

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Р. В. Павлов

« 24 »

05

2023 г.



«ГСИ. Тестеры-имитаторы сигналов многофункциональные АХТ-МФ. Методика поверки»

АСЖТ.421415.401 МП

г. Санкт-Петербург
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	5
3 Требования к условиям проведения поверки	6
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	6
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	9
7 Внешний осмотр средства измерений	9
8 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции электрических цепей	9
9 Опробование и проверка версии программного обеспечения	10
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	10
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	20
12 Оформление результатов поверки	21

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на тестеры-имитаторы сигналов многофункциональные АХТ-МФ (далее – тестеры), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью НТФ «АСД» (ООО НТФ «АСД») и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Тестеры-имитаторы сигналов многофункциональные АХТ-МФ состоят из основного измерительного блока и, в зависимости от комплектации, следующих коммутационных устройств:

- устройство коммутационное АМ-АХТ-МФ-У - для сигналов постоянного и переменного электрического напряжения, импульсных последовательностей и масштабных преобразователей (делителей) постоянного и переменного напряжений;
- устройство коммутационное АМ-АХТ-МФ-Р - для сигналов электрического сопротивления;
- устройство коммутационное АМ-АХТ-МФ-С - для сигналов электрической ёмкости.

1.3 При проведении поверки должны обеспечиваться прослеживаемости тестеров к:

– Государственному первичному эталону ГЭТ 13-2023 «Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения» согласно с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 № 1520;

– Государственному первичному специальному эталону ГЭТ 89-2008 «Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10^{-3} \cdot 10^7$ Гц» согласно с государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.08.2023 № 1706;

– Государственному первичному специальному эталону ГЭТ 182-2010 «Государственный первичный специальный эталон единицы импульсного электрического напряжения с длительностью импульса от 4×10^{-11} до 1×10^{-5} с» согласно с государственной поверочной схемой для средств измерений импульсного электрического напряжения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3463;

– Государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» согласно с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2360;

– Государственному первичному эталону ГЭТ 14-2014 «Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления» согласно с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3456;

– Государственному первичному эталону ГЭТ 25-79 «Государственный первичный эталон единицы электрической ёмкости» согласно ГОСТ 8.371-80 «Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической ёмкости».

1.4 Поверка тестеров может осуществляться в сокращённом объёме для измерений меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с потребностями заказчика и/или в зависимости от комплектации.

1.5 Поверка тестеров должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.6 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик устройств применяется метод прямых измерений.

1.7 Основные метрологические характеристики тестеров приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Метрологические характеристики каналов воспроизведения аналоговых сигналов

Измеряемый параметр	Номер канала воспроизведения	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения
Переменное электрическое напряжение	U1	напряжение от 10,000 до 1000,000 мВ частота от 10,0 до 1000,0 Гц	$\pm (0,004 \cdot U_x + 0,4)$ мВ $\pm 0,1$ Гц
	U2	напряжение от 0,10 до 8,00 В частота: от 10,0 до 1500,0 Гц от 1500,0 до 10000,0 Гц	$\pm 0,03$ В $\pm 0,1$ Гц $\pm 1,0$ Гц
	U3	напряжение от 0,100 до 12,000 В частота от 10,0 до 1000,0 Гц	$\pm 0,036$ В $\pm 0,1$ Гц
Постоянное электрическое напряжение	U4	от -50,00 до 50,00 мВ от -100,0 до 100,0 мВ	$\pm 0,05$ мВ $\pm 0,1$ мВ
	U5	от -10,00 до 10,00 В	$\pm 0,01$ В
Импульсные последовательности	U6	амплитуда от 1,00 до 10,00 В	$\pm 0,06 \cdot U_x$ В
		частота от 50,0 до 5000,0 Гц	$\pm 0,5$ Гц
		длительность импульсов от 20,0 до 1000,0 мкс (частота от 1000 до 5000 Гц) от 20,0 до 20000,0 мкс (частота от 50 до 1000 Гц)	$\pm 0,1$ мкс $\pm 1,0$ мкс
Деление внешнего постоянного электрического напряжения	U7	от 0,000 до 10,000 В	$\pm (0,002 \cdot U_x + 0,002)$ В
Деление внешнего переменного электрического напряжения	U8	от 0,010 до 10,000 В от 100 до 5000 Гц	$\pm (0,004 \cdot U_x + 0,004)$ В
Электрическое сопротивление	R1	от 15,00 до 100,00 Ом	$\pm 0,04$ Ом
		от 100,0 до 1000,0 Ом	$\pm 0,0004 \cdot R_x$ Ом
		от 1000 до 10000 Ом	$\pm 0,004 \cdot R_x$ Ом
		от 10000 до 50000 Ом	$\pm 0,01 \cdot R_x$ Ом
		от 50000 до 100000 Ом	$\pm 0,05 \cdot R_x$ Ом
Электрическая емкость	C1	от 12,0 до 150,0 пФ	$\pm 0,3$ пФ
		от 150,000 до 4000,000 пФ	$\pm (0,002 \cdot C_x)$ пФ
Примечание – U_x , R_x , C_x – номинальные значения величин.			

