

ОКПД2 26.51.66.127  
ТН ВЭД 9030 39 000 9

СКБ  ЭП®

ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ  
ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



**МИКО-7М**

**МИКО-8М**

МИЛЛИОМЕТРЫ

**МИКО-9**

ИЗМЕРИТЕЛЬ  
СОПРОТИВЛЕНИЯ  
ОБМОТОК



## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

141.00.00.000 PЭ  
ВЕРСИЯ № 7

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для ознакомления с принципом работы, устройством и конструкцией базовых вариантов миллиомметров МИКО-7М, МИКО-8М и МИКО-9 Измерителя сопротивления обмоток, а также их модификаций: МИКО-7МА, МИКО-8МА, МИКО-9А Измеритель сопротивления обмоток (далее – МИКО-7М(А), МИКО-8М(А) и МИКО-9(А)).

К работе с приборами допускаются лица, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей, знающие устройство проверяемого электрооборудования и изучившие настоящие руководство.

Прибор имеет первый класс защиты от поражения электрическим током.



**Виды опасностей при неправильном использовании прибора:**

**а) ЗАПРЕЩАЕТСЯ ОТСОЕДИНЯТЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ ОТ ПРИБОРА ИЛИ ОТ ИЗМЕРЯЕМОЙ ОБМОТКИ ДО ТЕХ ПОР, ПОКА НА ДИСПЛЕЕ ПРИСУТСТВУЕТ НАДПИСЬ: «НЕ РАЗРЫВАЙТЕ ЦЕПЬ»!**

**б) ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕЗАЗЕМЛЕННОГО ПРИБОРА!**

**в) ЗАПРЕЩАЕТСЯ НАХОДИТЬСЯ НА КРЫШКЕ БАКА ТРАНСФОРМАТОРА ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ!**

При ошибочном подсоединении к цепи, содержащей индуктивность, на ее концах появится опасное напряжение в момент разрыва цепи или при окончании измерения;

б) при измерении переходного сопротивления контактов бакового выключателя, у которого вторичные обмотки трансформаторов тока не соединены с нагрузочными сопротивлениями, на этих обмотках возникает опасное напряжение в момент окончания измерения.

# Содержание

1. Описание и работа .....	4
1.1. Назначение приборов .....	4
1.2. Технические характеристики .....	4
1.2.1. Защита приборов .....	5
1.2.2. Органы управления .....	6
1.2.3. Особенности и функции приборов .....	11
1.3. Устройство и работа .....	13
1.3.1. Принцип измерения .....	13
1.3.2. Устройство измерительного блока .....	13
1.4. Маркировка и пломбирование .....	15
1.5. Упаковка .....	15
2. Использование прибора .....	16
2.1. Эксплуатационные ограничения .....	16
2.2. Подготовка прибора к работе .....	16
2.3. Работа с приборами МИКО-8М(А) и МИКО-9(А) .....	17
2.3.1. Подготовка прибора к запуску на измерение .....	17
2.3.1.1. Выбор объекта измерений .....	17
2.3.1.2. Создание нового объекта .....	23
2.3.1.3. Задание силы измерительного тока .....	29
2.3.1.4. Выбор режима запуска и останова измерения .....	30
2.3.1.5. Выбор измеряемой обмотки и фазы .....	32
2.3.1.6. Расширенные настройки измерения .....	35
2.3.2. Проведение измерения .....	37
2.3.3. Вывод полученных результатов .....	39
2.3.4. Работа с дополнительными функциями .....	39
2.3.4.1. Размагничивание .....	39
2.3.4.2. Испытание на нагрев .....	41
2.3.4.3. Снятие осциллограммы переключения контактора методом DRM .....	43
2.3.5. Архив .....	47
2.3.6. Настройки .....	52
2.3.6.1. Настройка даты и времени .....	52
2.3.6.2. Настройка яркости подсветки дисплея .....	53
2.3.6.3. Настройки языка интерфейса .....	53
2.3.6.4. Настройки связи .....	54
2.3.7. Вывод информации о приборе .....	56
2.3.8. Активация приборов МИКО-8М(А) и МИКО-9(А) .....	56
2.4. Работа с прибором МИКО-7М(А) .....	58
2.4.1. Подготовка прибора к запуску на измерение .....	59
2.4.1.1. Выбор объекта и режима измерения .....	60
2.4.1.2. Задание силы измерительного тока .....	61
2.4.2. Проведение измерения .....	61
2.4.3. Работа с архивом .....	62
2.4.4. Дополнительные настройки .....	63

2.4.4.1. Язык интерфейса .....	63
2.4.4.2. Настройки связи .....	64
2.4.5. Активация прибора МИКО-7М(А) .....	64
3.Техническое обслуживание .....	65
4.Транспортирование и хранение .....	67
5.Утилизация .....	68
6.Сведения о предприятии – производителе .....	68

# 1. Описание и работа

## 1.1. Назначение приборов

Прибор предназначен для определения электропараметрическим методом неразрушающего контроля технического состояния следующих элементов высоковольтного оборудования:

- обмоток силовых и измерительных трансформаторов, обмоток электродвигателей, генераторов, линейных компенсаторов и обмоток другого оборудования с большой индуктивностью;

- резисторов, шин и других цепей, не содержащих индуктивности;

- главных контактов высоковольтных выключателей, разъединителей, короткозамыкателей;

- высоковольтных уравнивающих резисторов;

- быстродействующих устройств РПН.

## 1.2. Технические характеристики

Технические характеристики приборов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики и основные параметры

Наименование характеристики		Значение
Диапазон измерений электрического сопротивления постоянному току, Ом	МИКО-7М(А)	от $10^{-6}$ до 2000
	МИКО-8М(А)	от $10^{-6}$ до 10000
	МИКО-9(А)	от $10^{-6}$ до 30000
<b>Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току <math>\delta</math>, %</b>		
Поддиапазон, Ом	Ток, А	Пределы допускаемой относительной основной погрешности, %
От 0,000001 до 0,25	10	$\pm[0,1+0,0003 \cdot (0,25/R - 1)]$
От 0,001 до 10	1	$\pm[0,1+0,000005 \cdot (10/R - 1)^{1,4}]$
От 0,01 до 100	0,1	$\pm[0,1+0,000005 \cdot (100/R - 1)^{1,4}]$
От 0,1 до 1000	0,01	$\pm[0,1+0,000005 \cdot (1000/R - 1)^{1,4}]$
От 0,1 до 2000	0,005	$\pm[0,1+0,000005 \cdot (2000/R - 1)^{1,4}]$
От 1 до 10000 <sup>1</sup>	0,001	$\pm[0,1+0,000005 \cdot (10000/R - 1)^{1,4}]$
От 10 до 30000 <sup>2</sup>	0,0005	$\pm[0,1+0,000005 \cdot (30000/R - 1)^{1,4}]$
где R- измеренное электрическое сопротивление, Ом		
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений электрического сопротивления в рабочем диапазоне температуры окружающего воздуха		не более основной погрешности

<sup>1</sup> Кроме МИКО-7М(А)

<sup>2</sup> Только МИКО-9(А)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений силы электрического тока в режиме DRM <sup>3</sup> , А	от 0,1 до 10
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерений силы электрического тока в режиме DRM <sup>3</sup> , %	$\pm[1+0,04(10/I-1)]$
Максимально потребляемая мощность, Вт	120, не более
Сетевое напряжение питания: - переменного тока (действующее значение), - постоянного тока, В	от 90 до 253 от 127 до 354
Продолжительность работы от аккумуляторной батареи в режиме ожидания или при выходной мощности 1 Вт, часов, не менее	8
Продолжительность заряда полностью разряженной аккумуляторной батареи, часов, не более	3
Габаритные размеры измерительного блока, мм	270×250×130
Степень защиты измерительного блока от окружающей среды в транспортном положении	IP67
Степень защиты измерительного блока от окружающей среды в рабочем положении (при открытой крышке)	IP40
Масса измерительного блока с блоком аккумулятора, кг, не более	4
Средняя наработка на отказ, ч	10000

### 1.2.1. Защита приборов

Приборы имеют следующие виды защит:

- защита от превышения заданного измерительного тока не более чем на 4А;
- защита от ЭДС самоиндукции, возникающей при включении измерительного тока;
- защита от ЭДС самоиндукции, возникающей при отсоединении измерительного кабеля во время протекания измерительного тока от вводов трансформатора или от прибора, а также кабеля электропитания от сети;
- защите от превышения допустимого диапазона температур внутри приборов;
- два быстродействующих плавких предохранителя на 2А по цепи СЕТЬ
- контакт защитного заземления в сетевой вилке и клемма защитного заземления на корпусе измерительного блока.

---

<sup>3</sup> Кроме МИКО-7М(А)

## 1.2.2. Органы управления

На рисунках 1,2,3 указано расположение разъемов, органов управления и индикации, в таблицах 2,3,4 указаны их назначения.

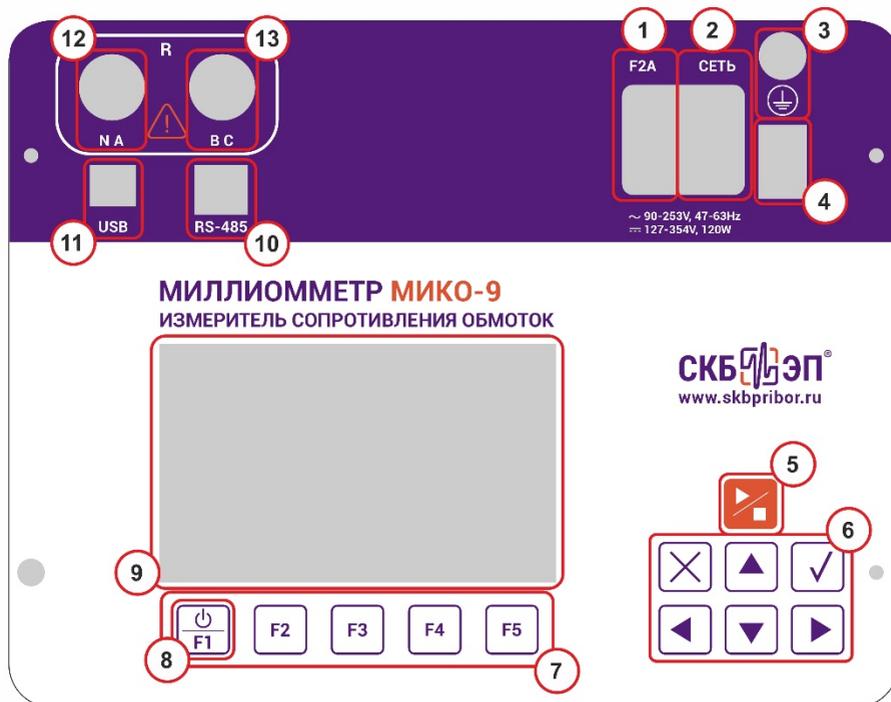


Рисунок 1 – Органы управления и разъемы МИКО-9(А)

Таблица 2 – Органы управления и разъемы МИКО-9(А)

Поз. №	Обозначение и название	Назначение
1	F2A	Быстродействующие предохранители с током срабатывания 2 А
2	СЕТЬ	Разъем для присоединения сетевого кабеля прибора
3		Клемма защитного заземления
4	-	Сетевой тумблер с обозначением положения включено/выключено
5		Кнопка запуска и останова измерений сопротивлений
6		Кнопки для перемещения курсора или изменения значений величин
		Кнопка «Ввод», для подтверждения выполненных действий
		Кнопка отмены выполняемого действия
7	F1, F2, F3, F4	Функциональные кнопки – кнопки, изменяющие свое назначение в зависимости от информации, выведенной на дисплей
8		Кнопка включения/выключения прибора при питании от аккумулятора
9	-	Дисплей сенсорный цветной графический
10	RS - 485	Разъём для подключения компьютера к прибору через кабель RS-485
11	USB	Разъем для подключения компьютера к прибору через кабель USB
12	NA	Разъём для подключения измерительного кабеля «N-A»;
13	BC	разъём для подключения измерительного кабеля «B-C»;



Рисунок 2 – Органы управления и разъемы МИКО-8М(А)

Таблица 3 – Органы управления и разъемы МИКО-8М(А)

Поз. №	Обозначение и название	Назначение
1	F2A	Быстродействующие предохранители с током срабатывания 2 А
2	СЕТЬ	Разъем для присоединения сетевого кабеля прибора
3		Клемма защитного заземления
4	-	Сетевой тумблер с обозначением положения включено/выключено
5		Кнопка запуска и останова измерений сопротивлений
6		Кнопки для перемещения курсора или изменения значений величин
		Кнопка «Ввод», для подтверждения выполненных действий
		Кнопка отмены выполняемого действия

Поз. №	Обозначение и название	Назначение
7	F1, F2, F3, F4	Функциональные кнопки – кнопки, изменяющие свое назначение в зависимости от информации, выведенной на дисплей
8	 F1	Кнопка включения/выключения прибора при питании от аккумулятора
9	-	Дисплей сенсорный цветной графический
10	USB	Разъем для подключения компьютера к прибору через кабель USB
11	NA	Разъём для подключения измерительного кабеля «N-A»;

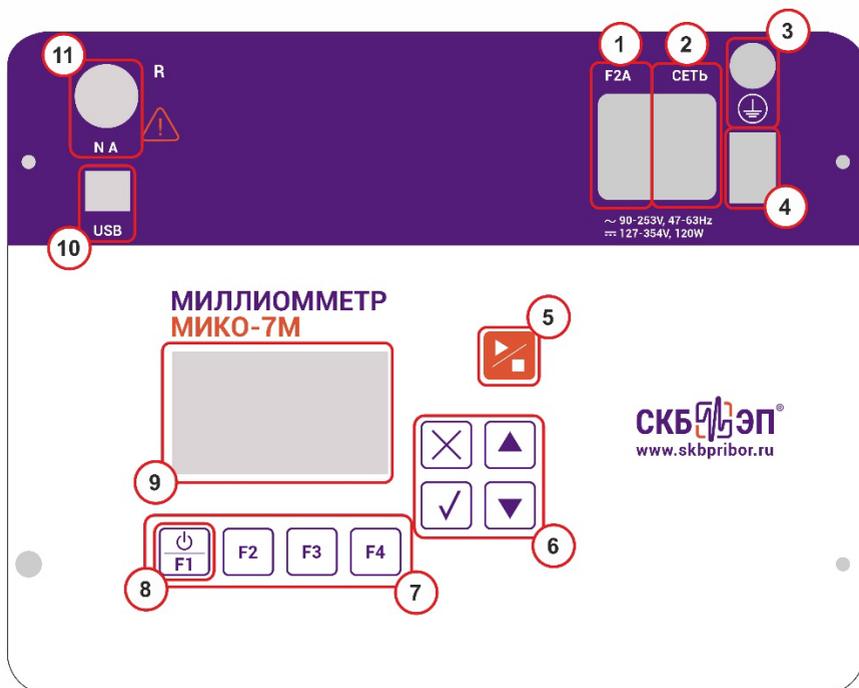


Рисунок 3 – Органы управления и разъемы МИКО-7М(А)

