

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерители сопротивления прецизионные цифровые ИСПЦ-01В

Назначение средства измерений

Измерители сопротивления прецизионные цифровые ИСПЦ-01В (далее - измеритель цифровой ИСПЦ-01В) предназначен для измерения электрического сопротивления и применяется в цепях постоянного тока в системах автоматизированной поверки и калибровки средств измерений электрического сопротивления.

Описание средства измерений

Измеритель цифровой ИСПЦ-01В является настольным переносным прибором, выполненный в металлическом корпусе, в котором расположены следующие блоки и узлы:

- блок лицевой панели с расположенными на нём устройствами управления, выдачи информации, входными зажимами;
- основная плата;
- термостат;
- сетевой трансформатор;
- блок задней панели с платой интерфейса.

Измеритель цифровой ИСПЦ-01В имеет возможность измерения значений сопротивления резистора R_x по двух- и четырёх-зажимной схемам подключения.

При двух-зажимной схеме для подключения R_x используются входные клеммы I1, I2, клеммы U1, U2 с помощью реле отключаются от внутренних цепей измерителя цифрового ИСПЦ-01В и в процедуре измерения по данной схеме не используются. Вход преобразователя сопротивления в напряжения (ПСН) подключается к клемме I1, вход Входного Усилителя АЦП подключается к клемме I2.

Управление выбором двух/четырёх-зажимной схемы измерения значений сопротивления резистора R_x осуществляется с передней панели измерителя цифрового ИСПЦ-01В с помощью кнопки «2/4».

Четырёх-зажимная схема измерения значений сопротивления резистора R_x применяется, для измерения малых значений сопротивления (не более 10-100кОм), так как она существенно уменьшает влияние сопротивления соединительных проводов на точность измерения значения сопротивления резистора R_x , что позволяет получить высокую точность измерения.

Двух-зажимная схема измерения значений сопротивления резистора R_x применяется, для измерения средних и больших значений сопротивления (100кОм - 1Гом), так как, в этом случае, влияние сопротивления соединительных проводов на точность измерения значения сопротивления резистора R_x мало.

Измеритель цифровой ИСПЦ-01В, в зависимости от выбора предела измерения значений сопротивления резистора R_x осуществляет измерения двумя различными методами.

На пределах измерения измерителя цифрового ИСПЦ-01В от «1 Ом» до «100кОм» на вход узла генератора стабильного тока (ГСТ) поступает опорное напряжение -2,5В, преобразуемый схемой ГСТ с помощью набора опорных высокостабильных резисторов $R_{оп}$ в стабильный ток $I_{оп}$, поступающий на клемму I1.

С помощью коммутатора $U_{оп}$, $R_{оп}^*$ опорные резисторы $R1_{оп}^*$ (1МОм), $R2_{оп}^*$ (10МОм) закорачиваются на землю и в процессе измерения в дальнейшем не участвуют.

На данных пределах измерения могут осуществляться как по четырёхпроводной, так и по двухпроводной схемам.

В связи с тем, что вход ПСН имеет крайне малый входной ток, то, вне зависимости от схемы подключения, практически весь стабильный ток $I_{оп}$ проходит через измеряемое сопротивление R_x , вызывая падение напряжения на нём. Это напряжение является выходным для ПСН и присутствует на клеммах I2 и U2.

Так как преобразователь сопротивления в напряжения (ПСН) представляет собой инвертирующий усилитель, то его выходное напряжение, измеряемое между клеммой I2 и землей, может быть вычислено по формуле:

$$U_{\text{вых.ПСН}} = -I_{\text{оп}} \cdot R_x,$$

Выходное напряжение ПСН прямо пропорционально значению R_x .

Далее выходное напряжение ПСН поступает на вход Входного Усилителя АЦП с переключаемым, в зависимости от предела измерения, коэффициентом усиления ($K_{\text{усил.}}=1$ или 10).

В связи с необходимостью получения высокой точности измерения с высокой температурной и временной стабильностью, в схеме ГСТ применены опорные резисторы, обладающие высокой долговременной стабильностью значения сопротивления.

Для компенсации влияния температуры данные резисторы помещены в термостат (на структурной схеме - «Термостат R оп»), а также высокостабильные операционные усилители (ОУ) с низким уровнем шума и температурного дрейфа, высоким входным сопротивлением и высоким коэффициентом усиления без обратной связи. Аналогичные ОУ применены в схемах ПСН и входного усилителя АЦП.

Для исключения влияния погрешности, возникающей из-за разности дрейфов источника опорного напряжения ГСТ и источника опорного напряжения АЦП использован единый источник опорного напряжения для ГСТ и АЦП (ИОН - 2,5В, см. рис.1).

