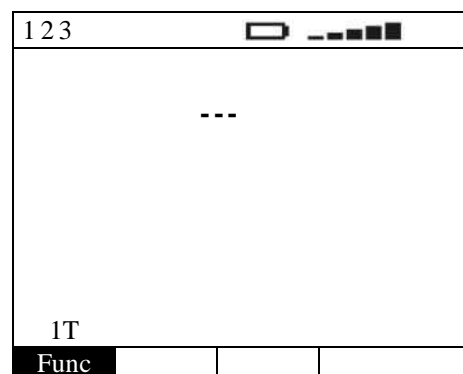



• Рис. 24: Подключение прибора для определения правильности чередования фаз при использовании 1-го измерительного щупа-пробника (*подключение к фазе 1*)




• Рис.25: Подключение прибора для определения правильности чередования фаз при использовании 2-х измерительных пробников (*подключение к фазе 1*)

1.  Нажмите **MENU** и перемещением курсора при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите ячейку **123 (чередование фаз)**. Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**. На дисплее появится экранная информация подобная приведенной на рис. справа.



2.  Используя **◀**, **▶** выберите способ тестирования для определения правильности чередования фаз: **1Т**, **2Т** (отображаются последовательно курсором при каждом очередном нажатии). **Нажатия кнопки ENTER для подтверждения ввода параметров – НЕ ТРЕБУЕТСЯ.**

3. Подключите **синий** и **черный** наконечники измерительных проводов соответственно к входным гнездам прибора **N** и **P**. Подсоедините к ним зажимы-«крокодил» с соблюдением цветовой маркировки. Кроме того, возможно для подключения и тестирования использовать щуп-пробник удаленного запуска теста PR 400 (*опция*) путем соединения штекера многополюсного соединителя с гнездом **P**. Подключите 2 измерительных провода с зажимами-«крокодил» или 1 провод + тестовый пробник к энергосети по схеме, как указано на рис. 24 и 25.

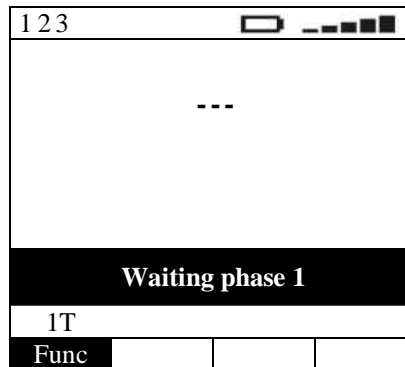
4.  Нажмите **GO/STOP** на панели прибора или кнопку **START** на выносном дистанционном пробнике для запуска процедуры тестирования. Прибор немедленно начинает выполнение измерений.



## ВНИМАНИЕ

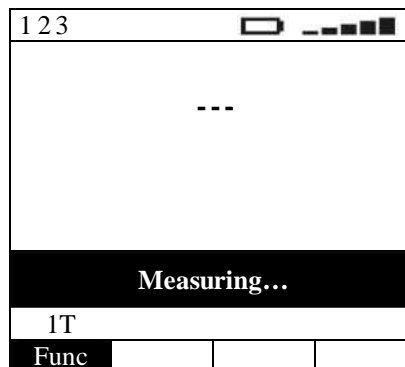
Сообщение “**Measuring**” означает состояние прибора – «**в процессе измерения**». Не отсоединяйте тестовые провода от сети в том момент, когда на дисплее отображается данное сообщение.

5. Прибор переключается в состояние «**режим ожидания**» (stand-by) и отображает на дисплее сообщение «--- » до тех пор, пока пробник или зажим не обнаружит входное напряжение, превышающее установленный нижний предел номинального значения.



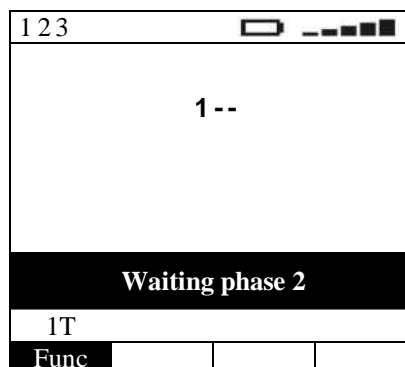
Ожидание фаза 1

6. Если прибор определил, что входное напряжение соответствует номинальному значению, то на дисплее появится сообщение **Measuring...** изображенное справа и происходит запуск измерения первого напряжения (фаза 1). При этом прибор выдает **длительный звуковой сигнал** до тех пор, пока на входе присутствует напряжение.



Измерение фаза 1

7. После завершения этапа (если определено знач. фаза 1) прибор переключается в состояние «**режим ожидания**» (stand-by) и отображает на дисплее сообщение «--- » до тех пор, пока пробник или зажим не обнаружит входное напряжение, превышающее установленный нижний предел номинального значения.



Ожидание фаза 2

8. Переместите **черный** измерительный провод или щуп-пробник на другой фазовый проводник, как указано на рис. 26 и ри.27 для определения правильности чередования.



- Рис.26: Подключение прибора для определения правильности чередования фаз
- при использовании 1 измерительного пробника (*подключение к фазе 2*)

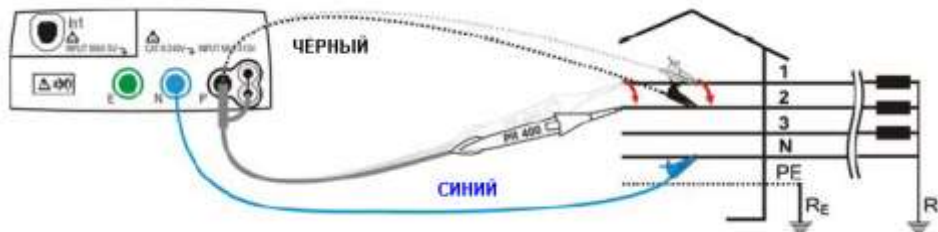
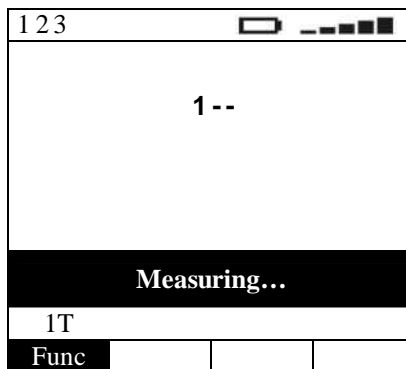


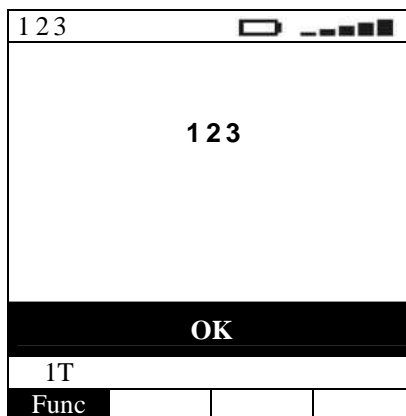
Рис.27: Подключение прибора для определения правильности чередования фаз при использовании:  
 • 2 измерительных провода с зажимами-«крокодил» или 1 провод + тестовый пробник (*подключение к фазе 2*)

9. Если прибор определил, что входное напряжение соответствует номинальному значению, то на дисплее появится сообщение **Measuring...** изображенное справа и происходит запуск измерения второго напряжения (фаза 2). При этом прибор выдает **длительный звуковой сигнал** до тех пор, пока на входе присутствует напряжение.



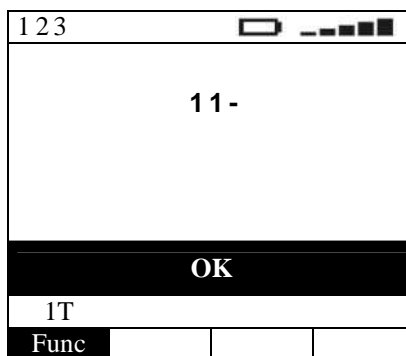
Измерение фаза 2

10. После завершения теста (если определено правильное чередование фаз) на дисплее отображается «123» и сообщение **OK** указанные справа. При этом прибор выдает **двойной звуковой сигнал**, означающий, что измерение успешно завершено.




Правильная последовательность чередования фаз

11. Если по завершении теста (чередование фаз определено) на дисплее отображается «11-» и сообщение **OK**, указанные справа. Прибор выдает **двойной звуковой сигнал**, означающий, что измерение успешно завершено. Применяется для определения синфазности для присоединения различных фидеров.



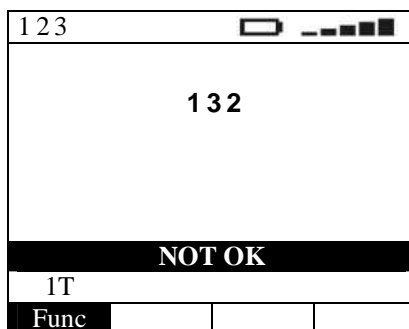
Совпадение фаз (соответствие)

12.  Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)




# 12.1 Аномалии при тестировании в режиме «123» (☉ чередование фаз)

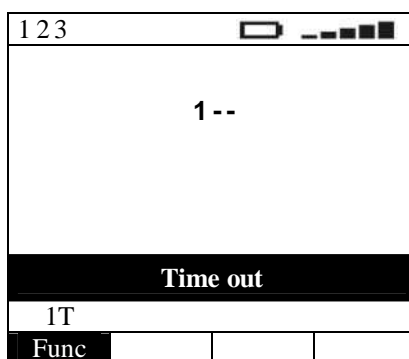
1. После завершения теста (при нарушении последовательности чередования фаз) прибор выдает **длительный звуковой сигнал** и на дисплее отображаются: «**132**» и сообщение **NOT OK** указанные справа.



нарушение чередования фаз

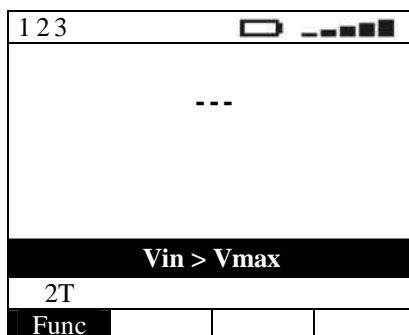
2.  Результаты тестирования **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

3. Если интервал между первым и вторым подключением к сети для определения чередования фаз превышает установленный предел - прибор выдает **длительный звуковой сигнал** и на дисплее отображается сообщение **Time out** указанное справа.



Время теста истекло

4. Если в процессе измерения прибор обнаружил в цепи входное напряжение **Vin**, **превышающее номинальное значение**, то на дисплее появится сообщение **Vin > Vmax** изображенное справа и тестирование автоматически прекращается.



5.  Результаты, перечисленные выше в данном разделе, - **не могут быть сохранены** в памяти прибора.

# 13 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ (функция AUX)

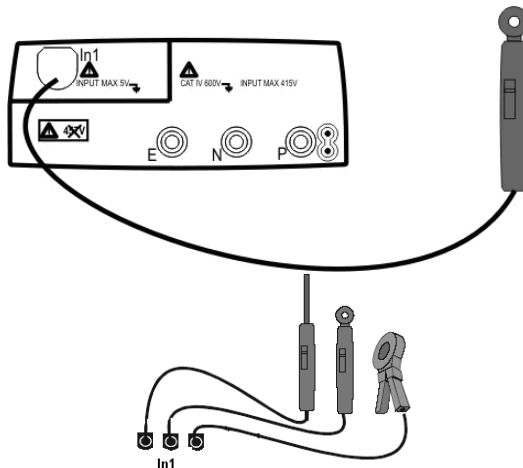
## 13.1 Измерение параметров окружающей среды (с внешними преобразователями)

В данном режиме с помощью подключения внешних преобразователей (опции) обеспечивается выполнение измерений параметров окружающей среды и тока утечки *в реальном времени* (за искл. измерения шума).

При этом обеспечивается выбор следующих режимов или видов измерений:

- **RH** относительная влажность (RH%) с помощью преобразователя
- **TMP °F** температура воздуха (°F) с помощью преобразователя
- **TMP °C** температура воздуха (°C) с помощью преобразователя
- **Lux** уровень освещенности (Lux) с помощью преобразователя
- **VOLT** входное внешнее напряжение (mV) *без применения* преобразователя

Индикация	Обозначение
---	Вход прибора отключен
мА	Ток утечки
°C/ °F	Температура (° по Цельсию/ ° по Фаренгейту)
HR%	Относительная влажность
м/с	Скорость ветра
мВ	Внешнее напряжение (прямое измерение)
LUX 20	Освещенность: предел 20 Люкс
LUX 20k	Освещенность: предел 2.000 Люкс
LUX 20k	Освещенность: предел 20.000 Люкс

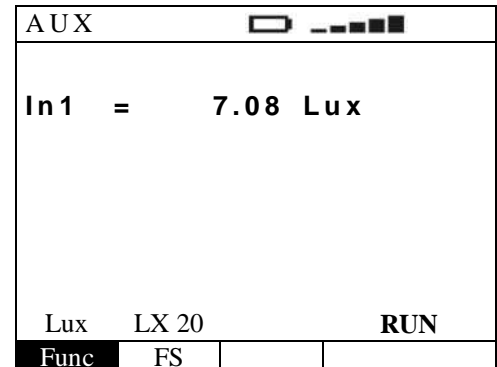


• Рис.28: Подключение к прибору внешних преобразователей

1.



Нажмите **MENU** и перемещением курсора при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите ячейку **AUX (дополн. изм.)**. Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**. На дисплее появится экранная информация подобная приведенной на рис. справа.



2.



Используя **◀**, **▶** выберите требуемый параметр для измерения (отображаются курсором циклически при каждом очередном нажатии). **Нажатия кнопки ENTER для подтверждения ввода параметров – НЕ ТРЕБУЕТСЯ.**

**Func**


В данном разделе меню выбирается требуемый параметр тестирования, которые могут следующими: **RH, TMP °F, TMP °C, Lux, VOLT**

**FS**


В данной ячейке, которая активна только в режиме «**Lux**» (в случае измерения освещенности), выбирается верхний предел измерения, установленный на преобразователе из следующих значений: **20, 2k, 20k** (отображаются курсором циклически при каждом очередном нажатии).