Таблица 2 – Метрологические характеристики каналов измерения аналоговых сигналов

Измеряемый параметр	Номер канала измерения	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения
Постоянное электрическое напряжение	Uin1	от -10,000 до 10,000 В	±0,006 В
Электрическое сопротивление	Rin1	от 0,0000 до 1000,0000 Ом	± (0,0004 · Rx + 0,02) Ом
		от 1000,0 до 10000,0 Ом	± (0,0004 · Rx + 0,5) Ом
		от 10000 до 100000 Ом	± (0,0004 · Rx + 5) Ом
		от 100000 до 1000000 Ом	± (0,0005 · Rx + 50) Ом
Примечание – Rx – номинальные значения электрического сопротивления.			

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки тестеров должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения при поверке		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	Да	Да	7
2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции электрических цепей	Да	Нет	8
3 Опробование и проверка версии программного обеспечения	Да	Да	9
4 Определение метрологических характеристик средств измерений	Да	Да	10
5 Определение основной погрешности воспроизведения постоянного электрического напряжения	Да	Да	10.1
6 Определение основной погрешности воспроизведения переменного электрического напряжения и частоты	Да	Да	10.2
7 Определение основной погрешности воспроизведения импульсных последовательностей (амплитуды, частоты и длительности импульсов)	Да	Да	10.3
8 Определение основной погрешности преобразования постоянного и переменного напряжений с использованием масштабных преобразователей (делителей)	Да	Да	10.4
9 Определение основной погрешности воспроизведения электрического сопротивления	Да	Да	10.5
10 Определение основной погрешности воспроизведения электрической ёмкости	Да	Да	10.6
11 Определение основной погрешности измерения постоянного электрического напряжения	Да	Да	10.7

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
12 Определение основной погрешности измерения электрического сопротивления	Да	Да	10.8
13 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
14 Оформление результатов поверки	Да	Да	12

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность, % от 30 до 75;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые СИ и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 № 707 (ред. от 30.12.2020) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – 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
п. 8.1 Проверка электрической прочности	Средство воспроизведения переменного напряжения от 100 до 1500 В, 50 Гц, с погрешностью не более 6 %	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPI-745A № EK916453, рег. № 46633-11
п. 8.2 Проверка сопротивления изоляции электрических цепей	Средства измерений электрического сопротивления до $4 \cdot 10^9$ Ом, с погрешностью не более 4 %	Мегаомметр HIOKI IR4057-20, № 150911631, рег. № 55170-13

