

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «ИзТех»

_____ А.М. Евтюшенков
« _____ » _____ 2018 г.



КАЛИБРАТОР-ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ
ПРЕЦИЗИОННЫЙ КИТ-1

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

РЭ 4381-182-56835627-18

г. МОСКВА
2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА	3
1.1 Назначение изделия	3
1.2 Технические характеристики	3
1.3 Состав изделия	5
1.4 Устройство и принцип действия	5
2. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	7
3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	7
4. ПОРЯДОК РАБОТЫ	8
4.1 Работа с прибором	8
4.2 Работа с управляющей программой	19
5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	22
6. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ	23
7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	23
8. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ	24
9. СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВКЕ	24
10. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ	24
11. ЛИСТ УЧЕТА НАРАБОТКИ	25
ПРИЛОЖЕНИЯ	26
Приложение А	26
Приложение Б	27
Приложение В	27
Приложение Г	28
Приложение Д	28
Приложение Е	29
Приложение Ж	30

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение изделия

Калибратор-измеритель температуры прецизионный КИТ-1 (далее по тексту - прибор) предназначен для высокоточного измерения и воспроизведения активного сопротивления (Ом), напряжения (мВ) и силы постоянного тока (мА); сигналов датчиков температуры (ТС и ТП); преобразователей измерительных (ПИ). КИТ-1 позволяет тестировать преобразователи измерительные и реле в автоматическом режиме. Для питания ПИ в приборе предусмотрен блок питания с напряжением 24В постоянного тока.

Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха: от + 10 до + 40 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха: не более 80 %;
- атмосферное давление: от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питания (постоянного тока): от 4 до 7 В.

Нормальные условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, °С: от + 15 до + 25;
- относительная влажность окружающего воздуха: не более 80 %;
- атмосферное давление: от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питания (постоянного тока): от 4 до 7 В.

1.2 Технические характеристики

- 1.2.1 Диапазон измерения электрического сопротивления постоянному току: от 0,01 до 2500 Ом.
- 1.2.2 Пределы допускаемой основной погрешности при измерении электрического сопротивления постоянному току: $\pm(0,0005+10^{-5}\cdot R)$ Ом,
где R - измеряемое сопротивление.
- 1.2.3 Измерительный ток при измерении электрического сопротивления: 0,2 мА.
- 1.2.4 Диапазон воспроизведения электрического сопротивления постоянному току: от 8 до 2500 Ом.
- 1.2.5 Пределы допускаемой основной погрешности при воспроизведении электрического сопротивления постоянному току: $\pm(0,001+2\cdot 10^{-5}\cdot R)$ Ом,
где R - воспроизводимое сопротивление.
- 1.2.6 Диапазон измерения напряжения постоянного тока: от -300 до 300 мВ.
- 1.2.7 Пределы допускаемой основной погрешности при измерении напряжения постоянного тока: $\pm(0,001+7\cdot 10^{-5}\cdot |U|)$ мВ,
где U - измеряемое напряжение.
- 1.2.8 Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока: от -50 до 100 мВ.
- 1.2.9 Пределы допускаемой основной погрешности при воспроизведении напряжения постоянного тока: $\pm(0,001+7\cdot 10^{-5}\cdot |U|)$ мВ,
где U - воспроизводимое напряжение.
- 1.2.10 Диапазон измерения силы постоянного тока: от -30 до 30 мА.
- 1.2.11 Пределы допускаемой основной погрешности при измерении силы постоянного тока: $\pm(0,001+10^{-4}\cdot |I|)$ мА,
где I - измеряемая сила тока.
- 1.2.12 Диапазон воспроизведения силы постоянного тока: от 0 до 20 мА.
- 1.2.13 Пределы допускаемой основной погрешности при воспроизведении силы постоянного тока: $\pm(0,001+10^{-4}\cdot |I|)$ мА,
где I - воспроизводимая сила тока.

1.2.14 При измерении температуры термометрами сопротивления (ТС) используются следующие стандартные номинальные статические характеристики преобразования (НСХ) в соответствии с ГОСТ 6651-2009: 10 М, 50 М, 100 М, 10 П, 50 П, 100 П, 500 П, 1000 П, Pt 10, Pt 50, Pt 100, Pt 500, Pt 1000.

Для измерения температуры эталонными термопреобразователями сопротивления прибор поддерживает работу с индивидуальными статическими характеристиками преобразования (ИСХ). При этом внутренняя память прибора рассчитана на 10 индивидуальных статических характеристик: 4 характеристики в формате МТШ-90, 2 характеристики в формате Каллендара-Ван Дюзена, 2 характеристики в виде полинома 9-й степени и 2 характеристики в виде таблицы.

1.2.15 Диапазоны измерения температуры для ТС (НСХ: 10 М, 50 М, 100 М, 10 П, 50 П, 100 П, 500 П, Pt 10, Pt 50, Pt 100, Pt 500) соответствуют приведенным в ГОСТ 6651-2009.

Диапазон измерения температуры для НСХ 1000 П и Pt 1000 от -200 до 400 °С.

1.2.16 Пределы допускаемой основной погрешности при измерении температуры термометрами сопротивления (без учета погрешности самих ТС):

- НСХ - 10 М, 10 П, Pt 10	$\pm(0,015+10^{-5}\cdot t)$ °С;
- НСХ - 50 М, 50 П, Pt 50	$\pm(0,005+10^{-5}\cdot t)$ °С;
- НСХ - 100 М, 100 П, Pt 100	$\pm(0,004+10^{-5}\cdot t)$ °С;
- НСХ – 500 П, Pt 500	$\pm(0,003+10^{-5}\cdot t)$ °С;
- НСХ – 1000 П, Pt 1000	$\pm(0,003+10^{-5}\cdot t)$ °С,

где t - измеряемая температура.

1.2.17 Диапазоны измерения температуры для эталонных ТС определяются диапазоном измерения электрического сопротивления прибором КИТ-1 и диапазонами измерения температуры самих эталонных ТС.

1.2.18 Пределы допускаемой основной погрешности при измерении температуры эталонными термометрами сопротивления рассчитывается, исходя из чувствительности ТС, погрешности ТС и погрешности измерения электрического сопротивления прибором КИТ-1.

1.2.19 Диапазоны воспроизведения температуры для ТС:

- НСХ - 10 М	от -45 до 200 °С;
- НСХ - 10 П, Pt 10	от -50 до 850 °С;
- НСХ - 50 М, 100 М	от -180 до 200 °С;
- НСХ - 50 П, Pt 50, 100 П, Pt 100, 500 П, Pt 500	от -200 до 850 °С;
- НСХ - 1000 П, Pt 1000	от -200 до 400 °С.

1.2.20 Пределы допускаемой основной погрешности при эмуляции сигналов термометров сопротивления:

- НСХ - 10 М, 10 П, Pt 10	$\pm(0,030+2\cdot 10^{-5}\cdot t)$ °С;
- НСХ - 50 М, 50 П, Pt 50	$\pm(0,010+2\cdot 10^{-5}\cdot t)$ °С;
- НСХ - 100 М, 100 П, Pt 100	$\pm(0,008+2\cdot 10^{-5}\cdot t)$ °С;
- НСХ – 500 П, Pt 500	$\pm(0,006+2\cdot 10^{-5}\cdot t)$ °С;
- НСХ – 1000 П, Pt 1000	$\pm(0,006+2\cdot 10^{-5}\cdot t)$ °С,

где t - воспроизводимая температура.

1.2.21 При измерении температуры термоэлектрическими преобразователями (ТП) используются следующие стандартные номинальные статические характеристики преобразования (НСХ) в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001: Е, J, Т, К, N, L, R, S, В, М, А-1, А-2, А-3.

Для измерения температуры эталонными термоэлектрическими преобразователями прибор поддерживает работу с индивидуальными статическими характеристиками преобразования (ИСХ). При этом внутренняя память прибора рассчитана на 4 индивидуальные статические характеристики: 2 характеристики в виде полинома 9-й степени и 2 характеристики в виде таблицы.

1.2.22 Диапазоны измерения температуры для ТП (НСХ: Е, J, Т, К, N, L, R, S, В, М, А-1, А-2, А-3) соответствуют приведенным в ГОСТ Р 8.585-2001.

1.2.23 Пределы допускаемой основной погрешности при измерении температуры термоэлектрическими преобразователями (без учета погрешности самих ТП):

РЭ 4381-182-56835627-18 с.5

- НСХ - E, J, T, K, N, L, M $\pm 0,1$ °С;

- НСХ - R, S, B, A-1, A-2, A-3 $\pm 0,2$ °С.

1.2.24 Диапазоны измерения температуры для эталонных ТП определяются диапазоном измерения электрического напряжения прибором КИТ-1 и диапазонами измерения температуры самих эталонных ТП.

1.2.25 Пределы допускаемой основной погрешности при измерении температуры эталонными термоэлектрическими преобразователями рассчитывается, исходя из чувствительности ТП, погрешности ТП и погрешности измерения электрического напряжения прибором КИТ-1.

1.2.26 Пределы допускаемой основной погрешности при эмуляции сигналов термоэлектрических преобразователей:

- НСХ - E, J, T, K, N, L, M $\pm 0,1$ °С;

- НСХ - R, S, B, A-1, A-2, A-3 $\pm 0,2$ °С.

1.2.27 Диапазоны преобразователей измерительных (ПИ):
от 0 до 5 мА,
от 0 до 20 мА,
от 4 до 20 мА.

1.2.28 Напряжение встроенного блока питания: 24 В $\pm 10\%$.

1.2.29 При отклонении температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах от плюс 10 до плюс 40 °С, погрешность измерений не превышает пределов допускаемой основной абсолютной погрешности.

1.2.30 Потребляемая мощность: 2 Вт.

1.2.31 Габаритные размеры прибора: 100×200×40 мм.

1.2.32 Масса прибора: 0,5 кг.

1.2.33 Средний срок службы: 5 лет.

1.2.34 Среднее время наработки на отказ: 7000 часов.

1.2.35 Время установления рабочего режима: 30 с.

1.2.36 Приборы обеспечивают определение наличия обрыва во входных цепях.

1.2.37 Распределение результатов измерений: нормальное.

1.3 Состав изделия

Комплектность прибора.

В комплект поставки КИТ-1 входит:

- прибор КИТ-1	1 шт.;
- кабель связи прибора с ПК через интерфейс USB	1 шт.;
- шнур КИТШ-1.1	2 шт.;
- шнур КИТШ-2.1	2 шт.;
- шнур КИТШ-3.1	8 шт.;
- шнур КИТШ-3.2	4 шт.;
- шнур КИТШ-6.2	1 шт.;
- компакт-диск с программным обеспечением	по заказу;
- руководство по эксплуатации	1 экз.;
- элемент типа «АА»	4 шт.

Назначение шнуров КИТШ описано в Приложении А.

1.4 Устройство и принцип действия

1.4.1 Конструкция прибора.

КИТ-1 выполнен в виде ручного переносного прибора, рис. 1.

На лицевой панели прибора расположены: сенсорный дисплей; кнопка управления питанием; разъем измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП; разъем измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле; разъем выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС; разъем выхода воспроизведения напряжения, силы тока; эмуляции ТП и ПИ.

На дисплее прибора отображается:

- результаты измерений;
- значения воспроизводимых и эмулируемых величин;
- режим работы;
- настройки прибора;
- текущее время;
- названия калибровочных характеристик.

Сенсорная панель дисплея позволяет:

- выбирать режим работы;
- изменять настройки;
- вводить и выбирать статические характеристики;
- вводить значения опор.

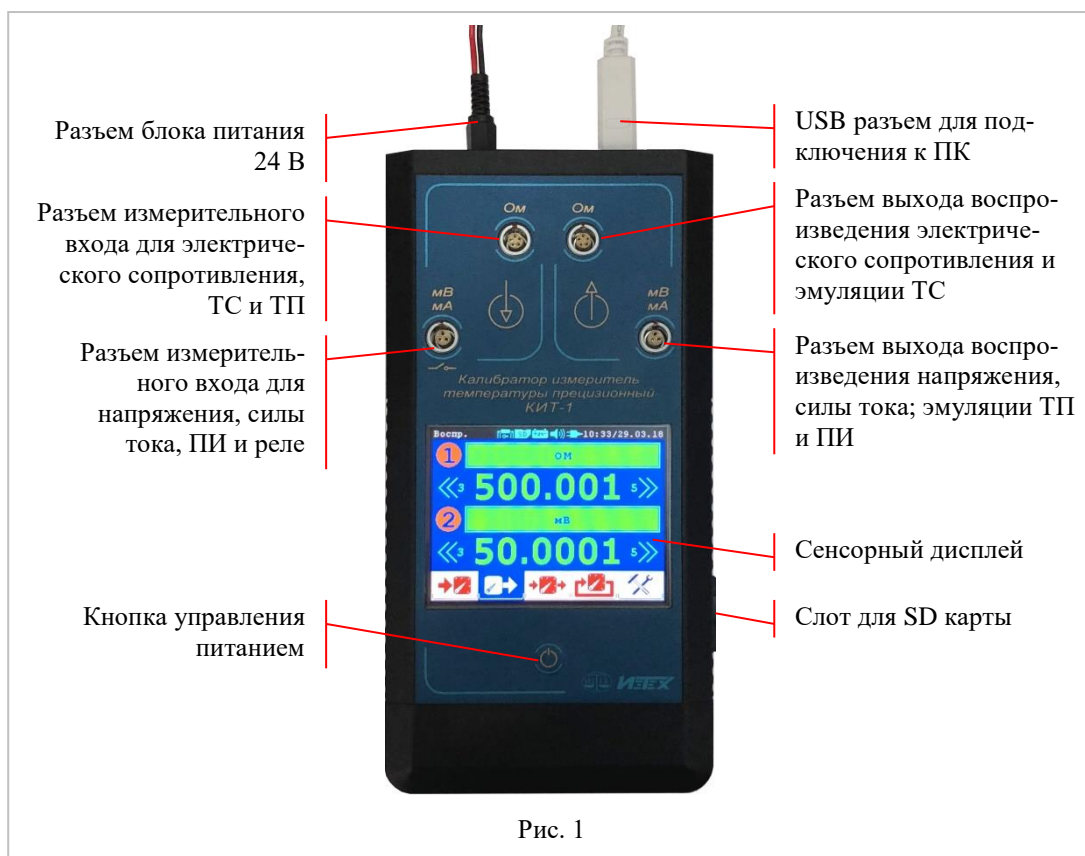


Рис. 1

Кнопка управления питанием предназначена для включения и выключения прибора.