# 13.2 Измерение параметров окружающей среды (AUX: RH, TMP °C/°F, Lux mode)

1. Подключите соответствующий внешний датчик-преобразователь к измерительному входу **In1** прибора и выполните настройки режима для измерения требуемого параметра окружающей среды (рис.29).

2.  Нажмите **GO/STOP** на панели прибора. Прибор выполняет измерение ранее выбранного параметра, при этом на дисплее отображается изменяющееся в реальном времени значение и символ **RUN**. Нажмите **GO/STOP** еще раз. Прибор останавливает измерения и на дисплее отображается зафиксированный текущий результат. В этом случае в правой нижней части дисплея появляется символ **STOP**.

AUX		[Battery Icon]	
In1 = 7.08 Lux			
Lux	LX 20	STOP	
Func	FS		


3.  Результаты измерений **могут быть сохранены** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)


## 13.2.1 Ошибки и аномалии при измерении в режиме «ПАРАМЕТРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

1. Если прибор по завершении теста в режимах **RH, TMP °F/°C, Lux** или **VOLT** обнаружил, что измеренное значение параметра больше предела измерений, то прибор выдает на дисплей сообщение указанное справа. Проверьте соответствие верхнего предела измерений установленного в меню прибора и заданного на преобразователе.

AUX		[Battery Icon]	
In1 > 20.00 kLux			
Lux	Lx 20k		
Func	FS		

Измеренное значение превышает верхний предел

2.  Результат измерения **может быть сохранен** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

3.  Данный аномальный результат - **не может быть сохранен** в памяти прибора.


## 13.3 Измерение токов утечки (LEAK):

Данная функция позволяет при использовании внешнего опционального преобразователя тока в виде клещей измерять силу тока, в том числе токи утечки в реальном времени (опция **HT96U** или другие клещи, рекомендованные производителем). (Подробнее см. раздел 18.2).



Прибор выполняет измерение ранее выбранного параметра, при этом на дисплее отображается изменяющееся в реальном времени значение тока и символ **RUN**.  
Нажмите **GO/STOP** еще раз. Прибор останавливает измерения и на дисплее отображается зафиксированный текущий результат. В этом случае в правой нижней части дисплея появляется символ **STOP**.

<b>I</b>	=	<b>47.0 A</b>
<b>I<sub>max</sub></b>	=	<b>86.4 A</b>
100A		<b>STOP</b>
<b>FS</b>		

7.  Результат измерения **может быть сохранен** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

## 13.4 Применение преобразователя тока НТ96U

Обратите внимание, что с данным разделом (инструкцией) пользователю необходимо ознакомиться в полном объеме перед началом выполнения измерений тока.

Любые действия оператора при работе на токоведущих проводниках находящихся под напряжением могут быть опасны для его жизни и здоровья.

Предполагается, что до начала выполнения работ оператор будет полностью знать все необходимые меры и правила электробезопасности, а также способы безопасной работы на электроустановках (ЭУ).

Безопасность при выполнении электроизмерений обеспечивается строгим и точным выполнением инструкций по охране труда и ТБ. Ответственность возлагается на исполнителя и руководителя работ.

Это включает комплекс мероприятий и действий, которые обязательны для пользователя, чтобы всегда гарантировать соответствие оборудования и ЭУ их безопасным первоначальным условиям (или состоянию).

### СПЕЦИФИКАЦИИ:

Пределы измерения тока: **1А, 100А, 1000А**

Диапазон измерений: **0,001А ... 1,2А / 0,1...120А / 1А ...1200А**

Коэфф. трансформации: **1мВ/мА ; 10мВ/А ; 1мВ/А (соответственно)**

Базовая погрешность: **± 0,5 %** (см. таблицу ниже)

Выходной уровень: **1 В** (защита: с помощью диодов)

Макс. ошибка позиционирования: **± 2 %** (от измеренного значения)

Мин. внутренняя нагрузка: **3000 Ом (1А); 15 Ом (100А); 1,5 Ом (1000А)**

Мин. внешняя нагрузка: **x100** от значения внутренней нагрузки

Измерение мощности: обеспечить соблюдение направление **P1 → P1 (по стрелке)**.

Погрешность при  $f = 2000$  Гц: **1 %** при протекании тока **100А**

Диапазон частоты измеряемого тока: **40 ... 10 000 Гц**

Степень загрязнения: 2 согласно стандарту МЭК 1010-1

Диэлектрическая стойкость: **5,5 кВ/ 50 Гц** в течении 1 минуты

Температурный диапазон: **-10 ÷ +50 °С**

Защита от перегрузки: категория III 600V

Раскрытие механизма клещей: охват кабеля **d 54 мм**; охват шины **35x35 мм** или **50x12 мм**

Габариты : **105 x 225 x 31 мм** Вес: **720 гр**

Подключение т/преобразователя: экранированный кабель FM2R (2м) с концевым соединителем FRB D01.

### ПОГРЕШНОСТИ :


<b>Предел 1А</b>	1...100 мА	100...500 мА	500мА...1,2А
	<b>± (3 % + 0,5мВ)</b>	<b>±(2 % + 1мВ)</b>	<b>±(1 % + 1мВ)</b>
Вносимый сдвиг фаз		-	< 10 градусов
<b>Предел 100А</b>	100мА...1 А	1...10А	10 ...120А
	<b>± (1 % + 1мВ)</b>	<b>±(0,5 % + 0,5мВ)</b>	<b>± 0,5 %</b>
Вносимый сдвиг фаз	-	2 градус	1 градус
<b>Предел 1000А</b>	1...10 А	10...100А	100 ...1200А
	<b>± (1 % + 0,5мВ)</b>	<b>±(0,5 % + 1мВ)</b>	<b>± 0,5 %</b>
Вносимый сдвиг фаз	-	1,5 градус	1 градус

# 13.5 Ошибки и аномалии при измерении ТОКОВ

1. Если прибор по завершении измерений в режиме **LEAK**, обнаружил, что значение тока больше предела измерений, то прибор выдает на дисплей сообщение указанное справа. Проверьте соответствие верхнего предела измерений установленного в меню прибора и заданного на т/преобразователе.

LEAK		[Battery Icon] [Signal Icon]	
I	>	100.0	A
I <sub>max</sub>	>	100.0	A
100A			RUN
FS			

Измеренное значение превышает верхний предел

2.  Результат измерения **может быть сохранен** нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

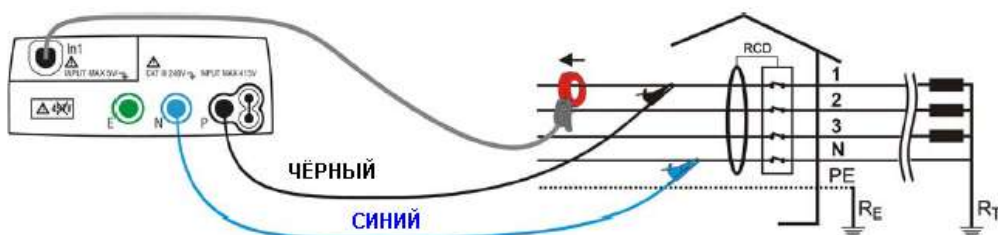
# 14 ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ И ЭЛЕКТРОПОТРЕБИТЕЛЕЙ

## 14.1 Измерение мощности (PWR):


Измерение в реальном времени параметров электрической мощности потребителей. Данный режим позволяет проводить измерение напряжения сети питания и выполнять анализ гармоник напряжения. Благодаря использованию токового преобразователя доступно проводить измерения токов, гармоник тока, а также производных параметров, таких, как потребляемая мощность, коэфф. мощности и др.

При этом обеспечивается выбор следующих видов измерений:

- **PAR** измерение токов, напряжения, мощности, коэфф. мощности и др.
- **HRM V** измерение и анализ гармоник напряжения
- **HRM I** измерение и анализ гармоник тока



• Рис.32: Схема подключения прибора для измерений к одно-/двух-фазной или 3Ф сети

1.  Нажмите **MENU** и перемещением курсора при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите ячейку **PWR (мощность)**. Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**. На дисплее появится экранная информация подобная приведенной на рис. справа. Прибор выполняет измерения и отображает на дисплее в правой нижней части экрана символ **RUN**, при этом на дисплее отображаются изменяющиеся в реальном времени электрические параметры нагрузки.

PWR		[Battery Icon] [Signal Icon]	
V	=	230.8	V
I	=	27.2	A
f	=	50.0	Hz
P	=	5.09	kW
S	=	6.28	kVA
Q	=	2.14	kVAR
pf	=	0.94	i
d <sub>pf</sub>	=	0.94	i
PAR	100A		RUN



2. Используя ◀, ▶ выберите вид измерений или условия (отображаются курсором циклически при каждом очередном нажатии). С помощью кнопок ▲, ▼ при необходимости измените значение параметра. В процессе выбора параметров нажатия кнопки ENTER для подтверждения ввода – НЕ ТРЕБУЕТСЯ.

**Func**

В данном разделе меню выбирается требуемый вид измерений из значений: **PAR, HRM V, HRM I**

**FS**

В данном разделе меню выбирается верхний предел измерения тока из значений: **1A, 10A, 30A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A**. Выполненные настройки предела измерений будут также доступны при выборе функции измерения тока утечки (режим **LEAK**, см. п. 13.4).

**PAG**

В данной ячейке, которая активна только в режиме **HRM V** или **HRM I** (в случае измерения мощности), доступно выполнение полнотное отображение выбранных значений гармоник в виде гистограмм (способом «окно – за окном»). Содержание окон следующее: **h02÷h08, h09÷h15, h16÷h22, h23÷h29, h30÷h36, h37÷h43, h44÷h50**.


**hxx**


В данной ячейке, которая активна только в режиме **HRM V** или **HRM**, доступен выбор номера гармоник, значение которой отображается в настоящий момент. текущий ая выполнение полнотное отображение выбранных значений гармоник в

3. Подключите к измерительному входу прибора **In1** разъем кабеля от преобразователя тока.
4. Определите и зафиксируйте фазу (объект), выбранную для измерений. Подключите **синий** и **черный** наконечники измерительных проводов соответственно к входным гнездам прибора **N** и **P**. Подсоедините к ним зажимы-«крокодил» с соблюдением цветовой маркировки. Подключите измерительные провода с зажимами-«крокодил» к энергосети как указано на рис. 32.  
Направление стрелки на корпусе т/преобразователя должно совпадать с направлением протекания мощности (т.е. иметь направление «от генератора к нагрузке»).

## 14.2 Режим отображения «Значения параметров» (PAR mode)


5.  Нажмите **GO/STOP** на панели прибора. Прибор **останавливает текущие измерения** и на дисплее отображается зафиксированный результат. В этом случае в правой нижней части дисплея появляется символ **STOP**. Нажмите кнопку **GO/STOP** еще раз. Прибор **возобновит измерение параметров**, при этом на дисплее отображаются изменяющиеся в реальном времени значения, а также выводится символ **RUN**.

PWR			
V	=	230.8	V
I	=	27.2	A
f	=	50.0	Hz
P	=	5.09	kW
Q	=	2.14	kVAR
S	=	6.28	kVA
pf	=	0.94	i
dpf	=	0.94	i
PAR	100A	<b>STOP</b>	
Func	FS		

6.  Результаты измерений **могут быть сохранены** в обоих состояниях (RUN / STOP) нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

## 14.3 Режим отображения «Гармоники напряжения и тока» (HRM V и HRM I mode)

8.  Нажмите **GO/STOP** на панели прибора.

PWR			

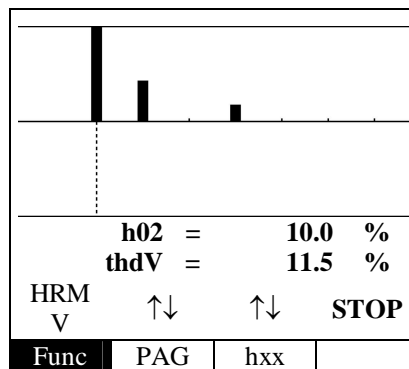


Прибор **останавливает текущие измерения** и на дисплее отображается зафиксированный результат.

В этом случае в правой нижней части дисплея появляется символ **STOP**.

Нажмите кнопку **GO/STOP** еще раз.

Прибор возобновит измерение параметров, при этом на дисплее отображаются изменяющиеся в реальном времени значения, а также выводится символ **RUN**.



7.



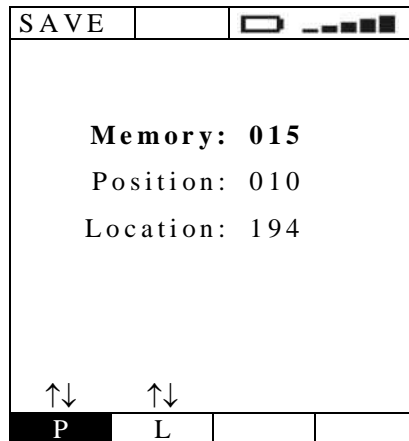
Результаты измерений **могут быть сохранены** в обоих состояниях (RUN / STOP) нажатием кнопки **SAVE/COXP** выполненным дважды или комбинацией последовательных нажатий: **SAVE + ENTER**. (см. раздел 15.1)

# 15 ВНУТРЕННЯЯ ПАМЯТЬ ПРИБОРА (сохранение, вызов результатов измерений)

По завершении тестов параметров безопасности или в процессе текущих измерений в режиме измерения мощности (параметров окружающей среды) оператор может записать отображаемый на дисплее результат в память прибора.

## 15.1 Сохранение в памяти

1. При нажатии кнопки **SAVE**, как указано в разделах данного руководства для соответствующих режимов измерений – прибор отображает экранную информацию подобную той, что приведена справа.