Продолжение таблицы 4

1	2	3
пп. 10.1–10.6 Определение основных погрешностей воспроизведения постоянного электрического напряжения, переменного электрического напряжения и частоты, импульсных последовательностей (амплитуды, частоты и длительности импульсов), масштабных коэффициентов (делителей) постоянного и переменного напряжений, электрического сопротивления и ёмкости	Эталоны единицы постоянного электрического напряжения в диапазоне от 0 до 10,0 В 3 разряда по ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 № 1520; Эталоны единицы переменного электрического напряжения в диапазоне от 0,01 до 12,0 В, в диапазоне частот от 10 до 10000 Гц 3 разряда по ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.08.2023 № 1706; Эталоны единицы времени и частоты в диапазоне от 20 до 20000 мкс, с частотой от 50 до 5000 Гц 5 разряда по ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2360 и единицы импульсного электрического напряжения в диапазоне от 1,0 до 10,0 В 2 разряда по ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3463; Эталоны единицы постоянного электрического напряжения в диапазоне от 1,0 до 10,0 В 3 разряда по ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 № 1520; Эталоны единицы электрического сопротивления в диапазоне от 15 Ом до 100 кОм 4 разряда по ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3456; Эталоны единицы электрической ёмкости в диапазоне от 12 до 4000 пФ 3 разряда по ГОСТ 8.371-80 «Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической ёмкости»	Мультиметр цифровой 34401А рег. № 16500-97; Частотомер CNT-90 рег. № 41567-09; Осциллограф цифровой TDS 3032B, рег. № 24021-02; Мультиметр цифровой прецизионный 8508А, рег. № 25984-03; Измеритель LCR-821 рег. № 20187-05; Калибратор универсальный модели Fluke 5520А с модулями Sc1100 и PQ рег. № 29282-05

Продолжение таблицы 4

1	2	3
п. 10.4 и пп. 11.1–11.2 Определение основных погрешностей измерения напряжения постоянного тока и электрического сопротивления	Эталоны единицы постоянного электрического напряжения в диапазоне от 0 до 10,0 В 3 разряда по ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 № 1520; Эталоны единицы электрического сопротивления в диапазоне от 50 Ом до 1,0 МОм 4 разряда по ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3456	Калибратор универсальный модели Fluke 5520A с модулями Sc1100 и PQ, рег. № 29282-05
П р и м е ч а н и е – допускается использовать другие эталоны единиц величин, имеющих соотношение погрешностей не более, указанных в соответствующих государственных поверочных схемах, и средства измерений утвержденного типа, либо испытательное оборудование с метрологическими характеристиками аналогичными указанным в данной таблице.		

Таблица 5 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Метрологические и технические требования к вспомогательным средствам поверки	Перечень рекомендуемых вспомогательных средств поверки
Температура окружающего воздуха	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
Относительная влажность воздуха	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью не более 3 %;	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
Атмосферное давление	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	
П р и м е ч а н и е – Допускается использовать другие средства измерений утверждённого типа, поверенные и имеющие метрологические характеристики, аналогичные указанным в данной таблице.		

5.2 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующую запись о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и/или свидетельство о поверке на бумажном носителе.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые тестеры.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие тестеро-имитаторов следующим требованиям:

- наличие маркировки на приборе (наименование изделия, товарный знак или наименование предприятия, заводской номер, год изготовления, назначение гнезд, разъемов, индикаторов);
- читаемость всех надписей на корпусе прибора;
- чистота контактов разъемных соединителей;
- исправность соединительных кабелей;
- целостность разрушаемой пломбы, обеспечивающей защиту от несанкционированного вмешательства;
- отсутствие механических повреждений.

П р и м е ч а н и е – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результата поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявляемые дефекты устраняются, и прибор допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефекта, прибор к дальнейшей поверке не допускается.

8 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции электрических цепей

8.1 Проверку электрической прочности изоляции тестера-имитатора проводят при нормальных климатических условиях установкой для проверки параметров электрической безопасности GPT-745A в соответствии с методами, изложенными в ГОСТ 22261-94.

Для проверки электрической прочности изоляции между корпусом и замкнутыми выводами сетевой вилки прикладывается испытательное напряжение 1,5 кВ частотой 50 Гц в течение 1 минуты.

Тестер-имитатор считается выдержавшим поверку, если при испытаниях не возникают пробой или поверхностные перекрытия, сопровождающиеся резким возрастанием тока в испытуемой цепи.

8.2 Проверку сопротивления изоляции тестера-имитатора между корпусом и изолированными от него по постоянному току электрическими цепями проводят при нормальных климатических условиях с помощью мегаомметра в соответствии с методами, изложенными в ГОСТ 22261-94.

Для проверки сопротивления изоляции между корпусом и замкнутыми выводами сетевой вилки с помощью мегаомметра подается испытательное напряжение 500 В и измеряется электрическое сопротивление.