На пределах измерения измерителя цифрового ИСПЦ-01В от «1 МОм» до «1 Гом» вход ГСТ отключается от выхода ИОН -2,5В и закорачивается на землю, ГСТ отключается и в процессе измерения в дальнейшем не участвует. На данных пределах измерения осуществляются по двухпроводной схеме.

Напряжение ИОН -10В с помощью коммутатора $U_{\text{оп}}$, $R_{\text{оп}}^*$ подключается, в зависимости от установленного предела измерения, либо к опорному резистору $R_{1\text{оп}}^*$ (1МОм), либо к опорному резистору $R_{2\text{оп}}^*$ (10МОм). Приложенное к одному из данных резисторов опорное напряжение -10В вызывает протекание тока, поступающего на клемму I1 и соответственно на вход ПСН.

Так как преобразователь сопротивления в напряжения (ПСН) представляет собой инвертирующий усилитель, то его выходное напряжение, измеряемое между клеммой I2 и землей, может быть вычислено по формуле:

$$U_{\text{вых ПСН}} = -U_{\text{ион}} \cdot R_x / R_{\text{оп}}^*,$$

Выходное напряжение ПСН прямо пропорционально значению R_x .

Для согласования уровня выходного напряжения ПСН (на данных пределах могущего достигать значения 12В) с максимальным входным уровнем АЦП (не более $\pm 2,5\text{В}$), напряжение с выхода ПСН поступает на вход входного усилителя АЦП через делитель с коэффициентом передачи 0,2 (на структурной схеме рис.1 не обозначен). Коэффициент усиления входного усилителя АЦП на данных пределах измерения равен 1.

На пределах измерения «100 МОм» и «1Гом» между клеммами I1, I2 с помощью реле подключается шунтирующий резистор $R_{\text{ш}}$ (10МОм). Подключение шунтирующего резистора $R_{\text{ш}}$ (10МОм) позволяет проводить измерения на данных пределах, не выходя за границы динамического диапазона выходного напряжения ПСН.

Выход АЦП и вход интерфейса управления, через гальваническую развязку, подключены к устройству ввода и вывода информации. Конструктивно устройство ввода и вывода информации представляет собой блок передней панели, на котором смонтированы входные клеммы I1, I2, U1, U2, плата управления, осуществляющая управление процессом измерения через вход интерфейса управления и цифровые входы АЦП, получение, обработку и вывод результатов измерения на индикатор, осуществляющий вывод результатов измерения и визуализацию разделов меню, передачу данных на плату интерфейсов RS232, USB, обработку сигналов управления измерителем цифровым ИСПЦ-01В оператора, через клавиатуру

управления ИСПЦ-01В. С помощью платы интерфейсов RS232, USB осуществляется обмен данными с подключаемыми внешними устройствами.

Внешний вид измерителя цифрового ИСПЦ-01В с указанием мест пломбировки от несанкционированного доступа и нанесения знака утверждения типа приведены на рисунке 1.



1- место нанесения знака утверждения типа
2 - места пломбировки от несанкционированного доступа
Рисунок 1 - Внешний вид измерителя цифрового ИСПЦ-01В

Программное обеспечение

Метрологически значимая часть программного обеспечения (ПО) ИСПЦ-01В представляет собой специализированное ПО «ISPC.EXE».

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО указаны в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение	Значение
идентификационное наименование ПО	«ISPC.EXE»	
номер версии (идентификационный номер) ПО	v1.16	
цифровой идентификатор ПО	406C5FD21D46502341192659F6FF2A97	406C5FD21D46502341192659F6FF2A97
алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО - MD5	

Метрологически значимая часть ПО ИСПЦ-01В и измеренные данные достаточно защищены с помощью специальных средств защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений. Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню защиты «Средний» по Р 50.2.077–2014.

Метрологические и технические характеристики

Измеритель цифровой ИСПЦ-01В обеспечивает измерение электрического сопротивления постоянному току от $1 \cdot 10^{-3}$ до 1 Гом. Пределы допускаемого значения относительной основной погрешности $\delta_{од}$ (далее основная погрешность) за 1 год с учётом аддитивной и мультипликативной составляющих в расширенной до 120% области измерений во всех диапазонах измерения сопротивления приведены в таблице 1.

Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающего воздуха, на каждые 10°C от нормальной, в пределах рабочих условий, не более величины основной погрешности, нормируемой за 1 год при температуре $T=(T_k \pm 1)^\circ\text{C}$.