Доступная ячейка памяти  
(последняя из ранее сохраненных + 1)



Последнее значение индекса «P»  
(«Место измерения»)

Последнее значение индекса «L»  
(«Место хранения»)


2. Использование параметров **P** и **L** позволяет при необходимости задать 2-х уровневую индексацию адреса сохраняемого результата (вид измерений/место соответствующие ячейке в памяти прибора). Эти параметры, помогут оператору в дальнейшем сопоставить результат из памяти с местом измерения при анализе данных (для тождественной их классификации). Каждый из параметров изменяется от **001** до **255** при помощи кнопок **▲**, **▼**.  
**Пример:** Если испытания должны быть выполнены внутри здания, оператор может связывать измерения, произведенные в определенной комнате (месте) с данным значением индексом **P**. Таким образом, различные значения **P** будут соответствовать различным комнатам (местам).
3. Не доступно выбрать для записи ячейку памяти (индекс **L**), в которой уже сохранен результат измерений. Прибор всегда использует первую доступную ячейку внутренней памяти, т.е. после последней использованной - следующую свободную ячейку.

4.  Используя **◀**, **▶** выберите параметр для изменения (отображаются курсором циклически при каждом очередном нажатии). С помощью кнопок **▲**, **▼** при необходимости измените значение параметра.

Предлагается на выбор **два способа** работы в меню:

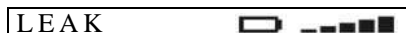
- а).  или  Нажмите **ENTER** или **SAVE** для сохранения результатов. При этом прибор выдает двойной звуковой сигнал, подтверждающий успешное сохранение.

Или:

- б).  Нажмите кнопку **ESC** для выхода из раздела меню без сохранения результата.

## 15.2 Описание ошибок при сохранении результатов

1. Если при выполнении многочисленных




измерений все 500 ячеек памяти заняты, то прибор отображает сообщение **FULL MEMORY** и экранную информацию подобную той, что приведена справа.

<b>I</b>	=	<b>47.0 A</b>
<b>I<sub>max</sub></b>	=	<b>86.4 A</b>
<b>FULL MEMORY</b>		
100A		<b>RUN</b>
<b>FS</b>		

Память полностью заполнена

# 15.3 Управление данными в памяти прибора

- 

Нажмите **MENU** и перемещением курсора при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите ячейку **MEM** (память).  
 Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**.  
 На дисплее появится экранная информация подобная приведенной на рис. справа.  
 При этом на дисплее отображается меню памяти и следующие параметры ячеек:

  - **MEM** номер ячейки с сохраненным результатом
  - **ТИПО** вид проведенных измерений (тип)
  - **P** значение параметра **P**
  - **L** значение параметра **L**

Распознавание и дифференциация сохраненных результатов производится по нарастанию номеров ячеек (от раннего до самого последнего измерения). На дисплее отображается общее количество занятых ячеек памяти (**TOT**) и число свободных (**FREE**).


MEM			
MEM	ТИПО	P	L
001	LOW $\Omega$	110	096
002	LOW $\Omega$	110	096
003	LOW $\Omega$	110	096
004	LOW $\Omega$	110	096
005	LOW $\Omega$	110	096
006	LOW $\Omega$	110	096
007	LOW $\Omega$	110	096
TOT:392		FREE:108	
↑↓	↑↓	TOT	
<b>REC</b>	<b>PAG</b>	<b>CANC</b>	

- 

Используя **◀**, **▶** выберите параметр для изменения. С помощью кнопок **▲**, **▼** при необходимости измените значение параметра.


- REC** В данной ячейке строки доступно выполнение **пошаговое** перемещение в колонке MEM (для отыскания конкретного результата для вызова из памяти).
- PAG** В данной ячейке строки доступно выполнение прорутки всей памяти «**по-странично**» для ускорения поиска требуемого результата. (вверх/ вниз; группами по 7 результатов в колонке **MEM** – на экране)
- CANC** В данной ячейке строки доступно выполнение **удаление данных**, сохраненных в памяти (**последний** результат или **все результаты**). Доступны при выборе функции удаления: **ULT**, **TOT** (соответственно).

# 15.4 Вызов результата из памяти прибора


- 

При помощи кнопок управления и подменю **REC** и **PAG** выберите сохраненный результат в памяти для его отображения на экране.  
 При нажатии **ENTER** – прибор выводит на экран результат и всю дисплейную информацию о данном тесте.

RCD		
	0°	180°
x 1/2	>999 ms	>999 ms
x 1	28 ms	31 ms
x 5	8 ms	10 ms
FRQ=50.0Hz		Ut=1.4V
VP-N=228V		VP-Pe=228V
<b>RCD OK</b>		
AUTO	30mA	50V
Func	IdN	RCD UL


- 

Нажмите кнопку **ESC** для выхода из режима отображения – обратно в таблицу сохраненных результатов.

- 

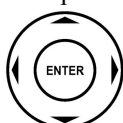
Нажмите кнопку **ESC** для выхода из меню работы с памятью – и возврата в основное МЕНЮ прибора.

# 15.5 Процедура удаления: «Последний результат»/ «Все результаты»

1.  При помощи кнопок управления и подменю **LST** и **TOT** выберите вариант удаления данных в зависимости от того, требуется удалить последний или удалить все результаты (соответственно). После выбора и нажатия **ENTER** – прибор запрашивает подтверждение выполнения и выводит на экран дисплейную информацию указанную справа.


CLR			
DELETE ALL? ENTER confirm ESC cancel			


Доступны на выбор способы:

- а).  Нажмите **ENTER** для подтверждения удаления. В случае выбора «удалить все результаты» прибор по окончании очистки памяти выводит на экран информацию указанную справа.

MEM			
MEM	TYPE	P	L
001	LOWΩ	110	096
002	LOWΩ	110	096
003	LOWΩ	110	096
004	LOWΩ	110	096
005	LOWΩ	110	096
006	LOWΩ	110	096
007	LOWΩ	110	096
TOT:000		FREE:500	
↑↓	↑↓	TOT	
REC	PAG	CANC	

или:

- б).  Нажмите кнопку **ESC** для выхода из режима отображения – обратно в таблицу сохраненных результатов.

2.  Нажмите кнопку **ESC** для выхода из меню работы с памятью – и возврата в основное МЕНЮ прибора.



# 15.6 Описание аномалий и ошибок при работе с памятью

1. В случае отсутствия сохраненных данных в памяти **FREE:500** (все ячейки свободны) - запись результатов доступна. Прибор выводит на экран дисплейную информацию указанную справа. Кнопки управления неактивны, за исключением **ESC** – для возврата в меню прибора «Управление данными памяти».

MEM			
MEM	TIPO	P	L
001	LOWΩ	110	096
002	LOWΩ	110	096
003	LOWΩ	110	096
004	LOWΩ	110	096
005	LOWΩ	110	096
006	LOWΩ	110	096
007	LOWΩ	110	096
TOT:000		FREE:500	
↑↓	↑↓	TOT	
REC	PAG	CANC	

# 16 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРИБОРА К ПЭВМ

Прибор может подключаться к ПЭВМ (ПК) с помощью последовательного оптического кабеля к COM или USB порту. Перед осуществлением подключения необходимо на ПК выбрать тип и адрес порта, предназначенный для передачи данных, а также требуемую скорость передачи (9600 бод). Для выбора параметров запустите ПО, и в дальнейшем выполняйте рекомендации меню и on-line подсказки. Выбранный порт должен быть свободным от устройств и приложений (мышь, модем и т.п.). Для выполнения процедуры передачи данных из прибора в ПК выполните следующие действия:

1.  Включите питание прибора нажатием кнопки **ON** (ВКЛ).
2. Подсоедините прибор к ПК при помощи оптоизолированного интерфейсного кабеля.
3.  Нажмите **MENU** и при помощи кнопок (**▲**, **▼**) выберите ячейку **МЕМ (память)**. Режим подключения к ПК активируется *только* в режиме МЕМ. Для подтверждения выбора нажмите **ENTER**.
4. Используйте указания и команды ПО для передачи данных в ПК.
5. При передаче данных прибор на дисплее отображает экран информации состояния **МЕМ**. Нажмите любую кнопку для остановки передачи данных.

# 17 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ



## 17.1 Общие указания

Прибор **АКИП-8401/-8402** - точный, прецизионный инструмент. Строго следуйте инструкциям по использованию и его хранению, изложенным в этом руководстве, во избежание любых повреждений (порчи) или возможных опасных ситуаций в течение использования.

Не используйте прибор при неблагоприятных окружающих условиях - высокой температуры или влажности. Не подвергайте прямому воздействию солнечного света.

Убедитесь, что выключили прибор после использования. Если инструмент не должен использоваться в течение длительного периода времени рекомендуется удалить батареи питания, чтобы избежать кислотно-щелочной утечки, которая может повредить внутренние цепи и элементы прибора.

## 17.2 Замена батарей питания

Символ  указывает на состояние батарей питания. Когда справа от символа диаграмма заряженности имеет максимальный столбец - батарея полностью заряжена, в то время как символ  означает что, батарея полностью разряжена. При такой индикации невозможно проводить измерения и на дисплее прибора появится предупреждающее сообщение. В этом случае прекратите выполнение тестирования и замените батареи питания в соответствии с нижеследующим порядком.

Срок службы батарей (типично): ок. **600 тестов** в любом из режимов или **ок. 48 часов** работы при измерении мощности (режим PWR). Автовыключение питания: установлено **5 минут** с момента последнего нажатия кнопки или выполнения теста.



### ВНИМАНИЕ

Только квалифицированные технические специалисты должны выполнять эту операцию. Прежде чем приступить к процедуре замены батарей питания необходимо убедиться, что все измерительные провода и наконечники отключены от входных терминалов прибора.

1. Выключить питание прибора.
2. Отсоединить все измерительные провода от входных гнезд прибора.
3. Отвинтить винт крышки отсека батарей питания и снимите ее.
4. Удалить все старые батареи
5. Установить 6 новых батарей (1,5 В LR6-AA - AM3 - MN 1500), с соблюдением полярности.
6. Установить крышку отсека батарей питания и завернуть винты.

## 17.3 Чистка и уход за внешней поверхностью

Используйте для чистки прибора мягкую сухую или слегка увлажненную ткань (ветошь). Никогда не используйте сильно намоченную ткань, растворители, воду, абразивные материалы и т.д.

## 17.4 Утилизация



**Внимание:** данный символ означает что по окончании срока службы данное оборудование (прибор) и аксессуары (в том числе изъятые при ремонте) подлежат дифференцированному сбору и дальнейшей утилизации установленным порядком.

# 18 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## 18.1 Спецификации

Погрешность измерений обозначена в виде [% x Инд + числен. зн.]. Это относится к следующему состоянию атмосферных условий: температура 23°C ± 5°C при относительной влажности < 60 %.

### ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ В НИЗКООМНЫХ ЦЕПЯХ «LOW Ω»

Диапазон измерений (Ом)	Разрешение (Ом)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления
0,01...9,99	0,01	$\pm(0,02 * R_{\text{изм}} + 0,02 \text{ Ом})$
10,0...99,9	0,1	$\pm(0,02 * R_{\text{изм}} + 0,2 \text{ Ом})$

Тестовый ток: постоянный, более 200мА при  $R \leq 5 \text{ Ом}$  (включая измерительные провода) и ресурсе батарей  $\geq 50\%$

Разрешение установки тестового тока: 1мА (погрешность установки  $\pm 5,0\% + 5 \text{ е.м.р.}$ )

Напряжение разомкнутой цепи (U XX):  $4\text{В} \leq U_0 \leq 24\text{В}$

Тестовые режимы:

«**AUTO**» – автоматическая смена полярности (инверсия импульсов), включение звуковой сигнализации при испытательном токе < 200 мА.

«**R+**, **R-**» - фиксированная полярность тестовых импульсов (однонаправленные), звуковая сигнализация при испытательном токе < 200 мА.

### ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

Тестовое постоянное напряжение, В	Диапазон измерений (МОм)	Разрешение (МОм)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления
50	0,01...9,99	0,01	$\pm(0,02 * R_{\text{изм}} + 2 \text{ знака младшего разряда})$
	10,0...49,9	0,1	
	50,0...99,9	0,1	
100	0,01...9,99	0,01	$\pm(0,02 * R_{\text{изм}} + 2 \text{ знака младшего разряда})$
	10,0...99,9	0,1	
	100,0...199,9	0,1	
250	0,01...9,99	0,01	$\pm(0,02 * R_{\text{изм}} + 2 \text{ знака младшего разряда})$
	10,0...99,9	0,1	
	100,0...249	1	
	250...499	1	
500	0,01...9,99	0,01	$\pm(0,02 * R_{\text{изм}} + 2 \text{ знака младшего разряда})$
	10,0...99,9	0,1	
	100,0...499	1	
	500...999	1	
1000	0,01...9,99	0,01	$\pm(0,02 * R_{\text{изм}} + 2 \text{ знака младшего разряда})$
	10,0...99,9	0,1	
	100,0...999	1	
	1000...1999	1	

Напряжение разомкнутой цепи (U XX):  $< 1,25 \times U_{\text{тест}} (-0\%; +10\%)$ . Ток КЗ < 15,00 мА (пик.) при любом тестовом напряжении

Испытательное напряжение: разрешение 1В (погрешность установки  $\pm 5,0\% + 5 \text{ е.м.р.}$  при  $R_{\text{изм}} > 0,5$  верхнего предела)

Тестовый измерительный ток > 2,2 мА при 500 В тестового напряжения на нагрузке 230 кОм

1,0 мА на нагрузке 1 кОм x V ном ( $\neq 500\text{В}$ )

### ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ (ВДТ)

Номинальный тестовый ток (I<sub>ΔN</sub>): 10мА, 30мА, 100мА, 300мА, 500мА

Тип ВДТ: АС (⌚) и А (⌚) общего и избирательного исполнения по ГОСТ Р 51326.1-99

Тестовое напряжение Ф-Н и Ф-З: (110-240 В) ±10% Частота напряжения: 50 Гц ±0.5Гц/ 60 Гц ±0.5Гц

Контактное напряжение (U<sub>лм</sub>): 25В, 50В

#### Измерение времени отключения ВДТ (t<sub>ΔN</sub>):

Диапазон измерений (мс)	Разрешение (мс)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности
1...999 при значениях тестового тока 1/2 I <sub>ΔN</sub> , I <sub>ΔN</sub>		



<p>1...200 при значениях тестового тока <b>2 IΔN</b> для ВДТ общего типа</p> <p>1...250 при значениях тестового тока <b>2 IΔN</b> для ВДТ селективного типа</p>	1	$\pm(0,02 \cdot t_{изм} + 2 \text{ мс})$
<p>1...50 при значениях тестового тока <b>5 IΔN</b> для ВДТ общего типа</p> <p>1...160 при значениях тестового тока <b>5 IΔN</b> для ВДТ селективного типа</p>		

**Измерение отключающего тока ( $I_{DN}$ )**

$I_{DN}$	Тип ВДТ	Диапазон измерений $I_{DN}$	Разрешение (мА)	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения $I_{DN}$
$I_{DN} \leq 10 \text{ мА}$	АС	$(0,5 \dots 1,4) I_{DN}$	0,1 $I_{DN}$	Нижняя граница допуска: - 0 % Верхняя граница допуска: + 10%
	А	$(0,5 \dots 2) I_{DN}$		
$I_{DN} > 10 \text{ мА}$	АС	$(0,5 \dots 1,4) I_{DN}$		
	А	$(0,5 \dots 2) I_{DN}$		

Тип ВДТ : АС ( $\sim$ ) и А ( $\sim$ ) общего и избирательного исполнения.  
 Время отключения: разрешение 1 мс ( $\pm 2\% + 2 \text{ е.м.р.}$ )

**Измерение напряжения прикосновения  $U_t$** 

Диапазон измерений (В)	Разрешение (В)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения прикосновения
$0 \dots 2 U_{lim}$ , где $U_{lim} = 25 \text{ В}$ или $50 \text{ В}$	0,1	Нижняя граница допуска: - 0 % Верхняя граница допуска: + (5% + 3е.м.р.)