Тестер-имитатор считается выдержавшим поверку, если электрическое сопротивление изоляции между изолированными по постоянному току электрическими цепями изделия, составляет не менее 20 МОм.

9 Опробование и проверка версии программного обеспечения

9.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- изучают эксплуатационную документацию на поверяемый тестер и на применяемые средства поверки;
- подготавливают к работе поверяемый тестер-имитатор и средства поверки, выдерживают во включенном состоянии, в требуемых климатических условиях в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.2 Опробование

Для проведения опробования прибора запустить технологическую программу «Метрология». После чего вручную проверить возможность переключения каналов измерения и воспроизведения режимов тестера-имитатора, а также изменения параметров любого режима.

Результаты считаются положительными, если прибор изменяет параметры, задаваемые пользователем, и происходит переключение каналов измерения и воспроизведения.

9.3 Проверка версии программного обеспечения

Для идентификации программного обеспечения тестеров-имитаторов используется номер версии ПО. Номер версии ПО состоит из трех чисел, разделённых точками. Для отображения этих параметров ПО нужно провести в верхней части экрана вниз. На экране появится панель, в левом нижнем углу которой отображается номер версии ПО.

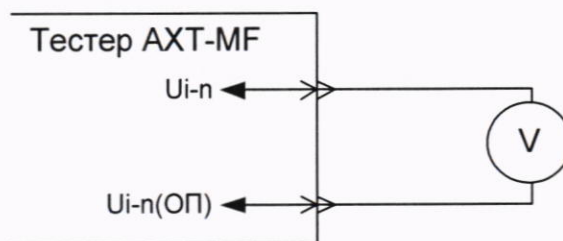
Результаты считаются положительными, если цифровой идентификатор (номер версии) ПО 1.17.1 и выше.

10 Определение метрологических характеристик средств измерений

10.1 Определение основной погрешности воспроизведения постоянного электрического напряжения

1) Погрешность воспроизведения постоянного электрического напряжения определяется методом прямых измерений подачей напряжения на эталонный мультиметр;

2) Подключить мультиметр в соответствии со схемой на рисунке 1 к выходам канала воспроизведения постоянного электрического напряжения U_{i-n} ;



V – Мультиметр цифровой 34401A

Рисунок 1 – Схема подключения тестера-имитатора в режиме воспроизведения сигналов постоянного электрического напряжения

3) На мультиметре установить режим измерения постоянного электрического напряжения и нажать в следующей последовательности клавиши «Shift» → «on/off» → «↓» → «parameters» → «slow» → «enter»;

4) Установить в окне программы для проверяемого канала состояние выхода «Вкл».

5) Последовательно задать значения U_n параметра «Напряжение» в соответствии с таблицей 6 для группы сигналов проверяемого канала.

6) При каждом заданном значении $U_{\text{п}}$ измерить мультиметром постоянное электрическое напряжение $U_{\text{изм}}$ на выходе канала и определить абсолютную погрешность воспроизведения напряжения ΔU по формуле

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{п}},$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения, измеренное мультиметром, В;

$U_{\text{п}}$ – значение напряжения, задаваемое программно, В.

7) Повторить пункты 2–6 для другого канала воспроизведения постоянного электрического напряжения (таблица 7).

Таблица 6

Канал воспроизведения постоянного электрического напряжения	Установленные значения диапазона	Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения
	напряжение $U_{\text{п}}$, мВ	напряжение $\Delta U_{\text{доп}}$, мВ
U4	-100,0	$\pm 0,1$
	-50,00	$\pm 0,05$
	-25,00	$\pm 0,05$
	-10,00	$\pm 0,05$
	0,00	$\pm 0,05$
	10,00	$\pm 0,05$
	25,00	$\pm 0,05$
	50,00	$\pm 0,05$
	100,0	$\pm 0,1$

