

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

АО «ПриСТ»



А.Н. Новиков

«25» июля 2024 г.

«ГСИ. Измерители иммитанса АКИП-6110.
Методика поверки»

МП-ПР-20-2024

Москва
2024

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на измерители иммитанса АКИП-6110 (далее измерители) и устанавливает методы и средства их поверки.

Прослеживаемость при поверке измерителей обеспечивается в соответствии со следующими государственными поверочными схемами:

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456, к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления – ГЭТ 14-2014.

- ГОСТ 8.019-85. «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений тангенса угла потерь» к государственному первичному эталону единицы угла потерь – ГЭТ 143-85;

- ГОСТ 8.371-80. «ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости» к государственному первичному эталону единицы электрической емкости – ГЭТ 25-79;

- ГОСТ Р 8.732-2011. «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений индуктивности» к государственному первичному эталону единицы индуктивности – ГЭТ 15-79.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 9.1 – 9.6 применяется метод прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	Раздел 6
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	Раздел 7
3 Проверка программного обеспечения	Да	Да	Раздел 8
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			Раздел 9
5 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки частоты тестового сигнала	Да	Да	9.1
6 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки уровня тестового сигнала	Да	Да	9.2
7 Определение основной абсолютной погрешности измерения сопротивления постоянному току	Да	Да	9.3
8 Определение основной абсолютной погрешности измерения сопротивления переменному току	Да	Да	9.4
9 Определение основной абсолютной погрешности измерения электрической емкости	Да	Да	9.5
10 Определение основной абсолютной погрешности измерения индуктивности	Да	Да	9.6
11 Оформление результатов поверки	Да	Да	Раздел 10

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20±5) °С;
- относительная влажность от 20 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питающей сети от 220 до 240 В;
- частота питающей сети от 47 до 63 Гц.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
7.1	Средства измерений температуры окружающей среды от +10 до +30 °С с абсолютной погрешностью не более ±1 °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±5 гПа	Измеритель давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
	Средства измерений переменного напряжения в диапазоне от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения не более 2 % Средства измерений частоты от 45 до 60 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты не более 1 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)
9.1	Диапазон измерения частот от 10 Гц до 400 МГц; допускаемая относительная погрешность $\pm 1 \cdot 10^{-6}$	Частотомер электронно-счетный АКИП-5201/1 (рег. № 57319-14)
9.2	Диапазон измерения напряжения переменного тока от 10 мВ до 750 В (в диапазоне частот 10 Гц до 300 кГц); абсолютная погрешность от $\pm(0,0006 \cdot U_k + 0,0004 U_{пр})$ до $\pm(0,006 \cdot U_k + 0,0008 U_{пр})$.	Вольтметр универсальный В7-78/1 (рег. № 52147-12)
9.3	Эталоны единицы электрического сопротивления постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 4 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019, в диапазоне значений сопротивления постоянному току от 1 Ом до 100 кОм.	Резисторы прецизионные Fluke 742A (рег. № 62206-15)
9.4	Эталоны единицы электрического сопротивления постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 4 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019, в диапазоне значений сопротивления переменному току от 1 Ом до 1 МОм.	Набор мер электрического сопротивления Н2-2 (рег. № 76668-19)

Продолжение таблицы 2

9.5	Эталоны единицы электрической емкости, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГОСТ 8.371-80, в диапазоне значений электрической емкости от 1 нФ до 1 мкФ.	Меры емкости образцовые Р597 (рег. № 2684-70)
9.6	Эталоны единицы индуктивности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГОСТ Р 8.732-2011, в диапазоне значений индуктивности от 1 мГн до 1 Гн.	Меры индуктивности Р5101-Р5115 (рег. № 9046-83)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требованиями правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г № 328Н.

5.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по их эксплуатации.

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

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

- не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Средства поверки и поверяемый прибор должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7.2 Контроль условий проведения поверки по пункту 3 должен быть проведен перед началом поверки.

7.3 Опробование измерителя проводят путем проверки его на функционирование в соответствии с руководством по эксплуатации.

8. ПРОВЕРКА ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ДАННЫХ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проверка идентификационных данных программного обеспечения измерителя осуществляется путем вывода на дисплей информации о версии программного обеспечения в соответствии с РЭ.