Разъем измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП предназначен для подключения к КИТ-1: мер электрического сопротивления, термометров сопротивления, термоэлектрических преобразователей, сигналы которых необходимо измерять.

Разъем измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле предназначен для подключения к КИТ-1: источников напряжения или тока, измерительных преобразователей, реле, сигналы которых необходимо измерять.

Разъем выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС предназначен для подключения к КИТ-1 входов калибруемых или поверяемых приборов, сигналом для которых служит электрическое сопротивление.

Разъем выхода воспроизведения напряжения, силы тока, эмуляции ТП и ПИ предназначен для подключения к КИТ-1 входов калибруемых или поверяемых приборов, сигналами для которых служат напряжение или сила тока.

На боковых поверхностях корпуса расположены: разъем блока питания 24 В, USB разъем для подключения к ПК и слот для SD карты.

Разъем блока питания 24 В предназначен для подключения питания измерительных преобразователей.

USB разъем для подключения к ПК предназначен для подключения внешнего питания и персонального компьютера.

Слот для SD карты предназначен для установки в прибор флэш накопителя для сохранения на нем результатов работы.

Прибор может работать как в составе автоматизированных систем под управлением персонального компьютера, так и автономно.

Приборы относятся к восстанавливаемым, ремонтируемым изделиям.

1.4.2 Принцип действия

Структурная схема прибора приведена на рис.2.

АЦП - аналого-цифровой преобразователь;
МП - микропроцессор;
Д- дисплей;
ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь.

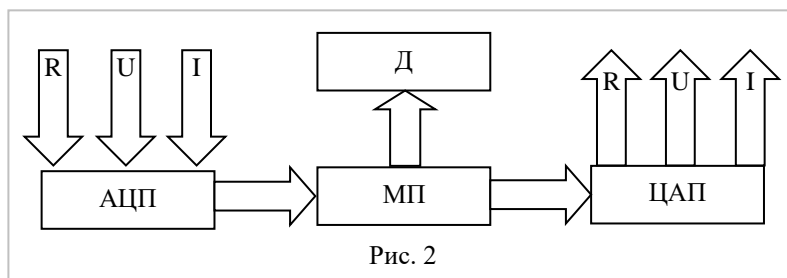


Рис. 2

В режиме измерений датчики должны быть подключены к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП и/или к разъему измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле. Сигнал электрического сопротивления «R», напряжения «U» или силы тока «I» попадает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП). После преобразования входного сигнала полученную информацию обрабатывает микропроцессор (МП). Результаты измерений отображаются на дисплее.

В режиме воспроизведения (эмуляции) микропроцессор (МП) рассчитывает управляющее воздействие и передает его в цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Аналоговый сигнал с выхода ЦАП поступает на разъем выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС «R» и/или на разъем выхода воспроизведения напряжения «U», силы тока «I»; эмуляции ТП «U» и ПИ «I».

2. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 К эксплуатации КИТ–1 допускается персонал, подготовленный в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Ростехнадзором, изучивший настоящее РЭ.

2.2 Окружающая среда не должна быть взрывоопасной, не должна содержать солевых туманов, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металл и изоляцию.

2.3 Запрещается касаться нагретых (охлажденных) частей тестируемых термопреобразователей во время и после измерений при температурах выше 50 °С (ниже -10 °С) во избежание получения ожогов. Также запрещается помещать нагретые термопреобразователи на легковоспламеняющуюся поверхность во избежание возгораний.

2.4 Запрещается подключать к разъемам приборов внешние источники напряжения, не оговоренные в данном руководстве по эксплуатации! Напряжение между любыми контактами разъемов не должно превышать 5В!

3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

3.1 Распаковать КИТ-1. Провести внешний осмотр, при котором должны быть проверены:
- комплектность в соответствии с разделом 1.3 настоящего РЭ;

- отсутствие механических повреждений, влияющих на эксплуатационные характеристики;

- соответствие заводского номера КИТ-1 указанному в РЭ.

3.2 После пребывания прибора при отрицательных температурах его необходимо выдерживать в течение одного часа при комнатной температуре.

3.3 Выключить прибор.

3.4 Убедиться, что все разъемы извлечены из прибора.

3.5 Подключить к разъемам поверяемые (калибруемые) датчики. Подготовка и работа поверяемых (калибруемых) датчиков производится в соответствии с эксплуатационной документацией.

3.6 Вставить в КИТ-1 разъемы с подключенными поверяемыми (калибруемыми) датчиками.

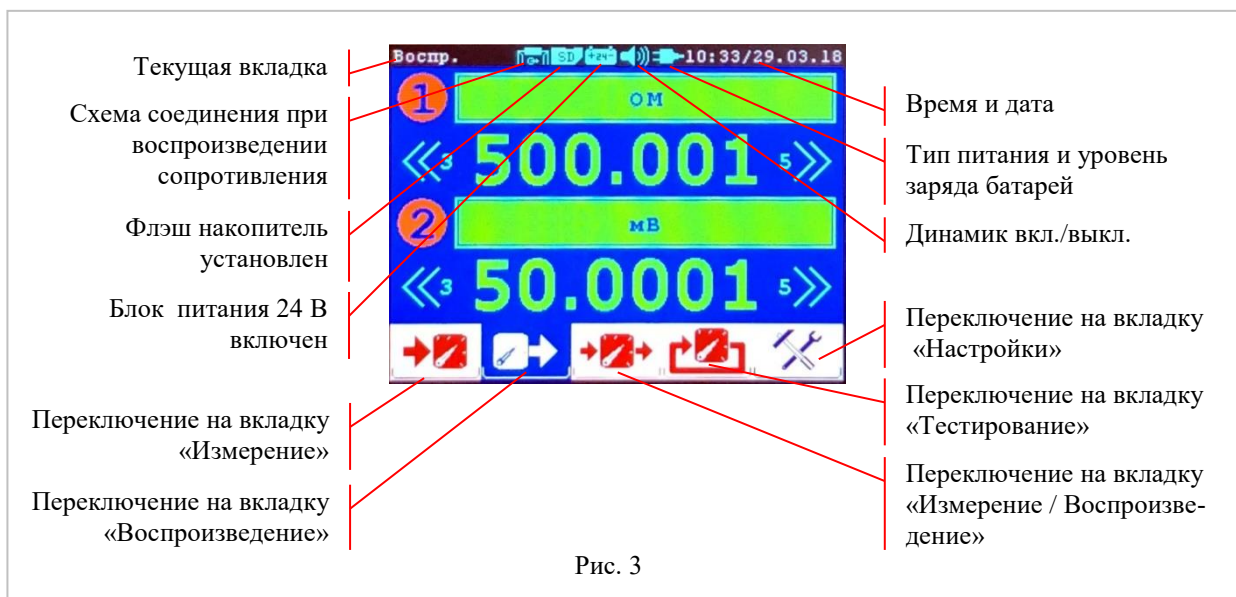
3.7 При необходимости подключить прибор к ПК.

3.8 Включить питание КИТ-1.

4. ПОРЯДОК РАБОТЫ

4.1 Работа с прибором

Включение и выключение КИТ-1 осуществляется нажатием на кнопку управления питанием. После включения питания на дисплее появится начальная заставка и через 3 секунды появится картинка, аналогичная рис. 3.



4.1.1 Сенсорный дисплей, рис. 3

4.1.1.1 Сверху дисплея отображается статусная строка. Слева статусной строки выводится информация о текущей вкладке. Справа отображается текущие дата и время. По центру отображаются иконки, информирующие о режимах и настройках прибора:

- - выбрана 2-х или 3-х проводная схема подключения при воспроизведении сопротивления или эмуляции ТС (выбирается на вкладке «Настройки»);

- - выбрана 4-х проводная схема подключения при воспроизведении сопротивления или эмуляции ТС (выбирается на вкладке «Настройки»);

- - установлен SD флэш накопитель (проверяется при включении прибора);

- - включен встроенный блок питания на 24 В (включается на вкладке «Настройки»);

- - динамик выключен (включается на вкладке «Настройки»);

- - динамик включен (выключается на вкладке «Настройки»);

- - питание осуществляется через USB;

-  - питание осуществляется от батарей.

4.1.1.2 Снизу дисплея отображаются сенсорные кнопки переключения между вкладками.

КИТ-1 имеет пять вкладок с режимами работы: «Измерение», «Воспроизведение», «Измерение / Воспроизведение», «Тестирование» и «Настройки».

4.1.2 Вкладка «Измерение», рис. 4

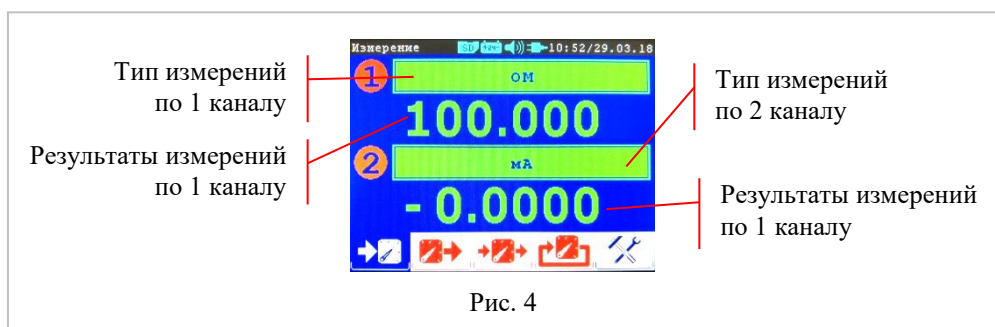


Рис. 4

Вкладка «Измерение» предназначена для реализации режима измерений по двум каналам. При этом первый канал может измерять активное сопротивление и сигналы от датчиков температуры (ТС и ТП), в том числе эталонных; а второй - напряжение и силу постоянного тока; сигналы от преобразователей измерительных и реле.

Подключение к 1 каналу осуществляется к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП (Приложение Б). Подключение ко 2 каналу осуществляется к разъему измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле (Приложение В).

4.1.2.1 Нажатие на сенсорную кнопку «Тип измерений по 1 каналу» откроет меню выбора. Возможные варианты: «ВЫКЛ», «ОМ», «НСХ ТС», «ИСХ ТС», «НСХ ТП» и «ИСХ ТП».

«ВЫКЛ» - канал не измеряется.

«ОМ» - измерения электрического сопротивления.

«НСХ ТС» - измерение температуры при помощи термометра сопротивления с номинальной статической характеристикой. При выборе пункта меню «НСХ ТС» откроется дополнительное меню выбора НСХ. Возможные варианты: 10 М, 50 М, 100 М, 10 П, 50 П, 100 П, 500 П, 1000 П, Pt 10, Pt 50, Pt 100, Pt 500, Pt 1000.

«ИСХ ТС» - измерение температуры при помощи термометра сопротивления с индивидуальной статической характеристикой. При выборе пункта меню «ИСХ ТС» откроется дополнительное меню выбора ИСХ из ранее введенных на вкладке «Настройки».

«НСХ ТП» - измерение температуры при помощи термоэлектрического преобразователя с номинальной статической характеристикой. При выборе пункта меню «НСХ ТП» откроется дополнительное меню выбора НСХ. Возможные варианты: E, J, T, K, N, L, R, S, B, M, A-1, A-2, A-3.

«ИСХ ТП» - измерение температуры при помощи термоэлектрического преобразователя с индивидуальной статической характеристикой. При выборе пункта меню «ИСХ ТП» откроется дополнительное меню выбора ИСХ из ранее введенных на вкладке «Настройки».

Выбор типа компенсации холодного спая (КХС) при измерении температуры ТП осуществляется на вкладке «Настройки». Возможные варианты: «ВЫКЛ», «ТЕРМОС.» и «ТС».