Таблица 7

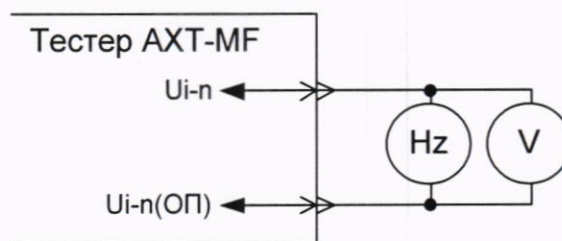
Канал воспроизведения постоянного электрического напряжения	Установленные значения диапазона	Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения
	напряжение $U_{\text{п}}$, В	напряжение $\Delta U_{\text{доп}}$, В
U5	-10,00	$\pm 0,01$
	-5,00	$\pm 0,01$
	-2,50	$\pm 0,01$
	-1,00	$\pm 0,01$
	0,00	$\pm 0,01$
	1,00	$\pm 0,01$
	2,50	$\pm 0,01$
	5,00	$\pm 0,01$
	10,00	$\pm 0,01$

10.2 Определение основной погрешности воспроизведения переменного электрического напряжения и частоты

1) Погрешность воспроизведения переменного электрического напряжения определяется методом прямых измерений подачей напряжения на эталонный мультиметр и, включенный с ним параллельно, частотомер;

2) На мультиметре установить режим измерения переменного электрического напряжения и нажать в следующей последовательности клавиши «Shift» → «on\off» → «↓» → «parameters» → «slow» → «enter». На частотомере установить режим «Value»;

3) Подключить мультиметр и частотомер в соответствии со схемой на рисунке 2 к выходам канала воспроизведения переменного электрического напряжения U_{i-n} ;



V – Мультиметр цифровой 34401A; Hz – частотомер CNT-90

Рисунок 2 – Схема подключения тестера-имитатора в режиме воспроизведения переменного электрического напряжения

- 4) В окне программы установить для выбранного канала состояние выхода «Вкл»;
- 5) Последовательно задать значения f_n параметра «Частота, Гц» и значения U_n параметра «Напряжение, В» в соответствии с таблицей 8 для группы сигналов проверяемого канала;
- 6) При каждом заданном значении U_n измерить мультиметром 34401A переменное электрическое напряжение $U_{изм}$ на выходе канала и определить абсолютную погрешность воспроизведения напряжения ΔU , В, по формуле

$$\Delta U = U_{изм} - U_n,$$

где $U_{изм}$ – значение напряжения, измеренное мультиметром, В;

U_n – значение напряжения, задаваемое программно, В.

- 7) При каждом заданном значении f_n измерить частотомером CNT-90 частоту сигнала $f_{изм}$ и определить абсолютную погрешность воспроизведения частоты Δf , Гц, по формуле

$$\Delta f = f_{изм} - f_n,$$

где $f_{изм}$ – значение частоты, измеренное частотомером, Гц;

f_n – значение частоты, задаваемое программно, Гц.

- 8) Повторить пункты 2–7 для других каналов воспроизведения переменного электрического напряжения (таблицы 9–10). В этих случаях использовать для частотомера входной делитель напряжения.

Таблица 8

Канал воспроизведения переменного электрического напряжения	Установленные значения диапазона		Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения	
	частота f_n , Гц	напряжение U_n , мВ	частота $\Delta f_{доп}$, Гц	напряжение $\Delta U_{доп}$, мВ
U1	10,0	100,0	$\pm 0,1$	$\pm 0,8$
		500,0		$\pm 2,4$
		1000,0		$\pm 4,4$
	500,0	100,0	$\pm 0,1$	$\pm 0,8$
		500,0		$\pm 2,4$
		1000,0		$\pm 4,4$
	1000,0	100,0	$\pm 0,1$	$\pm 0,8$
		500,0		$\pm 2,4$
		1000,0		$\pm 4,4$

Таблица 9

Канал воспроизведения переменного электрического напряжения	Установленные значения диапазона		Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения	
	частота f_n , Гц	напряжение U_n , В	частота $\Delta f_{\text{доп}}$, Гц	напряжение $\Delta U_{\text{доп}}$, В
U2	10,0	0,80	$\pm 0,1$	$\pm 0,03$
		5,00		
		8,00		
	1500,0	0,80	$\pm 0,1$	$\pm 0,03$
		5,00		
		8,00		
	5000,0	0,80	$\pm 1,0$	$\pm 0,03$
		5,00		
		8,00		
	10000,0	0,80	$\pm 1,0$	$\pm 0,03$
		5,00		
		8,00		