Таблица 4 – Органы управления и разъемы МИКО-7М(А)

Поз. №	Обозначение и название	Назначение
1	F2A	Быстродействующие предохранители с током срабатывания 2 А
2	СЕТЬ	Разъем для присоединения сетевого кабеля прибора
3		Клемма защитного заземления
4	-	Сетевой тумблер с обозначением положения включено/выключено
5		Кнопка запуска и останова измерений сопротивлений
6		Кнопки для перемещения курсора или изменения значений величин
		Кнопка «Ввод», для подтверждения выполненных действий
		Кнопка отмены выполняемого действия
7	F1, F2, F3, F4	Функциональные кнопки – кнопки, изменяющие свое назначение в зависимости от информации, выведенной на дисплей
8		Кнопка включения/выключения прибора при питании от аккумулятора
9	-	Дисплей монохромный графический
10	USB	Разъем для подключения компьютера к прибору через кабель USB
11	NA	Разъем для подключения измерительного кабеля «N-A»;

### 1.2.3. Особенности и функции приборов

Основные особенности и функции прибора представлены в таблице 5

Таблица 5 – Основные особенности и функции

№ П/П	Описание особенностей и функций
1	Высокая точность измерения не только в лабораторных условиях, но и на подстанции (в условиях промышленных помех), достигается благодаря тому, что для каждого значения измеряемого электрического сопротивления рассчитывается и задается свой, максимально возможный измерительный ток. Поэтому отношение полезного сигнала к амплитуде помехи остается высоким при любом сопротивлении
2	Организация сбора и хранения информации об объекте и результатов измерения. Это позволяет вести учет и анализ состояния объекта, а также переносить эту информацию в системы управления производственными активами (СУПА) и в системы планово-предупредительных ремонтов (ППР) предприятия
3	Выбор режима и порядка проведения измерений в зависимости от проверяемого объекта
4	Сохранение результатов измерений в архиве и передача через порты USB и RS-485
5	Компенсация термо-эдс во внешней безиндуктивной цепи
6	Автоматическое <sup>4</sup> или ручное задание силы измерительного тока
7	Автоматическая или ручная остановка измерения
8	Информирование о процессе установления силы измерительного тока, протекающего через измеряемую обмотку
9	Информирование о процессе стабилизации показаний прибора в процессе измерения электрического сопротивления обмотки
10	Информирование о том, что измерительный ток вызывает нагрев измеряемой обмотки
11	Автоматическое вычисление относительного отклонения сопротивления обмоток трех фаз между собой <sup>4</sup>
12	Автоматический пересчет измеренных сопротивлений линейных обмоток, соединенных по схемам «треугольник» или «звезда», в сопротивления фазных обмоток <sup>6</sup>
13	Ручной ввод текущей температуры обмотки, измеренной внешним термометром
14	Приведение измеренного (при текущей температуре) электрического сопротивления обмотки в сопротивление при паспортной температуре <sup>6</sup>
15	Автоматическое вычисление относительного отклонения приведенного сопротивления от паспортного значения <sup>4</sup>
16	Вычисление текущей температуры обмотки по её электрическому сопротивлению <sup>4</sup>
17	Безразборный метод снятия осциллограммы контактора <sup>4</sup>

<sup>4</sup> Кроме МИКО-7М(А)

Дополнительные особенности и функции, которые реализованы только в МИКО-9(А) представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Дополнительные особенности и функции МИКО-9(А)

№ П/П	Описание возможностей и функций
1	Возможность одновременного измерения и подключения ко всем обмоткам трехфазных трансформаторов, что позволяет значительно сократить время и трудоемкость измерительных процедур;
2	Возможность одновременного измерения сопротивления двух обмоток ВН/НН высокомощных силовых трансформаторов, которая позволяет значительно ускорить процесс измерения и повысить надежность получаемых результатов измерения
3	Проведение испытания на нагрев
4	Размагничивание магнитопроводов индуктивных объектов

Различия между приборами представлены в таблице 7

Таблица 7 - Различия между приборами

№ П/П	Наименование характеристики	МИКО-7М(А)	МИКО-8М(А)	МИКО-9(А)
1	Количество измерительных кабелей	1	1	2
2	Количество одновременно присоединяемых выводов трехфазной обмотки	2	2	4
3	Дисплей	Монохромный, буквенно-цифровой	Цветной графический	
4	Средства управления прибором	Механические кнопки на передней панели		
		-	Виртуальные кнопки на дисплее	
5	Разъем подключения к компьютеру	USB	USB	USB RS-485
6	Встроенный аккумулятор <sup>1)</sup>	7МА	8МА	9А
7	Безразборный метод снятия осциллограммы контактора	Нет	Да	Да
8	Испытание на нагрев	Нет	Нет	Да
9	Режим размагничивания	Нет	Нет	Да

<sup>1)</sup> Отличие модификаций миллиметров МИКО-7МА, МИКО-8МА, МИКО-9А от их базовых вариантов МИКО-7М, МИКО-8М, МИКО-9 состоит в наличии встроенного аккумулятора

## 1.3. Устройство и работа

### 1.3.1. Принцип измерения

При измерении электрического сопротивления постоянному току используется четырехзажимная схема присоединения к измеряемому объекту в соответствии с рисунком 4. Такая схема исключает влияние на результат измерения электрического сопротивления токовых (Т1, Т2) и потенциальных (П1, П2) проводов, а также сопротивления между зажимами измерительных кабелей и измеряемым объектом.

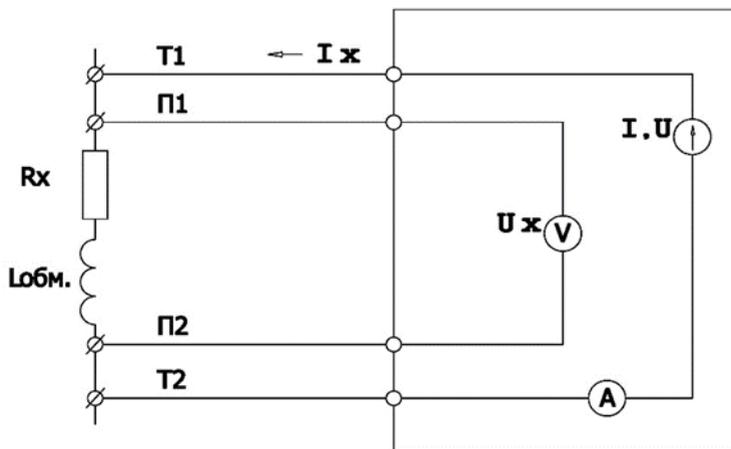


Рисунок 4 – Принцип измерения сопротивления

Электрическое сопротивление измеряется путем измерения падения электрического напряжения ( $U_x$ , В) на измеряемом сопротивлении ( $R_x$ , Ом) и силы электрического тока ( $I_x$ , А), протекающего через него, с последующим вычислением по формуле:  $R_x = U_x / I_x$ .

### 1.3.2. Устройство измерительного блока

Измерительный блок, в соответствии с рисунком 5, состоит из сетевого источника питания (Сетевой ИП), зарядного устройства (ЗУ), микро-ЭВМ с дисплеем и клавиатурой, источника тока (I), коммутатора тока (I мик) и коммутатора напряжения (U мик), блока измерительных шунтов ( $R_{ш}$ ) и двух аналого-цифровых преобразователей (ADC-1 и ADC-2). Преобразователь ADC-1 измеряет падение электрического напряжения на измерительном шунте для последующего вычисления измерительного тока  $I_x$ , а преобразователь ADC-2 измеряет падение электрического напряжения  $U_x$  на измеряемом электрическом сопротивлении.

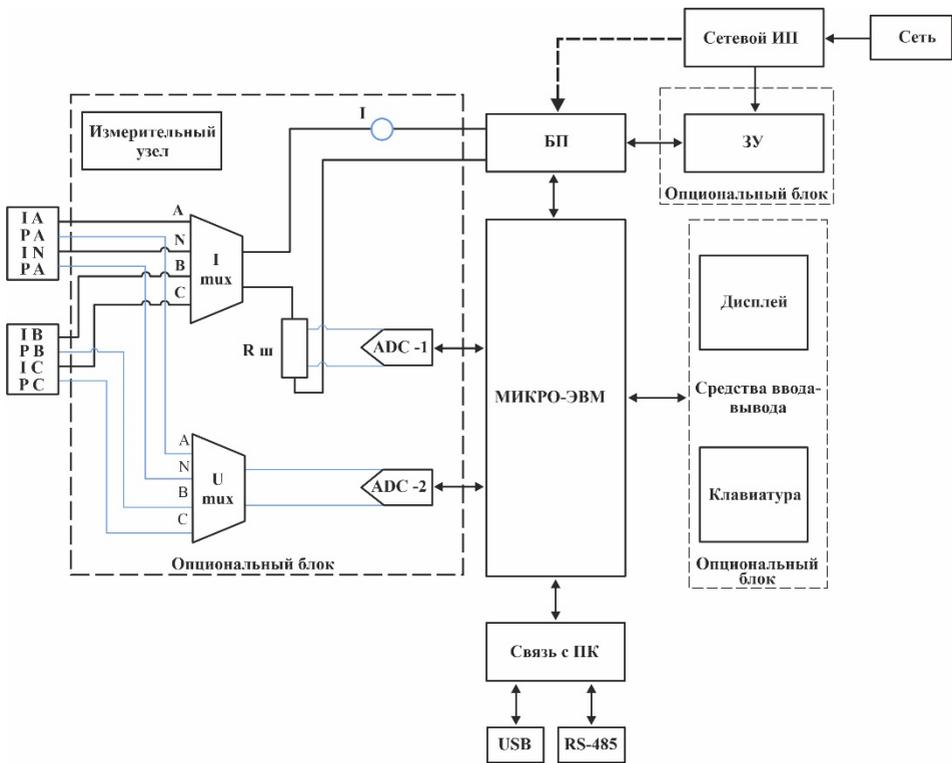


Рисунок 5 – Функциональная схема измерительного блока

- > - Односторонняя связь исполнение ЗУ
- (blue) — - Потенциальная измерительная линия
- (black) — - Токвая измерительная линия
- > - Односторонняя связь
- ↔ - Двусторонняя связь

## 1.4. Маркировка и пломбирование

Маркировка передней панели приборов приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Маркировка передней панели

Маркировка	Пояснение маркировки
МИЛЛИОММЕТР МИКО-9 ИЗМЕРИТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ОБМОТОК	Наименование прибора
МИЛЛИОММЕТР МИКО-8М	
МИЛЛИОММЕТР МИКО-7М	
	Логотип предприятия изготовителя
<a href="http://www.skbpribor.ru">www.skbpribor.ru</a>	Адрес сайта изготовителя
	Внимание опасность! Смотри сопроводительную документацию
90-253V, 47-63Hz === 127-354V, 120W	Параметры сети электропитания прибора

На внешней стороне крышки кейса прибора расположена этикетка с обозначением торговой марки производителя, названия и модификации прибора.

На задней части кейса расположена информационная табличка с обозначением типа прибора, заводского номера и года выпуска прибора в виде цифробуквенного обозначения.

Пломба предприятия-изготовителя наносится на левый нижний винт крепления передней панели прибора.

## 1.5. Упаковка

Прибор упаковывать в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

Упаковываемый прибор должен иметь температуру не ниже температуры окружающего воздуха.

Под крышку измерительного блока вкладывается 10 г силикагеля типа КСМГ по ГОСТ 3956.

## 2. Использование прибора

### 2.1. Эксплуатационные ограничения

Условия эксплуатации приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Условия эксплуатации

Параметр	Нормальные условия	Рабочие условия
Температура окружающего воздуха, °С	от плюс 15 до плюс 25	от минус 20 до плюс 55
Относительная влажность воздуха, %	до 80	до 95 (без конденсации влаги)

### 2.2. Подготовка прибора к работе

К работе с прибором допускаются лица, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей (эксплуатация электроустановок напряжением до 1000 В).

При работе с прибором необходимо соблюдать требования Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

**ВНИМАНИЕ: ПЕРЕД ПРИСОЕДИНЕНИЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАБЕЛЯ К ВВОДАМ ТРАНСФОРМАТОРА УБЕДИТЬСЯ В ТОМ, ЧТО ТРАНСФОРМАТОР РАСШИНОВАН, А ИЗМЕРЯЕМАЯ ОБМОТКА ЗАЗЕМЛЕНА!**

Внешним осмотром убедиться в отсутствии повреждений прибора и кабелей.

После хранения или транспортирования прибора при температуре окружающего воздуха его следует выдержать в нормальных условиях не более четырех часов.

Зарядить аккумулятор при необходимости. Описание состояний встроенного аккумулятора для приборов МИКО-9А и МИКО-8МА представлено в таблице 10. Аккумулятор МИКО-7МА следует зарядить, если уровень заряда ниже 15 %.

Подключить прибор к сети электропитания. Включить тумблер питания, нажать кнопку F1.

Таблица 10 – Описание состояния встроенного аккумулятора

Значок состояния





## 2.3. Работа с приборами МИКО-8М(А) и МИКО-9(А)

После включения питания на дисплей прибора выводится стартовое окно в соответствии с рисунком 6.

Внешний вид стартового окна зависит от типа выбранного объекта. На рисунке 12 представлен текущий объект – «Резистор». Отображаются только доступные для данного объекта тесты.