«ВЫКЛ» - компенсация холодного спая не осуществляется и измеренное значение термоЭДС переводится напрямую в температуру.

«ТЕРМОС.» - предполагается, что холодный спай ТП находится в термостате. Необходимо ввести в КИТ-1 температуру холодного спая (вкладка «Настройки»).

«ТС» - предполагается, что температура холодного спая измеряется термометром сопротивления. Необходимо ввести в прибор НСХ этого ТС (вкладка «Настройки»). При работе с ИСХ необходимо, чтобы диапазон возможных температур холодного спая присутствовал в статической характеристике.

4.1.2.2 Нажатие на сенсорную кнопку «Тип измерений по 2 каналу» откроет меню выбора. Возможные варианты: «ВЫКЛ», «мВ», «мА», «РЕЛЕ» и «ИЗМ. ПР».

«ВЫКЛ» - канал не измеряется.

«мВ» - измерение напряжения постоянного тока.

«мА» - измерение силы постоянного тока.

«РЕЛЕ» - проверка на замыкание или размыкание реле.

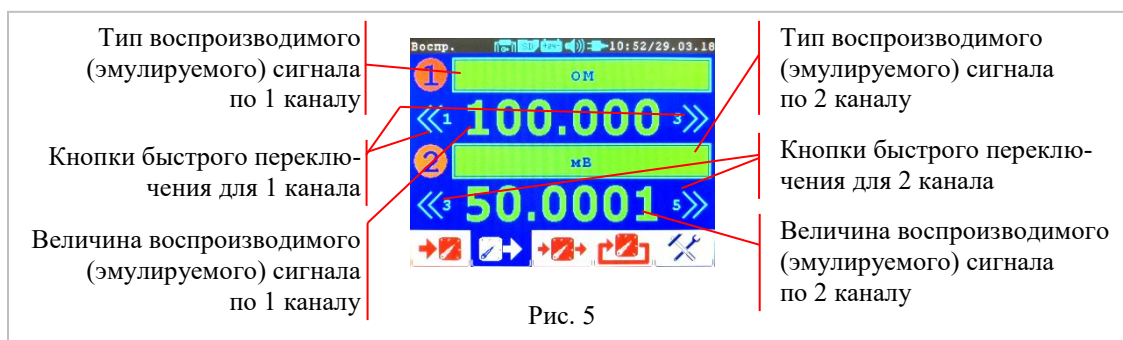
«ИЗМ. ПР» - измерение температуры при помощи измерительных преобразователей. Типы измерительных преобразователей вводятся на вкладке «Настройки».

4.1.3 Вкладка «Воспроизведение», рис. 5

Вкладка «Воспроизведение» предназначена для реализации режима воспроизведения по двум гальванически развязанным каналам. При этом первый канал может воспроизводить активное сопротивление и эмулировать сигналы ТС в соответствии с НСХ по ГОСТ 6651-2009, а второй - воспроизводить напряжение и силу постоянного тока; эмулировать сигналы ТП в соответствии с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001 и измерительных преобразователей. При воспроизведении активного сопротивления или эмуляции ТС по 3-х (2-х) проводной схеме соединения в приборе реализована возможность измерения сопротивления подводящих проводов с последующим его учетом.

Для каждого типа воспроизводимых (эмулируемых) величин (Ом, мВ, мА, ТС, ТП, ПИ) КИТ-1 запоминает по пять значений, переключение между которыми осуществляется «кнопками быстрого переключения» «<<» и «>>» на дисплее.

Подключение к 1 каналу осуществляется к разъему выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС (Приложение Г). Подключение ко 2 каналу осуществляется к разъему выхода воспроизведения напряжения, силы тока; эмуляции ТП и ПИ (Приложение Д).



4.1.3.1 Нажатие на сенсорную кнопку «Тип воспроизводимого (эмулируемого) сигнала по 1 каналу» откроет меню выбора. Возможные варианты: «ВЫКЛ», «ОМ», «НСХ ТС».

«ВЫКЛ» - канал отключен.

«ОМ» - воспроизведение электрического сопротивления.

«НСХ ТС» - эмуляция термометра сопротивления. При выборе пункта меню «НСХ ТС» откроется дополнительное меню выбора НСХ. Возможные варианты: 10 М, 50 М, 100 М, 10 П, 50 П, 100 П, 500 П, 1000 П, Pt 10, Pt 50, Pt 100, Pt 500, Pt 1000.

4.1.3.2 Нажатие на сенсорную кнопку «Тип воспроизводимого (эмулируемого) сигнала по 2 каналу» откроет меню выбора. Возможные варианты: «ВЫКЛ», «мВ», «мА», «НСХ ТП» и «ИЗМ. ПР».

«ВЫКЛ» - канал отключен.

«мВ» - воспроизведение напряжения постоянного тока.

«мА» - воспроизведение силы постоянного тока.

«НСХ ТП» - эмуляция термоэлектрического преобразователя. При выборе пункта меню «НСХ ТП» откроется дополнительное меню выбора НСХ. Возможные варианты: E, J, T, K, N, L, R, S, B, M, A-1, A-2, A-3.

Выбор типа компенсации холодного спая (КХС) при эмуляции ТП осуществляется на вкладке «Настройки». Возможные варианты: «ВЫКЛ», «ТЕРМОС.», «ТС» и «ЭМУЛ. ТС».

«ВЫКЛ» - компенсация холодного спая не осуществляется и введенное значение эмулируемой температуры переводится напрямую в выходное напряжение по выбранной НСХ.

«ТЕРМОС.» - значения эмулируемой температуры и температуры термостата (вводится на вкладке «Настройки») переводятся в значения напряжений по выбранной НСХ. На выход подается разность этих напряжений.

«ТС» - если в настройках прибора выбран этот тип КХС, то возможность эмуляции ТП будет заблокирована.

«ЭМУЛ. ТС» - эмуляция компенсационного ТС. Сигнал эмуляции компенсационного ТС выдается на разъем выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС. Сигнал эмуляции ТП выдается на разъем выхода воспроизведения напряжения, силы тока, эмуляции ТП и ПИ.

Значения эмулируемой температуры ТП и эмулируемой температуры компенсационного ТС переводятся в значения напряжений по выбранной НСХ эмулируемой ТП. На выход подается разность этих напряжений.

Гальваническая развязка между каналами позволяет реализовать различные схемы соединения между каналами эмуляции ТП и компенсационного ТС.

4.1.3.3 Нажатие на сенсорную панель «Величина воспроизводимого (эмулируемого) сигнала» откроет окно с виртуальной цифровой клавиатурой для ввода нового значения. После ввода новое значение запоминается в памяти прибора для последующего выбора «кнопками быстрого переключения» и начинает воспроизводиться (эмулироваться).

4.1.3.4 Нажатия на сенсорные «кнопки быстрого переключения» позволяют выбирать одно из пяти ранее сохраненных значений для текущего воспроизводимого (эмулируемого) сигнала (Ом, мВ, мА, ТС, ТП, ПИ).

4.1.4 Вкладка «Измерение / Воспроизведение», рис. 6

Вкладка «Измерение / Воспроизведение» предназначена для одновременной реализации режимов измерения (Ом, мВ, мА, реле, ТС, ТП, ПИ) и воспроизведения (Ом, мВ, мА, ТС, ТП, ПИ).

При измерении электрического сопротивления и сигналов от датчиков температуры (ТС и ТП), в том числе эталонных, подключение должно осуществляться к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП (Приложение Б).

При измерении напряжения, силы тока, сигналов от измерительных преобразователей и реле подключение должно осуществляться к разъему измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле (Приложение В).

При воспроизведении (эмуляции) электрического сопротивления и сигналов от ТС подключение должно осуществляться к разъему выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС (Приложение Г).

При воспроизведении (эмуляции) напряжения, силы тока, сигналов от ТП и ПИ подключение должно осуществляться к разъему выхода воспроизведения напряжения, силы тока; эмуляции ТП и ПИ (Приложение Д).

Каналы измерения и воспроизведения гальванически развязаны.

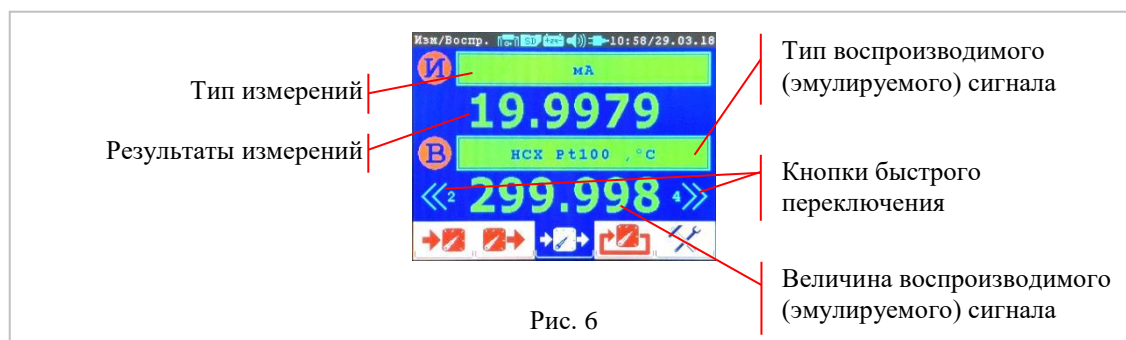


Рис. 6

4.1.4.1 Нажатие на сенсорную кнопку «Тип измерений» откроет меню выбора. Возможные варианты: «ВЫКЛ», «ОМ», «мВ», «мА», «РЕЛЕ», «НСХ ТС», «ИСХ ТС», «НСХ ТП», «ИСХ ТП» и «ИЗМ. ПР».

«ВЫКЛ» - канал не измеряется.

«ОМ» - измерения электрического сопротивления.

«мВ» - измерение напряжения постоянного тока.

«мА» - измерение силы постоянного тока.

«РЕЛЕ» - проверка на замыкание или размыкание реле.

«НСХ ТС» - измерение температуры при помощи термометра сопротивления с номинальной статической характеристикой. При выборе пункта меню «НСХ ТС» откроется дополнительное меню выбора НСХ. Возможные варианты: 10 М, 50 М, 100 М, 10 П, 50 П, 100 П, 500 П, 1000 П, Pt 10, Pt 50, Pt 100, Pt 500, Pt 1000.

«ИСХ ТС» - измерение температуры при помощи термометра сопротивления с индивидуальной статической характеристикой. При выборе пункта меню «ИСХ ТС» откроется дополнительное меню выбора ИСХ из ранее введенных на вкладке «Настройки».

«НСХ ТП» - измерение температуры при помощи термоэлектрического преобразователя с номинальной статической характеристикой. При выборе пункта меню «НСХ ТП» откроется дополнительное меню выбора НСХ. Возможные варианты: E, J, T, K, N, L, R, S, B, M, A-1, A-2, A-3.

«ИСХ ТП» - измерение температуры при помощи термоэлектрического преобразователя с индивидуальной статической характеристикой. При выборе пункта меню «ИСХ ТП» откроется дополнительное меню выбора ИСХ из ранее введенных на вкладке «Настройки».

Выбор типа компенсации холодного спая (КХС) при измерении температуры ТП осуществляется на вкладке «Настройки». Возможные варианты: «ВЫКЛ», «ТЕРМОС.» и «ТС».

«ВЫКЛ» - компенсация холодного спая не осуществляется и измеренное значение термоЭДС переводится напрямую в температуру.

«ТЕРМОС.» - предполагается, что холодный спай ТП находится в термостате. Необходимо ввести в КИТ-1 температуру холодного спая (вкладка «Настройки»).

«ТС» - предполагается, что температура холодного спая измеряется термометром сопротивления. Необходимо ввести в прибор НСХ этого ТС (вкладка «Настройки»). При работе с ИСХ необходимо, чтобы диапазон возможных температур холодного спая присутствовал в статической характеристике.

«ИЗМ. ПР» - измерение температуры при помощи измерительных преобразователей. Типы измерительных преобразователей вводятся на вкладке «Настройки».

4.1.4.2 Нажатие на сенсорную кнопку «Тип воспроизводимого (эмулируемого) сигнала» откроет меню выбора. Возможные варианты: «ВЫКЛ», «ОМ», «мВ», «мА», «НСХ ТС», «НСХ ТП» и «ИЗМ. ПР».

«ВЫКЛ» - канал отключен.

«ОМ» - воспроизведение электрического сопротивления.

«мВ» - воспроизведение напряжения постоянного тока.

«мА» - воспроизведение силы постоянного тока.

«НСХ ТС» - эмуляция термометра сопротивления. При выборе пункта меню «НСХ ТС» откроется дополнительное меню выбора НСХ. Возможные варианты: 10 М, 50 М, 100 М, 10 П, 50 П, 100 П, 500 П, 1000 П, Pt 10, Pt 50, Pt 100, Pt 500, Pt 1000.

«НСХ ТП» - эмуляция термоэлектрического преобразователя. При выборе пункта меню «НСХ ТП» откроется дополнительное меню выбора НСХ. Возможные варианты: E, J, T, K, N, L, R, S, B, M, A-1, A-2, A-3.