Результат считается положительным, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V3.01

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Допускается периодическая поверка измерителя на меньшем числе измеряемых величин, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» описания типа.

9.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки частоты тестового сигнала.

Определение диапазона и абсолютной погрешности установки частоты тестового сигнала проводить при помощи частотомера АКПП-5102/1 (далее по тексту – частотомер) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.1.1 Один штекер кабеля типа «BNC» подключить к гнезду HCUR измерителя, а второй штекер к гнезду частотомера.

9.1.2 На измерителе импеданса выбрать параметр «FREQ», цифрами клавиатуры измерителя набрать нужное значение поверяемой отметки, а также единицу измерения «Hz/kHz».

9.1.3 Выбрать параметр «LEVEL». Установить значение 1 В.

9.1.4 На измерителе импеданса установить поочередно значения частоты тестового сигнала в соответствии с таблицей 5. Зафиксировать показания частотомера и занести их в таблицу 4.

Результаты операции поверки считать положительными, если показания измерителя находятся в пределах, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Поверяемые значения частоты тестового сигнала

Значения установленной частоты	Значения измеренной частоты	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
20,000 Гц		19,998 Гц	20,002 Гц
1,0000 кГц		0,9999 кГц	1,0001 кГц
10,000 кГц		9,999 кГц	10,001 кГц
100,00 кГц		99,99 кГц	100,01 кГц
300,00 кГц ^{1) 2) 3)}		299,97 кГц	300,03 кГц
500,00 кГц ^{2) 3)}		499,95 кГц	500,05 кГц
1,0000 МГц ³⁾		0,9999 МГц	1,0001 МГц

Примечание:
1) Значение частоты тест-сигнала для АКПП-6110/1
2) Значение частоты тест-сигнала для АКПП-6110/2
3) Значение частоты тест-сигнала для АКПП-6110/3

9.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки уровня тестового сигнала.

Определение диапазона и абсолютной погрешности установки уровня тестового сигнала проводить при помощи вольтметра универсального В7-78/1 (далее по тексту – вольтметр) методом прямых измерения в следующей последовательности:

9.2.1 Штекер BNC кабеля типа «BNC-банан» подключить к гнезду HCUR измерителя, а штекер «банан» к вольтметру в соответствии с РЭ вольтметра В7-78/1. На вольтметре установить режим измерения напряжения переменного тока.

9.2.2 Выбрать параметр «LEVEL». Цифрами клавиатуры измерителя набрать нужное значение поверяемой отметки, а также единицу измерения «mV/V».

9.2.3 Выбрать параметр «FREQ». Установить значение 1 кГц.

9.2.4 На измерителе импеданса установить поочередно значения напряжения тестового сигнала в соответствии с таблицей 5. Зафиксировать показания вольтметра и занести их в таблицу 5.

Результаты операции поверки считать положительными, если показания измерителя находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Поверяемые значения напряжения тестового сигнала

Значения установленного напряжения	Значения измеренного напряжения	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
10 мВ		7 мВ	13 мВ
100 мВ		88 мВ	112 мВ
1,000 В		0,898 В	1,102 В
2,000 В		1,798 В	2,202 В

9.3 Определение основной абсолютной погрешности измерения сопротивления постоянному току.

Определение основной абсолютной погрешности измерения сопротивления постоянному току проводить при помощи мер сопротивления Fluke 742 методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.3.1 На измерителе импеданса нажать кнопку «SETUP» и выбрать вкладку «CORRECTION». Произвести калибровку нуля согласно РЭ измерителя.

9.3.2 Кабелями типа «BNC-банан» подключить меру сопротивления к измерителю импеданса по четырехпроводной схеме.

9.3.3 На измерителе импеданса нажать кнопку «MEAS», далее кнопкой со стрелкой с направлением вниз выбрать параметр «FUNC». Установить режим «DCR». Кнопкой со стрелкой с направлением вправо выбрать параметр «SPEED», установить скорость измерения «SLOW» или «MED».

9.3.4 Измерить поочередно значения сопротивления в соответствии с таблицей 6. Зафиксировать показания и занести их в таблицу 6.

Результаты операции поверки считать положительными, если показания измерителя находятся в пределах, приведенных в таблицах 6.