Таблица 1

Пределы измерения сопротивления	Основная погрешность, $\delta_{од}$, % от R_x + % от R_n	Измерительный ток
1 Ом	$\pm(0,01+0,005)$	100мА
10 Ом	$\pm(0,005+0,001)$	20мА
100 Ом	$\pm(0,001+0,0005)$	10мА
1кОм		2мА
10кОм		200мкА
100кОм	$\pm(0,003+0,001)$	100мкА
1МОм	$\pm(0,005+0,002)$	10мкА
10МОм	$\pm(0,01+0,005)$	1мкА
100МОм	$\pm(0,1+0,04)$	1мкА
1ГОм	$\pm(0,5+0,1)$	1мкА

Примечание.

- 1) R_k -конечное значение сопротивления на данном пределе, R_x -измеряемое сопротивление
- 2) Характеристики приведены при $T_{инд}=1.28$ сек, после проведения автокалибровки, коррекция нуля после каждого измерения ($N=1$), 4х зажимная схема измерения.

Примечание

Основная погрешность определяется для нормальных условий, в том числе:

температура окружающего воздуха, °C 23 ± 1 ;
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84 до 106 (от 630 до 795);
относительная влажность воздуха, % от 30% до 80%;
среднеквадратическое значение напряжения питания, В $220,0 \pm 4,4$;
частота напряжения питания, Гц $50,0 \pm 0,5$;

Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха - от 15°C до 25°C;
- относительная влажность - до 80% при температуре 25°C;
- напряжение питающей сети - (220 ± 22) В, частотой от 47 до 53Гц.

Измеритель сопротивления прецизионный цифровой ИСПЦ-01В в части климатических воздействий соответствует требованиям группы 1.1 исполнения УХЛ ГОСТ РВ 20.39.304 со следующими значениями воздействующих факторов:

- повышенная температура среды: рабочая 25 °C, предельная 50 °C;
- пониженная температура среды: рабочая 15 °C, предельная минус 50 °C;
- изменение температуры среды: от минус 50 до 50 °C;
- повышенная относительная влажность воздуха при температуре 30 °C до 95%;
- пониженное атмосферное давление: рабочее 6×10^4 Па (450 мм рт. ст.), предельное $2,3 \times 10^4$ Па (170 мм рт. ст.).

Измеритель цифровой ИСПЦ-01В в части механических воздействий соответствует требованиям группы 1.3 ГОСТ РВ 20.39.304 (без предъявления требований работы на ходу) со следующими значениями воздействующих факторов:

- механические удары многократного действия с пиковым ударным ускорением 150 м/с² (15g) и длительностью действия ударного ускорения от 5 до 10 мс;
- синусоидальная вибрация с амплитудой ускорения 19,6 м/с² (2g) в диапазоне частот от 1 до 500 Гц.

Время установления рабочего режима – 1 ч.

Измеритель цифровой ИСПЦ-01В допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 24 часов при сохранении своих технических характеристик. Время перерыва до повторного включения 1ч.

Падение напряжения на измеряемом сопротивлении не более 10В.

Измеритель цифровой ИСПЦ-01В обеспечивает ручное включение и индикацию:

- пределов измерения сопротивлений;
- режима автоматического выбора пределов измерения;
- 2х или 4х зажимной схемы измерения;
- установку математического нуля;
- режима коррекции нуля.

Измеритель цифровой ИСПЦ-01В обеспечивает прием управляющих и передачу измеренных значений сопротивления по интерфейсам RS-232, RS-485 и USB.

Измеритель цифровой ИСПЦ-01В сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, при питании от сети переменного тока напряжением (220±22)В частотой от 47 до 53Гц и содержанием гармоник не более 5%.

Электрическая прочность изоляции между сетевыми цепями и клеммой заземления (корпусом) выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение 2,2кВ постоянного тока в нормальных условиях.

Электрическая прочность изоляции между входными клеммами и корпусом выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение 0,7 кВ постоянного тока в нормальных условиях.

Электрическое сопротивление изоляции между соединёнными вместе корпусом, цепями питания и входными клеммами не менее 109 Ом.

Электрическое сопротивление изоляции между соединёнными вместе цепями питания и корпусом не менее 108 Ом.

Мощность, потребляемая от сети питания не более 50 ВА.

Напряжение промышленных радиопомех и напряженность поля промышленных радиопомех, создаваемых измерителем цифровым ИСПЦ-01В не превышает значений для оборудования класса Б по ГОСТ Р 51522 (МЭК 61326-1).