Выбор типа компенсации холодного спая (КХС) при эмуляции ТП осуществляется на вкладке «Настройки». Возможные варианты: «ВЫКЛ», «ТЕРМОС.», «ТС» и «ЭМУЛ. ТС».

«ВЫКЛ» - компенсация холодного спая не осуществляется и введенное значение эмулируемой температуры переводится напрямую в выходное напряжение по выбранной НСХ.

«ТЕРМОС.» - значение эмулируемой температуры и температуры термостата (вводится на вкладке «Настройки») переводятся в значения напряжений по выбранной НСХ. На выход подается разность этих напряжений.

«ТС» - компенсационный термометр сопротивления должен быть подключен к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП. На вкладке «Настройки» необходимо ввести НСХ этого ТС.

Значение эмулируемой температуры и измеренная компенсационным ТС температура переводятся в значения напряжений по выбранной НСХ эмулируемой ТП. На выход подается разность этих напряжений.

«ЭМУЛ. ТС» - если в настройках прибора выбран этот тип КХС, то возможность эмуляции ТП будет заблокирована.

4.1.4.3 Нажатие на сенсорную панель «Величина воспроизводимого (эмулируемого) сигнала» откроет окно с виртуальной цифровой клавиатурой для ввода нового значения. После ввода новое значение запоминается в памяти прибора для последующего выбора «кнопками быстрого переключения» и начинает воспроизводиться (эмулироваться).

4.1.4.4 Нажатия на сенсорные «кнопки быстрого переключения» позволяют выбирать одно из пяти ранее сохраненных значений для текущего воспроизводимого (эмулируемого) сигнала (Ом, мВ, мА, ТС, ТП, ПИ).

4.1.5 Вкладка «Тестирование»

Вкладка «Тестирование» предназначена для тестирования измерительных преобразователей и реле. В качестве входного сигнала для ПИ могут использоваться каналы эмуляции ТС или ТП. Точки тестирования задаются в процентах от диапазона ПИ. Число точек тестирования – от двух до шести. В качестве входного сигнала для реле могут использоваться каналы эмуляции ТС, ТП, а также сигналы: Ом, мВ и мА. КИТ-1 в автоматическом режиме находит пороги срабатывания (замыкания и размыкания) реле в заданном диапазоне.

4.1.5.1 Тестирование реле, рис. 7.

Контакты реле подключаются к разъему измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле (Приложение В).

Если входной сигнал у реле - ТС или сопротивление, то подключение входа у реле должно осуществляться к разъему выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС (Приложение Г).

Если входной сигнал у реле - ТП, напряжение или сила тока, то подключение входа у должно осуществляется к разъему выхода воспроизведения напряжения, силы тока; эмуляции ТП и ПИ (Приложение Д).

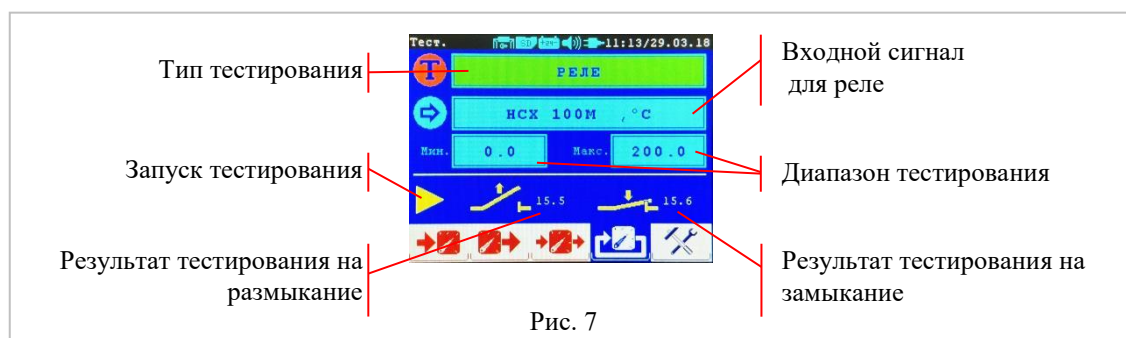


Рис. 7

Нажатие на сенсорную кнопку «Тип тестирования» позволяет переключиться на тестирование измерительных преобразователей.

Нажатие на сенсорную кнопку «Входной сигнал для реле» откроет меню выбора. Возможные варианты: «ОМ», «мВ», «мА», «НСХ ТС» и «НСХ ТП». При выборе «НСХ ТП» настройки КХС соответствуют настройкам при воспроизведении.

Сенсорные кнопки «Диапазон тестирования» указывают на диапазон поиска срабатывания реле.

Нажатие на сенсорную кнопку «Запуск тестирования» начинает поиск порогов срабатывания реле.

4.1.5.2 Тестирование измерительных преобразователей, рис. 8.

Токовый сигнал ПИ подключаются к разъему измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле (Приложение В).

Если входной сигнал ПИ - ТС, то подключение должно осуществляется к разъему выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС (Приложение Г).

Если входной сигнал ПИ - ТП, то подключение должно осуществляться к разъему выхода воспроизведения напряжения, силы тока; эмуляции ТП и ПИ (Приложение Д).

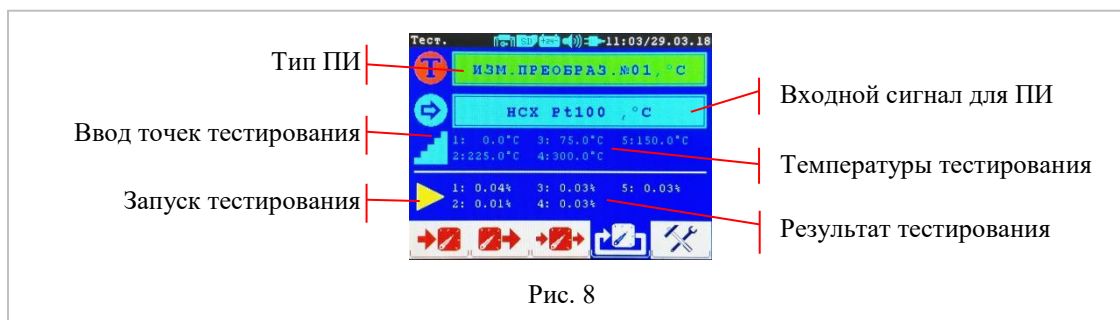


Рис. 8

Нажатие на сенсорную кнопку «Тип ПИ» позволяет переключиться на тестирование реле или выбрать другой тип измерительного преобразователя.

Нажатие на сенсорную кнопку «Входной сигнал для ПИ» открывает меню выбора. Возможные варианты: «НСХ ТС» и «НСХ ТП». При выборе «НСХ ТП» настройки КХС соответствуют настройкам при воспроизведении.

Сенсорная кнопка «Ввод точек тестирования» позволяет выбрать количество точек тестирования и ввести их значения (в процентах от диапазона ПИ), рис. 9.

В поле «Температуры тестирования» отображаются пересчитанные из процентов в градусы Цельсия точки тестирования.

Нажатие на сенсорную кнопку «Запуск тестирования» начинает тестирование реле.

В поле «Результат тестирования» отображаются погрешности ПИ (в процентах от диапазона) в каждой точке тестирования.

4.1.6 Вкладка «Настройки», рис. 10

Вкладка «Настройки» предназначена для ввода индивидуальных статических характеристик (ИСХ) преобразователей, выбора режима компенсации холодного спада (КХС) термоэлектрических преобразователей и редактирования других настроек прибора.

На вкладке расположены девять иконок, нажатие на которые открывает окна редактирования.

4.1.6.1 - ввод ИСХ для термометров сопротивления. Возможные варианты: «МТШ-90», «КВД», «ПОЛИНОМ» и «ТАБЛИЦА».

«МТШ-90» - ввод статических характеристик в стандарте МТШ-90.

В прибор можно ввести данные ИСХ для четырех эталонных платиновых ТС в стандарте МТШ-90 (Приложение Е). Вводятся параметры: «ИМЯ», «Rtt», «M», «a», «b», «c», «d» и «Wал».

«ИМЯ» - название ИСХ, которое отображается при выборе статических характеристик.

«Rtt» - сопротивление ТС при температуре тройной точки воды (0,01 °C).

«M» - коэффициент функции отклонения МТШ-90 для температур ниже 0,01 °C.

«a», «b», «c» и «d» - коэффициенты функции отклонения МТШ-90 для температур выше 0,01 °C.

«Wал» - относительное сопротивление ТС в точке затвердевания алюминия.

Коэффициенты «Rtt», «M», «a», «b», «c», «d» и «Wал» необходимо брать из свидетельства о поверке на термометр сопротивления. Если в свидетельстве о поверке нет некоторых из коэффициентов, то их необходимо ввести равными нулю.

«КВД» - ввод статических характеристик в стандарте Каллендара-Ван Дюзена.

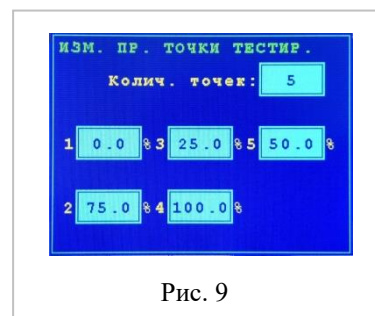


Рис. 9

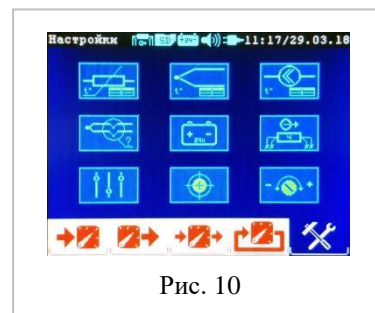


Рис. 10

В прибор можно ввести данные ИСХ для двух платиновых ТС в стандарте Каллендара-Ван Дюзена (Приложение Ж). Вводятся параметры: «ИМЯ», «R0», «А», «В», «С».

«ИМЯ» - название ИСХ, которое отображается при выборе статических характеристик.

«R0» - сопротивление ТС при 0 °С.

«А», «В» и «С» - коэффициенты функции описания КВД.

«ПОЛИНОМ» - ввод статических характеристик в виде полинома.

В прибор можно ввести данные ИСХ для двух произвольных ТС в виде полинома 9-й степени. При этом температура для ТС рассчитывается по формуле:

$$t=C0 + C1 \cdot R + C2 \cdot R^2 + \dots + C9 \cdot R^9,$$


где R – измеренное значение сопротивления ТС, Ом.

Вводятся параметры: «ИМЯ» и коэффициенты полинома C0, C1, ... C9.

Если требуемая степень полинома менее 9, то старшие коэффициенты полинома необходимо ввести равными нулю.

«ТАБЛИЦА» - ввод статических характеристик в виде таблицы.

В прибор можно ввести данные ИСХ для двух произвольных ТС в виде таблицы. Вводятся параметры: «ИМЯ» и таблица зависимости сопротивления термометра от температуры (до 20 точек). Точки в таблице должны быть расположены в порядке возрастания температуры.

4.1.6.2  - ввод ИСХ для термоэлектрических преобразователей. Возможные варианты: «ПОЛИНОМ» и «ТАБЛИЦА».

«ПОЛИНОМ» - ввод статических характеристик в виде полинома.

В прибор можно ввести данные ИСХ для двух произвольных ТП в виде полинома 9-й степени. При этом температура для ТП рассчитывается по формуле:

$$t=C0 + C1 \cdot U + C2 \cdot U^2 + \dots + C9 \cdot U^9,$$

где U – измеренное значение термо-ЭДС ТП, мВ.


Вводятся параметры: «ИМЯ» и коэффициенты полинома C0, C1, ... C9.

Если требуемая степень полинома менее 9, то старшие коэффициенты полинома необходимо ввести равными нулю.

«ТАБЛИЦА» - ввод статических характеристик в виде таблицы.

В прибор можно ввести данные ИСХ для двух произвольных ТП в виде таблицы. Вводятся параметры: «ИМЯ» и таблица зависимости термо-ЭДС термопары от температуры (до 20 точек). Точки в таблице должны быть расположены в порядке возрастания температуры.

При включенной КХС необходимо присутствие в таблице точек с диапазоном температур, внутри которого будет находится температура холодного спая.


4.1.6.3  - ввод типов измерительных преобразователей. Всего в КИТ-1 можно ввести до 10 различных типов ПИ. Вводятся параметры: «ИМЯ», «Мин.», «Макс.» и «Диап.».

«ИМЯ» - название, которое отображается при выборе типа ПИ.

«Мин.» - минимальная измеряемая температура ПИ.

«Макс.» - максимальная измеряемая температура ПИ.

«Диап.» - диапазон ПИ: 0... 5 мА, 0... 20 мА и 4... 20 мА.

4.1.6.4  - тип компенсации холодного спая (КХС) для термоэлектрических преобразователей. Вводится отдельно для измерения и воспроизведения.

При измерении температуры возможные следующие варианты КХС: «ВЫКЛ», «ТЕРМОС.» и «ТС».

«ВЫКЛ» - компенсация холодного спая не осуществляется и измеренное значение термо-ЭДС переводится напрямую в температуру.