Таблица 6 – Поверяемые значения сопротивления постоянному току

Значения сопротивления	Значения измеренного сопротивления	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1 Ом		±0,001 Ом
10 Ом		±0,01 Ом
100 Ом		±0,1001 Ом
1 кОм		±0,00101 кОм
10 кОм		±0,011 кОм
100 кОм		±0,2 кОм

9.4 Определение основной абсолютной погрешности измерения сопротивления переменному току.

Определение основной абсолютной погрешности измерения сопротивления переменному току проводить при помощи мер сопротивления H2-2 методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.4.1 На измерителе импеданса нажать кнопку «SETUP» и выбрать вкладку «CORRECTION». Произвести калибровку нуля согласно РЭ измерителя.

9.4.2 Кабелями типа «BNC» подключить меру сопротивления к измерителю импеданса по четырехпроводной схеме.

9.4.3 На измерителе импеданса нажать кнопку «MEAS», далее кнопкой со стрелкой с направлением вниз выбрать параметр «FUNC». Установить режим «R-X». Кнопкой со стрелкой с направлением вправо выбрать параметр «SPEED», установить скорость измерения «SLOW» или «MED».

9.4.4 Измерить поочередно значения сопротивления при соответствующей частоте и напряжении в соответствии с таблицей 7. Зафиксировать показания и занести их в таблицу 7.

Результаты операции поверки считать положительными, если показания измерителя находятся в пределах, приведенных в таблицах 7.

Таблица 7 – Поверяемые значения сопротивления переменному току

Значения сопротивления	Значения частоты сигнала	Значения установленного напряжения	Значения измеренного сопротивления	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1 Ом	100 Гц	1 В		$\pm 0,018009 \text{ Ом}$
	1 кГц			$\pm 0,0071 \text{ Ом}$
	10 кГц			$\pm 0,0038 \text{ Ом}$
	100 кГц			$\pm 0,00182 \text{ Ом}$
	300 кГц ¹⁾²⁾³⁾			$\pm 0,00232 \text{ Ом}$
	500 кГц ²⁾³⁾			$\pm 0,00332 \text{ Ом}$
	1 МГц ³⁾			$\pm 0,00532 \text{ Ом}$
10 Ом	100 Гц	1 В		$\pm 0,018 \text{ Ом}$
	1 кГц			$\pm 0,0116 \text{ Ом}$
	10 кГц			$\pm 0,0083 \text{ Ом}$
	100 кГц			$\pm 0,00632 \text{ Ом}$
	300 кГц ¹⁾²⁾³⁾			$\pm 0,01132 \text{ Ом}$
	500 кГц ²⁾³⁾			$\pm 0,02133 \text{ Ом}$
	1 МГц ³⁾			$\pm 0,04133 \text{ Ом}$
100 Ом	100 Гц	1 В		$\pm 0,09 \text{ Ом}$
	1 кГц			$\pm 0,057 \text{ Ом}$
	10 кГц			$\pm 0,05 \text{ Ом}$
	100 кГц			$\pm 0,05 \text{ Ом}$
	300 кГц ¹⁾²⁾³⁾			$\pm 0,1 \text{ Ом}$
	500 кГц ²⁾³⁾			$\pm 0,2 \text{ Ом}$
	1 МГц ³⁾			$\pm 0,4 \text{ Ом}$
1 кОм	100 Гц	1 В		$\pm 0,00081 \text{ кОм}$
	1 кГц			$\pm 0,00051 \text{ кОм}$
	10 кГц			$\pm 0,000505 \text{ кОм}$
	100 кГц			$\pm 0,000509 \text{ кОм}$
	300 кГц ¹⁾²⁾³⁾			$\pm 0,001041 \text{ кОм}$
	500 кГц ²⁾³⁾			$\pm 0,0021 \text{ кОм}$
	1 МГц ³⁾			$\pm 0,0041 \text{ кОм}$
10 кОм	100 Гц	1 В		$\pm 0,0082 \text{ кОм}$
	1 кГц			$\pm 0,0051 \text{ кОм}$
	10 кГц			$\pm 0,0051 \text{ кОм}$
	100 кГц			$\pm 0,009 \text{ кОм}$
	300 кГц ¹⁾²⁾³⁾			$\pm 0,024 \text{ кОм}$
	500 кГц ²⁾³⁾			$\pm 0,057 \text{ кОм}$
	1 МГц ³⁾			$\pm 0,112 \text{ кОм}$
100 кОм	100 Гц	1 В		$\pm 0,15 \text{ кОм}$
	1 кГц			$\pm 0,113 \text{ кОм}$
	10 кГц			$\pm 0,11 \text{ кОм}$
	100 кГц			$\pm 0,23 \text{ кОм}$
1 МОм	100 Гц	1 В		$\pm 0,00225 \text{ МОм}$
	1 кГц			$\pm 0,00225 \text{ МОм}$
	10 кГц			$\pm 0,0023 \text{ МОм}$