**Измерение общего сопротивления цепи  $R_a$** 

Диапазон измерений (Ом)	Разрешение (Ом)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления
$1 \dots 1999$	1	$\pm(0,05 * R_{изм} + 3 \text{ Ом})$

Тестовый ток:  $< 0,5 I_{DN}$

**ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦЕПИ****С типом заземления системы TT и TN**

Диапазон измерений (Ом)	Разрешение (Ом)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления
$0,01 \dots 9,99$	0,01	$\pm(0,05 * R_{изм} + 3 \text{ знака младшего разряда})$
$10,0 \dots 199,9$	0,1	
$200 \dots 1999$ (только для цепи $\Phi$ -3)	1	

Пиковое значение тестового тока: 3А для напряжения 127 В; 6А для напр. 230 В; 10А для напряжения 400 В  
 Диапазон измерений напряжения в цепи фаза-фаза/ фаза-нейтраль:  $(110-415\text{В}) \pm 10\%$  /  $(110-240\text{В}) \pm 10\%$   
 Частота напряжения: 50 Гц  $\pm 0,5\text{Гц}$  / 60 Гц  $\pm 0,5\text{Гц}$

**С типом заземления системы IT**

Диапазон измерений (мА)	Разрешение (мА)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления
$5 \dots 999$	1	$\pm(0,05 * R_{изм} + 3 \text{ знака младшего разряда})$

Контактное напряжение ( $U_{lim}$ ): 25В, 50В

**ИЗМЕРЕНИЕ ОБЩЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦЕПИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ без отключения ВДТ ( $R_a 15 \text{ мА}$ )**

Диапазон измерений (Ом)	Разрешение (Ом)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления
$0,01 \dots 9,99$	0,01	$\pm(0,05 * R_{изм} + 1 \text{ Ом})$
$10,0 \dots 199,9$	0,1	
$200 \dots 1999$ (только для цепи $\Phi$ -3)	1	

Значение тестового тока: 15 ма. Контактное напряжение ( $U_{lim}$ ): 25В, 50В  
 Диапазон измерений напряжения в цепи фаза-земля:  $(110-240 \text{ В}) \pm 10\%$   
 Частота напряжения: 50 Гц  $\pm 0,5\text{Гц}$  / 60 Гц  $\pm 0,5\text{Гц}$

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРАВИЛЬНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЧЕРЕДОВАНИЯ ФАЗ "0":**

Диапазон измерений (В) Фаза-Нейтраль и Фаза-Фаза	Индикация
$(110-240 \text{ В}) \pm 10\%$	123

Частота напряжения: 50 Гц  $\pm 0,5\text{Гц}$  / 60 Гц  $\pm 0,5\text{Гц}$

**ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА УТЕЧКИ при использовании внешних преобразователей тока (LEAK):**

Диапазон напряжений на выходе преобразователя тока (мВ)	Разрешение (мВ)	Погрешность измерений	Диапазон измерений силы тока (А)
1...1200	0,1	$\pm(0,01 * U_{изм} + 2 \text{ зн. мл. разряда})$	Зависит от используемого преобразователя тока

Время отклика: 10 мс. Коэфф. ампл. < 3  
 Частота напряжения: 50 Гц  $\pm 0,5$  Гц / 60 Гц  $\pm 0,5$  Гц

## 18.2 Технические характеристики преобразователя тока

Преобразователь тока <b>НТ4003</b>	
Диапазон частот преобразователя	40 Гц – 5 кГц по уровню (-3 дБ)
Диапазон измеряемой силы тока	1А...400 А
Коэффициент преобразования	1А/1мВ
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности коэффициента преобразования	$\pm 1,5\%$ в диапазоне частот (40-60 Гц) $\pm 2\%$ в диапазоне частот (61 Гц...5кГц)
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности вносимого фазового сдвига	$\pm 1,0^0$

Входной импеданс: 10кОм Макс. диаметр охвата: 30мм.  
 Подключать с соблюдением направления перетекания мощности

Преобразователь тока <b>НТ 96U</b> (подключение с помощью адаптера)	
Диапазон частот преобразователя	40 Гц – 10 кГц
Диапазон измеряемой силы тока	0,001А ... 1,2А / 0,1...120А / 1А ...1200А
Коэффициент преобразования	1мВ/мА ; 10мВ/А ; 1мВ/А
Пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициента преобразования	$\pm 1\%$ в диапазоне частот 45-65 Гц $\pm 2\%$ в диапазоне частот 65 Гц – 10 кГц
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности вносимого фазового сдвига	$\pm 1,0^0$

Макс. диаметр охвата: 54мм. Подключать с соблюдением направления перетекания мощности

**ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ окружающей среды (с применением внешних преобразователей - ОПЦИЯ)**

Параметр	Диапазон измерений	Разрешение	Диапазон напряжений на выходе преобразователя (мВ)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения/тока
Температура	-20,0...+80,0 °С	0,1 °С	20,0...+80,0	$\pm(0,02 * R_{изм} + 2 \text{ зн. мл. р.})$
	-4,0...+176 °F	0,1 °F	-4,0...+176	
Влажность	0,0...100%	0,1%	0...100	
Пост. напряжение	$\pm(0,0...999,9)$	0,1 мВ	$\pm(0,2...999,9)$	
Освещенность	0,001...20,00 Lux	0,001...0,002 Lux	0...100	
	0,1...2000,0 Lux	0,1...2 Lux	0...100	
	1...20.000 Lux	0,1...2 Lux	0...100	

**ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОЩНОСТИ и параметров электросети (PWR)****ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ НАПЯЖЕНИЯ И ТОКА**

Диапазон измерений (Гц)	Разрешение (Гц)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты
47,0 ...63,0	0,1	$\pm(0,02 * F_{изм} + 0,2 \text{ Гц})$

Диапазон измерений напряжения: 5,0... 265,0 В  
 Диапазон измерений токов: 0,005...1,2хВП (от Верхнего Предела измерений)

**ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ:**

Диапазон измерений (В)	Разрешение (В)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения
5...265	0,1	$\pm(0,005*U_{изм} + 2 \text{ зн. мл. р})$

Коэфф. ампл. &lt; 1,5

Частота напряжения: 47,0 ...63,0 Гц

**ИЗМЕРЕНИЕ действующего значения n-ой гармоники НАПРЯЖЕНИЯ**

Диапазон измерений (В)	Разрешение	№ гармоники	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения
0,0...265,0	0,1В	2 – 15	$\pm (0,02*U_{изм} + 0,5 \text{ В})$
		16 – 49	$\pm (0,05*U_{изм} + 1 \text{ В})$

Основная частота: 47,0 ...63,0 Гц

**ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТОКА при использовании внешних преобразователей тока:**

Диапазон измерений тока (А)	Разрешение (А)	Погрешность измерений	Диапазон измерений силы тока (А)
0,005...1,2 х ВП	См. таблицу 18.2	$\pm(0,01*U_{изм} + 2 \text{ зн. мл. разряда})$	Зависит от используемого преобразователя тока

Коэфф. ампл. &lt; 3

Частота: 47,0 ...63,0 Гц

**ИЗМЕРЕНИЕ действующего значения n-ой гармоники ТОКА (с применением внешних преобразователей тока)**

Диапазон измерений (А)	Разрешение (А)	№ гармоники	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения
0,005...1,2 х ВП	См. таблицу 18.2	2 – 15	$\pm (0,02*U_{изм} + 5 \text{ зн. мл. р})$
		16 – 49	$\pm (0,05*U_{изм} + 10 \text{ зн. мл. р})$

Основная частота: 47,0 ...63,0 Гц

Ток основной частоты:  $\geq 0,020$  х ВП (от верхнего предела)

Таблица 2

Верхний предел измерений (А)	Разрешение (А)	Верхний предел измерений (А)	Разрешение (А)
1	0,001	300	0,1
10	0,01	400	0,1
30	0,01	1000	1
100	0,1	2000	1
200	0,1	3000	1

**ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ (активная, реактивная, полная)**

Диапазон измерений (Вт, ВАР, ВА)	Разрешение (Вт, ВАР, ВА)	Верхний предел преобразователя тока	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения мощности
0,0 ...999,9	0,1	ВП $\leq 1$	$\pm (0,01*U_{изм} + 6 \text{ зн. мл. р.})$
1,000 ...9,999 к	0,001 к		
0,000 ...9,999 к	0,001 к	1 < ВП $\leq 10$	
10,00 ...99,99 к	0,01 к		
0,00 ...99,99 к	0,01 к	10 < ВП $\leq 100$	
100,0 ...999,9 к	0,1 к		
0,0...999,9 к	0,1 к	100 < ВП $\leq 3000$	
1000...9999 к	1 к		

**ИЗМЕРЕНИЕ COS φ**

Предел измерения тока	Диапазон измерений Cos φ	Разрешение	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения COS φ
0,005...0,1 х ВП	0,80с ...1,00...0,08i	0.01	$\pm 2^\circ$
0,1...1,2 х ВП			$\pm 1^\circ$

Диапазон напряжений:  $\geq 60$  В

Частота напряжения: 50 Гц  $\pm$ 0.5Гц

## 18.3 Соответствие стандартам безопасности и нормам

Электробезопасность прибора: EN 61010-1

Соответствие нормам: МЭК 61557-1, -2, -3, -4, -5, -6, -7

Аксессуары: МЭК/EN 61010-031, МЭК/ EN 61010-2-032

Классификация класса защиты КЛАСС 2 – Двойная изоляция

Степень загрязнения - 2

Защита от перегрузки по напряжению CAT III ~240В («Ф-3»)/ ~ 416В (между любыми входами)

Применение: в закрытых помещениях; макс. 2000 м над уровнем моря

## 18.4 Общие данные

### Габаритные размеры и масса

Размеры : 235 (В)х165 (Ш) х 75 (Г) мм

Масса: около 1,25 кг (включая бат. питания)

### Питание

Батареи: бшт х 1,5В – тип LR6-AA-AM3-MN 1500

Индикация разряда батарей питания: на дисплее прибора отображается соответствующий символ при значительной степени разряда источников питания.

Срок службы источников питания: около **48 часов** в режиме измерения мощности (PWR) или около **600** тестов в любом сочетании режимов измерений параметров электробезопасности.

Автовывключение питания: **5 минут** с момента последнего нажатия кнопки или выполнения теста.

### Дисплей

Графический дисплей высокого разрешения с подсветкой

Видимая площадь экрана: 73мм х 65мм

### Память

Объем памяти – **500 ячеек** (тестов).

### Последовательный интерфейс

Оптоизолированный порт для загрузки данных из памяти прибора в ПЭВМ.

## 18.5 Условия эксплуатации

### 18.5.1 Параметры окружающей среды

Рекомендуемая температура: 23 °  $\pm$  5°C

Рабочий температурный диапазон: 0 ° ... 40°C

Диапазон влажности при хранении: -10 ... 60°C

Рекомендуемая влажность для эксплуатации и хранения: < 80 %

### 18.5.2 Электромагнитная совместимость (ЭМС)

Прибор разработан в соответствии со стандартами ЭМС в энергетике, совместимость была проверена по нормам EN61326-1. Прибор соответствует Европейской директиве для CE стандартов.

# 19 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Федеральное государственное учреждение  
«РОССИЙСКИЙ ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ И СЕРТИФИКАЦИИ – МОСКВА»  
(ФГУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель ГЦИ СИ  
Зам. Генерального директора  
ФГУ «Ростест-Москва»  
\_\_\_\_\_ А.С. Евдокимов  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Измерители параметров электрических сетей  
АКИП-8201, АКИП-8401, АКИП-8402, АКИП-8403, АКИП-8404,  
АКИП-8405, АКИП-8601, АКИП-8701, АКИП-8702**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП-586/446-2008**

Настоящая методика поверки распространяется на измерители параметров электрических сетей АКИП-8201, АКИП-8401, АКИП-8402, АКИП-8403, АКИП-8404, АКИП-8405, АКИП-8601, АКИП-8701, АКИП-8702 (далее по тексту – измерители), изготовленные фирмой «НТ-ITALIA», Италия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал – 1 год.

## 19.1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

### 19.1.1 При проведении поверки проводят операции, указанные в табл. 1 и применяют средства поверки, указанные в табл. 2.