«ТЕРМОС.» - предполагается, что холодный спай ТП находится в термостате. Необходимо ввести в КИТ-1 температуру холодного спая.

«ТС» - предполагается, что температура холодного спая измеряется термометром сопротивления. Необходимо ввести в прибор ИСХ этого ТС. При работе с ИСХ необходимо, чтобы диапазон возможных температур холодного спая присутствовал в статической характеристике.

При эмуляции термоэлектрического преобразователя возможные варианты компенсации холодного спая: «ВЫКЛ», «ТЕРМОС.», «ТС» и «ЭМУЛ. ТС».

«ВЫКЛ» - компенсация холодного спая не осуществляется, и введенное значение эмулируемой температуры переводится напрямую в выходное напряжение по выбранной НСХ.

«ТЕРМОС.» - значение эмулируемой температуры и температуры термостата переводятся в значения напряжений по выбранной НСХ. На выход подается разность этих напряжений.



«ТС» - компенсационный термометр сопротивления должен быть подключен к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП. Необходимо ввести НСХ этого ТС.

Значение эмулируемой температуры и измеренная компенсационным ТС температура переводятся в значения напряжений по выбранной НСХ эмулируемой ТП. На выход подается разность этих напряжений.



«ЭМУЛ. ТС» - эмуляция компенсационного ТС. Сигнал эмуляции компенсационного ТС выдается на разъем выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС. Необходимо ввести НСХ эмулируемого ТС. Сигнал эмуляции ТП выдается на разъем выхода воспроизведения напряжения, силы тока; эмуляции ТП и ПИ.


Значение эмулируемой температуры ТП и эмулируемой температуры компенсационного ТС переводятся в значения напряжений по выбранной НСХ эмулируемой ТП. На выход подается разность этих напряжений.

4.1.6.5  - включение и выключение встроенного блока питания на 24 В.

4.1.6.6  ,  - выбор 2-х/3-х или 4-х проводной схемы подключения при воспроизведении сопротивления или эмуляции ТС.

При выборе 2-х/3-х проводной схемы подключения откроется окно ввода сопротивления подводящих проводов, которое будет учитываться при воспроизведении сопротивления или эмуляции ТС. Если поверяемый (калибруемый) прибор автоматически компенсирует сопротивление подводящих проводов по 3-х проводной схеме подключения, то в настройках необходимо выбирать 4-х проводную схему подключения.

Если уже выбрана 2-х/3-х проводная схема подключения, то при повторном нажатии на иконку  откроется меню с дополнительной иконкой - .


 - измерение сопротивления подводящих проводов. Нажатие на данную иконку открывает окно, позволяющее измерить сопротивление подводящих проводов, рис. 11. Предварительно подводящие провода должны быть отключены от калибруемого устройства и подключены к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС (Приложение Г).

Для уменьшения измерительного шума на дисплее отображается усредненное значение измеренного сопротивления подводящих проводов.


Сенсорная кнопка «СБРОС» запускает усреднение значений измерений заново.


Сенсорная кнопка «ВВОД» открывает окно редактирования измеренного сопротивления подводящих проводов.

Сенсорная кнопка «ВЫХОД» - выход без изменения значения сопротивления подводящих проводов.

4.1.6.7  - открывает окно дополнительных настроек, рис. 12.

4.1.6.7.1  - открывает окно установки времени и даты.

4.1.6.7.2  - открывает меню выбора времени автоматического отключения при питании от батарей. Возможные варианты: «ВЫКЛ», «1 мин», «2 мин», «5 мин» и «15 мин».

4.1.6.7.3  - открывает окно калибровки сенсорного дисплея. В открывшемся окне тонким (но не острым) предметом необходимо нажать на перекрестия в двух углах дисплея. За-

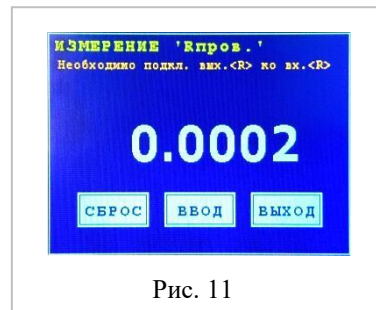


Рис. 11

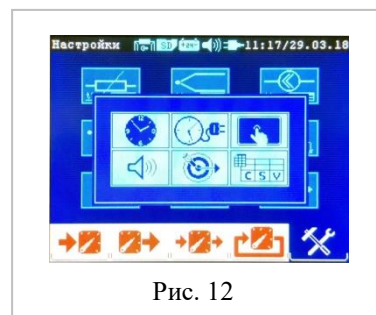






Рис. 12


тем повторить действия для проверки. При положительном результате калибровки прибор выйдет из этого режима, а при отрицательном – попросит повторить калибровку.

4.1.6.7.4   - открывает меню включения/выключения динамика.

4.1.6.7.5   - открывает меню выбора «Точность» или «Скорость» установки воспроизводимой (эмулируемой) величины.

 - выбирает наиболее точное воспроизведение (эмулирование) величин. Увеличивается время установки значения на выходе прибора.


 - выбирает быстрое воспроизведение (эмулирование) величин. Ухудшается точность установки значения на выходе прибора. При использовании быстрого воспроизведения (эмулирования) рекомендуется регулярно делать «калибровку воспроизведения» (п. 4.1.5.8), что позволяет свести к минимуму дополнительную погрешность.

4.1.6.7.6  - открывает окно настроек «csv» файлов, которые записываются на SD флэш накопитель. Настраиваемые параметры: «Разделитель полей» и «Десятичный разделитель».

Параметры необходимо выбирать в соответствии с настройками «Excel» и «Windows».

«Разделитель полей» - символ перехода к новому столбцу в таблице. Возможные варианты: «;» и «:».


«Десятичный разделитель» - символ, отделяющий целую часть от дробной в числах. Возможные варианты: «.» и «,».

4.1.6.8  - калибровка воспроизведения предназначена для уменьшения времени установки воспроизводимой (эмулируемой) величины при «точном воспроизведении» и уменьшении погрешности при «быстром воспроизведении». П. 4.1.5.7.5. Нажатие на данную сенсорную кнопку открывает меню выбора: «Калибровка <R>», «Калибровка <U>» и «Калибровка <I>».

«Калибровка <R>» - калибровка воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС.

«Калибровка <U>» - калибровка воспроизведения напряжения и эмуляции ТП.

«Калибровка <I>» - калибровка воспроизведения силы тока и эмуляции ПИ.

4.1.6.9  - подстройка опор измерителя. При попытке редактирования встроенных опор появится запрос на ввод пароля. При вводе пароля надпись «Пароль?» необходимо удалить и вводить пароль с чистой строки. Пароль при выпуске прибора – «0000» (четыре нуля). Пароль можно изменить при программировании опор из программы для ПК.

После ввода правильного пароля открывается меню выбора: «Сопр.<0>», «Сопр.<R>», «Напр.<0>», «Напр.<U>», «Ток <0>» и «Ток <I>».

«Сопр.<0>» - подстройка нуля при измерении сопротивления.

«Сопр.<R>» - подстройка внутренней меры сопротивления.

«Напр.<0>» - подстройка нуля при измерении напряжения.

«Напр.<U>» - подстройка внутренней меры напряжения.

«Ток <0>» - подстройка нуля при измерении силы тока.

«Ток <I>» - подстройка внутренней меры силы тока.

4.1.7 Редактирование числовых и буквенных параметров

4.1.7.1 При вводе и редактировании строк появляется виртуальная клавиатура, рис. 13.

«Поле редактирования» - поле отображения вводимого текста. При нажатии на кнопку с символом (буквой или цифрой) символ отобразится сверху над курсором, заменяя символ, который был на этом месте ранее. При этом курсор сдвинется вправо.

«Перемещение курсора влево» - сдвигает курсор на одну позицию влево.

«Перемещение курсора вправо» - сдвигает курсор на одну позицию вправо.

«Выход без изменений» - закрывает виртуальную клавиатуру без изменения редактируемого текста.

«Очистка поля редактирования» - стирает ранее введенный текст и перемещает курсор на первую позицию.

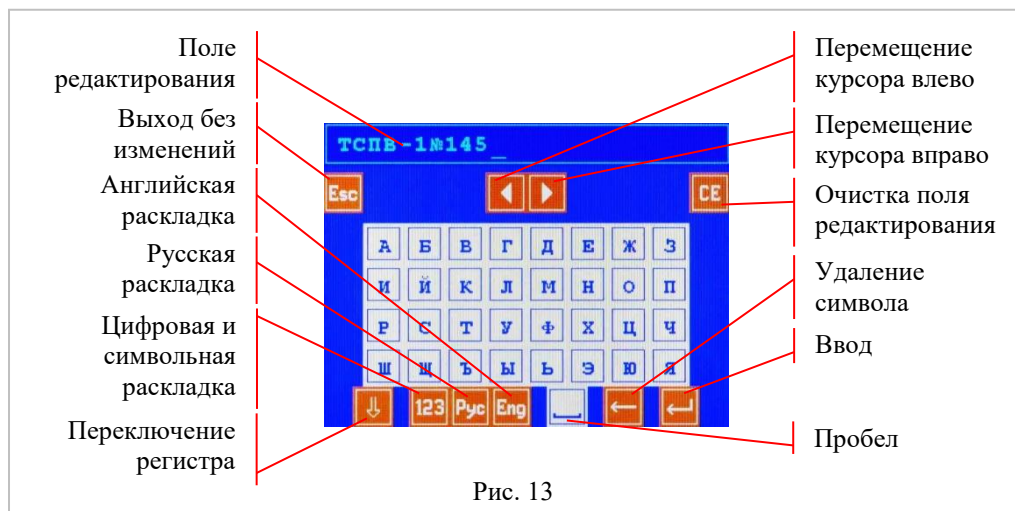
«Английская раскладка», «Русская раскладка», «Цифровая и символьная раскладка» - переключает раскладки виртуальной клавиатуры.

«Переключение регистра» - переключает с заглавных букв на прописные и обратно.

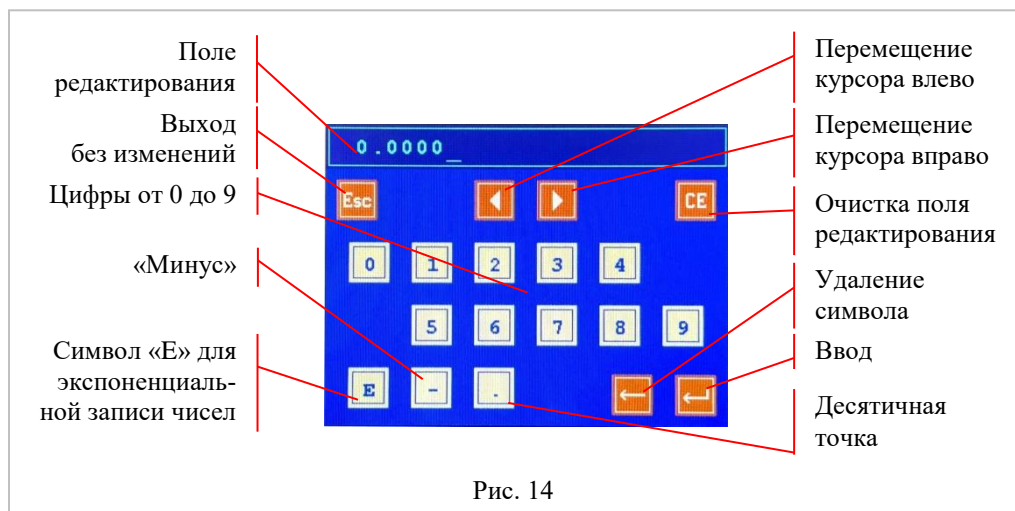
«Удаление символа» - стирает символ перед курсором и сдвигает курсор на одну позицию влево.

«Ввод» - закрывает виртуальную клавиатуру с вводом набранного текста.

«Пробел» - символ пробела.



4.1.7.2 При вводе и редактировании чисел появляется виртуальная клавиатура, рис. 14.



«Поле редактирования» - поле отображения вводимого текста. При нажатии на кнопку с символом (буквой или цифрой) символ отобразится сверху над курсором, заменяя символ, который был на этом месте ранее. При этом курсор сдвинется вправо.

«Перемещение курсора влево» - сдвигает курсор на одну позицию влево.

«Перемещение курсора вправо» - сдвигает курсор на одну позицию вправо.

«Выход без изменений» - закрывает виртуальную клавиатуру без изменения редактируемого текста.

«Очистка поля редактирования» - стирает ранее введенный текст и перемещает курсор на первую позицию.

«Удаление символа» - стирает символ перед курсором и сдвигает курсор на одну позицию влево.

«Ввод» - закрывает виртуальную клавиатуру с вводом набранного текста.

«Цифры от 0 до 9» - символы цифр.

«Минус» - символ знака минус.

«Десятичная точка» - символ, отделяющий целую часть от дробной в числах.

«Символ «Е» для экспоненциальной записи чисел» - позволяет вводить числа в экспоненциальной форме, например: -1.23456E-12 соответствует числу $-1,23456 \cdot 10^{-12}$.