Примечание:

¹⁾ Значение частоты для АКПП-6110/1

²⁾ Значение частоты для АКПП-6110/2

³⁾ Значение частоты для АКПП-6110/3

9.5 Определение основной абсолютной погрешности измерения электрической емкости.

Определение основной абсолютной погрешности измерения электрической емкости проводить при помощи мер емкости P597 методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.5.1 Кабели типа «BNC-банан» подключить к измерителю импеданса. Произвести калибровку нуля согласно РЭ измерителя.

9.5.2 Штекерами «банан» подсоединить меру емкости.

9.5.3 На измерителе импеданса нажать кнопку «MEAS», далее кнопкой со стрелкой с направлением вниз выбрать параметр «FUNC». Установить режим «Cs-D». Кнопкой со стрелкой с направлением вправо выбрать параметр «SPEED», установить скорость измерения «SLOW» или «MED».

9.5.4 Измерить поочередно значения емкости при соответствующей частоте и напряжении в соответствии с таблицей 8. Зафиксировать показания и занести их в таблицу 8.

Результаты операции поверки считать положительными, если показания измерителя находятся в пределах, приведенных в таблицах 8.

Таблица 8 – Поверяемые значения электрической емкости

Значения емкости	Значения частоты сигнала	Значения установленного напряжения	Значения измеренной емкости	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1 нФ	1 кГц	1 В		±0,0012 нФ
10 нФ	1 кГц	1 В		±0,0052 нФ
100 нФ	1 кГц	1 В		±0,051 нФ
1 мкФ	1 кГц	1 В		±0,00054 мкФ

9.6 Определение основной абсолютной погрешности измерения индуктивности.

Определение основной абсолютной погрешности измерения индуктивности проводить при помощи мер из набора P5101 – P5115 в следующей последовательности:

9.6.1 Кабели типа «BNC-банан» подключить к измерителю импеданса. Произвести калибровку нуля согласно РЭ измерителя.

9.6.2 Штекерами «банан» подсоединить меру индуктивности.

9.6.3 На измерителе импеданса нажать кнопку «MEAS», далее кнопкой со стрелкой с направлением вниз выбрать параметр «FUNC». Установить режим «Ls-Q». Кнопкой со стрелкой с направлением вправо выбрать параметр «SPEED», установить скорость измерения «SLOW» или «MED».

9.4.4 Измерить поочередно значения индуктивности при соответствующей частоте и напряжении в соответствии с таблицей 9. Зафиксировать показания и занести их в таблицу 9.

Результаты операции поверки считать положительными, если показания измерителя находятся в пределах, приведенных в таблицах 9.

Таблица 9 – Поверяемые значения индуктивности

Значения индуктивности	Значения частоты сигнала	Значения установленного напряжения	Значения измеренной индуктивности	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1 мГн	1 кГц	1 В		±0,0016 мГн
10 мГн	1 кГц	1 В		±0,0061 мГн
100 мГн	1 кГц	1 В		±0,051 мГн
1 Гн	1 кГц	1 В		±0,00051 Гн

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты операции поверки подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

10.2 По заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку, положительные Результаты операции поверки оформляют свидетельством о поверке, содержащем информацию в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на СИ знака поверки.

10.3 По заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку, отрицательные Результаты операции поверки оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений, содержащем информацию в соответствии с действующим законодательством.

10.4 Протоколы поверки оформляются по произвольной форме по заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку.

Начальник отдела испытаний
АО «ПриСТ»



О. В. Котельник

Инженер по метрологии
АО «ПриСТ»



В. В. Дубровина