**Таблица 1** Операции поверки

№ п/п	Операции поверки	№ п/п МП
1	Внешний осмотр	19.5.1
2	Опробование	19.5.2
3	Определение метрологических характеристик	19.5.3
3.1	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока	19.5.3.1
3.2	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения силы постоянного и переменного тока	19.5.3.2
3.3	Определение диапазона измерения силы тока, предела допускаемой относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования преобразователей тока	19.5.3.3
3.4	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока	19.5.3.4
3.5	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности в режиме измерения электрического сопротивления	19.5.3.5
3.6	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности в режиме измерения сопротивления изоляции	19.5.3.6
3.7	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности в режимах измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза», «фаза – нейтраль», петли «фаза-земля» (петли короткого замыкания), петли «фаза-земля» тестовым током 15 мА	19.5.3.7
3.8	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности в режимах измерения электрического сопротивления заземления с использованием штырей заземления, удельного электрического сопротивления почвы	19.5.3.8
3.9	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения времени срабатывания устройств защитного отключения	19.5.3.9
3.10	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения напряжения прикосновения	19.5.3.10
3.11	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения тока срабатывания устройств защитного отключения	19.5.3.11
3.12	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения мощности и коэффициента мощности (cosφ)	19.5.3.12
3.13	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения действующего значения n – ой гармонической составляющей напряжения и тока	19.5.3.13

1.2 При несоответствии характеристик поверяемых измерителей установленным требованиям по любому из пунктов табл. 1 их к дальнейшей поверке не допускают и последующие операции не проводят.

**Таблица 2 Средства поверки**

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки.		
	Наименование воспроизводимой/измеряемой величины	Диапазон воспроизведения/измерения	Погрешность
<b>Калибратор универсальный Fluke 5520A с функцией PQ</b>			
19.5.3.1; 19.5.3.2; 19.5.3.4; 19.5.3.12; 19.5.3.13	Напряжение переменного тока Выход «Normal»	33 ... 329,999 мВ    45 Гц...1 кГц	$\Delta = \pm (140 \times 10^{-6} \times U + 2400 \text{ мкВ})$
		0,33...3,29999 В    45 Гц...1 кГц	$\Delta = \pm (140 \times 10^{-6} \times U + 1800 \text{ мкВ})$
	Напряжение переменного тока Выход «AUX»	3,3...32,9999 В    45 Гц...1 кГц	$\Delta = \pm (125 \times 10^{-6} \times U + 2400 \text{ мкВ})$
		33...329,999 В    45 Гц...1 кГц	$\Delta = \pm (190 \times 10^{-6} \times U + 2000 \text{ мкВ})$
	Частота	33...329,999 В    1 кГц...10 кГц	$\Delta = \pm (200 \times 10^{-6} \times U + 6000 \text{ мкВ})$
		330...1020 В    45 Гц...1 кГц	$\Delta = \pm (300 \times 10^{-6} \times U + 10000 \text{ мкВ})$
	Напряжение переменного тока Выход «AUX»	10...329,999 мВ    10 Гц...20 кГц	$\Delta = \pm (150 \times 10^{-6} \times U + 370 \text{ мкВ})$
		0,33...3,29999 В    10 Гц...20 кГц	$\Delta = \pm (150 \times 10^{-6} \times U + 1400 \text{ мкВ})$
	Гармонические составляющие напряжения переменного тока Выход «Normal»	0,01 Гц...2 МГц    29 мкВ...1025 В	$\Delta = \pm (2,5 \times 10^{-6} \times f + 5 \text{ мкГц})$
		33...329,999 мВ    15 Гц...5 кГц	$\Delta = \pm (1000 \times 10^{-6} \times U + 60 \text{ мкВ})$
		0,33...3,29999 В    15 Гц...5 кГц	$\Delta = \pm (1000 \times 10^{-6} \times U + 400 \text{ мкВ})$
		3,3...32,9999 В    15 Гц...5 кГц	$\Delta = \pm (1000 \times 10^{-6} \times U + 4 \text{ мВ})$
		33...329,999 В    15 Гц...5 кГц	$\Delta = \pm (5000 \times 10^{-6} \times U + 40 \text{ мВ})$
	Гармонические составляющие напряжения переменного тока Выход «AUX»	330...1020 В    15 Гц...5 кГц	$\Delta = \pm (6000 \times 10^{-6} \times U + 100 \text{ мВ})$
		10...329,999 мВ    15 Гц...5 кГц	$\Delta = \pm (100 \times 10^{-6} \times U + 500 \text{ мкВ})$
		0,33...3,29999 В    15 Гц...5 кГц	$\Delta = \pm (150 \times 10^{-6} \times U + 2000 \text{ мкВ})$
<b>Мера-имитатор электрического сопротивления P40116</b>			
19.5.3.6	Электрическое сопротивление	$10^5 \dots 10^6 \text{ Ом}; U_{\text{max}} = 250 \text{ В}$	$\Delta = \pm (0,02 \times 10^{-2} \times R_{\text{воспр.}})$
		$10^6 \dots 10^7 \text{ Ом}; U_{\text{max}} = 1000 \text{ В}$	$\Delta = \pm (0,02 \times 10^{-2} \times R_{\text{воспр.}})$
		$10^7 \dots 10^8 \text{ Ом}; U_{\text{max}} = 3000 \text{ В}$	$\Delta = \pm (0,05 \times 10^{-2} \times R_{\text{воспр.}})$
		$10^8 \dots 10^{10} \text{ Ом}; U_{\text{max}} = 3000 \text{ В}$	$\Delta = \pm (0,10 \times 10^{-2} \times R_{\text{воспр.}})$
<b>Магазин мер сопротивлений петли короткого замыкания OD-1-E2</b>			
19.5.3.7; 19.5.3.8	Электрическое сопротивление	0,1...1 Ом	$\Delta = \pm (0,1 \times 10^{-2} \times R_{\text{воспр.}})$
		1...4000 Ом	$\Delta = \pm (0,05 \times 10^{-2} \times R_{\text{воспр.}})$
<b>Магазин мер сопротивлений заземления OD-2-D6b/5W</b>			
19.5.3.5; 19.5.3.10	Электрическое сопротивление	1...10 <sup>5</sup> Ом	$\Delta = \pm (0,5 \times 10^{-2} \times R_{\text{воспр.}})$
<b>Калибратор времени отключения УЗО ERS-2</b>			
19.5.3.9	Время отключения УЗО	10...190 мс	$\Delta = \pm (0,005 \times t_{\text{воспр.}} + 0,2 \text{ мс})$
		190...900 мс	$\Delta = \pm (0,005 \times t_{\text{воспр.}} + 0,2 \text{ мс})$
<b>Калибратор-вольтметр универсальный В1-28</b>			
19.5.3.10; 19.5.3.11	Измерение напряжения переменного тока	1...9,999 В    0,1 Гц...100 Гц	$\Delta = \pm (0,06 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 1 \text{ мВ})$
		10...99,99 В    0,1 Гц...100 Гц	$\Delta = \pm (0,15 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 10 \text{ мВ})$
		100...1000 В    0,1 Гц...100 Гц	$\Delta = \pm (0,15 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 150 \text{ мВ})$
	Измерение силы переменного тока	0,1 нА ... 2 А	$\Delta = \pm (0,25 \times 10^{-2} \times I + 0,025 \text{ А})$
<b>Лабораторный автотрансформатор «Штиль» TSGC2-30-B</b>			
19.5.3.7; 19.5.3.10; 19.5.3.11	Напряжение переменного тока	$U_{\text{вых}}$ от 0 В до 450 В $I_{\text{макс}}$ 40А	—
<b>Трансформатор разделительный TP-3000M</b>			
19.5.3.7; 19.5.3.10; 19.5.3.11	Входное напряжение переменного тока $U_{\text{вх}}$ : 220 В, частота: 50/60 Гц Выходное напряжение переменного тока $U_{\text{вых}}$ : 220 В $\pm$ 3 %, частота: 50/60 Гц		
<b>Регулируемый источник тока РИТ-5000</b>			
19.5.3.3	Измерительный трансформатор тока ИТТ-3000.5		
19.5.3.3	Прибор сравнения КНТ-03		

**Примечание:** 1 Допускается применять другие средства поверки, метрологические и технические характеристики которых не хуже приведенных в табл. 2.  
2 Все средства поверки должны быть исправны и поверены в установленном порядке.



## 19.2 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке анализаторов допускают лиц, аттестованных на право поверки средств измерений электрических и магнитных величин.

Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже III.

## 19.3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, ГОСТ 12.3.019-80, "Правила эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденные Главгосэнергонадзором.

Должны также быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

## 19.4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

### 19.4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- |                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| • температура окружающей среды, °С   | 15.....25;     |
| • атмосферное давление, кПа          | 85.....105;    |
| • относительная влажность воздуха, % | 30.....80;     |
| электропитание:                      |                |
| • однофазная сеть, В                 | 198...242;     |
| • частота, Гц                        | 49,5.....50,5; |
| • коэффициент несинусоидальности     | не более 5 %.  |

### 19.4.2 Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

## 19.5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 19.5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемых измерителей следующим требованиям:

- комплектности измерителей в соответствии с руководством по эксплуатации, включая руководство по эксплуатации и методику поверки;

- не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления, все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
  - все разъемы не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.
- При наличии дефектов поверяемые измерители бракуются и подлежат ремонту.

## 19.5.2 **Опробование**

- 19.5.2.1 **Опробование измерителей заключается в проверке работоспособности жидкокристаллического дисплея, функциональных клавиш; режимы, отображаемые на ЖКИ, при нажатии соответствующих клавиш должны соответствовать данным руководства по эксплуатации.**

## 19.5.3 Определение метрологических характеристик

### 19.5.3.1 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока.

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока проводят при помощи калибратора универсального FLUKE 5520A методом прямых измерений в следующей последовательности:

- входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для измерения напряжения, соединить при помощи измерительных проводов с выходными разъемами «NORMAL» калибратора (см. рис. 1);

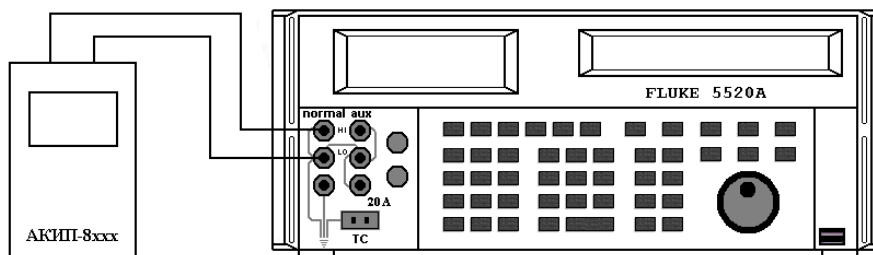


Рисунок 1 – Схема соединения приборов при определении диапазона и основной абсолютной погрешности измерения напряжения и силы постоянного и переменного тока, частоты, действующего значения n – ой гармонической составляющей.

- на поверяемом измерителе установить режим измерения напряжения постоянного (переменного) тока в заданном диапазоне;
- установить на выходе «NORMAL» калибратора универсального FLUKE 5520 А значения напряжения, соответствующие 10%, 50%, 90% от верхнего предела диапазона измерений (для напряжения переменного тока установить значения частоты 50 Гц);
- зафиксировать значения напряжения, измеренные поверяемым измерителем;
- рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (1):

$$\Delta = X_{изм} - X_{уст} \quad (1)$$

где:  $X_{уст}$  – значение по показаниям образцового прибора;  
 $X_{изм}$  – значение по показаниям поверяемого измерителя.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.2 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения силы постоянного и переменного тока

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения силы постоянного и переменного тока проводят при помощи калибратора универсального FLUKE 5520A методом прямых измерений в следующей последовательности:

- входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для измерения силы тока, соединить при помощи измерительных проводов с выходными разъемами «NORMAL» калибратора (см. рис. 1);
- в главном меню измерителя установить предел измерения силы тока 1000 А;
- установить на выходе «NORMAL» калибратора значения напряжения в милливольтмах для имитации выходного сигнала токовых преобразователей, соответствующие 10 %, 50 %, 90 % от верхнего предела диапазона измерений из соотношения 1А/1 мВ;
- зафиксировать значения силы тока, измеренные поверяемым измерителем;

- рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (2):

$$\Delta = I_{изм} - U_{уст} \times 1000 \text{ A/V} \quad (2)$$

где:  $U_{уст}$  – значение напряжения по показаниям образцового прибора;  
 $I_{изм}$  – значение силы тока по показаниям поверяемого измерителя;

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.3 Определение диапазона измерения силы тока, предела допускаемой относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования преобразователей тока

Определение диапазона измерения силы тока, предела допускаемой относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования преобразователей тока проводят методом прямых измерений в следующей последовательности:

- собрать схему согласно рис. 2;

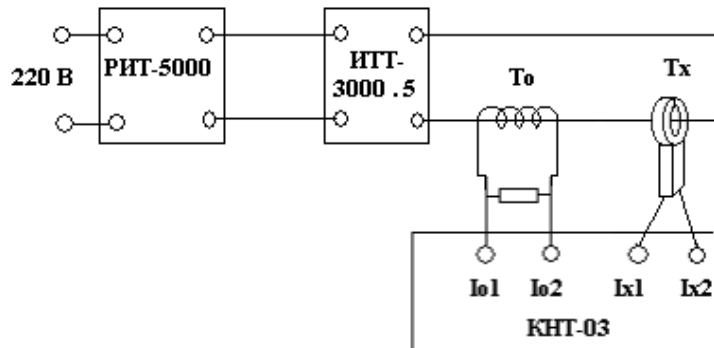


Рисунок 2 – Структурная схема определения диапазона измерения силы тока, предела допускаемой относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования преобразователей тока, где:

РИТ-5000 – регулируемый источник тока;  
ИТТ-3000.5 – измерительный трансформатор тока;  
То – образцовый трансформатор тока;  
Тх – поверяемый преобразователь тока;  
КНТ-03 – прибор сравнения.