4.2 Работа с управляющей программой

Управляющая программа предназначена для программирования КИТ-1, управления его работой, считывания результатов измерений и создания файлов с результатами измерений.

4.2.1 Установка драйвера USB

Для установки драйвера USB необходимо соединить шнуром связи КИТ-1 с ПК. Компьютер обнаружит новое устройство и попытается установить драйвер. При неудачной попытке потребует ручная установка драйвера. Драйвер находится на компакт-диске в директории «КИТ-1\Драйвер USB».

4.2.2 Установка программы

После успешной установки драйвера USB необходимо проинсталлировать программу КИТ-1. Для этого на компакт-диске в директории «КИТ-1\Программа» запустить исполняемый файл «kit1_setup.exe». На дисплее ПК появится «Лицензионное соглашение», которое необходимо внимательно прочитать, рис. 15. Для дальнейшей установки программы необходимо принять условия соглашения, в противном случае установка программы прекратится.

После принятия условий лицензионного соглашения необходимо выбрать папку, в которую будет устанавливаться программа. Далее требуется ответить на несколько стандартных вопросов и в предпоследнем окне инсталлятора нажать на кнопку «Установить». Для окончания установки – нажать на кнопку «Завершить».

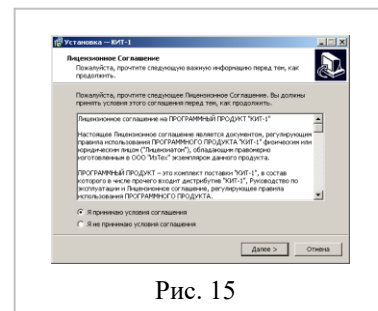


Рис. 15

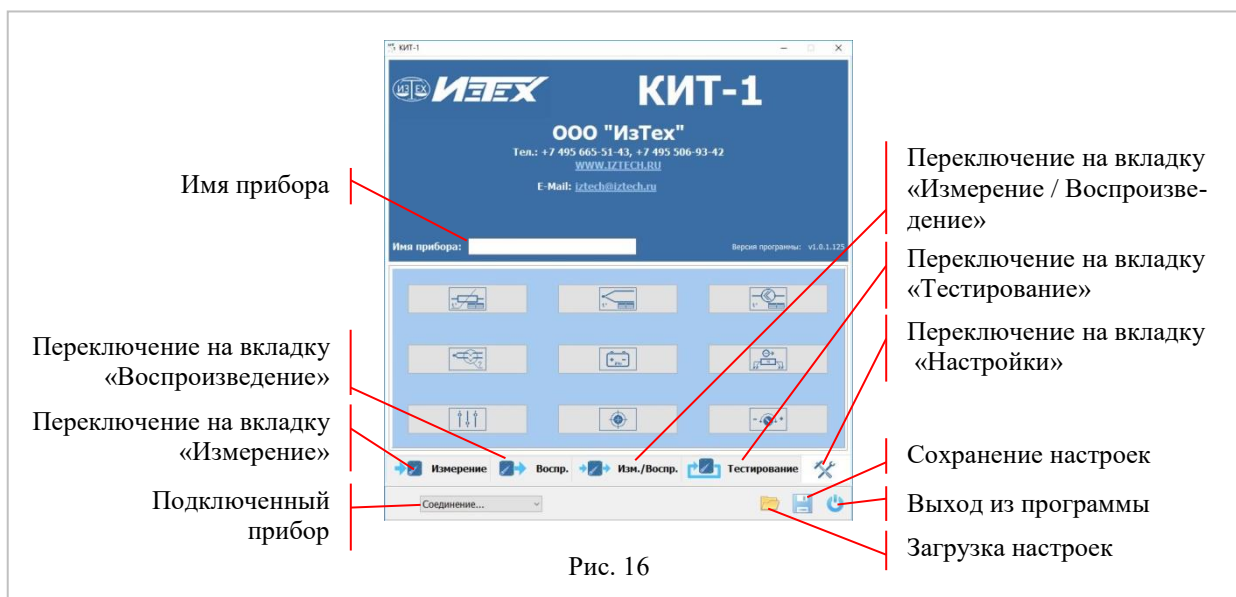


Рис. 16

4.2.3 После запуска программы на дисплее ПК появится окно, рис. 16. Программа в автоматическом режиме начнет поиск подключенных к ПК приборов. Первый из найденных приборов отобразится в поле «Подключенный прибор». В поле «Имя прибора» отобразится имя этого прибора, которое впоследствии может быть изменено. Затем программа автоматически считывает настройки из КИТ-1 и переключится на установленную в приборе вкладку.

Если к ПК подключено несколько приборов КИТ-1, то требуемый прибор можно выбрать, нажав на поле «Подключенный прибор».

Любые изменения настроек или переключение вкладки в программе передаются в прибор, аналогично любые изменения настроек или переключение вкладки в КИТ-1 считываются программой, т.е. прибор и программа синхронизируются.

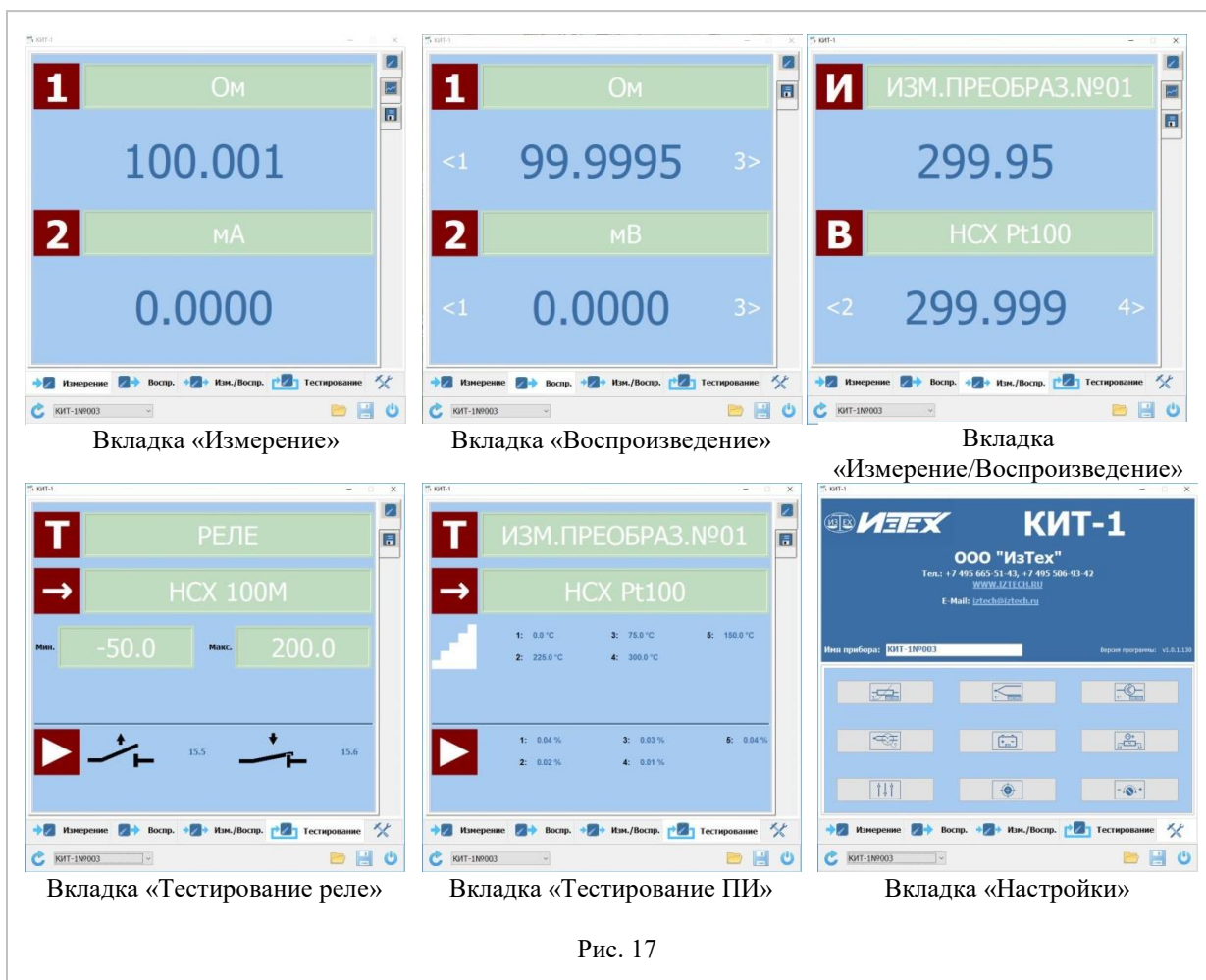


Рис. 17

Назначение вкладок программы (рис. 17) соответствует назначению вкладок прибора, описанных в п. 4.1.2 – 4.1.6. Назначения полей, кнопок управления, настроек программы и прибора также аналогичны.

На вкладках «Измерение» и «Измерение / Воспроизведение» программа позволяет отображать результаты измерений в виде графиков (п. 4.2.4). На вкладках «Измерение», «Воспроизведение», «Измерение / Воспроизведение» и «Тестирование» программа позволяет сохранять результаты работы в файл (п. 4.2.5), рис. 18.

При попытке редактирования встроенных опор (вкладка «Настройки») появится запрос на ввод пароля. Пароль при выпуске прибора – «0000» (четыре нуля). После ввода правильного пароля его можно поменять на новый и/или редактировать встроенные опоры.

4.2.4 На рис. 19 представлено окно программы при графическом отображении результатов измерений.

4.2.4.1 Нажатие на кнопку «выбор масштаба по оси X (или Y)» позволяет выбрать в выпадающем меню масштаб графика отображения результатов измерений по соответствующей оси. Текущий масштаб или режим масштабирования «Авто» отображается на самой кнопке. В случае выбора по осям X и Y режима «Авто» на кнопке «выбор режимов масштабирования и отображения графиков» появляется надпись «АВТО», и программа автоматически масштабирует график основного канала, чтобы он полностью умещался на дисплее. В противном случае программа переключает режим масштабирования графиков в состояние «СЛЕЖ.» и при выходе результата измерений основного канала за область отображения график

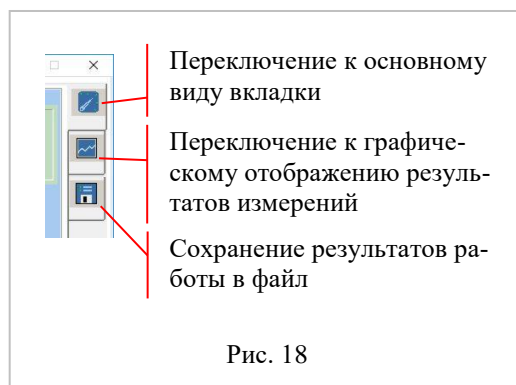


Рис. 18

сдвигается.

4.2.4.2 Нажатие на кнопку «переключение размерности шкалы по оси X» позволяет циклически изменять размерность по оси X. Доступны 3 режима отображения:

СЕК - отображение значений по оси X в секундах с начала текущей сессии считывания результатов измерений с прибора;

ОТН - отображение значений по оси X в формате «часы:минуты:секунды» с начала текущей сессии считывания результатов измерений с прибора;

АБС - отображение значений по оси X в формате «часы:минуты:секунды» с абсолютной привязкой к встроенным в ПК часам.

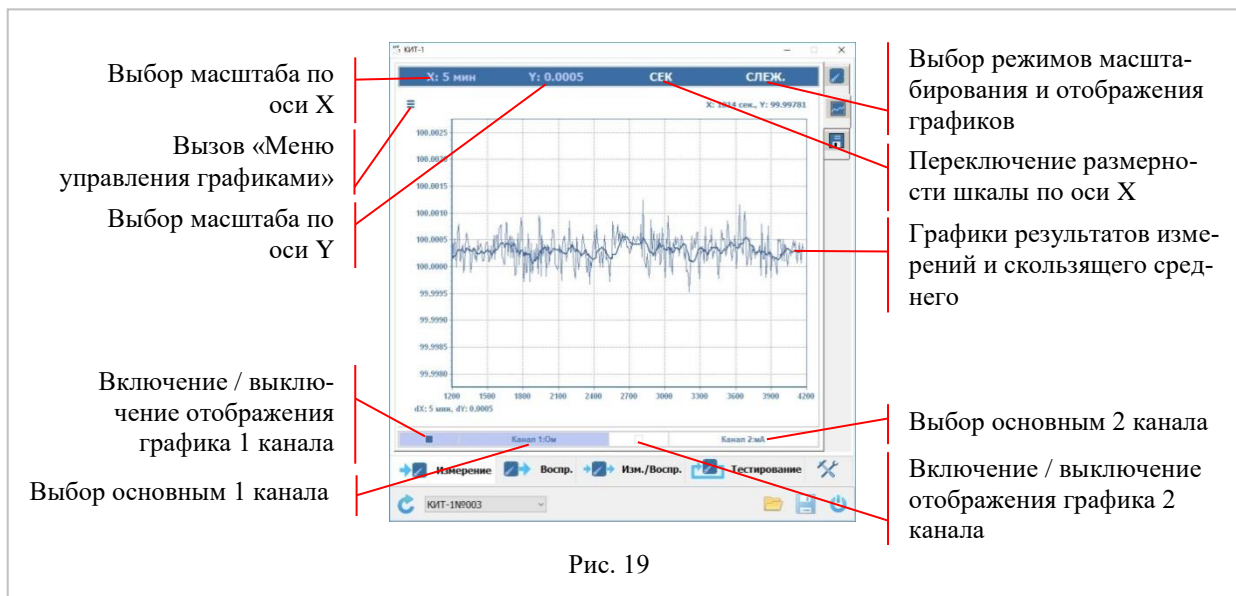


Рис. 19

4.2.4.3 Текст на кнопке «выбор режимов масштабирования и отображения графиков» показывает текущий режим отображения или масштабирования. Возможные значения режимов: «АВТО», «СЛЕЖ.», «СДВИГ», «УВЕЛ.» и «ИЗМ.».