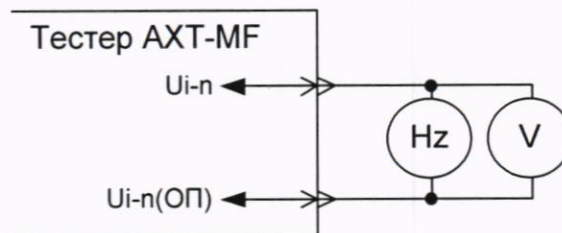
Таблица 10

Канал воспроизведения переменного электрического напряжения	Установленные значения диапазона		Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения	
	частота f_n , Гц	напряжение U_n , В	частота $\Delta f_{\text{доп}}$, Гц	напряжение $\Delta U_{\text{доп}}$, В
U3	10,0	0,500	$\pm 0,1$	$\pm 0,036$
		5,000		
		12,000		
	500,0	0,500	$\pm 0,1$	$\pm 0,036$
		5,000		
		12,000		
	1000,0	0,500	$\pm 0,1$	$\pm 0,036$
		5,000		
		12,000		

10.3 Определение основной погрешности воспроизведения импульсных последовательностей (амплитуды, частоты и длительности импульсов)

1) Погрешность воспроизведения импульсных последовательностей определяется методом прямых измерений подачи сигнала на эталонный осциллограф и, включенный с ним параллельно, частотомер;

2) Подключить осциллограф и частотомер в соответствии со схемой на рисунке 3 к выходам канала воспроизведения импульсных последовательностей U_{i-n} ;



V – осциллограф цифровой TDS 3032B; Hz – частотомер CNT-90

Рисунок 3– Схема подключения тестера-имитатора в режиме воспроизведения импульсных последовательностей

- 3) В окне программы установить для выбранного канала состояние выхода «Вкл»;
- 4) Последовательно задать значения $f_{п}$ параметра «Частота, Гц», значение $t_{и}$ параметра «Длительность импульса, мкс» и значения $U_{м}$ параметра «Амплитуда, В» в соответствии с таблицей 11 для группы сигналов проверяемого канала (U6);
- 5) При каждом заданном значении $U_{м}$ измерить осциллографом TDS 3032B (с использованием курсоров и встроенной функции измерения) амплитуду сигнала на выходе канала и определить абсолютную погрешность воспроизведения амплитуды ΔA , В, по формуле

$$\Delta A = U_{м} \cdot 2 - A_{п},$$

где $U_{м}$ – эффективное значение напряжения при коэффициенте заполнения 50 %, измеренное осциллографом, В;

$A_{п}$ – значение амплитуды импульсов, задаваемое программно, В.

- 6) При каждом заданном значении $f_{п}$ измерить частотомером CNT-90 частоту сигнала $f_{изм}$ и определить абсолютную погрешность воспроизведения частоты Δf , Гц, по формуле

$$\Delta f = f_{изм} - f_{п},$$

где $f_{изм}$ – значение частоты, измеренное частотомером, Гц;

$f_{п}$ – значение частоты, задаваемое программно, Гц.

- 7) При каждом заданном значении $t_{и}$ измерить частотомером CNT-90 длительность импульсов $t_{изм}$ и определить абсолютную погрешность воспроизведения длительности импульсов Δt , Гц, по формуле

$$\Delta t = t_{изм} - t_{п},$$

где $t_{изм}$ – значение длительности импульсов, измеренное частотомером, Гц;

$t_{п}$ – значение длительности импульсов, задаваемое программно, Гц.