- на ИТТ-3000.5 установить значения, соответствующие 10 %, 50 %, 90 % от верхнего предела диапазона измерений. Установленные значения контролировать по прибору КНТ-03;
- зафиксировать значения погрешностей по показаниям КНТ-03.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.4 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока проводят при помощи калибратора универсального FLUKE 5520A методом прямых измерений в следующей последовательности:

- входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для измерения частоты, соединить при помощи измерительных проводов с выходными разъемами «NORMAL» калибратора (см. рис. 1);

- на поверяемом измерителе установить режим измерения частоты переменного тока;
- установить на выходе «NORMAL» калибратора значения частоты переменного тока, соответствующие 10 %, 50 %, 90 % от верхнего предела диапазона измерений;
- зафиксировать значения частоты, измеренные поверяемым измерителем;
- рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (1).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.5 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности в режиме измерения электрического сопротивления

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления проводят при помощи магазина мер сопротивлений OD-2-D6b/5W методом прямых измерений в следующей последовательности:

- входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для измерения сопротивления, соединить при помощи измерительных проводов с разъемами магазина мер сопротивлений OD-2-D6b/5W (см. рис. 3);

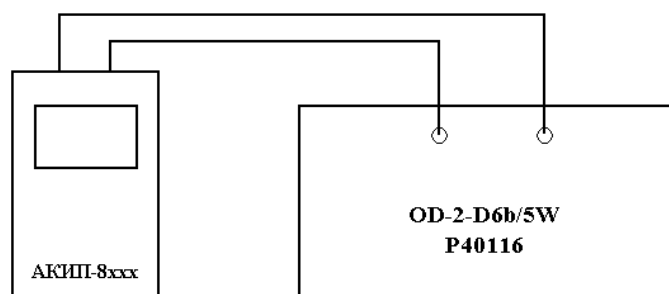


Рисунок 3 – Схема соединения приборов при определении диапазона и основной абсолютной погрешности в режиме измерения сопротивления, сопротивления изоляции.

- на поверяемом измерителе установить режим измерения сопротивления в заданном диапазоне;
- установить на магазине мер сопротивлений OD-2-D6b/5W значения сопротивления, соответствующие 10 %, 50 %, 90 % от верхнего предела диапазона измерений;
- зафиксировать значения сопротивления, измеренные поверяемым измерителем;
- рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (1).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.6 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности в режиме измерения сопротивления изоляции

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения сопротивления изоляции проводят при помощи меры-имитатора P40116 методом прямых измерений в следующей последовательности:

- входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для измерения сопротивления изоляции, соединить при помощи измерительных проводов с разъемами меры-имитатора P40116 (см. рис. 3);
- на поверяемом измерителе установить режим измерения сопротивления изоляции в заданном диапазоне и значение тестового напряжения;
- установить на мере-имитаторе P40116 значения сопротивления, соответствующие 10 %, 50 %, 90 % от верхнего предела диапазона измерений;

- зафиксировать значения сопротивления, измеренные поверяемым измерителем;
- рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (1).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.7 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности в режимах измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза», «фаза – нейтраль», петли «фаза-земля» (петли короткого замыкания), петли «фаза-земля» тестовым током 15 мА

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности в режимах измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза», «фаза – нейтраль», петли «фаза-земля» (петли короткого замыкания), петли «фаза-земля» тестовым током 15 мА проводят при помощи магазина мер сопротивлений OD-1-E2, трансформатора разделительного TP-3000M и лабораторного автотрансформатора «Штиль» TSGC2-30-B методом прямых измерений в следующей последовательности:

- собрать схему согласно рис. 4;

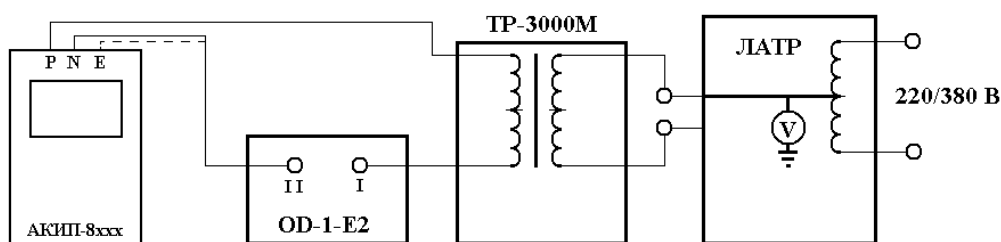


Рисунок 4 – Схема соединения приборов при определении диапазона и основной абсолютной погрешности в режиме измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза», «фаза – нейтраль», петли «фаза-земля» (петли короткого замыкания), петли «фаза-земля» тестовым током 15 мА.

- на OD-1-E2 выходы I и II соединить перемычкой;
- на ЛАТРе установить напряжение равным 220 В, контролируя его при помощи встроенного вольтметра;
- на поверяемом измерителе установить режим измерения сопротивления цепи «фаза-фаза», «фаза – нейтраль» (петли «фаза-земля», петли «фаза-земля» тестовым током 15 мА);
- произвести измерение сопротивления в заданном режиме (по окончании измерения на дисплее измерителя отобразится измеренное значение электрического сопротивления обмотки трансформатора TP-3000M ( $R_{вн}$ );
- зафиксировать полученное значение  $R_{вн}$ ;
- снять перемычку между выходами I и II на OD-1-E2;
- на магазине мер сопротивлений OD-1-E2 установить значения сопротивления соответствующие 10 %, 50 %, 90 % от верхнего предела диапазона измерений;
- произвести измерения сопротивления в заданном режиме и зафиксировать полученные значения;
- основную абсолютную погрешность измерения определить по формуле (3):

$$\Delta = (R_{изм} + R_{вн}) - R_{уст} \quad (3)$$

где:  $R_{уст}$  – значение электрического сопротивления по показаниям OD-1-E2;  
 $R_{вн}$  – значение электрического сопротивления обмотки трансформатора TP-3000M;  
 $R_{изм}$  – значение сопротивления по показаниям поверяемого измерителя.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.8 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности в режимах измерения электрического сопротивления заземления с использованием штанрей заземления, удельного электрического сопротивления почвы

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности в режимах измерения электрического сопротивления заземления с использованием штанрей заземления, удельного электрического сопротивления почвы проводят при помощи магазина мер сопротивлений OD-1-E2 методом прямых измерений в следующей последовательности:

- собрать схему согласно рис. 5;

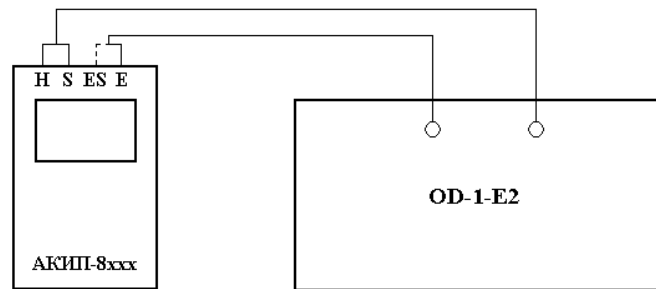


Рисунок 5 – Схема соединения приборов при определении диапазона и основной абсолютной погрешности в режиме измерения электрического сопротивления заземления с использованием штанрей заземления, удельного электрического сопротивления почвы

- на поверяемом измерителе установить режим измерения электрического сопротивления заземления с использованием штанрей заземления (удельного электрического сопротивления почвы);
- установить на магазине мер сопротивлений OD-1-E2 значения сопротивления, соответствующие 10 %, 50 %, 90 % от верхнего предела диапазона измерений;
- зафиксировать значения сопротивления, измеренные поверяемым измерителем;
- рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (1).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.9 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения времени срабатывания устройств защитного отключения

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения времени срабатывания устройств защитного отключения проводят при помощи калибратора времени отключения УЗО ERS-2 методом прямых измерений в следующей последовательности:

- собрать схему согласно рис. 6;

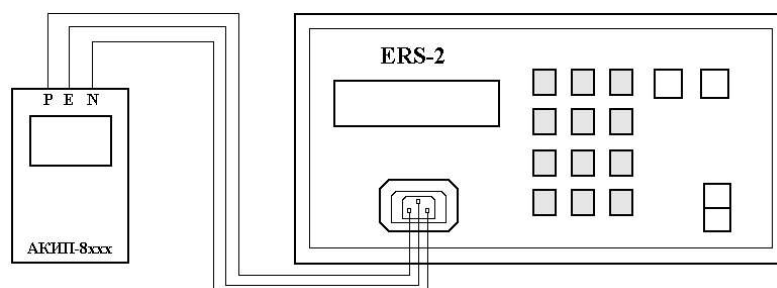


Рисунок 6 – Схема соединения приборов при определении диапазона и основной абсолютной погрешности измерения времени срабатывания устройств защитного отключения

- на ERS-2 клавишей «E» установить переход калибратора в ручной режим работы;

- установить значения времени срабатывания, соответствующие 10 %, 50 %, 90 % от верхнего предела диапазона измерений;
- зафиксировать установленные значения повторным нажатием клавиши «Е»;
- на поверяемом измерителе установить режим измерения времени срабатывания устройств защитного отключения (номинальный тестовый ток - 100 мА);
- произвести измерения времени срабатывания устройств защитного отключения и зафиксировать полученные значения;
- рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (1).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.10 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения напряжения прикосновения

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения напряжения прикосновения проводят при помощи магазина мер сопротивлений OD-2-D6b/5w, трансформатора разделительного TP-3000M, калибратора-вольтметра универсального В1-28 и лабораторного автотрансформатора «Штиль» TSGC2-30-В методом прямых измерений в следующей последовательности:

- собрать схему согласно рис. 7;

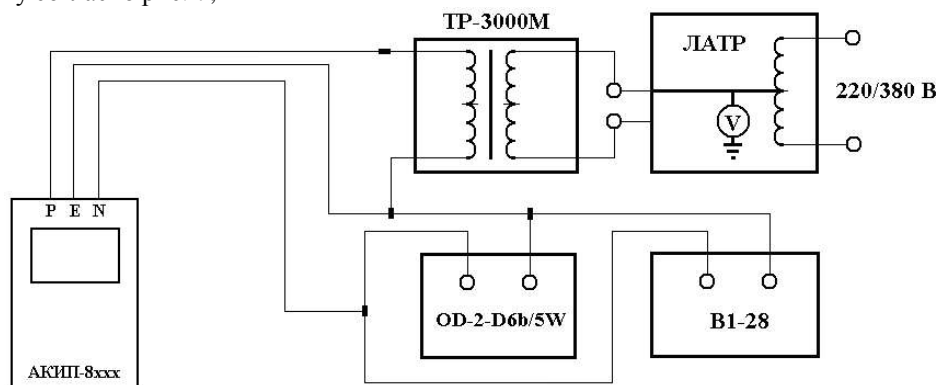


Рисунок 7 – Схема соединения приборов при определении диапазона и основной абсолютной погрешности измерения напряжения прикосновения

- на поверяемом измерителе установить режим измерения напряжения прикосновения;
- в меню поверяемого прибора установить значение номинального тестового тока 100 А;
- на ЛАТРе установить напряжение равным 220 В, контролируя его при помощи встроенного вольтметра;
- установить на магазине мер сопротивлений OD-2-D6b/5w поочередно значения сопротивления 100 Ом, 500 Ом, 900 Ом;
- с помощью В1-28 контролировать установленные значения напряжения прикосновения;
- произвести измерения напряжения прикосновения и зафиксировать полученные значения;
- рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (4).

$$\Delta = U_{C \text{ изм.}} - (R_{уст.} \times I_{\Delta N}) \quad (4)$$

где:  $U_{C \text{ изм.}}$  – значение по показаниям поверяемого прибора;  
 $I_{\Delta N}$  – установленное значение номинального дифференциального тока;  
 $R_{уст.}$  – значение, установленное на магазине сопротивлений.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.



### 19.5.3.11 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения тока срабатывания устройств защитного отключения

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения тока срабатывания устройств защитного отключения проводят при помощи трансформатора разделительного TP-3000M, калибратора-вольтметра универсального В1-28 и лабораторного автотрансформатора «Штиль» TSGC2-30-B методом прямых измерений в следующей последовательности:

- собрать схему согласно рис. 8;

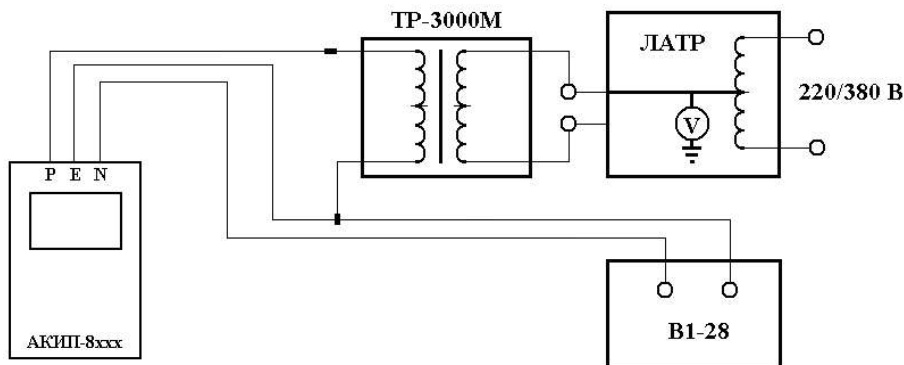


Рисунок 8 – Схема соединения приборов при определении диапазона и основной абсолютной погрешности измерения тока срабатывания устройств защитного отключения

- на поверяемом измерителе установить режим измерения тока срабатывания устройств защитного отключения;
- в меню поверяемого прибора поочередно установить значения номинального тестового тока 10 мА, 30 мА, 100 мА, 300 мА, 500 мА;
- на ЛАТРе установить напряжение равным 220 В, контролируя его при помощи встроенного вольтметра;
- на В1-28 установить режим измерения максимальных ( $I_{max}$ ) значений тока;
- при помощи В1-28 контролировать установленные значения тока отключения;
- произвести измерения тока отключения и зафиксировать полученные значения;
- рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (1).