В режиме «АВТО» программа автоматически подстраивает масштабы по осям, чтобы уместить в окне программы весь график основного канала. Нажатие на кнопку «выбор режимов масштабирования и отображения графиков» в режиме «АВТО» приведет к переходу в режим «СЛЕЖ.» при условии, что хотя бы по одной из осей (X или Y) не выбран режим «Авто» на кнопке «выбор масштаба по оси X (или Y)».

В режиме «СЛЕЖ.» автоматически подстраиваются начальные значения осей координат в соответствии с выбранными масштабами по осям так, чтобы отобразить на графике последнее измеренное значение основного канала. Нажатие на кнопку «выбор режимов масштабирования и отображения графиков» в режиме «СЛЕЖ.» приведет к переходу в режим «АВТО».

Программа позволяет увеличивать и сдвигать любую часть графика, проводить измерения по графикам.

Режим «СДВИГ» указывает на то, что график был «сдвинут» пользователем. Нажатие на кнопку «выбор режимов масштабирования и отображения графиков» в режиме «СДВИГ» приведет к переходу в режим «АВТО» или «СЛЕЖ.». Для сдвига нажмите и удерживайте правую кнопку мыши над графиком, сдвигайте указатель мыши в любую сторону, программа сдвинет график вслед за движением мыши. Будет автоматически выбран режим «СДВИГ» масштабирования графика.

Режим «УВЕЛ.» указывает на то, что график был «увеличен» пользователем. Нажатие на кнопку «выбор режимов масштабирования и отображения графиков» в режиме «УВЕЛ.» приведет к переходу в режим «АВТО» или «СЛЕЖ.». Для увеличения части графика нажмите и удерживайте левую кнопку мыши, выделите произвольную прямоугольную область на графике. Отпустите левую кнопку мыши. Программа увеличит выбранную часть графика. Будет автоматически выбран режим «УВЕЛ.» масштабирования графика.

Режим «ИЗМ» указывает на то, что пользователь произвел «измерения» на графике. Нажатие на кнопку «выбор режимов масштабирования и отображения графиков» в режиме «ИЗМ» приведет к переходу в режим «АВТО» или «СЛЕЖ.». Для проведения измерений последовательно щёлкните левой кнопкой мыши в двух произвольных точках на графике. Будет автоматически выбран режим «ИЗМ» масштабирования графика. Для первой точки программа покажет текущие значения по осям. Для второй точки будут показаны значения по осям, рассчитаны смещения относительно первой точки. Для значений на графике, вошедших в отрезок по оси X между двумя отмеченными точками, будут рассчитаны средние значения и значения СКО.

Нажатие на кнопку «Меню управления графиками» откроет всплывающее окно, рис. 20. Назначение функций меню аналогичны описанным в п. 4.2.4.1 - п. 4.2.4.3.

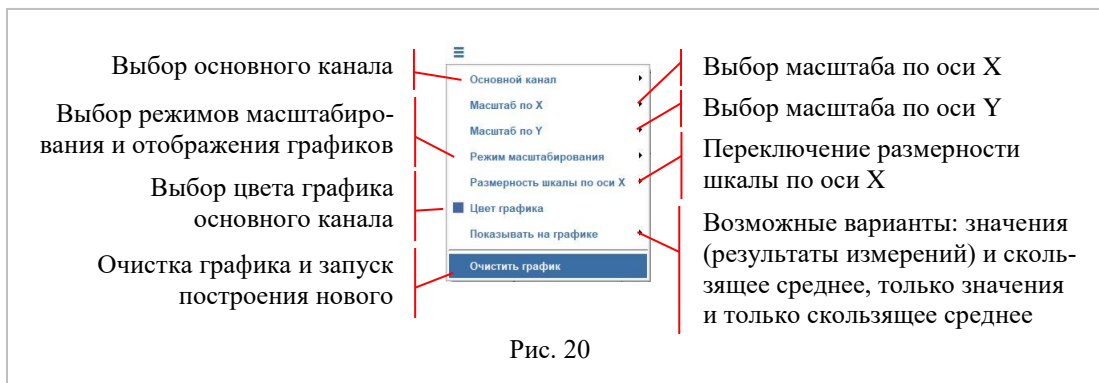


Рис. 20

4.2.5 На рис. 21 представлено окно программы при сохранении результатов работы в файл.

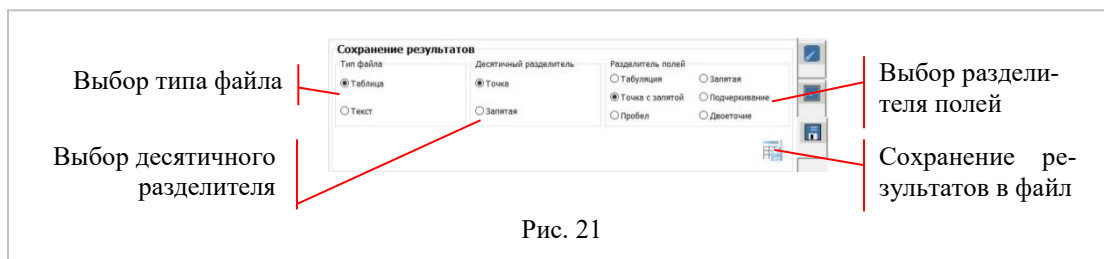


Рис. 21

Программа позволяет сохранять результаты работы либо в виде текстового файла («Текст»), либо в формате «csv» («Таблица»).

Настраиваемые параметры: для текстового файла - «Десятичный разделитель»; для «csv» файла - «Разделитель полей» и «Десятичный разделитель».

«Десятичный разделитель» - символ, отделяющий целую часть от дробной в числах. Возможные варианты: «.» и «,».

«Разделитель полей» - символ перехода к новому столбцу в таблице. Возможные варианты: «знак табуляции», «;», «пробел», «,», «нижнее подчеркивание» и «:».

Параметры для «csv» файла необходимо выбирать в соответствии с настройками «Excel» и «Windows».

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

5.1 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание КИТ-1 сводится к соблюдению правил эксплуатации, хранения, транспортировки, изложенных в данном описании, устранению мелких неисправностей и периодической проверке.

5.2 Профилактические работы:

- внешний осмотр;

- проверка крепления органов управления, плавности их действия и четкости фиксации;
- проверка отсутствия сколов и трещин на деталях из пластмассы;
- проверка комплектности КИТ-1 и исправностей кабелей.

5.3 Устранение мелких неисправностей

Ремонт соединительных кабелей.

Устранение неисправностей, требующих вскрытия корпуса прибора, производить на заводе-изготовителе.

5.4 Правила транспортирования и хранения

5.4.1 КИТ–1 должен транспортироваться любым видом закрытого транспорта при наличии упаковки в тару изготовителя. Крепление тары в транспортных средствах производится согласно правилам, действующим на соответствующих видах транспорта.

5.4.2 Условия транспортирования КИТ–1 должны соответствовать условиям 5 по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от минус 25 до плюс 55 °С с соблюдением мер защиты от ударов и вибраций.

5.4.3 Условия хранения КИТ–1 в транспортной таре на складе изготовителя и потребителя должны соответствовать условиям 1 по ГОСТ 15150-69.

5.4.4 Срок хранения: не более 2-х лет.

6. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

6.1 Поверка калибратора осуществляется по документу МП 2411-0167-2019 «ГСИ. Калибраторы-измерители температуры прецизионные КИТ-1. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» 22.05.2019 г.

6.2 Межповерочный интервал - 2 года.

7. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

7.1 Изготовитель гарантирует соответствие КИТ–1 требованиям технических условий при соблюдении потребителем правил транспортирования, хранения и эксплуатации.

7.2 Гарантийный срок эксплуатации устанавливается 12 месяцев со дня ввода КИТ–1 в эксплуатацию. Гарантийный срок хранения – 6 месяцев с момента изготовления КИТ–1.

8. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

8.1 КИТ–1, заводской № _____, изготовлен и принят в соответствии с техническими условиями ТУ 4381-182-56835627-18 и признан пригодным для эксплуатации.

М.П.

Представитель ОТК _____

личная подпись

расшифровка подписи

« ____ » _____ 20 ____ г.

9. СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВКЕ

9.1 КИТ–1, заводской № _____, упакован ООО «ИзТех» согласно требованиям ТУ 4381-182-56835627-18.

Дата упаковки « ____ » _____ 20 ____ г.

Упаковку произвел _____

личная подпись

расшифровка подписи

10. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

10.1 В случае потери КИТ–1 работоспособности или снижении показателей, установленных в технических условиях, при условии соблюдения требований раздела «Гарантии изготовителя», потребитель оформляет рекламационный акт в установленном порядке и направляет его по адресу:

124460, Москва, к-460, а/я 56, ООО «ИзТех»,

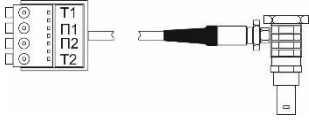
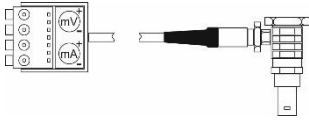


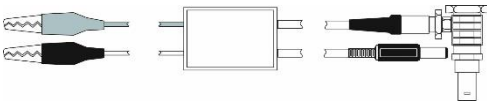
т.: (495) 66-55-143,

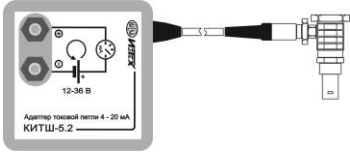

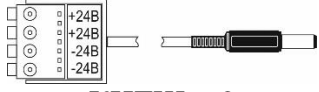

e-mail: iztech@iztech.ru .

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

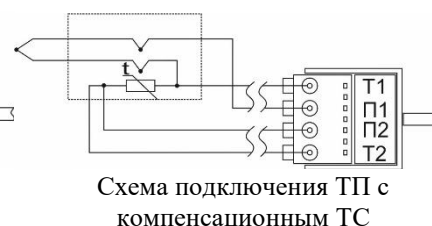
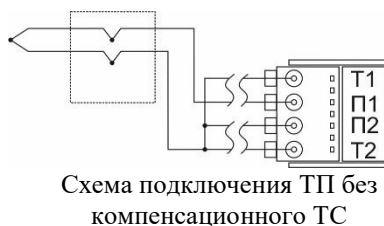
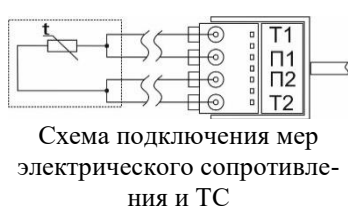
Назначение шнуров КИТШ и КИТ-ТС.