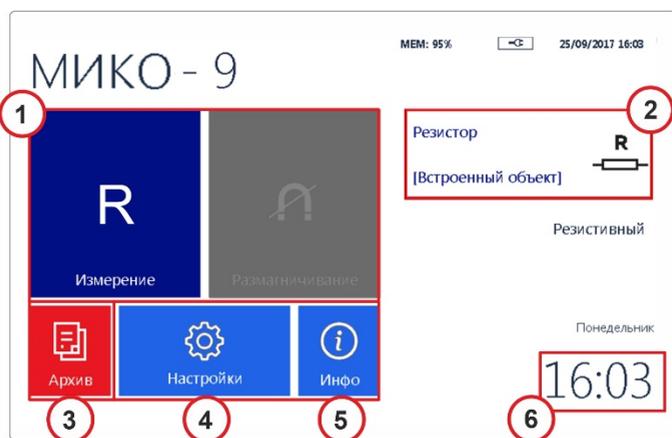


Рисунок 6 – Стартовое окно прибора

- 1 – доступные тесты для текущего объекта;
- 2 – название выбранного объекта измерений. Переход в режим выбора другого объекта;
- 3 – архив прибора;
- 4 – настройка прибора;
- 5 – информация о приборе;
- 6 – текущее время.

### 2.3.1. Подготовка прибора к запуску на измерение

#### 2.3.1.1. Выбор объекта измерений

Перед началом измерения или тестирования следует настроить прибор на измеряемый объект.

Для открытия окна выбора объекта измерений необходимо коснуться поля 2 в стартовом окне (рисунок 6) либо, нажав кнопку F5. В окне выбора

измерений можно выбрать объект из ранее созданных или добавить новый (рисунок 7).

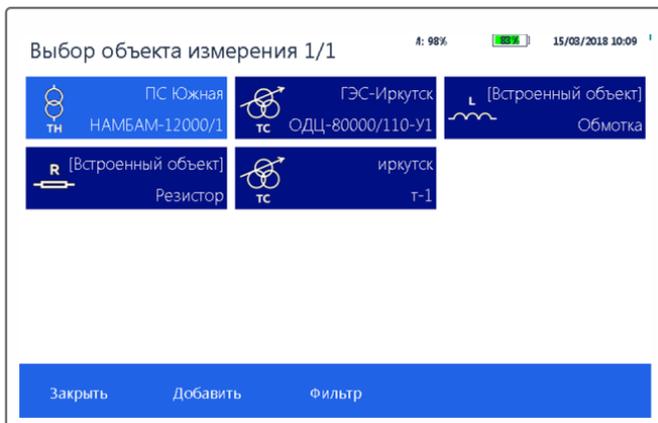
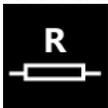


Рисунок 7 – Окно выбора объекта измерений

Приборы имеют специализированные режимы измерения для различных объектов, учитывающие их специфические особенности. Объекты измерения приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Объекты измерения

Объект	Прибор	Описание
<p>Резистивный</p> 	<p>МИКО-7М(А) МИКО-8М(А) МИКО-9(А)</p>	<p>Измерение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- переходного электрического сопротивления контактов устройств РПН, размыкателей, соединителей, разъединителей, контакторов, реле и других разъемных и неразъемных контактных соединений;</li> <li>- электрического сопротивления постоянному току, резисторов проводов, кабелей, токопроводов и других цепей, не содержащих индуктивность.</li> </ul>

Объект	Прибор	Описание
<p>Индуктивный</p> 	<p>МИКО-7М(А) МИКО-8М(А) МИКО-9(А)</p>	<p>Измерение электрического сопротивления постоянному току обмоток электромагнитов, соленоидов, дросселей и обмоток другого оборудования с большой индуктивностью. Размагничивание магнитопровода.<sup>5</sup></p>

<sup>5</sup> Только МИКО-9(А)

Объект	Прибор	Описание
Трансформатор напряжения 	МИКО-7М(А) МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	Измерение электрического сопротивления постоянному току обмоток трансформаторов напряжения. Размагничивание магнитопровода <sup>5</sup> . Максимальный измерительный ток 100 мА.
Трансформатор тока 	МИКО-7М(А) МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	Измерение электрического сопротивления постоянному току вторичных обмоток трансформаторов тока. Размагничивание магнитопровода <sup>5</sup> .
Трансформатор силовой 	МИКО-7М(А) МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	Измерение электрического сопротивления постоянному току обмоток однофазных и трехфазных силовых трансформаторов с различными схемами и группами соединения обмоток. Измерение электрического сопротивления обмоток 3-х фаз без переподключения измерительного кабеля к вводам разных фаз. <sup>5</sup> Измерение переходного электрического сопротивления контактов избирателя с исключением электрического сопротивления обмоток из результата измерения (измерения выполняются при открытом контакторе устройства РПН при прямом подключении к неподвижным контактам контактора). <sup>5</sup> Снятие осциллограммы переключения контактора устройства РПН как со вскрытием, так и без вскрытия контактора устройства РПН методом DRM. Размагничивание магнитопровода. <sup>5</sup>
Генератор 	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	Измерение электрического сопротивления постоянному току обмоток генераторов.
Электромотор 	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	Измерение электрического сопротивления постоянному току обмоток электродвигателей.
Синхронный компенсатор 	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	Измерение электрического сопротивления постоянному току обмоток синхронных компенсаторов реактивной мощности.

Объект	Прибор	Описание
Реактор 	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	Измерение электрического сопротивления постоянному току обмоток реактора.
Фильтр подключения 	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	Измерение электрического сопротивления постоянному току активного сопротивления фильтра.

Для быстрого поиска объектов измерений предусмотрена их сортировка (рисунок 8):

- по имени;
- по местоположению;
- по дате создания объекта измерения;

Предусмотрен фильтр объектов измерения по типу:

- одиночные объекты (Резистивный объект, Индуктивный объект);
- трансформаторы (Силовой трансформатор, Трансформатор напряжения, Трансформатор тока);
- многообмоточные объекты (Генератор, Электромотор, Синхронный компенсатор, Реактор, Фильтр, Электромагнит).

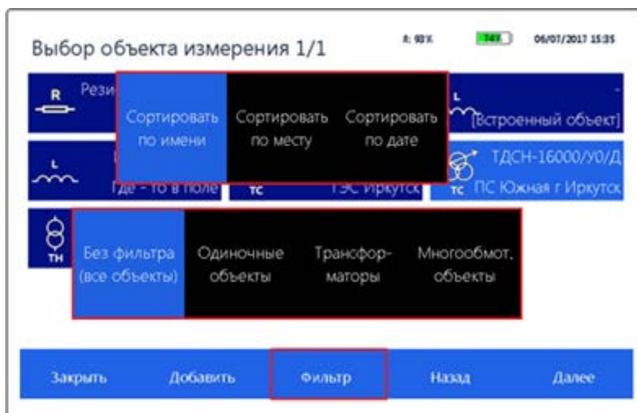


Рисунок 8 – Фильтры и сортировка объектов

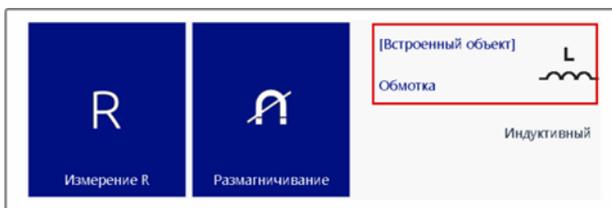
Для проведения измерений без ввода реквизитов, паспортных данных и другой информации об измеряемом объекте в меню прибора предусмотрено два специальных режима измерений: Резистивный объект и Индуктивный объект.

Режим Резистивный объект предназначен для измерения электрического сопротивления цепи, не содержащей индуктивности, и

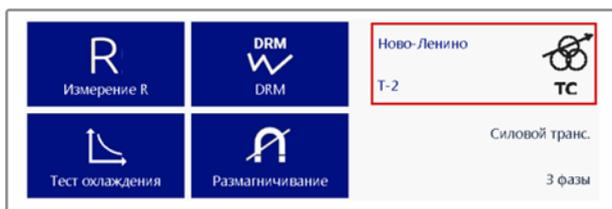
характеризуется кратковременным протеканием измерительного тока и минимальным временем измерения.

Режим Индуктивный объект предназначен для измерения электрического сопротивления цепи с большой индуктивностью и характеризуется длительным протеканием измерительного тока и продолжительным временем измерения.

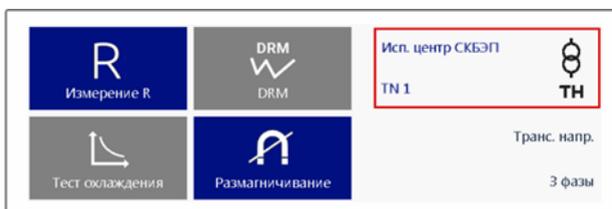
В зависимости от выбранного объекта измерений, стартовое окно содержит различные наборы доступных тестов для объектов (рисунок 9 - а,б,в,г).



а) Индуктивный объект



б) Силовой трансформатор



в) Трансформатор напряжения

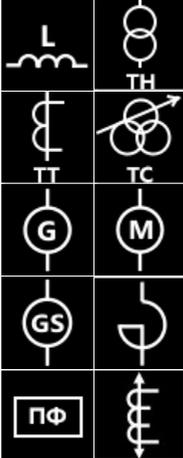


г) Электродвигатель

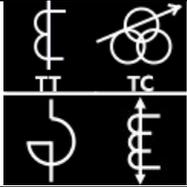
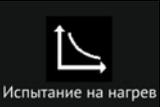
Рисунок 9 (а, б, в, е) – Наборы тестов для разных объектов измерения

Тесты, поддерживаемые приборами, приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Описание тестов прибора

Тесты	Прибор	Объекты	Описание
	МИКО-7М(А) МИКО-8М(А) МИКО-9(А)		Измерение электрического сопротивления постоянному току безиндуктивных объектов
			Измерение электрического сопротивления постоянному току объектов, содержащих индуктивность.
	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)		Снятие осциллограммы переключения контактора методом DRM

Тесты	Прибор	Объекты	Описание
	МИКО-9(А)		Размагничивание магнитопровода объектов, содержащих индуктивность

			
	МИКО-9(А)		Проведение испытания на нагрев

### 2.3.1.2. Создание нового объекта

Для того чтобы создать новый объект, следует коснуться кнопки «Добавить», на строке функций в окне выбора объекта измерений (рисунок 7). На дисплее откроется окно создания объекта измерений (рисунок 10).

Создание объекта измерений состоит из следующих этапов:

- выбор типа объекта измерений;
- ввод информации об объекте;
- выбор конфигурации обмоток объекта;
- настройка схемы соединений обмоток объекта;
- ввод паспортных значений;
- описание и комментарии к объекту.

Для переходов между этапами следует использовать кнопки  или  или кнопки F3 и F4, или выбрать необходимый этап.

При создании объекта необходимо заполнить все обязательные реквизиты.

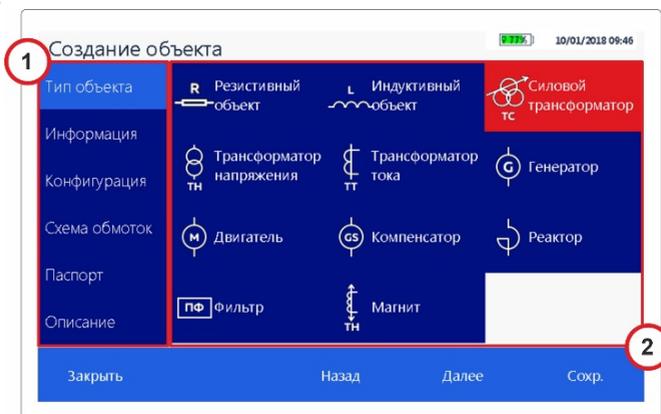


Рисунок 10 – Окно создания объекта измерений

- 1 – панель свойств объекта;
- 2 – поле настройки свойства объекта.

Выбор типа объекта измерений из имеющегося списка объектов необходимо выбрать подходящий.

Перейти на этап «Информация», в открывшемся окне заполнить поля со звездочкой (рисунок 11).

Создание объекта	
Тип объекта	Наименование *
Информация	Диспетч. обозначение *      Ответственный сотрудник
Конфигурация	Заводской №      Организация-исполнитель
Паспорт	Местоположение *      Дата изготовления
Описание	00.00.0000

Закреть      Сохр.

Рисунок 11 – Информация об объекте измерений

Пример заполненной таблицы с информацией об объекте измерений показана на рисунке 12.

Создание объекта	
Тип объекта	Наименование ТДСН-16000/У0/Д
Информация	Диспетч. обозначение      Ответственный сотрудник Т-4      Попов Сидор
Конфигурация	Заводской №      Организация-исполнитель 45465456-44564      ООО ВСТ
Паспорт	Местоположение      Дата изготовления ПС Южная г Иркутск      30.01.1952

Закреть      Сохр.

Рисунок 12 – Пример заполненной таблицы с информацией об объекте измерений

При выборе поля, откроется окно ввода текстовой и числовой информации в соответствии с рисунком 13. Каждая кнопка клавиатуры

отвечает за несколько букв или символов. Для выбора первой буквы необходимо нажать кнопку не более 1 с, а для выбора последующих букв необходимо нажать кнопку несколько раз до появления требуемой буквы.

Удаление выбранной буквы или символа выполняется кнопкой . При удержании этой кнопки более 1 с удаляется весь текст.

Переключение клавиатуры с русского на латинский алфавит или вызов цифровой клавиатуры выполняется путем касания кнопки



Переключение между заглавными и строчными буквами выполняется при помощи кнопки .

Сохранение набранного текста и выход из режима работы с клавиатурой выполняется нажатием кнопки . Выход из режима работы с клавиатурой без сохранения набранного текста

выполняется нажатием кнопки .

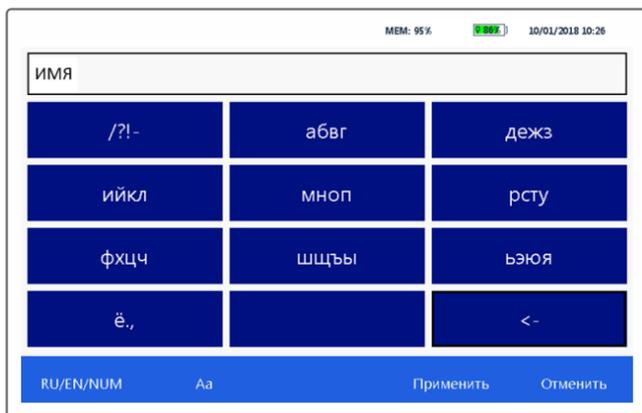


Рисунок 13 – Окно ввода

В окне выбора конфигурации обмоток указать: количество фаз, материал обмоток (Алюминий или Медь), паспортное значение температуры и допустимые отклонения от паспортного значения и между обмотками (рисунок 14).