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.12 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения мощности и коэффициента мощности ( $\cos\varphi$ )

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения мощности и коэффициента мощности проводят при помощи калибратора универсального FLUKE 5520A методом прямых измерений в следующей последовательности:

- собрать схему согласно рис. 9;

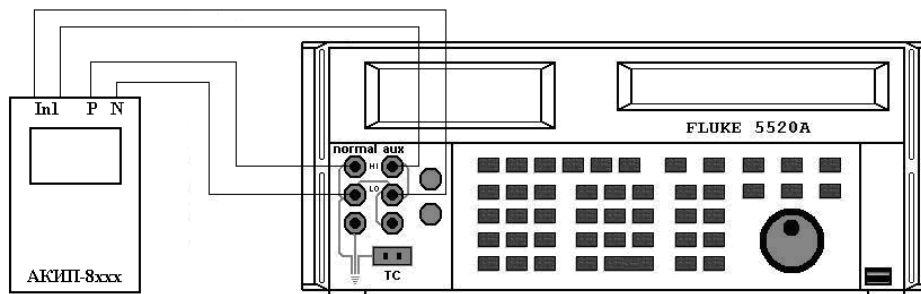


Рисунок 9 – Схема соединения приборов при определении основной абсолютной погрешности измерения мощности и коэффициента мощности ( $\cos\varphi$ )

- на поверяемом измерителе установить режим измерения мощности;
- установить параметры конфигурации измерителя согласно данным табл. 3
- установить на выходах «NORMAL» и «AUX» калибратора значения напряжения по данным табл. 3, частоту сигнала 50 Гц;
- установить значения коэффициента мощности ( $\cos\phi$ ), соответствующие 10 %, 50 %, 90 % от верхнего предела диапазона измерений;

**Таблица 3**

Проверяемая точка по показаниям измерителя	Проверяемая точка по показаниям Fluke 5520A	
	Выход «NORMAL»	Выход «AUX»
<b>Конфигурация измерителя: FS = 10 А</b>		
220 ВА	220 В	0,1 В
1100 ВА	220 В	0,5 В
1980 ВА	220 В	0,9 В
<b>Конфигурация измерителя: FS = 100 А</b>		
2200 ВА	220 В	0,1 В
11000 ВА	220 В	0,5 В
19800 ВА	220 В	0,9 В
<b>Конфигурация измерителя: FS = 1000 А</b>		
22000 ВА	220 В	0,1 В
110000 ВА	220 В	0,5 В
198000 ВА	220 В	0,9 В
<b>Конфигурация измерителя: FS = 3000 А</b>		
66000 ВА	220 В	0,1 В
330000 ВА	220 В	0,5 В
594000 ВА	220 В	0,9 В

- произвести измерения мощности и коэффициента мощности ( $\cos\phi$ ), зафиксировать полученные значения;
  - рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (1);
- Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

### 19.5.3.13 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения действующего значения $n$ – ой гармонической составляющей напряжения и тока

Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения  $n$  – ой гармонической составляющей напряжения и тока проводят при помощи калибратора универсального FLUKE 5520A методом прямых измерений в следующей последовательности:

- собрать схему согласно рис. 1;
- установить параметры конфигурации измерителя согласно данным табл. 4;

**Таблица 4**

Номер гармоники	Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерения $n$ – ой гармонической составляющей			
	напряжения		тока	
	Проверяемая точка по показаниям измерителя	Напряжение на выходе «NORMAL» калибратора	Проверяемая точка по показаниям измерителя	Напряжение на выходе «NORMAL» калибратора
1	2	3	4	5
1	20,0 В	20,0 В	50,0 А	0,05 В
3	20,0 В	20,0 В	50,0 А	0,05 В
9	20,0 В	20,0 В	50,0 А	0,05 В
13	20,0 В	20,0 В	50,0 А	0,05 В
21	20,0 В	20,0 В	50,0 А	0,05 В
31	20,0 В	20,0 В	50,0 А	0,05 В

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
41	20,0 В	20,0 В	50,0 А	0,05 В
1	60,0 В	60,0 В	500 А	0,5 В
3	60,0 В	60,0 В	500 А	0,5 В
9	60,0 В	60,0 В	500 А	0,5 В
13	60,0 В	60,0 В	500 А	0,5 В
21	60,0 В	60,0 В	500 А	0,5 В
31	60,0 В	60,0 В	500 А	0,5 В
41	60,0 В	60,0 В	500 А	0,5 В

- установить на выходе «NORMAL» калибратора значения напряжения по данным табл. 4;
  - в меню измерителя произвести установку параметров конфигурации для записи в память результатов гармонического анализа напряжения и тока в соответствии с руководством по эксплуатации;
  - произвести измерения  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения и тока, зафиксировать полученные значения;
  - рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (1);
- Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в технической документации.

## 19.6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

- 19.6.1 **1 Положительные результаты поверки измерителей оформляют свидетельством о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94.**
- 19.6.2 **При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики измерители к дальнейшей эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94. В извещении указывают причину непригодности и приводят указание о направлении измерителей в ремонт или невозможности их дальнейшего использования.**

# 20 ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Порядок работы с калибратором FLUKE 5520A

### **1 Порядок работы с калибратором FLUKE 5520A при определении диапазона и основной абсолютной погрешности измерения действующего значения напряжения переменного тока основной частоты (п.5.3.1 методики):**

- 1.1 нажать клавишу «RESET» для сброса предыдущих параметров;
- 1.2 с помощью цифровых клавиш ввести значение переменного напряжения на выходе калибратора;
- 1.3 нажать клавишу размерности «V»;
- 1.4 с помощью цифровых клавиш ввести значение частоты переменного напряжения на выходе калибратора;
- 1.5 нажать клавишу размерности «Hz»;
- 1.6 нажать клавишу «ENTER» для подтверждения введенных значений;
- 1.7 нажать клавишу «OPR» для воспроизведения введенных значений.

### **2 Порядок работы с калибратором FLUKE 5520A при определении диапазона и основной абсолютной погрешности измерения действующего значения силы переменного тока основной частоты (п.5.3.3 методики):**

- 2.1 нажать клавишу «RESET» для сброса предыдущих параметров;
- 2.2 с помощью цифровых клавиш ввести значение переменного напряжения на выходе калибратора;
- 2.3 нажать клавишу множителя «m» для ввода значения переменного напряжения в милливольтах (имитация выходного сигнала преобразователей тока с выходом по напряжению);
- 2.4 нажать клавишу размерности «V»;
- 2.5 с помощью цифровых клавиш ввести значение частоты переменного напряжения на выходе калибратора;
- 2.6 нажать клавишу размерности «Hz»;
- 2.7 нажать клавишу «ENTER» для подтверждения введенных значений;
- 2.8 нажать клавишу «OPR» для воспроизведения введенных значений.

### **3 Порядок работы с калибратором FLUKE 5520A при определении диапазона и основной абсолютной погрешности измерения мощности, энергии и коэффициента мощности (cosφ) (п.5.3.5 методики):**

- 3.1 нажать клавишу «RESET» для сброса предыдущих параметров;
- 3.2 с помощью цифровых клавиш ввести значение переменного напряжения на выходе «NORMAL» калибратора;
- 3.3 нажать клавишу размерности «V»;
- 3.4 с помощью цифровых клавиш ввести значение переменного напряжения на выходе «AUX» калибратора;
- 3.5 нажать клавишу множителя «m» для ввода значения переменного напряжения в милливольтах (имитация выходного сигнала преобразователей тока с выходом по напряжению);
- 3.6 нажать клавишу размерности «V»;
- 3.7 с помощью цифровых клавиш ввести значение частоты переменного напряжения на выходе калибратора;
- 3.8 нажать клавишу размерности «Hz»;
- 3.9 нажать функциональную клавишу «WAVE MENUS» (меню форм сигнала);
- 3.10 нажать функциональную клавишу «PHASE» (меню ввода фазы);
- 3.11 нажать функциональную клавишу «SHOW PF» (меню ввода коэффициента мощности);

- 3.12 с помощью цифровых клавиш ввести значение коэффициента мощности;
- 3.13 нажать клавишу «ENTER» для подтверждения введенных значений;
- 3.14 нажать клавишу «OPR» для воспроизведения введенных значений.

**4 Порядок работы с калибратором FLUKE 5520A при определении диапазона и основной абсолютной погрешности измерения действующего значения  $n$  – ой гармонической составляющей напряжения и тока (п.5.3.6 методики):**

- 4.1 нажать клавишу «RESET» для сброса предыдущих параметров;
- 4.2 с помощью цифровых клавиш ввести значение переменного напряжения на выходе «NORMAL» калибратора;
- 4.3 для ввода значения переменного напряжения в милливольтках нажать клавишу «m»;
- 4.4 нажать клавишу размерности «V»;
- 4.5 с помощью цифровых клавиш ввести значение частоты переменного напряжения на выходе калибратора;
- 4.6 нажать клавишу размерности «Hz»;
- 4.7 нажать клавишу «ENTER» для подтверждения введенных значений;
- 4.8 нажать клавишу «MORE MODES»;
- 4.9 нажать клавишу «HARMONICS MENU»;
- 4.10 нажать клавишу «EDIT WAVES» или «NEW WAVES»;
- 4.11 ввести номер гармоники и ее значение в процентах от первой (основной);
- 4.12 нажать клавишу «ENTER» для подтверждения ввода значений;
- 4.13 ввести фазовый угол между основной и  $n$ -ой гармонической при помощи функции «FHASE»;
- 4.14 нажать клавишу «ENTER» для подтверждения введенных значений;
- 4.15 нажать дважды на клавишу «PREV MENU»;
- 4.16 нажать клавишу «OPR» для воспроизведения введенных значений.

# 21 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

## 21.1 Гарантийный срок

Поставщик ЗАО «ПриСТ» гарантирует соответствие параметров прибора данным, изложенным в разделе «Технические характеристики» при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания и хранения, указанных в настоящем Руководстве.

Гарантийный срок эксплуатации – **12 месяцев** со дня продажи прибора.

В данном приборе гарантируется отсутствие дефектов материалов и комплектующих, а также недостатков при его изготовлении в соответствии со сроками и условиями, изложенными в общих положениях Правил продажи (торговли). В течение периода гарантии (гарантийного срока) все дефектные части могут быть заменены, при этом изготовитель (поставщик) оставляет за собой право восстанавливать (осуществить гарантийный ремонт) или заменить изделие.

Если прибор необходимо отправить в сервисную службу или к дилеру (для постгарантийного техобслуживания) то возмещение транспортных расходов возлагается на клиента (заказчика). При этом такая отгрузка должна быть обязательно согласована с исполнителем (дилером). К возвращаемому изделию должно всегда прилагаться письменное уведомление, содержащее причины и мотивированное обоснование возвращения. При этом для отправки изделий должен быть использован только первоначальный упаковочный материал (тара). Любое повреждение (ущерб), которое может быть нанесено изделию вследствие ненадлежащей и не оригинальной упаковки, будет предъявлено клиенту путем письменного уведомления.

Изготовитель отклоняет любую ответственность за возможные повреждения (ущерб), нанесенный прибором людям и/или объектам.

В течение срока гарантии следующие состояния прибора и нарушения прекращают ее действие (т.е. являются основаниями для отказа в выполнении ремонта по гарантии):

- ✓ Любой ремонт, который необходим прибору как следствие его неправильного употребления или использования без рекомендованных (совместимых) устройств.
- ✓ Любой ремонт, который необходим прибору как следствие ненадлежащей упаковки.
- ✓ Любой ремонт, который необходим прибору как следствие действий по его техобслуживанию, выполненных неуполномоченным персоналом.
- ✓ Любая модификация прибора (внесение изменений в конструкцию), выполненная без разрешения фирмы-изготовителя.
- ✓ Применение прибора в режимах и условиях, не предусмотренных в его спецификациях или в Руководстве по эксплуатации.

Содержание данного Руководства не может быть воспроизведено ни в какой форме вообще без предшествующего разрешения изготовителя или официального дилера.

### Внимание:

**Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию.**

## 21.2 Сервис, постгарантийное обслуживание и рекламации

Если обнаружены нарушения в работе прибора, то до обращения в службу сервиса (постгарантийного техобслуживания), убедитесь в исправности измерительных проводов (наконечников) и правильности их подключения. При необходимости поменяйте их расположение (подключение) на правильное.

Если после этого прибор не работает должным образом, убедитесь в том, что все операции и процедуры измерений выполняются в соответствии с порядком, изложенным в настоящей инструкции.

В случае необходимости отправить прибор для послепродажного техобслуживания в сервисную службу или к дилеру, возмещение транспортных расходов возлагается на клиента (заказчика). При этом такая отгрузка должна быть обязательно согласована с исполнителем (дилером).

**Адрес сервис-центра: 2-й Донской проезд дом 10 стр4, тел. (495) 777-55-91**

Уведомление должно всегда прилагаться к возвращаемому изделию и содержать причины его возвращения, а также мотивированное и документально подтвержденное обоснование.

Для отправки изделий должен быть использован только первоначальный (оригинальный) упаковочный материал, тара. Любое повреждение (ущерб), которое может быть нанесено изделию вследствие ненадлежащей (не оригинальной) упаковки, встречно предъявляется клиенту путем его письменного уведомления о таких фактах.

# 22 ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ТЕСТИРОВАНИЯ

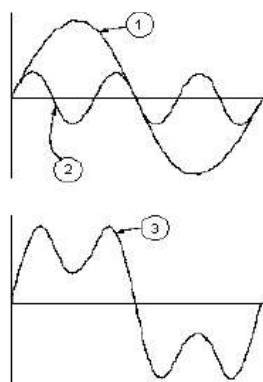
## 22.1 Гармоники напряжения и тока

### Теоретические аспекты

Любой периодический несинусоидальный сигнал может быть представлена как сумма синусоидальных волн (гармоник), из которых частота каждой определяется кратным коэффициентом от частоты основной гармоники, согласно уравнению:

$$v(t) = V_0 + \sum_{k=1}^{\infty} V_k \sin(\omega_k t + \varphi_k)$$

где:  $V_0$  = Усредненное значение за  $t$  интервал  $U(t)$   
 $V_1$  = Амплитуда основной гармоники  $U(t)$   
 $V_k$  = Амплитуда  $k$ -ой гармоники  $U(t)$



Пояснение:

1. Основная (первая) гармоника 50 Гц
2. Третья Гармоника (150 Гц)
3. Искаженная форма волны напряжения (тока) 50 Гц

**Эффект суммирования кратных (1-й и 3-й) частотных гармоник**

В напряжении сети электропитания, основная гармоника имеет частоту 50 Гц, вторая гармоника имеет частоту 100 Гц, третья гармоника имеет частоту 150 Гц и так далее. Гармонические искажения – постоянная, длительная по времени проблема. Ее не следует ошибочно смешивать с короткими событиями типа перекосов напряжения, спадов или кратковременных колебаний.