Изделие устойчиво к электростатическим разрядам по ГОСТ Р 51317.4.2, к радиочастотному электромагнитному полю по ГОСТ Р 51317.4.3, наносекундным импульсным помехам по ГОСТ Р 51317.4.4, к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями по ГОСТ Р 51317.4.6, к динамическим изменениям напряжения электропитания по ГОСТ Р 51317.4.11.

Средняя наработка на отказ не менее 10000 часов.

Средний ресурс ИСПЦ-01В не менее 10000 часов.

Средний срок службы не менее 10 лет.

Масса ИСПЦ-01В не более 6 кг.

Габаритные размеры ИСПЦ-01В не более (ШхВхГ) 335*120*360.

Конструкция измерителя цифрового ИСПЦ-01В исключает возможность несанкционированного влияния на встроенное ПО и измерительную информацию.

Комплектность средства измерений

В комплект поставки входят:

- Измеритель сопротивления прецизионный цифровой ИСПЦ-01В - 1 шт.;
- одиночный комплект ЗИП - 1 шт.;
- эксплуатационная документация - 1 к-т.

Знак утверждения типа

наносится на корпус измерителя цифрового ИСПЦ-01 в виде наклейки и на титульные листы эксплуатационной документации методом компьютерной графики

Поверка

осуществляется в соответствии с документом ЦЕКВ 411182.006РЭ «Измеритель сопротивления прецизионный цифровой ИСПЦ-01В. Руководство по эксплуатации», раздел 8 «Указания по поверке», согласованным начальником ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России в апреле 2015 года и входящим в комплект поставки.

Основные средства поверки:

- компаратор-калибратор универсальный К2-88К (Рег. № 44500-10): Компарирование напряжений постоянного тока до 10 В; погрешность компарирования 0,0002 %, выдача напряжений до 20 В и токов до 10 А с нестабильностью $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ %;
- мера электрического сопротивления многозначная Р3026 (Рег. № 8478-91): номинальные значения величин электрического сопротивления от 0,01 Ом до 100 кОм; класс точности 0,005;
- катушка электрического сопротивления Р321 (Рег. № 1162-68): номинальные значения сопротивлений 0,1 Ом; 1 Ом; 10 Ом; нестабильность за год $\pm 0,001$ %;
- катушка электрического сопротивления МС3005 (Рег. № 12757-91): номинальные значения сопротивлений 100 Ом; 1 кОм; 10 кОм; 100 кОм; нестабильность за год $\pm 0,0005$ %;
- катушка электрического сопротивления Р4013 (Рег. № 5084-75): номинальные значения сопротивлений 1 МОм; нестабильность за год $\pm 0,005$ %;
- катушка электрического сопротивления Р4023 (Рег. № 5085-75): номинальные значения сопротивлений 10 МОм; нестабильность за год $\pm 0,005$ %;
- катушка электрического сопротивления Р4033 (Рег. № 5086-75): номинальные значения сопротивлений 100 МОм; нестабильность за год $\pm 0,005$ %;
- мера-имитатор Р4085-М1 (Рег. № 4124-88): номинальные значения сопротивлений 1 ГОм; нестабильность за год $\pm 0,05$ %;

Сведения о методиках (методах) измерений

Измеритель сопротивления прецизионный цифровой ИСПЦ-01В. Руководство по эксплуатации. ЦЕКВ 411182.006РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к измерителям сопротивления прецизионным цифровым ИСПЦ-01В

ГОСТ РВ 20.39.304-98.

ГОСТ Р 8.764-2011 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления».

ЦЕКВ 411182.006ТУ «Измеритель сопротивления прецизионный цифровой ИСПЦ-01В. Технические условия».

Изготовитель

Закрытое акционерное общество «НПЦентр» (ЗАО «НПЦентр»)
Юридический адрес: 124489, г. Москва, Зеленоград, корп. 601-А, 2 этаж
Фактический адрес: Москва, Зеленоград, Панфиловский проспект, дом 10, стр. 1
Почтовый адрес: 124365, г. Москва, а/я 17, ЗАО «НПЦентр»
ИНН 7735126010
Телефон/факс: (495) 739-07-85, телефон (495) 982-59-12
E-mail: info@npcentre.ru

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «Главный научный метрологический центр Министерства обороны Российской Федерации» (ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»)

Юридический (почтовый) адрес: 141006, г. Мытищи, Московская область, ул. Комарова, д. 13

Телефон: (495) 583-99-23, факс: (495) 583-99-48

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30018-10 от 05.08.2011 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

М.п.



С.С. Голубев

2016 г.

Хвостенко

[Handwritten signature]