<p>При измерениях шнур КИТШ-1.1 предназначен для подключения к КИТ-1: мер электрического сопротивления, термометров сопротивления и термоэлектрических преобразователей. Подключение осуществляется к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП.</p> <p>При воспроизведении (эмуляции) шнур КИТШ-1.1 предназначен для подключения к КИТ-1 приборов, входным сигналом которых является электрическое сопротивление. Подключение осуществляется к разъему выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС.</p> <p>Длина шнура – 0,3 м.</p>	 <p style="text-align: center;">КИТШ-1.1</p>
<p>При измерениях шнур КИТШ-2.1 предназначен для подключения к КИТ-1: компараторов (калибраторов) напряжения, термореле, калибраторов силы тока и измерительных преобразователей. Подключение осуществляется к разъему измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле.</p> <p>При воспроизведении (эмуляции) шнур КИТШ-2.1 предназначен для подключения к КИТ-1 приборов, входным сигналом которых является напряжение или сила тока. Подключение осуществляется к разъему выхода воспроизведения напряжения, силы тока; эмуляции ТП и ПИ.</p> <p>Длина шнура – 0,3 м.</p>	 <p style="text-align: center;">КИТШ-2.1</p>
<p>Шнур КИТШ-3.1 представляет собой провод, с одной стороны заканчивающийся зажимом типа «крокодил», с другой контактом для подключения к шнурам КИТШ-1.1 и КИТШ-2.1.</p> <p>Длина шнура – 0,3 м.</p>	 <p style="text-align: center;">КИТШ-3.1</p>
<p>Шнур КИТШ-3.2 представляет собой провод, с двух сторон заканчивающийся контактами для подключения к шнурам КИТШ-1.1 и КИТШ-2.1.</p> <p>Длина шнура – 0,3 м.</p>	 <p style="text-align: center;">КИТШ-3.2</p>
<p>Шнур КИТШ-5.1 предназначен для питания и измерения силы тока при работе с измерительными преобразователями (ПИ). Подключение осуществляется к следующим разъемам КИТ-1: к разъему измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле; к разъему блока питания 24 В. Зажимы типа «крокодил» подключаются к клеммам питания ПИ. Красный «крокодил» подключается к «плюсовой» клемме, черный – к минусовой.</p> <p>Длина шнура – 0,6 м.</p>	 <p style="text-align: center;">КИТШ-5.1</p>

<p>Адаптер токовой петли КИТШ-5.2 предназначен для эмуляции прибором КИТ-1 измерительных преобразователей 4... 20 мА (токовая петля). Подключение осуществляется к разъему выхода воспроизведения напряжения, силы тока; эмуляции ТП и ПИ.</p> <p>Длина шнура – 0,3 м.</p>	 <p>КИТШ-5.2</p>
<p>Шнур КИТШ-6.1 представляет собой переходник с разъема блока питания 24 В на два зажима типа «крокодил». Красный «крокодил» - +24 В, черный – -24 В.</p> <p>Длина шнура – 1,5 м.</p>	 <p>КИТШ-6.1</p>
<p>Шнур КИТШ-6.2 представляет собой переходник с разъема блока питания 24 В на нажимной 4-х контактный клеммник.</p> <p>Длина шнура – 0,3 м.</p>	 <p>КИТШ-6.2</p>
<p>Термометр сопротивления КИТ-ТС1 предназначен для измерения температуры в диапазоне от -30 °С до +150 °С. Погрешность измерения температуры соответствует классу «А» по ГОСТ 6651-2009. Калибровочная характеристика – Pt 100 по ГОСТ 6651-2009. Подключение осуществляется к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП.</p> <p>Конструктивно КИТ-ТС1 представляет собой чувствительный элемент диаметром 3 миллиметра и длиной 20 миллиметров на гибком жаропрочном кабеле длиной 1 метр.</p>	 <p>КИТ-ТС1</p>

Приложение Б

Схемы подключения к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП.



Меры электрического сопротивления и термометры сопротивления (ТС) подключаются к КИТ-1 по 4-х проводной схеме при помощи шнура КИТШ-1.1.

При подключении к КИТ-1 термоэлектрических преобразователей может использоваться компенсационный ТС, который необходимо привести в тепловой контакт с холодными спаями ТП. В настройках прибора требуется указать НСХ этого компенсационного ТС.

При подключении ТП без компенсационного ТС холодные спаи ТП необходимо термостатировать. В настройках прибора требуется указать температуру холодных спаев.

Приложение В

Схемы подключения к разъему измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле.

Источники тока, источники напряжения и реле подключаются к КИТ-1 при помощи шнура КИТШ-2.1.

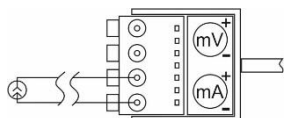


Схема подключения источников тока

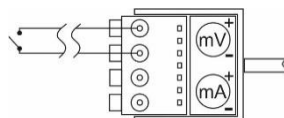


Схема подключения реле

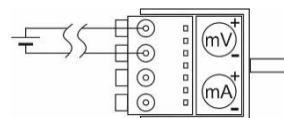
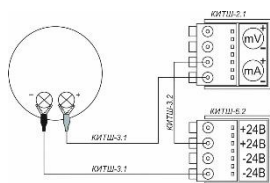
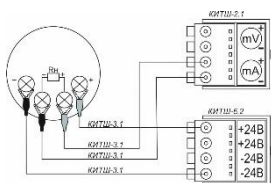


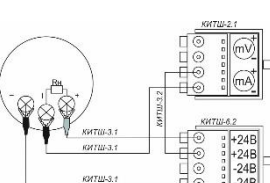
Схема подключения источников напряжения



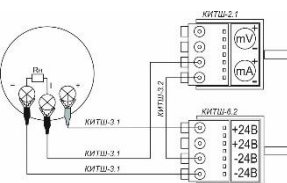
2-х проводная схема подключения ПИ



4-х проводная схема подключения ПИ



3-х проводная схема подключения ПИ с «плюсовой» нагрузкой



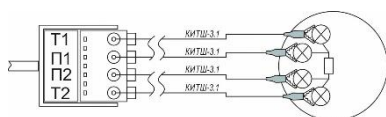
3-х проводная схема подключения ПИ с «минусовой» нагрузкой

При подключении измерительных преобразователей (ПИ) используются: шнур КИТШ-2.1, подключенный к разъему измерительного входа для напряжения, силы тока, ПИ и реле; шнур КИТШ-6.2, подключенный к разъему блока питания 24 В, и несколько шнуров КИТШ-3.1, КИТШ-3.2. Блок питания 24 В необходимо включить в настройках прибора (п. 4.1.6.5).

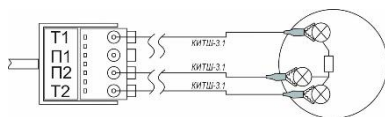
Приложение Г

Схемы подключения к разъему выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС.

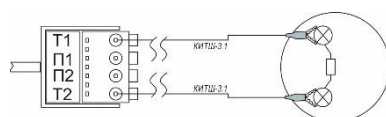
Поверяемые (калибруемые) приборы подключаются к КИТ-1 при помощи шнура КИТШ-1.1 по 2-х, 3-х и 4-х проводным схемам соединения. Необходимо выбрать в настройках соответствующую схему (п. 4.1.6.6).



4-х проводная схема



3-х проводная схема



2-х проводная схема

Для измерения сопротивления подводящих проводов при 2-х и 3-х проводной схеме воспроизведения (эмуляции) потребуется второй шнур КИТШ-1.1, подключенный к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП. Процедура запуска измерений описана в п. 4.1.6.6.

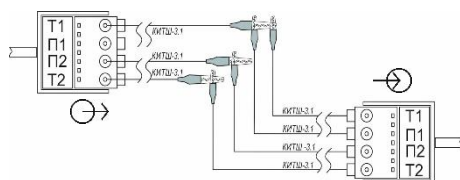


Схема для измерения сопротивления подводящих проводов при 3-х проводной схеме воспроизведения (эмуляции)

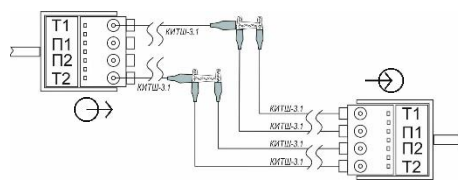


Схема для измерения сопротивления подводящих проводов при 2-х проводной схеме воспроизведения (эмуляции)

Приложение Д

Схемы подключения к разъему выхода воспроизведения напряжения, силы тока; эмуляции ТП и ПИ.

Поверяемые (калибруемые) приборы подключаются к КИТ-1 при помощи шнура КИТШ-2.1.

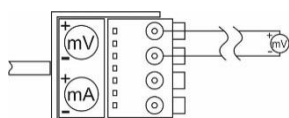


Схема подключения милливольтметров

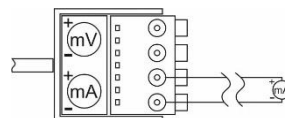
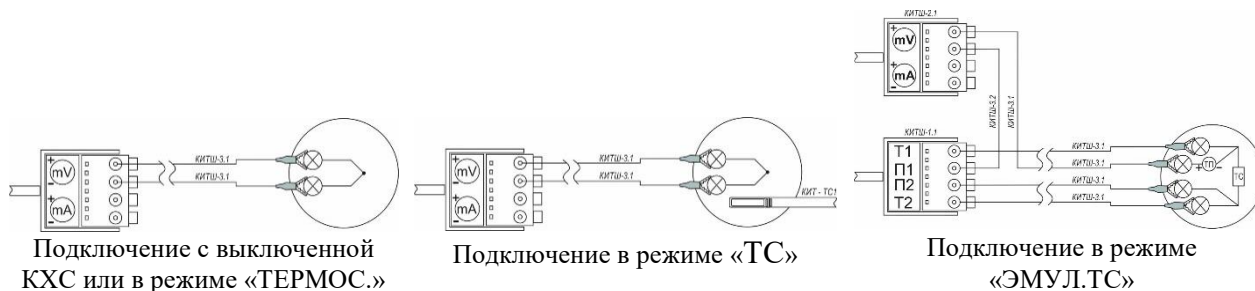


Схема подключения миллиамперметров

При эмуляции термоэлектрического преобразователя возможные варианты компенсации холодного спая (КХС): «ВЫКЛ», «ТЕРМОС.», «ТС» и «ЭМУЛ. ТС». (п. 4.1.6.4).



Подключение с выключенной КХС или в режиме «ТЕРМОС.»

Подключение в режиме «ТС»

Подключение в режиме «ЭМУЛ.ТС»

При подключении поверяемого (калибруемого) прибора к КИТ-1 в режиме с выключенной КХС, в режиме «ТЕРМОС.» и в режиме «ТС» сигнал с КИТ-1 подается непосредственно на вход поверяемого (калибруемого) прибора. Дополнительно в режиме «ТС» к разъему измерительного входа для электрического сопротивления, ТС и ТП подключается термометр сопротивления – КИТ-ТС1, предназначенный для измерения температуры поверяемого (калибруемого) прибора.

При подключении поверяемого (калибруемого) прибора к КИТ-1 в режиме «ЭМУЛ.ТС» сигнал эмуляции компенсационного термометра снимается с выхода воспроизведения электрического сопротивления и эмуляции ТС при помощи шнура КИТШ-1.1. Каналы эмуляции ТП и ТС гальванически развязаны.

Приложение Е

А.1 Градуировочная характеристика ТС должна быть определена в виде функции отклонения $\Delta W(T)$ относительного сопротивления термометра $W(T)$ от стандартной функции МТШ-90 $W_r(T)$:

$$\Delta W(T) = W(T) - W_r(T).$$

Вид функции отклонения для различных диапазонов температур указан в таблице П.1. Таблица П.1

Диапазон температур, °С	$\Delta W(T)$
$<0,01$	$M \cdot [W(T) - 1]$
$\geq 0,01$	$a \cdot [W(T) - 1] + b \cdot [W(T) - 1]^2 + c \cdot [W(T) - 1]^3 + d \cdot [W(T) - W_{AL}]^2$

А.2 Вычисление температуры по градуировочной характеристике термометра

По результату измерения сопротивления термометра $R(T)$ при температуре T прибор рассчитывает:

$$W(T) = R(T) / R_{TT},$$

где $W(T)$ - относительное сопротивление термометра при температуре T ;

$R(T)$ - сопротивление термометра при температуре T , Ом;

T - измеряемая температура, К;

R_{TT} - сопротивление термометра в тройной точке воды, Ом.

По формулам таблицы П.1 определяет $\Delta W(T)$, а затем рассчитывает $W_r(T)$ по формуле:

$$W_r(T) = W(T) - \Delta W(T).$$

Далее рассчитывает температуру T по формулам:

$$T = 273,16 \cdot \left[B_0 + \sum_{i=1}^{15} B_i \cdot \left(\frac{W_r(T)^{1/6} - 0,65}{0,35} \right)^i \right], \text{ при } W(T) < 1;$$

$$T = 273,15 + D_0 + \sum_{i=1}^9 D_i \cdot \left(\frac{W_r(T) - 2,64}{1,64} \right)^i, \text{ при } W(T) \geq 1.$$

Значения коэффициентов B_i , D_i приведены в таблице П.2.

Таблица П.2

B0	0.183324722	D0	439.932854
B1	0.240975303	D1	472.418020
B2	0.209108771	D2	37.684494
B3	0.190439972	D3	7.472018
B4	0.142648498	D4	2.920828
B5	0.077993465	D5	0.005184
B6	0.012475611	D6	-0.963864
B7	-0.032267127	D7	-0.188732
B8	-0.075291522	D8	0.191203
B9	-0.056470670	D9	0.049025
B10	0.076201285		
B11	0.123893204		
B12	-0.029201193		
B13	-0.091173542		
B14	0.001317696		
B15	0.026025526		

При необходимости рассчитанную температуру T переводит в $^{\circ}\text{C}$ по формуле:

$$t = T - 273,15,$$

где t – искомая температура в $^{\circ}\text{C}$.

Приложение Ж

Формулы зависимости сопротивления платинового ТС от температуры имеют вид:

$$R_t = R_0 \cdot [1 + A \cdot t + B \cdot t^2 + C \cdot (t - 100) \cdot t^3], \text{ при } t < 0 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

$$R_t = R_0 \cdot [1 + A \cdot t + B \cdot t^2], \text{ при } t \geq 0 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

где R_t – сопротивление ТС при температуре t , Ом;

R_0 – сопротивление ТС при температуре $0 \text{ } ^{\circ}\text{C}$, Ом;

t – температура, $^{\circ}\text{C}$;

A, B, C – коэффициенты функции описания КВД.