Можно отметить, что в уравнении (1) индекс  $\sigma$  ( $\Sigma$ ) - от 1 до  $\infty$  (бесконечности). Однако в действительности сигнал не имеет неограниченного числа гармоник: всегда существует такое конечное число  $N$ , при котором значение данной гармоники является незначительным и им можно пренебречь.

Фундаментальный показатель для определения и выражения присутствия гармоник в сигнале 50 Гц – THD (суммарный коэффициент гармонических искажений). Этот параметр принимает во внимание все эти гармоники. Чем выше этот показатель, тем более сильно искажена форма волны напряжения (тока) по сравнению с синусоидальной формой.

## 22.2 Присутствие гармоник: ПРИЧИНЫ

Любое устройство, которое изменяет форму синуса или вносит только частичный вклад в формирование причин таких искажений формы волны, вызывает явление возникновения кратных (четных и нечетных) гармоник.

Все текущие сигналы (напряжение, ток) в некотором роде уже фактически искажены. Наиболее обычная ситуация - гармоническое искажение, вызванное использованием нелинейных нагрузок типа электрических бытовых приборов, персональных компьютеров или блоков управления скорости для двигателей (ст. машина, пылесос и др.). Гармоническое искажение являются причиной существенных токов потребления на частотах, которые являются нечетными гармониками основной частоты.

Токи гармонических составляющих в значительной мере воздействуют на нулевой провод (нейтраль) электрических сооружений. В большинстве стран, система энергоснабжения является 3-х фазной (50/60 Гц),

первичная обмотка трансформатора – по схеме «треугольник» (Δ-дельта), а вторичная - «звезда». Обычно вторичная обмотка обеспечивает выдачу  $U \sim 230V$  между фазой и нейтралью или  $\sim 400V$  между фазами. Сбалансированность нагрузок на каждой фазе (т.е. их равномерное распределение) всегда представляет определенную трудность (предмет головной боли) для проектировщиков энергосистем распределения и электропитания.

Еще около 10 лет назад, в хорошо сбалансированной системе, векторная сумма токов в нейтральной цепи была равна нулю или имела весьма низкое значение (в виду трудности получения полного баланса). Применяемые в сетях освещения лампы, маломощные двигатели и другие устройства, которые являлись в основном линейными нагрузками. В результате обеспечивался по существу синусоидальный ток в каждой фазе при малом значении тока в цепи нейтраль частоты 50Гц.

"Современные" устройства типа телевизоров, флуоресцентных ламп, видео, устройств оргтехники и микроволновых печей (СВЧ) обычно вызывают искажение формы тока только для части каждого цикла, вызванного нелинейными нагрузками и как следствие, наличие нелинейных токов. Все это является причиной появления нечетных гармоник 50Гц - частоты питающей сети. По этой причине, ток в распреустройствах (РУ) и распределительных трансформаторах, наряду с гармониками 50Гц содержит также и составляющие 150Гц, а также другие значащие гармоники до 750 Гц и выше.

Векторная сумма токов в хорошо сбалансированной энергосистеме, которая питает нелинейные нагрузки и потребителей может в итоге быть весьма низкой. Однако, это суммирование не устраняет негативного влияния всех токовых гармоник. Нечетные гармоники, кратные 3-й третьей основной гармонике (называемые "TRIPLENS") объединенные вместе и протекающие в нейтрали могут привести к перегреву трансформатора даже при условии сбалансированности нагрузок.

## 22.3 Присутствие гармоник: ПОСЛЕДСТВИЯ

Как правило, четные гармоники, то есть 2-я, 4-я и т.д., не создают проблем при эксплуатации электросетей. Тройные гармоники, нечетные гармоники кратные 3-й третьей основной гармонике, накладываясь в цепи нейтраль, друг на друга (вместо взаимной компенсации), создают условия для перегревания провода, что является чрезвычайно опасным. Проектировщики (пользователи) при проектировании (эксплуатации) систем распределения электроэнергии, которые наверняка будут содержать гармонический ток, должны учитывать нижеперечисленные проблемы:

- нулевой провод должен иметь достаточное сечение.
  - трансформатор распределения должен иметь дополнительную систему охлаждения, чтобы в случае присутствия гармоник обеспечить его номинальную мощность и теплоотдачу. Это необходимо по причине того, что гармонический ток в нулевом проводе вторичной обмотки циркулирует и в связанной с ним первичной обмотке, выполненной по схеме «треугольник» (Δ-дельта). Этот циркулирующий ток гармоник вызывает перегрев трансформатора.
  - токи гармоник в фазах отражаются от первичной обмотки и возвращаются назад к источнику напряжения (энергии). Это может вызывать искажение формы волны напряжения в такой степени, что не хватит возможностей устройств коррекции коэффициента мощности (КРМ) для ее исправления (т.е. превышение возможностей КРМ).
- 5-я и 11-я гармоника противоположная по фазе току, протекающему через электродвигатели, затрудняют управление им и приводят к сокращению их среднего срока службы. Как правило, чем выше порядковый номер гармоники, тем меньше ее энергия и следовательно воздействие, которое она будет оказывать на потребителей и устройства (кроме трансформаторов).

## 22.4 Мощность и определение коэффициента мощности (cosφ)

В стандартной электрической установке, питаемой 3 фазным синусоидальным напряжением, определены следующие параметры **мощности**:

Phase Active Power: (n=1,2,3)	$P_n = V_{nV} \cdot I_n \cdot \cos(\varphi_n)$
Phase Apparent Power: (n=1,2,3)	$S_n = V_{nV} \cdot I_n$
Phase Reactive Power: (n=1,2,3)	$Q_n = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}$
Phase Power Factor: (n=1,2,3)	$P_{Fn} = \frac{P_n}{S_n}$

- **Активная** в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)
- **Полная** в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)
- **Реактивная** в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)
- **Кэфф. мощности** в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)



- **Суммарная активная**
- **Суммарная реактивная**
- **Суммарная полная**
- **Суммарный коэфф. мощности**

Где:  $V_n$  = RMS значение напряжения между n – фазой и нейтралью.  
 $I_{kn}$  = RMS значение тока n-ой фазы.  
 $\phi_{kn}$  = угол сдвига (фаз) между напряжением и током n-ой фазы.

В реальных условиях (т.е. присутствия в энергосистеме искаженных напряжений и токов) предыдущие формулы (соотношения), описывающие **МОЩНОСТЬ**, изменяются следующим образом:

<b>Активная</b> в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	$P_n = \sum_{k=0}^{\infty} V_{kn} I_{kn} \cos(\varphi_{kn})$
<b>Реактивная</b> в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	$Q_n = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}$
<b>Полная</b> в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	$S_n = V_{nN} \cdot I_n$
<b>Коэфф. мощности</b> в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	$P_{Fn} = \frac{P_n}{S_n}$
<b>искажение Коэфф. мощности</b> в фазе (n = 1ф, 2ф, 3ф)	$dPF_n = \cos\varphi_{1n}$ - сдвиг фаз между током и напряжением в n-фазе
<b>Суммарная активная</b>	$P_{TOT} = P_1 + P_2 + P_3$
<b>Суммарная реактивная</b>	$Q_{TOT} = Q_1 + Q_2 + Q_3$
<b>Суммарная полная</b>	$S_{TOT} = \sqrt{P_{TOT}^2 + Q_{TOT}^2}$
<b>Суммарный коэфф. мощности</b>	$P_{FTOT} = \frac{P_{TOT}}{S_{TOT}}$

Где:  $V_{kn}$  = RMS значение **К-ой** гармоники напряжения между n – фазой и нейтралью.

$I_{kn}$  = RMS значение **К-ой** гармоники тока n-ой фазы.

$\varphi_{kn}$  = угол сдвига (фаз) между **К-ой** гармоникой напряжения и **К-ой** гармоникой тока n-ой фазы.

#### Примечание:

Необходимо отметить, что приведенное выше выражение для фазовой реактивной мощности (**PM**) не синусоидальной формы - было бы неправильным. Для понимания этого следует рассмотреть какое влияние оказывают обе причины: присутствие гармоник и наличие реактивной мощности (помимо других проявлений и эффектов) на увеличение потерь мощности в линии из-за увеличенного RMS значения тока. В соответствии с вышеупомянутым выражением увеличение потерь из-за наличия гармоник добавляется к потерям связанным с наличием реактивной мощности.

В действительности, даже если эти два явления присутствуют одновременно и оказывают влияние на увеличение потерь мощности сети электропитания, вовсе не обязательно, что они находятся в фазе по отношению друг к другу и поэтому могут складываться простым математическим суммированием.

Ранее указанное выражение будет оправдано относительной простотой вычисления и при относительно малом расхождении между значением **PM**, полученным при использовании такой формулы и ее истинным значением.

Кроме того, следует отметить, что для энергосистем и сетей с наличием гармоник, определяется и другой показатель – **искажение** коэффициента мощности = (**dPF**). Практически, этот параметр представляет собой теоретический предел, которого может достигать значение КМ при условии полного устранения всех гармоник в сети электропитания.

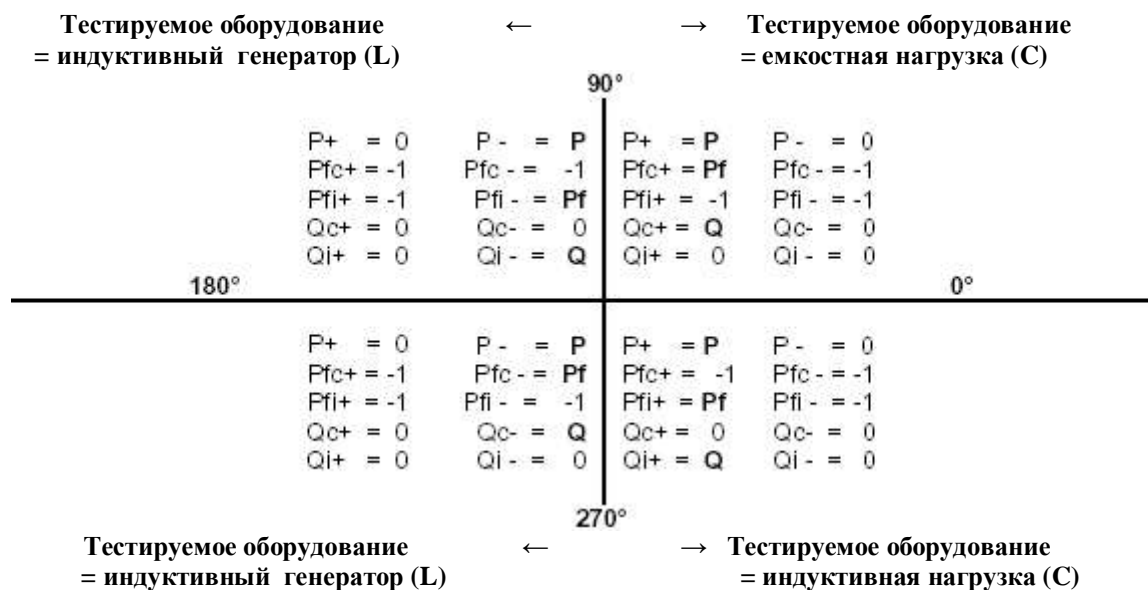
## 22.5 Взаимосвязь МОЩНОСТЕЙ (P, Q, S) и коэфф. мощности (cosφ)

Для определения типа реактивной мощности, типа коэффициента мощности и направления перетекания активной мощности должно применяться нижеприведенная таблица соответствий и соотношений.

Обозначение параметра и его определение:

<b>P</b>	<b>активная мощность</b> (положительная или отрицательная) <b>отображается на панели прибора</b> и представляет собой значение текущее значение активной мощности в определенный момент времени.
<b>Q</b>	<b>реактивная мощность</b> (индуктивная или емкостная, положительная или отрицательная) <b>отображается на панели прибора</b> и представляет собой значение текущее значение реактивной активной мощности в определенный момент времени.
<b>Pf</b>	<b>коэффициент мощности</b> (индуктивный или емкостный, положительный или отрицательный) <b>отображается на панели прибора</b> представляет собой текущее значение КМ в определенный момент времени.
<b>0</b>	<b>активная мощность</b> (положительная или отрицательная) или <b>реактивная мощность</b> (индуктивная или емкостная, положительная или отрицательная) <b>не определена</b> и поэтому <b>отображается на панели прибора</b> как нулевое значение.
<b>-1</b>	<b>коэффициент мощности</b> (индуктивный или емкостный, положительный или отрицательный) <b>не определен</b> и поэтому <b>отображается на панели прибора</b> как отрицательное значение.

Указанные углы являются углами смещения (сдвига) фазы тока и напряжения (например, в первой группе таблицы ток опережает напряжение на угол от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ ):



Где:

**Обозначение используемых символов**

<p><b>P +</b>    Значение активной мощности +  <b>Pfc +</b>    Емкостный коэфф. мощности +  <b>Pfi +</b>    Индуктивный коэфф. мощности +  <b>Qc +</b>    Значение емкостной реактивной мощности +  <b>Qi +</b>    Значение индуктивной реактивной мощности +</p>	<p><b>Положительный параметр</b> (т.е. потребитель)</p>
<p><b>P -</b>    Значение активной мощности -  <b>Pfc -</b>    Емкостный коэфф. мощности -  <b>Pfi -</b>    Индуктивный коэфф. мощности -  <b>Qc -</b>    Значение емкостной реактивной мощности -  <b>Qi -</b>    Значение индуктивной реактивной мощности -</p>	<p><b>Отрицательный параметр</b> (т.е. генератор)</p>