Рисунок 14 – Окно выбора конфигураций объекта

В окне выбора схемы соединения обмоток (рисунок 15) указать: схему обмоток, группу обмоток и наличие устройства РПН либо ПБВ<sup>6</sup>:

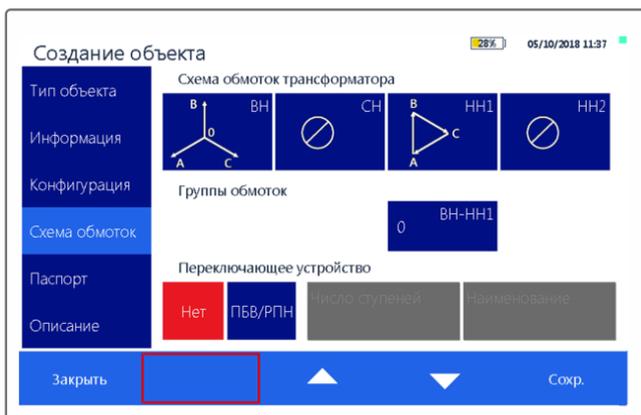


Рисунок 15 – Окно выбора схемы обмоток

1) для указания схемы соединения обмоток ВН, НН1, НН2 или НН3 следует коснуться соответствующей кнопки поля «Схема обмотки трансформатора» и в появившемся окне выбрать требуемую схему (таблица 13);

2) для выбора группы обмоток необходимо коснуться кнопки «ВН-НН1», в открывшемся окне указать группу обмоток;

3) при наличии переключающего устройства выбрать его кнопкой «ПБВ/РПН»

<sup>6</sup> Доступно для объектов измерений типа Силовой трансформатор

4) для указания количества ступеней переключающего устройства коснуться кнопки «Количество ступеней» и при помощи появившейся виртуальной клавиатуры набрать требуемое число;

5) для задания наименования переключающего устройства коснуться кнопки «Наименование» и при помощи появившейся виртуальной клавиатуры ввести требуемый текст.

Таблица 13 - Схемы соединения обмоток

Обозначение	Описание
	Нет обмотки
	Однофазная обмотка
	Трехфазная обмотка схема соединения: «Звезда с изолированной нейтралью»
	Трехфазная обмотка схема соединения: «Звезда с выведенной нейтралью»
	Трехфазная обмотка схема соединения: «Треугольник»
	Трехфазная обмотка схема соединения: «Зигзаг с изолированной нейтралью»
	Трехфазная обмотка схема соединения: «Зигзаг с выведенной нейтралью»
	Трехфазная обмотка автотрансформатора.

Для ввода паспортных значений необходимо:

1) коснуться кнопки «Паспорт» на рисунке 15, чтобы появилась окно с таблицей паспортных значений (рисунок 16);

2) коснуться кнопки «Обмотка» и выбрать нужную обмотку во всплывающем окне;

3) выбрать нужную ячейку таблицы, и коснуться кнопки «Редактировать значение» (по умолчанию ячейки заполнены 0.0000  $\mu\Omega$ ).

Паспортные значения при редактировании вводятся в омах.

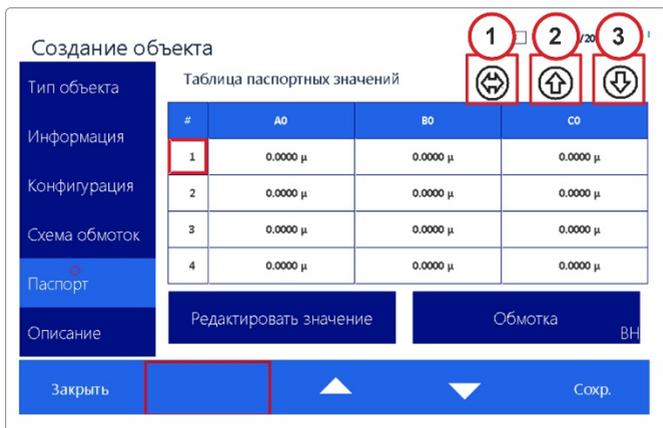


Рисунок 16 – Ввод паспортного значений

- 1 – перемещение фокуса таблицы вправо;
- 2 – перемещение фокуса таблицы вверх;
- 3 – перемещение фокуса таблицы вниз;

Для открытия окна описание объекта необходимо коснуться кнопки «Описание» на рисунке 16.

Для добавления комментария необходимо коснуться кнопки «Изменить» (рисунок 17). В открывшемся окне ввести текст, при помощи виртуальной клавиатуры.

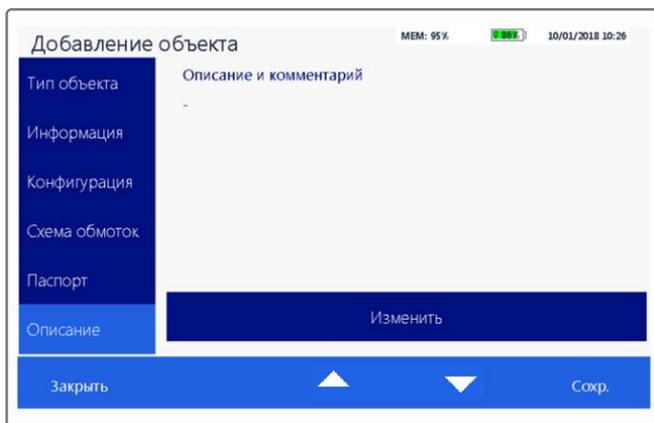


Рисунок 17 – Окно описания объекта измерений

Для того чтобы внести изменение в созданный объект необходимо зайти в архив прибора. Для этого следует коснуться кнопки «Архив» на стартовом окне прибора (рисунок 6) или нажать кнопку F2. Описание окна в пункте 2.3.

### 2.3.1.3. Задание силы измерительного тока

Для задания силы измерительного тока следует коснуться кнопки «Ток». При каждом касании этой кнопки сила тока изменяется с текущего, на следующее значение из списка, приведенного на рисунке 18.

На приборах МИКО-8М(А) минимальное значение силы измерительного тока - 1 мА.

При выборе «АВТО» программа, записанная в прибор, рассчитывает силу измерительного тока таким образом, чтобы на измеряемом сопротивлении прибор выдал максимальную мощность.

При выборе объекта «Трансформатор напряжения» максимальное значение измерительного тока – 100 мА.

**ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ.** Измерение вторичных цепей трансформатора тока, следует проводить исключительно при ручном задании силы тока величиной не более 1 А.

Ток: Авто	Ток: 10 мА	Ток: 1.0 А
Ток: 500 $\mu$ А	Ток: 50 мА	Ток: 2.0 А
Ток: 1.0 мА	Ток: 100 мА	Ток: 5.0 А
Ток: 5.0 мА	Ток: 500 мА	Ток: 10 А

Рисунок 18 – Значения измерительного тока

Для изменения направления измерительного тока следует коснуться кнопки «Направ. I». После чего изменится значок направления тока вверху экрана.



Рисунок 19 – Отображение изменения полярности

### 2.3.1.4. Выбор режима запуска и останова измерения

Для выбора режима запуска и останова измерения следует на дисплее коснуться кнопки «Режим». После чего откроется меню выбора режима запуска измерения. Для разных объектов измерения прибор предусматривает разные режимы запуска.

Режимы запуска для резистивного объекта измерения представлены на рисунке 20.

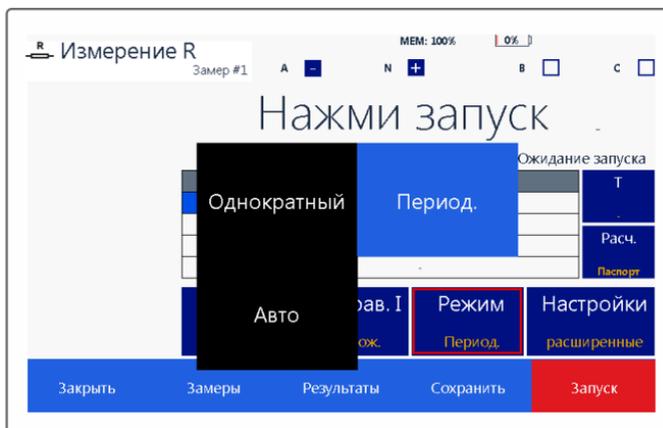


Рисунок 20 – Выбор режима запуска для резистивного объекта измерения

Описание режимов запуска для резистивного объекта приведено в таблице 14.

Таблица 14 – Режимы запуска для резистивного объекта измерения

Название режима	Прибор	Описание
Авто	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	В этом режиме прибор запускается на измерение автоматически - по факту подключения токовых и потенциальных контактов измерительного кабеля к объекту измерения.
Однократный	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	В этом режиме прибор запускается на измерение однократно, по команде пользователя (при нажатии кнопки  ).
Период	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	В этом режиме измерения запускаются автоматически - через заданный интервал времени.

Режимы запуска и останова для объекта измерения, содержащих индуктивность, представлены на рисунке 21.

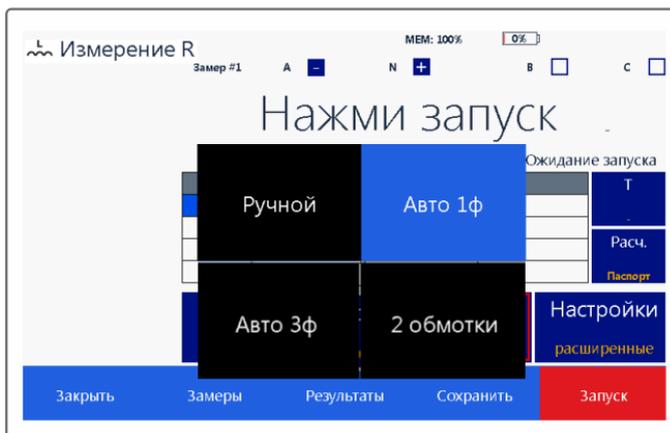


Рисунок 21 – Выбор режима запуска и останова для объекта измерения, содержащих индуктивность

Описание режимов запуска и останова для индуктивного объекта приведено в таблице 15.

Таблица 15 – Режимы запуска и останова измерения, для объектов, содержащих индуктивность

Название режима	Прибор	Описание
Ручной режим	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	Запуск и останов измерения осуществляется вручную, нажатием кнопки  .
Автоматический однофазный режим	МИКО-8М(А) МИКО-9(А)	Запуск измерения осуществляется нажатием кнопки  , а останов измерений выполняется автоматически при достижении заданного критерия.
Автоматический трехфазный режим	МИКО-9(А)	Запуск измерения осуществляется нажатием кнопки  , прибор осуществляет последовательное автоматическое измерение по трем фазам с автоматическим остановом и индикацией результата.

Название режима	Прибор	Описание
Режим двух обмоток	МИКО-9(А)	<p>Режим измерения электрического сопротивления, при котором измерительный ток пропускается через две последовательно соединенные обмотки с одновременным измерением на каждой из них падения напряжения и последующим вычислением их сопротивления. Данный режим может быть использован для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• одновременного измерения электрического сопротивления фазных/линейных обмоток ВН и НН;</li> <li>• измерения сопротивления фазных обмоток, соединенных по схеме «Звезда с изолированной нейтралью»;</li> <li>• измерения (с последующим вычислением) соотношения между обмотками, соединенных по схеме «треугольник».</li> </ul> <p>В случае мощных трансформаторов измеряемые обмотки рекомендуется соединять при помощи внешнего кабеля закорачивания типа 041.23.00.000, что позволит увеличить силу измерительного тока</p>

### 2.3.1.5. Выбор измеряемой обмотки и фазы

Для выбора измеряемой обмотки необходимо в окне «Измерение R» (рисунок 22), коснуться кнопки «Обмотка» и в открывшемся меню обмоток (ВН; СН; НН1) коснуться соответствующей схемы обмотки.

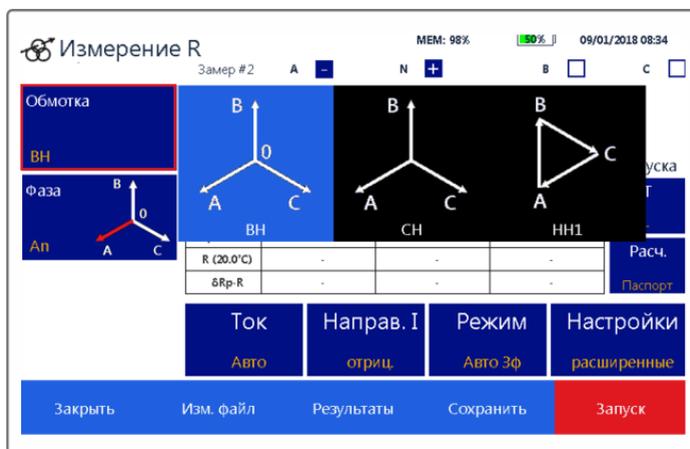


Рисунок 22 – Окно «Измерения R» объекта «Силовой трансформатор». Меню выбора обмотки.

Для задания измеряемой фазы в окне «Измерения R» (рисунок 22) следует коснуться кнопки «Фаза», после чего из выпадающего списка выбрать нужную фазу (рисунок 23).



Рисунок 23 – Окно «Измерения R» объекта «Силовой трансформатор». Меню выбора фазы.

После выбора требуемой фазы на дисплее, в соответствии с рисунком 24, отображаются задействованные ветви измерительных кабелей и направления измерительного тока, заданные автоматически программой прибора.