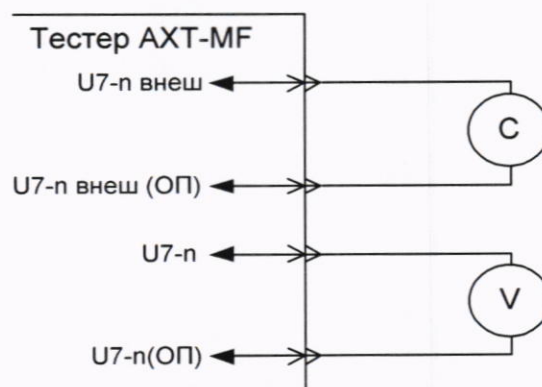
Таблица 11

Установленные значения диапазона			Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения		
частота $f_{п}$, Гц	длительность импульсов $t_{п}$, мкс	амплитуда $A_{п}$, В	частота $\Delta f_{доп}$, Гц	длительность импульсов $\Delta t_{доп}$, мкс	амплитуда $\Delta A_{доп}$, В
1000,0	500,0	1,00	$\pm 0,5$	$\pm 0,1$	$\pm 0,06$
1000,0	500,0	10,0		$\pm 0,1$	$\pm 0,6$
50,0	2000	4,0		$\pm 1,0$	не нормируется
50,0	18000	4,0		$\pm 1,0$	не нормируется
2500,0	180,0	4,0		$\pm 0,1$	не нормируется
5000,0	25,0	4,0		$\pm 0,1$	не нормируется

10.4 Определение основной погрешности преобразования постоянного и переменного напряжений с использованием масштабных преобразователей (делителей)

1) Погрешность преобразования постоянного напряжения с использованием масштабного преобразователя (делителя) определяется методом прямых измерений подачей напряжения на тестер-имитатор с помощью калибратора с последующим измерением выходного напряжения эталонным мультиметром.

2) Подключить источник постоянного электрического напряжения (калибратор) и цифровой мультиметр в соответствии со схемой на рисунке 4 к выходам канала масштабного преобразователя(делителя) постоянного электрического напряжения $U_{7-п}$.



С – источник постоянного напряжения (калибратор Fluke 5520A);
V – мультиметр цифровой 34401A

Рисунок 4 – Схема подключения тестера-имитатора в режиме масштабного преобразователя (делителя) постоянного электрического напряжения

- 3) В окне программы установить для выбранного канала состояние выхода «Вкл»;
- 4) Установить на выходе источника постоянного напряжения С постоянное электрическое напряжение в соответствии со значением внешнего напряжения из таблицы 12;
- 5) Последовательно задать значения K_n параметра «Коэффициент деления» для проверяемого канала в соответствии с таблицей 12;
- 6) При каждом заданном значении напряжения $U_{\text{внеш}}$ и коэффициента K_n измерить мультиметром V значение постоянного электрического напряжения и определить погрешность воспроизведения напряжения ΔU , В, по формуле

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - (U_{\text{внеш}} \cdot K_n),$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения, измеренное мультиметром V, В;

$U_{\text{внеш}}$ – значение напряжения, установленное на выходе источника постоянного напряжения С, В;

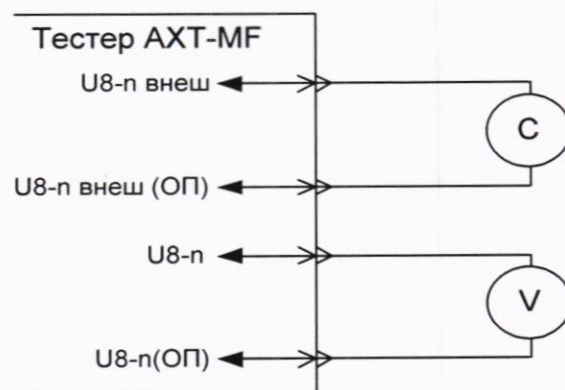
K_n – значение коэффициента деления, заданное программно.

Таблица 12

Установленные значения диапазона			Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения напряжения $\Delta U_{\text{доп}}$, В
внешнее напряжение $U_{\text{внеш}}$, В	коэффициент деления K_n	напряжение U, В	
1,000	0,05	0,050	$\pm 0,002$
1,000	0,5	0,500	$\pm 0,003$
1,000	1,0	1,000	$\pm 0,004$
10,000	0,05	0,500	$\pm 0,003$
10,000	0,5	5,000	$\pm 0,012$
10,000	1,0	10,000	$\pm 0,022$

7) Погрешность преобразования переменного напряжения с использованием масштабного преобразователя (делителя) определяется методом прямых измерений подачей напряжения на тестер-имитатор с помощью калибратора с последующим измерением выходного напряжения эталонным мультиметром;

8) Подключить источник переменного электрического напряжения (калибратор) и цифровой мультиметр в соответствии со схемой на рисунке 5 к выходам канала масштабного преобразователя (делителя) переменного электрического напряжения U_{8-n} .