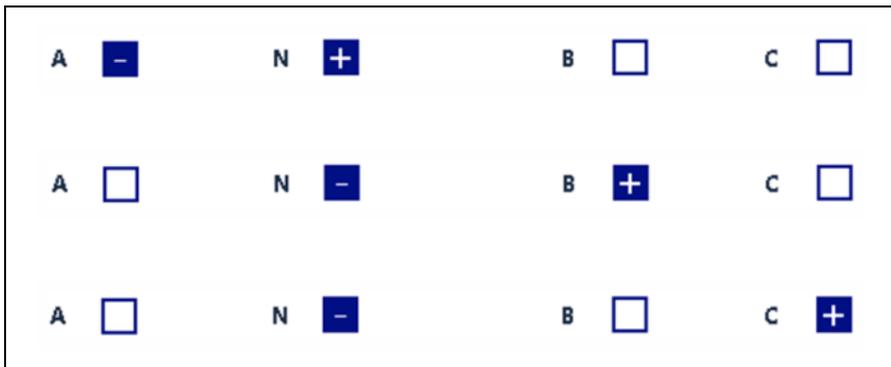


Рисунок 24 – Отображение задействованных ветвей измерительных кабелей

При измерении в режиме «2 обмотки» (рисунок 25) вначале следует указать пару измеряемых обмоток: ВН-СН или ВН-НН1 (рисунок 26), а затем указать измеряемую фазу (рисунок 27).

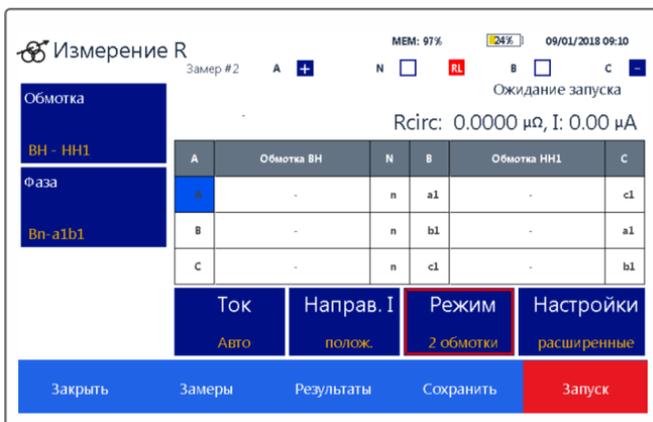


Рисунок 25 – Окно измерений режима «2 обмотки»

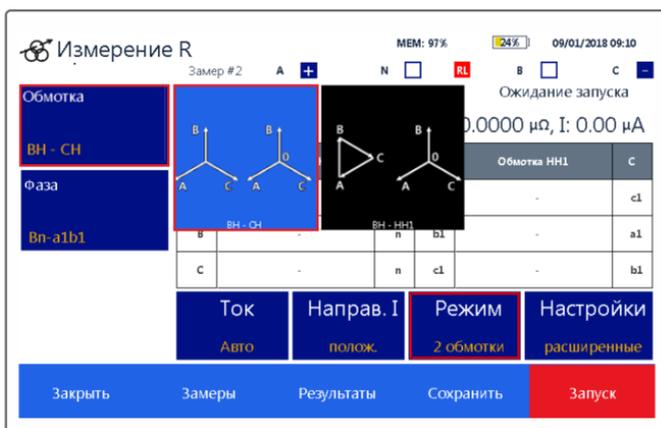


Рисунок 26 – Выбор измеряемых обмоток в режиме «2 обмотки»



Рисунок 27 – Выбор измеряемой фазы в режиме «2 обмотки»

### 2.3.1.6. Расширенные настройки измерения.

Для входа в меню расширенных настроек измерения необходимо в окне измерения коснуться кнопки «Настройки». Появится окно, изображенное на рисунке 28, а.

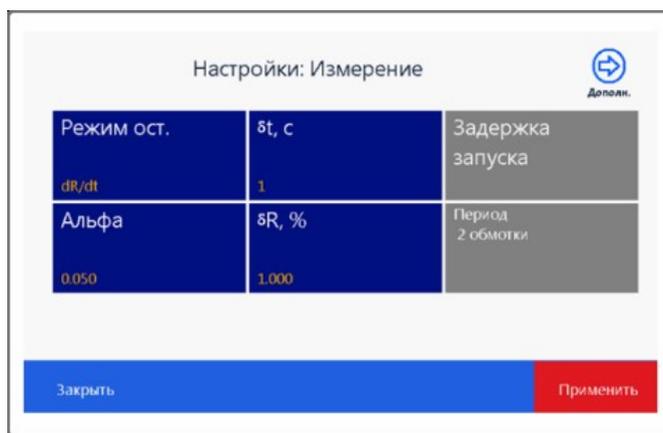


Рисунок 28, а - Расширенные настройки измерения

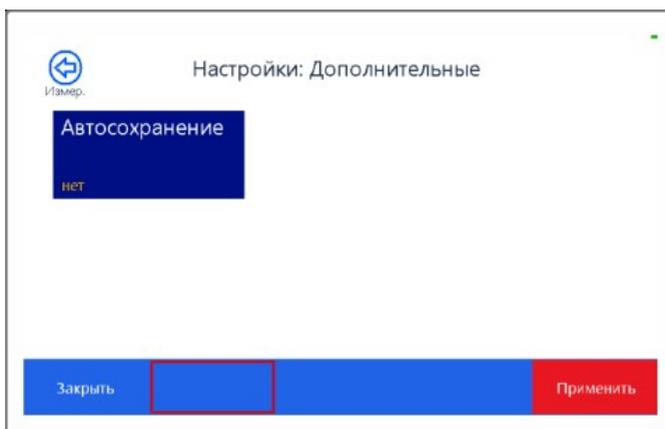


Рисунок 28, б – Расширенные настройки измерения

Для перехода в окно дополнительных настроек (рисунок 28, б) необходимо коснуться кнопки «Дополн.» (рисунок 28, а).

Описание расширенных настроек измерения приведено в таблице 16.

Таблица 16 – Расширенные настройки измерения

Название	Описание
Режим Ост.	Позволяет выбрать критерий останова. Альфа или $\frac{\delta R}{\delta t}$
Альфа	Численный критерий, рассчитываемый по специальному алгоритму, определяющий момент завершения переходного процесса, связанного с протеканием постоянного электрического тока в индуктивных цепях. Заводские настройки – 0,02.
$\delta t$ , с	Интервал времени, на котором определяется изменение электрического сопротивление, с
$\delta R$ , %	Пороговое значение относительного изменения электрического сопротивления за заданный интервал времени, пересечение которого (в сторону уменьшения) используется в качестве критерия завершения переходного процесса связанного с измерением электрического сопротивления индуктивных объектов.
Задержка запуска	Время, на которое откладывается подача измерительного тока, после запуска измерения
Период 2 обмотки	Периодичность автоматического переключения измерительных каналов в режиме «2 обмотки».
Автосохранение	Вкл/Откл автосохранения

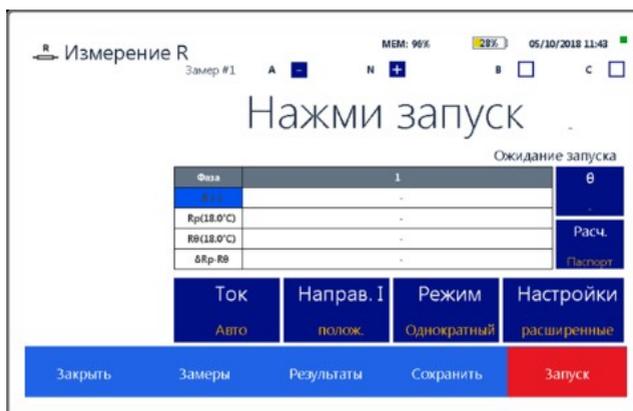
## 2.3.2. Проведение измерения

После выбора объекта измерения на дисплее отобразиться стартовое окно прибора. Коснувшись кнопки доступного для выбранного объекта измерения теста, перейти в соответствующее окно проведения тестирования/измерения.

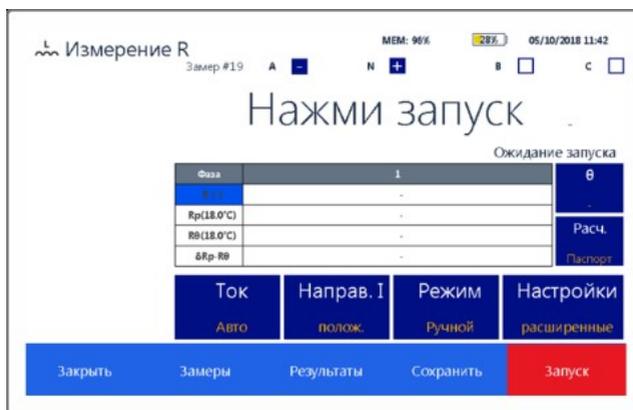
Для открытия окна измерения сопротивления необходимо коснуться кнопки «Измерения R» на стартовом окне прибора (рисунок 6).

В зависимости от выбранного типа объекта, окно теста «Измерение R» имеет различную конфигурацию (рисунок 29 а,б,в,г).

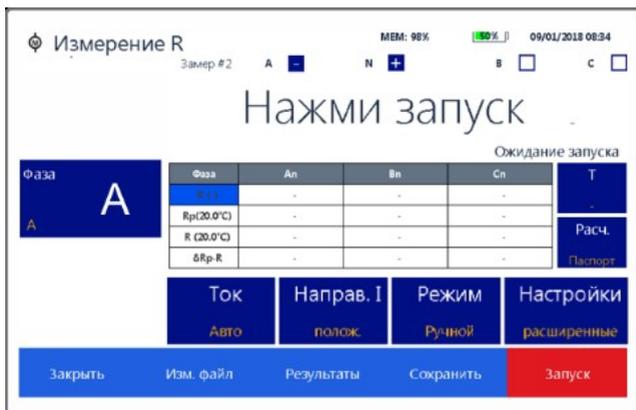
Для запуска измерения следует нажать кнопку  или коснуться кнопки «Запуск» на строке функций.



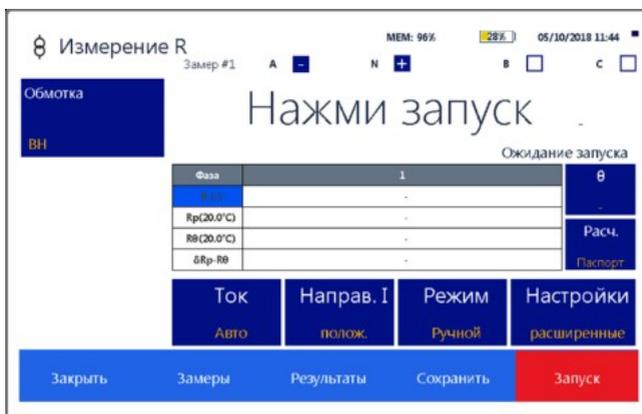
а) Резистивный объект



б) Индуктивный объект



в) Электродвигатель



г) Трансформатор напряжения

Рисунок 29 (а, б, в, г) – Окно измерения для разных объектов

Во время измерения (при расширенной настройке «Режим Ост» – Альфа) на экран выводится измеренное сопротивление и значок скорости его изменения.

Скорость изменения сопротивления и ее направления обозначаются следующими символами:

- три стрелки ↓↓↓ или ↑↑↑ при очень большой скорости (порядка 0,3 % в секунду и выше) уменьшения или увеличения сопротивления;
- две стрелки ↓↓ или ↑↑ при менее быстром уменьшении или увеличении сопротивления;
- одна стрелка ↓ или ↑ при медленном уменьшении или увеличении сопротивления;

– звездочка \* при практически установившемся значении сопротивления (скорость изменения менее 0,01 % в секунду).

### 2.3.3. Вывод полученных результатов

Вид окна «Измерение R» с результатами измерения на рисунке 30.

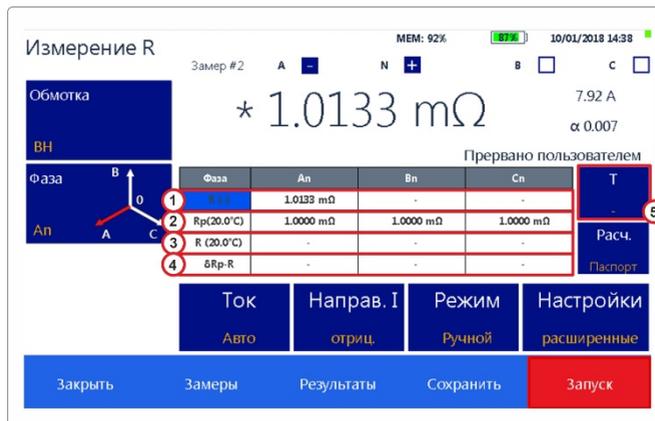


Рисунок 30 – Результат измерения

- 1 – результаты измерений;
- 2 – паспортные значения электрического сопротивления;
- 3 – измеренные значения, приведенные к паспортной температуре;
- 4 – отклонение результатов измерений, приведенных к паспортной температуре, от паспортного значения;
- 5 – задание текущей температуры для расчетов.

Для принудительного останова измерения следует нажать кнопку  или коснуться кнопки «Останов» на строке функций.

Для сохранения измерения коснуться кнопки «Сохранить» на строке функций.

### 2.3.4. Работа с дополнительными функциями

#### 2.3.4.1. Размагничивание

Данная функция доступна только в приборе МИКО-9(A).

Для открытия окна размагничивания необходимо коснуться кнопки «Размагничивание» на стартовом окне прибора (рисунок 9). Перед проведением размагничивания необходимо указать размагничиваемую фазу, обмотку (ВН, СН, НН1, ...) при помощи, которой будет выполняться

размагничивание, и задать параметры размагничивания. Для этого необходимо коснуться кнопки «Настройки» в окне размагничивания (рисунок 31).

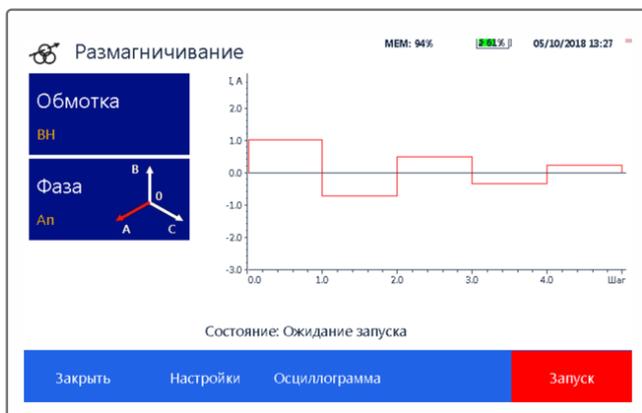


Рисунок 31 – Окно размагничивания

Параметры размагничивания:

- Начальный ток размагничивания, А;
- Уменьшение тока на каждом шаге (шаг уменьшения силы тока после смены направления его протекания по отношению к текущему значению), %;
- Выдержка в конце шага (продолжительность протекания электрического тока на каждом шаге размагничивания), с;
- Конечный ток размагничивания (сила электрического тока, при достижении которой действия, связанные с размагничиванием, останавливаются), А.

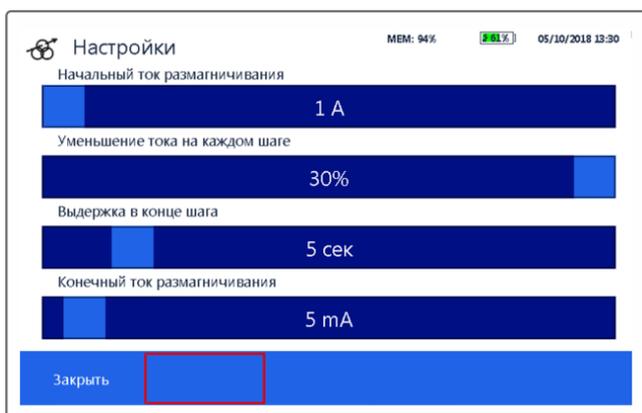


Рисунок 32 – Окно настроек размагничивания

Размагничивание магнитопровода объекта выполняется путем автоматической поочередной подачи электрического тока в соответствующую обмотку в прямом и обратном направлении. При каждой смене направления сила электрического тока уменьшается.

Процесс размагничивания заканчивается автоматически при достижении силы тока порогового значения или по команде пользователя.

Для трехфазного объекта, размагничиванию подтверждается каждый стержень магнитопровода.

### 2.3.4.2. Испытание на нагрев

Во время испытания выполняется периодическое измерение сопротивления обмотки трансформатора, из полученных данных строится кривая охлаждения трансформатора.

Для проведения испытания необходимо сразу после отключения нагретого трансформатора, подключить прибор к проверяемой обмотке и запустить испытание на нагрев.

Результаты выводятся на дисплей в виде:

- графика зависимости электрического сопротивления обмотки от времени;
- таблицы с значениями электрического сопротивления и температуры обмотки.

Для открытия окна испытания коснуться кнопки «Испытание на нагрев» на стартовом окне прибора (рисунок 9).



Рисунок 33 – Окно испытания на нагрев

Перед запуском испытания на нагрев следует:

1) указать:

- проверяемую обмотку, нажав кнопку «Обмотка» (рисунок 33);
- фазу, нажав кнопку «Фаза» (рисунок 33);

2) коснуться кнопки «Настройки» в окне теста размагничивания (рисунок 33) или нажать кнопку F2 на клавиатуре прибора и указать:

- максимальное время измерения (рисунок 34);
- периодичность измерения (рисунок 34);

3) для пересчета измеренного сопротивления в температуру обмотки указать:

- электрическое сопротивление холодного запуска (кнопка «R холодного запуска», рисунок 34);
- температуру обмотки при холодном запуске (кнопка «Т холодного запуска», рисунок 34)

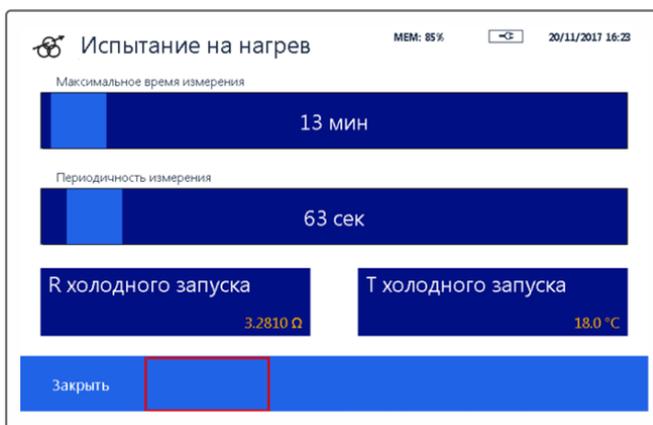


Рисунок 34 – Окно настроек теста Испытание на нагрев

После запуска измерений на координатной плоскости строится график измеренного сопротивления обмотки в зависимости от времени. Измерения выполняются через заданный временной интервал и завершаются автоматически по истечению указанного времени, или по команде пользователя.

Для отображения результатов измерения в табличном виде необходимо коснуться кнопки «Таблица» в окне теста (рисунок 33) или нажать кнопку F3 на клавиатуре прибора.



Рисунок 35 – Таблица результатов теста «Испытание на нагрев»

По окончании тестирования, для сохранения результатов в архив, коснуться кнопки «Сохранить» или нажать кнопку F4 на клавиатуре прибора (рисунок 35).

### 2.3.4.3. Снятие осциллограммы переключения контактора методом DRM

При снятии осциллограммы переключения контактора устройства РПН без его вскрытия (метод DRM) прибор выполняет измерение силы тока при закороченной вторичной обмотке трансформатора.

Для снятия осциллограммы переключения контактора методом DRM необходимо:

- 1) выбрать соответствующий тест в стартовом окне прибора (рисунок 6);
- 2) подключиться к трансформатору в соответствии с рисунком 36;

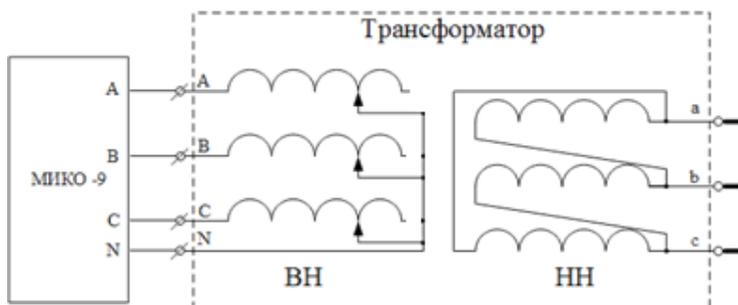


Рисунок 36 – Схема подключения к отводам трансформатора

## ВАЖНО!!!

Если сопротивление обмотки ВН менее 1,0 Ом, то кабель необходимо подключить к прибору через добавочный резистор 032.25.00.000 (не входит в стандартную комплектацию).

3) выбрать измеряемое напряжение, продолжительность измерения и измеряемую фазу (рисунок 37);

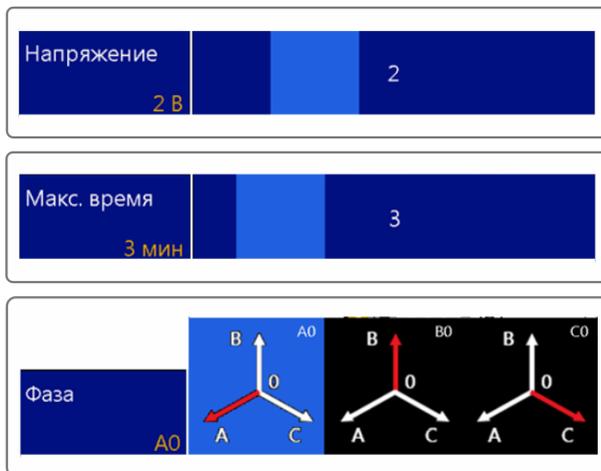


Рисунок 37 – Настройки теста DRM

4) кнопкой «Запуск» панели функций или кнопкой  на клавиатуре прибора запустить измерение (рисунок 38).

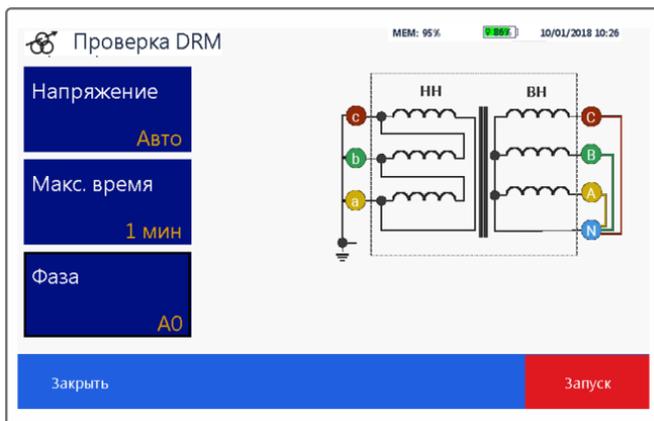


Рисунок 38 – Окно теста DRM

5) по окончании тестирования коснуться кнопки «Сохранить» для сохранения результатов в архив.

При просмотре замеров режима DRM информация выводится на экран в виде графика (рисунок 39).

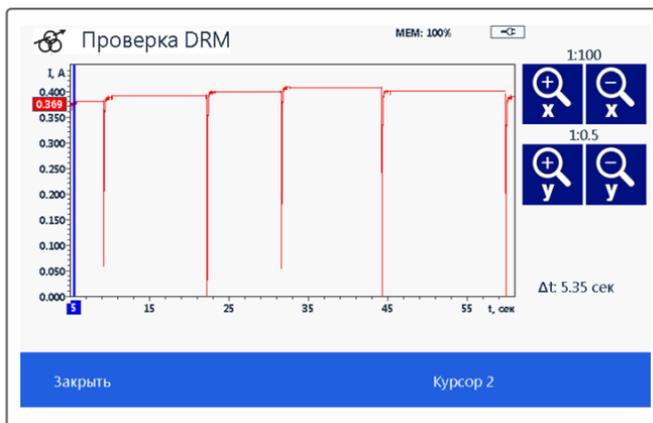


Рисунок 39 – Внешний вид окна с осциллограммой DRM измерения

Для работы с графиком предусмотрены функции масштабирования и измерительные курсоры:

- для изменения масштаба по оси абсцисс следует коснуться кнопки



для увеличения масштаба или



для уменьшения масштаба.

Аналогично, для оси ординат использовать кнопки



и



для установки курсора необходимо коснуться экрана в поле отображения графиков.



Рисунок 40 – Установка курсора 1

После установки курсора на экране справа от графика будет отображено положение курсора по оси ординат,  $\Delta t: 22.17 \text{ сек}$  (рисунок 40);  
 - чтобы установить второй курсор, следует коснуться поля «Курсор 2», или нажать кнопку F4, после чего коснуться поля отображения графика в нужной точке (рисунок 41).

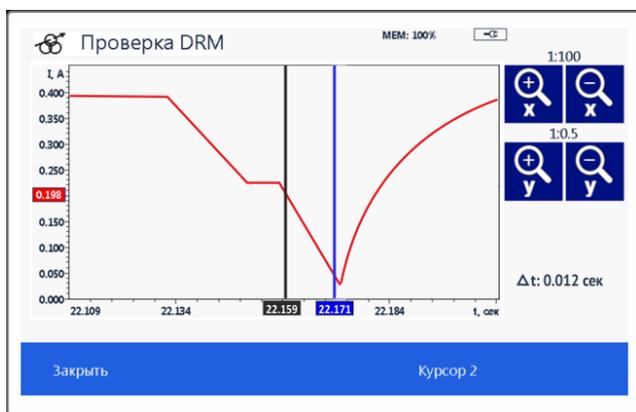


Рисунок 41 – Установка курсора 2

Когда установлен второй курсор, справа от графика выводится абсолютная разность ординат курсоров,  $\Delta t: 0,012 \text{ сек}$ .

### 2.3.5. Архив

Окно «Архив» предназначено для просмотра сохраненных результатов измерений, внесения изменений в сведения об объекте измерения и удаления объектов измерения вместе с результатами измерений, относящихся к удаляемому объекту. Все измерения, хранящиеся в архиве, сгруппированы по объектам измерения.

Для входа в меню архива следует коснуться кнопки «Архив» на стартовом окне прибора (рисунок 6, позиция 3) или нажать кнопку F2.

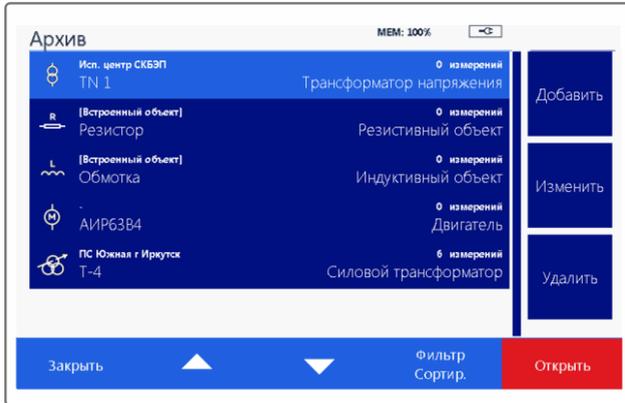


Рисунок 42 – Внешний вид окна архива

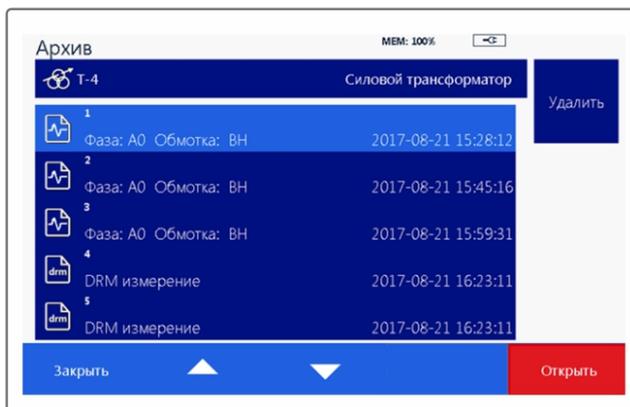
Для внесения изменений в сведения объекта измерений необходимо:

- выбрать нужный объект измерения
- нажать кнопку «Изменить» (рисунок 42);
- внести необходимые изменения.

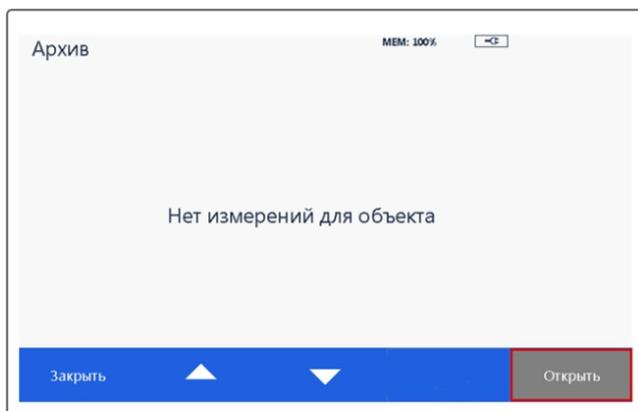
Для удаления объекта измерений необходимо:

- выбрать нужный объект измерения;
- нажать кнопку «Удалить» (рисунок 42);
- подтвердить операцию удаления.

Для просмотра замера следует выбрать необходимый объект и в открывшемся окне выбрать требуемый замер (рисунок 43 а,б).



а) Объект содержит измерения



б) Измерения объекта не сохранялись

Рисунок 43 (а, б) – Внешний вид списка объектов

В архиве хранятся несколько типов измерений:



Таблица, содержащая измеренные значения сопротивления и настройки прибора



График, отображающий осциллографические замеры и измерения в режиме DRM

При просмотре единичных и периодических замеров на экран выводится таблица, отображающая значения измеренного сопротивления и введенных параметров (рисунок 44).

Результат измерения MEM: 100%

ПС Южная г Иркутск / Т-4 / ТДСН-16000/У0/Д

Отвод	R[A0]	R[B0]	R[C0]
1	3.2766 Ω	3.2778 Ω	3.2779 Ω
2	3.2788 Ω	3.2798 Ω	3.2801 Ω

Рисунок 44 – Внешний вид таблицы результатов измерений

Для просмотра результатов измерения на других обмотках объекта в окне Архив следует коснуться функциональной кнопки «Обмотка» или кнопку F2 и выбрать нужную обмотку в всплывающем меню (рисунок 45).

Результат измерения MEM: 100%

ПС Южная г Иркутск / Т-4 / ТДСН-16000/У0/Д

Отвод	R[A0]	R[B0]	R[C0]
1	3.2766 Ω	3.2778 Ω	3.2779 Ω
2	3.2788 Ω	3.2798 Ω	3.2801 Ω

ВН

СН

НН1

Рисунок 45 – Всплывающее меню выбора обмотки

К результатам измерений можно применить расчеты. Для этого нужно коснуться кнопки «Расчет» (рисунок 46) или кнопку F3 и выбрать из всплывающего меню необходимый вид расчета.

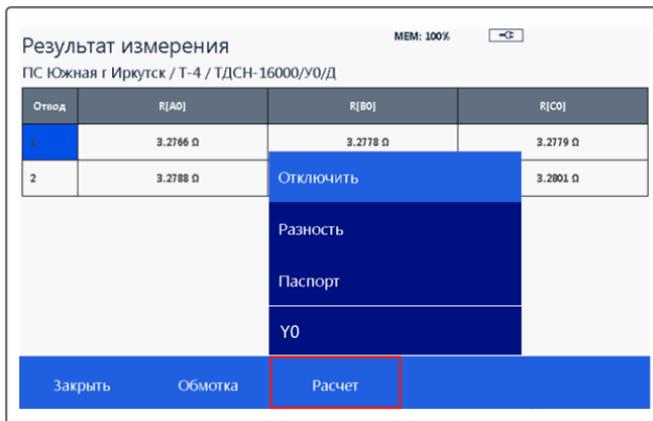


Рисунок 46 – Всплывающее меню «Расчет»

Доступны расчеты:

- отклонения между фазами («Разность»), таблица рисунка 47;
- отклонение паспортного значения («Паспорт»), таблица рисунка 48;
- пересчет сопротивлений линейных обмоток в сопротивления фазных обмоток («Y0»), таблица рисунка 49.

Результат измерения MEM: 100% <math>-</math>E

ПС Южная г Иркутск / Т-4 / ТДСН-16000/У0/Д

Отвод	R[A0]	R[B0]	R[C0]	$\delta$ (A0 - B0)	$\delta$ (B0 - C0)	$\delta$ (C0 - A0)
1	3.2766 $\Omega$	3.2778 $\Omega$	3.2779 $\Omega$	0.04%	0.01%	0.04%
2	3.2788 $\Omega$	3.2798 $\Omega$	3.2801 $\Omega$	0.03%	0.01%	0.04%

Закреть    Обмотка    **Расчет**

Рисунок 47 – Таблица расчетов отклонения между фазами

Результат измерения MEM: 100% ←

ПС Южная г Иркутск / Т-4 / ТДСН-16000/У0/Д

Отвод	R <sub>В</sub> [АО]	R <sub>В</sub> [ВО]	R <sub>В</sub> [СО]	R <sub>р</sub> [АО] (б)	R <sub>р</sub> [ВО] (б)	R <sub>р</sub> [СО] (б)
1	3.2766 Ω	3.2778 Ω	3.2779 Ω	3.2810 Ω (0.13%)	3.3010 Ω (0.70%)	3.2901 Ω (0.37%)
2	<b>3.2788 Ω</b>	<b>3.2798 Ω</b>	<b>3.2801 Ω</b>	3.0012 Ω (9.25%)	3.0012 Ω (9.28%)	3.0013 Ω (9.29%)

Закреть      Обмотка      **Расчет**

Рисунок 48 – Таблица расчетов отклонения от паспортного значения

Результат измерения MEM: 99% ← 07/02/2018 09:57

г. Иркутск / Т-4 / Пс Южная

Ступень	R[AB]	R[BC]	R[CA]	R <sub>c</sub> [AB]	R <sub>c</sub> [BC]	R <sub>c</sub> [CA]
1	1.0216 mΩ	1.0208 mΩ	1.0172 mΩ	339.39 μΩ	339.65 μΩ	340.84 μΩ

Закреть      Обмотка      **Расчет**

Рисунок 49 – Таблица пересчета сопротивлений линейных обмоток в сопротивления фазных обмоток

## 2.3.6. Настройки

Для входа в меню настроек (рисунок 50) необходимо коснуться кнопки «Настройки» стартового окна (рисунок 6, позиция 4) или нажать кнопку F3.

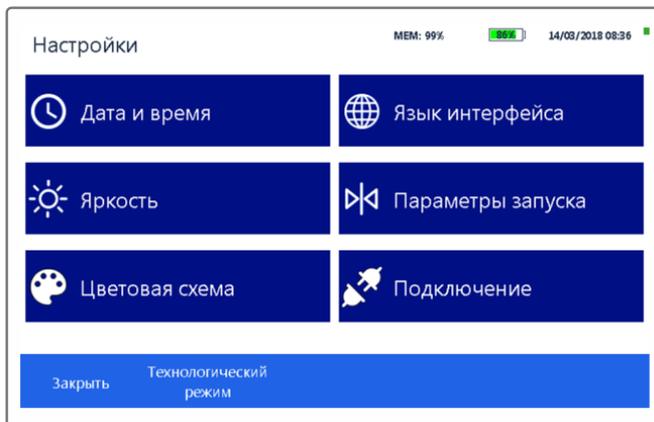


Рисунок 50 – Окно настроек

### 2.3.6.1. Настройка даты и времени

Для перехода в окно настройки даты и времени (рисунок 51) необходимо коснуться кнопки «Дата и время» в окне настроек прибора (рисунок 50).



Рисунок 51 – Окно настроек даты и времени

Для изменения даты и времени необходимо коснуться нужного параметра на экране, затем коснуться кнопок  или . Сохранение настроек выполняется кнопкой «Сохранить».

### 2.3.6.2. Настройка яркости подсветки дисплея

Для перехода в окно настройки яркости (рисунок 52) подсветки дисплея необходимо коснуться кнопки «Яркость» в окне настроек прибора (рисунок 50).



Рисунок 52 – Окно настройки яркости

1 – ползунок яркости;  
2 – шкала градаций серого;

Для регулировки яркости следует передвинуть ползунок яркости влево или вправо. Правильной настройкой яркости является такое положение ползунка, когда, в соответствии с рисунком 47, на шкале градаций видно все пять оттенков.

### 2.3.6.3. Настройки языка интерфейса

Для перехода в окно настройки языка интерфейса необходимо коснуться кнопки «Язык интерфейса» в окне настроек прибора (рисунок 50).

Для смены языка интерфейса необходимо выбрать кнопку необходимого языка, и коснуться кнопки «Сохранить» (рисунок 53).



Рисунок 53 – Окно настройки языка интерфейса

#### 2.3.6.4. Настройки связи

Для перехода в окно настройки связи необходимо коснуться кнопки «Подключение» в окне настроек прибора.

Окно настройки связи служит для выбора используемого средства связи.

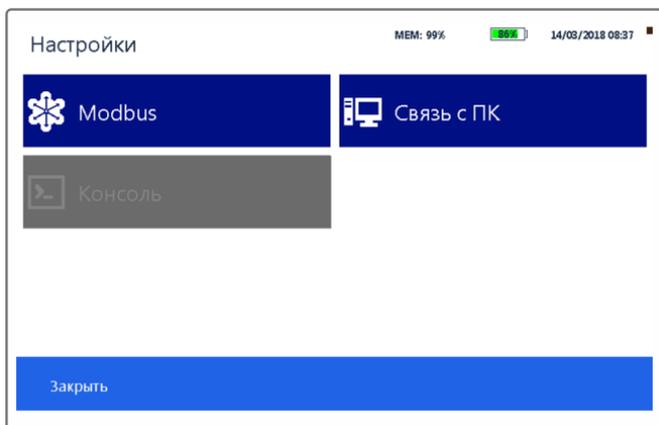


Рисунок 54 – Окно настроек связи с прибором

Для входа в окно настроек связи прибора с ПК необходимо коснуться кнопки «Связь с ПК» на рисунке 54.

Прибор можно подключить к ПК используя интерфейсы USB, RS-485 <sup>7</sup> и Bluetooth (рисунок 55).

<sup>7</sup> На МИКО-7М(А) и МИКО-8М(А) интерфейс RS-485 недоступен

При выборе интерфейса USB имеются два режима подключения:

1) режим COM-порт. Применяется для дистанционного управления прибором.

2) режим USB диск. Применяется для подключения прибора как накопитель.

Для подключения с помощью мобильного приложения необходимо включить Bluetooth.



Рисунок 55 – Окно настроек связи прибора с ПК

Для связи с прибором по протоколу Modbus необходимо, коснувшись кнопки «Modbus» (рисунок 54), указать (рисунок 56):

1) адрес устройства;

2) порт подключения к прибору.

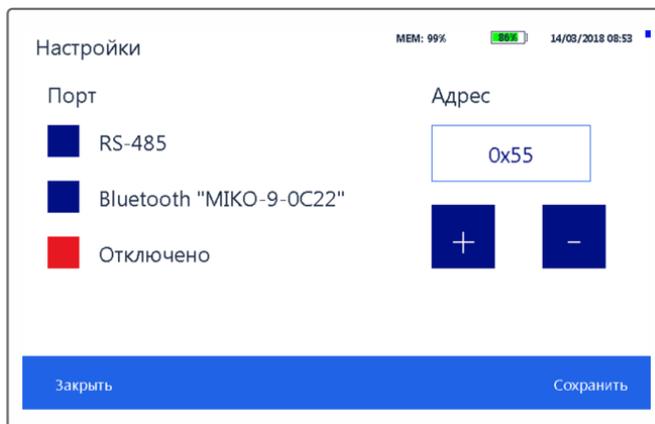


Рисунок 56 – Окно настроек Modbus

### 2.3.7. Вывод информации о приборе

При касании кнопки «Инфо» в стартовом окне прибора (рисунок 6) откроется окно «О приборе», где дана краткая информация о назначении прибора и контактные данные об организации – производителе (рисунок 57).

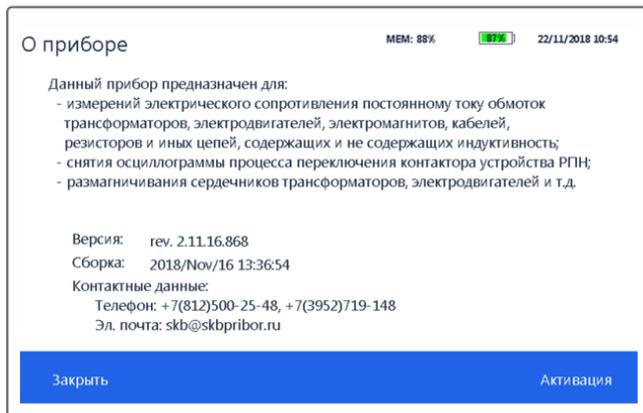


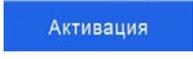
Рисунок 57 – Окно «О приборе»

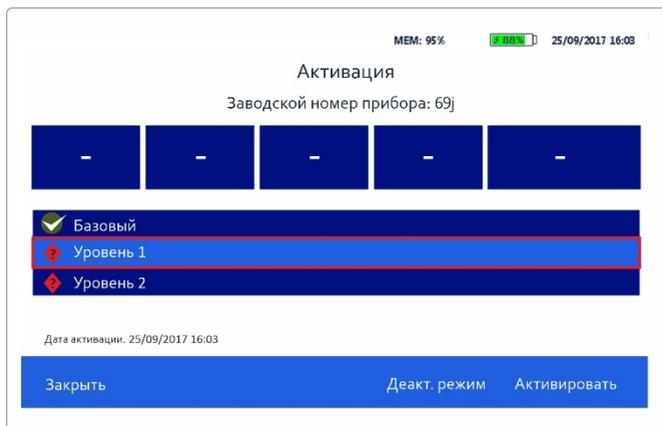
### 2.3.8. Активация приборов МИКО-8М(А) и МИКО-9(А)

Для активации работы прибора зарегистрируйте его на официальном сайте производителя: [www.skbpribor.ru](http://www.skbpribor.ru) в разделе ЛИЧНЫЙ КАБИНЕТ (укажите корректную информацию о конечном пользователе, а также о приборе и его номере).

После регистрации на указанный e-mail будет отправлен код активации.

Код активации необходимо ввести в прибор. Перейдите в раздел

информация, нажав кнопку  на стартовом окне (рисунок 6), далее перейдите в раздел активации, нажав кнопку , где откроется окно для ввода кода в соответствии с рисунком 58.



*Рисунок 58* – Окно активации дополнительных функций прибора

На сенсорном экране выберите уровень активации - «Уровень 1». Заполните каждую ячейку кода набором из пяти символов.

После заполнения всех полей нажмите кнопку **Активировать**, прибор автоматически проверит правильность введения кода и попросит перезагрузить прибор.

После перезагрузки прибор будет **АКТИВИРОВАН**. Все функции прибора станут активны.

## 2.4. Работа с прибором МИКО-7М(А)

При запуске прибора на дисплее отображается окно с логотипом предприятия, текущем временем, номером и версией программного обеспечения прибора как на рисунке 59.



Рисунок 59 – Стартовое окно прибора МИКО-7М(А)

После загрузки прибора, открывается окно настройки измерений (рисунок 60), из которого можно приступить к измерению.

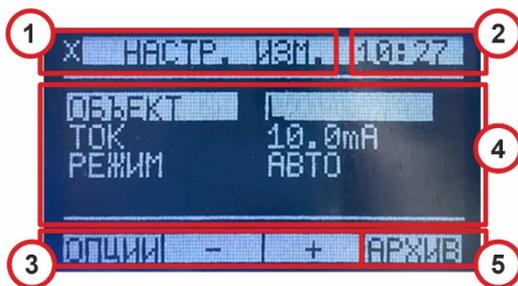


Рисунок 60 – Окно настроек измерения

- 1 – название окна;
- 2 – состояние аккумулятора/ отображение времени/отображение даты;
- 3 – панель функций (соответствует кнопкам F1-F4);
- 4 – настройка измерения;
- 5 – архив проведенных измерений.

В каждом окне прибора есть возможность вызвать справку (рисунок 61). В окне справочной информации выводится описание органов управления и доступных действий в текущем окне.

Для вызова справки необходимо нажать кнопку F1 на панели прибора.

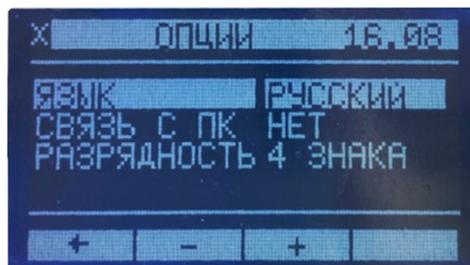


Рисунок 61– Пример окна справки

### 2.4.1. Подготовка прибора к запуску на измерение

Окно настроек измерения представлено на рисунке 62. Настройки отображаются на дисплее в виде таблицы.

Выделенный фокусом параметр можно изменить при помощи кнопок F2 и F3.



Рисунок 62 – Изменение параметров измерения

Для перемещения фокуса по окну используются кнопки  и  как на рисунке 63.



Рисунок 63 – Перемещение фокуса в окне настройки измерений

#### 2.4.1.1. Выбор объекта и режима измерения

Режимы запуска и останова измерения прибора аналогичны режимам приборов МИКО-8М(А), МИКО-9(А) (таблица 17).

Таблица 17 – Режимы запуска и останова прибора

Объекты измерения	Режим	Описание
R	АВТО	Прибор запускается на измерение в автоматическом режиме по факту подключения токовых и потенциальных контактов измерительного кабеля к объекту измерения.
	ОДНОКР	Прибор запускается на измерение однократно по команде пользователя (каждый раз после нажатия кнопки  ).
L; TH; TT; TC	АВТО	Режим останова измерения электрического сопротивления, при котором момент завершения измерений определяется программой прибора.
	РУЧНОЙ	Режим останова измерения электрического сопротивления, при котором момент завершения измерений определяется пользователем.

### 2.4.1.2. Задание силы измерительного тока

Допустимые значения силы измерительного тока прибора аналогичны значениям силы измерительного тока приборов МИКО-8М(А), МИКО-9(А) (за исключением режима Авто):

- 10 мА
- 50 мА
- 100 мА
- 500 мА<sup>8</sup>
- 1 А<sup>8</sup>
- 2 А<sup>8</sup>
- 5 А<sup>8</sup>
- 10 А<sup>8</sup>

### 2.4.2. Проведение измерения

Выставив подходящие настройки измерения нажать кнопку  для запуска измерения.

В первоначальный момент, при запуске измерения на экран выводится строка процесса нарастания измерительного тока. После достижения током заданного значения откроется окно измерения (рисунок 64).

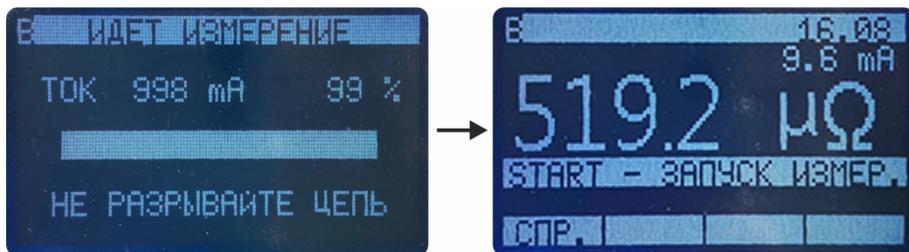


Рисунок 64 – Окно измерений

Для объекта измерения ТС (Трансформатор силовой) кнопками F3 или F4 можно задать номер отвода трансформатора.

Для того, чтобы сохранить измеренное значение, нажать кнопку , после чего отобразится информации на дисплее (рисунок 65) .

<sup>8</sup> Кроме объектов Трансформатор напряжения



Рисунок 65 – Окно сохранения измерения в архив

### 2.4.3. Работа с архивом

В окне архива (рисунок 66) отображаются результаты проведенных измерений.

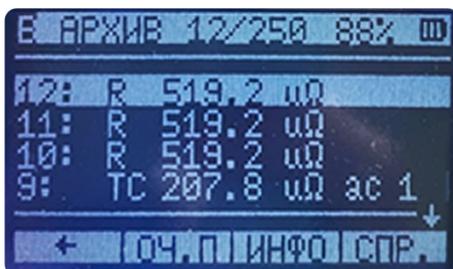


Рисунок 66 – Окно архива

Для получения полной информации о замере необходимо открыть окно информации об измерении (рисунок 67). Для этого нужно нажать кнопку F3.



Рисунок 67 – Окно дополнительной информации об измерении

Для того, чтобы очистить архив, нужно нажать кнопку F2. После чего нажать кнопку  для подтверждения или кнопку  – для отмены. Пример очистки архива представлен на рисунке 68.



Рисунок 68 – Очистка архива

При сохранении измерений каждому измеренному значению электрического сопротивления присваивается порядковый номер, режим, в котором проводилось измерение и сила измерительного тока. Измерения автоматически сохраняются в энергонезависимой памяти прибора. После заполнения памяти (250 ячеек) измерение с наименьшим порядковым номером удаляется, а на его место записывается новое измерение. И так далее, по кругу. После номера 999 счетчик измерений сбрасывается на 1.

## 2.4.4. Дополнительные настройки

### 2.4.4.1. Язык интерфейса

Для смены языка интерфейса с русского на английский или наоборот необходимо нажать кнопку F1 (ОПЦИИ) в окне настроек измерения и в открывшемся окне кнопкой F2 установить требуемый язык интерфейса (рисунок 69).



Рисунок 69 – Смена языка интерфейса

#### 2.4.4.2. Настройки связи

Прибор имеет интерфейсы связи USB и Bluetooth.

Для настройки связи с прибором через интерфейсы USB и Bluetooth необходимо нажать кнопку F1 (ОПЦИИ) в окне настроек измерения и в открывшемся окне кнопкой F3 установить требуемый интерфейс связи (рисунок 70).

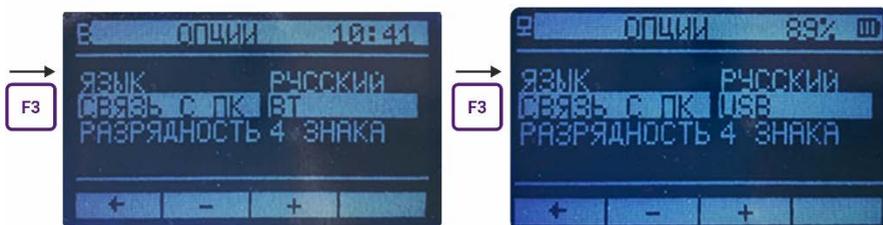


Рисунок 70 – Настройка связи

#### 2.4.5. Активация прибора МИКО-7М(А)

Для активации работы прибора зарегистрируйте его на официальном сайте производителя: [www.skbpribor.ru](http://www.skbpribor.ru) в разделе ЛИЧНЫЙ КАБИНЕТ (укажите корректную информацию о конечном пользователе, а также о приборе и его номере).

После регистрации на указанный e-mail будет отправлен код активации.

Код активации необходимо ввести в прибор. Перейдите в раздел в раздел ОПЦИИ, нажав клавишу , далее – в раздел ИНФО, нажав клавишу , после чего откроется окно ввода кода активации (рисунок 71).



Рисунок 71 – Окно ввода кода активации

Поочередно ведите каждый из 7 символов в отдельную ячейку, нажмите клавишу .

Если код введен верно появится сообщение – АКТИВИРОВАНО. Прибор полностью готов к работе.

### 3. Техническое обслуживание

Периодически проводить очистку от пыли, грязи, проверять работоспособность.

Проверить работоспособность прибора можно путем присоединения к нему измерительного кабеля, к зажимам кабеля – шунта из комплекта прибора. Выполнить измерение, используя объект измерения «Резистивный».

Проверка считается успешной, если показания прибора измеренного сопротивления и тока находятся в диапазоне от 0,9900 до 1,010 МОм и от 9,5 до 10,5 А соответственно.

Присоединить к зажимам измерительного кабеля эквивалент нулевого сопротивления (из комплекта прибора) таким образом, чтобы токовые контакты зажима оказались по одну сторону эквивалента. Выполнить измерение, используя объект измерения «Резистивный».

Проверка считается успешной, если показания прибора находиться в диапазоне от 0 до 0,5 мкОм.

При длительном хранении прибора аккумулятор следует подзаряжать не реже одного раза в шесть месяцев.

Нежелательно опускать уровень заряда аккумулятора, при эксплуатации прибора, ниже 10 %

После завершения работы с прибором проверить уровень заряда аккумулятора, если уровень заряда менее 5 %, то подзарядить прибор до 80-100 %.

Замена аккумулятора производится на предприятии-изготовителе.

При возникновении неисправности или отказе прибора ремонт следует проводить на предприятии-изготовителе.

Перечень возможных неисправностей приведен в таблице 18.

Прибор следует отправлять на сервисное обслуживание в полной комплектации, очищенным от пыли и грязи.

Рекомендуемый межкалибровочный интервал 3 года.

Межповерочный интервал 3 года.

Таблица 18 – Перечень возможных неисправностей

Признаки	Причина	Способ устранения
Сообщение "Разрыв токовой цепи"	Кабель не подключен к прибору или нет контакта с измеряемым объектом	Проверить, подключены ли кабеля, убедиться в их целостности
Сообщение "Нет стабилизации тока!"	Измеряемый объект имеет сопротивление выше допустимого значения, для заданного режима работы.	Увеличить значение измерительного тока.
Сообщение "Ошибка измерения 0xXX", где XX – цифробуквенный код;	Ошибка процесса измерения, не входящая в список стандартных ошибок	Перезапустить прибор, запустить измерение. В случае повторного отображения данной ошибки, обратиться к производителю.
Сообщение "Фаза не выбрана"	Не выбрана фаза при настройке измерения.	Выбрать фазу, и повторно запустить измерение.
Сообщение "Выход за пределы диапазона";	Измеряемый объект имеет сопротивление выше максимального значения, доступного для данного типа прибора.	Подключить объект с сопротивлением ниже верхнего предела.
Сообщение "Прервано пользователем"	Процесс измерения прервано вручную	Перезапустить измерение.

Признаки	Причина	Способ устранения
Сообщение "Перегрев блока" изм.	Превышена допустимая температура внутри прибора.	Выключить прибор. Продолжить измерение после охлаждения прибора до рабочего диапазона температур. (1-2 часа).
Сообщение "Ошибка операции"	Сбой программного обеспечения	Перезапустить прибор, повторить операцию. В случае повторного отображения данной ошибки, обратиться к производителю.
Уровень заряда батареи по индикатору не меняется. Аккумуляторная батарея не заряжается	-	Процесс заряда аккумуляторной батареи прибора, после длительного хранения может быть долгим - до 48 часов. Прибор при этом должен быть подключен к сети с включённым тумблером «сеть».
Постоянно появляется значок "Уровень заряда не определен"	Неисправен блок зарядного устройства аккумулятора	Обратиться к производителю
При различных неисправностях архива, связанных с измерениями или объемом свободной памяти архива 0 или более 100 % (МИКО-8М(А), МИКО-9(А))	Ошибка диска с архивом	Форматирование диска с архивом с помощью кнопки «Удалить всё» в меню архива.

#### 4. Транспортирование и хранение

Транспортироваться прибор должен в транспортной таре, в закрытом транспортном средстве автомобильным или железнодорожным транспортом при температуре от минус 20 до плюс 40 °С. Допускается транспортирование авиационным транспортом в герметизированных отсеках.

Приборы в транспортной таре допускается хранить в неотапливаемых помещениях при температуре от минус 20 до плюс 40 °С и относительной влажности до 95 % без конденсации влаги.

Приборы без упаковки следует хранить в отапливаемых помещениях при температуре от плюс 15 до плюс 40 °С и относительной влажности до 95 % при отсутствии в воздухе примесей, вызывающих коррозию.

Приборы со встроенным аккумулятором перед хранением необходимо зарядить до 100 %.

## 5. Утилизация

Прибор подлежит утилизации по правилам действующего законодательства об утилизации электронной техники

## 6. Сведения о предприятии – производителе

Реквизиты предприятия-изготовителя приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Реквизиты

Полное наименование	ООО «СКБ электротехнического приборостроения» (ООО «СКБ ЭП»)
Организационно-правовая форма	Общество с ограниченной ответственностью
Регистрационное свидетельство	87-1765 Серия ИПП от 24.07.96 г.
Почтовый адрес	Россия, 664033, г. Иркутск, а/я 407
Адрес Сервисного центра	Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130
Телефон:	+7 (812)500-25-48
E-mail:	<a href="mailto:skb@skbpribor.ru">skb@skbpribor.ru</a>
Сайт:	<a href="http://www.skbpribor.ru">www.skbpribor.ru</a> , <a href="http://skbэп.рф">skbэп.рф</a>

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право вносить изменения, не влияющие на метрологические и технические характеристики изделия.

Эксплуатационная документация, с внесенными изменениями, размещается на сайте ООО «СКБ ЭП» [www.skbpribor.ru](http://www.skbpribor.ru), [skbэп.рф](http://skbэп.рф).