С – источник переменного напряжения (калибратор Fluke 5520A);
V – мультиметр цифровой 34401A

Рисунок 5 – Схема подключения тестера-имитатора в режиме масштабного преобразователя (делителя) переменного электрического напряжения

- 9) В окне программы установить для выбранного канала состояние выхода «Вкл»;
- 10) Установить на выходе источника переменного напряжения С переменное электрическое напряжение в соответствии со значением внешнего напряжения из таблицы 13;
- 11) Последовательно задавайте значения K_n параметра «Коэффициент деления» для проверяемого канала в соответствии с таблицей 13;
- 12) При каждом заданном значении напряжения $U_{\text{внеш}}$ и коэффициента K_n измерить мультиметром V значение переменного электрического напряжения и определить погрешность воспроизведения напряжения ΔU , В, по формуле

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - (U_{\text{внеш}} \cdot K_n),$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения, измеренное мультиметром V, В;

$U_{\text{внеш}}$ – значение напряжения, установленное на выходе источника переменного напряжения С, В;

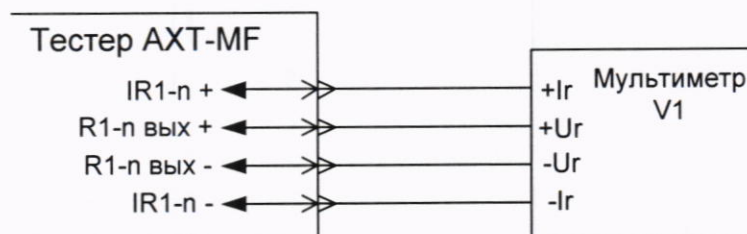
K_n – значение коэффициента деления, заданное программно.

Таблица 13

Параметры внешнего напряжения		Установленные значения		Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения
напряжение, $U_{\text{внеш}}$, В	частота, Гц	коэффициент деления K_n	напряжение U, В	напряжение $\Delta U_{\text{доп}}$, В
1,000	100	0,05	0,050	$\pm 0,004$
1,000	100	0,5	0,500	$\pm 0,006$
1,000	100	1,0	1,000	$\pm 0,008$
5,000	1000	0,05	0,250	$\pm 0,005$
5,000	1000	0,5	2,500	$\pm 0,014$
5,000	1000	1,0	5,000	$\pm 0,024$
10,000	5000	0,05	0,500	$\pm 0,006$
10,000	5000	0,5	5,000	$\pm 0,024$
10,000	5000	1,0	10,000	$\pm 0,044$

10.5 Определение основной погрешности воспроизведения электрического сопротивления

- 1) Погрешность воспроизведения электрического сопротивления определяется методом прямых измерений с помощью эталонного мультиметра;
- 2) Подключить мультиметр 8508А по 4-х проводной схеме измерения сопротивления в соответствии со схемой на рисунке 6 к выходам канала воспроизведения электрического сопротивления R_{i-n} ;



V1 – Мультиметр цифровой 8508А

Рисунок 6 – Схема подключения тестера-имитатора в режиме воспроизведения электрического сопротивления

- 3) В окне программы установить для выбранного канала состояние выхода «Вкл»;
- 4) Последовательно задать значения R_n параметра «Сопротивление, Ом» в соответствии с таблицей 14 для группы сигналов проверяемого канала;
- 5) При измерении значений электрического сопротивления свыше 50 кОм на мультиметре 8508А необходимо включить следующую комбинацию клавиш «Config» → «LoI» → «Ω».
- 6) При каждом заданном значении измерить значение сопротивления $R_{изм}$ и определить погрешность воспроизведения сопротивления ΔR , Ом, по формуле

$$\Delta R = R_{изм} - R_n,$$

где $R_{изм}$ – значение сопротивления, измеренное мультиметром, Ом;

R_n – значение сопротивления, задаваемое программно, Ом.

Повторить пункты 2–6 для других каналов воспроизведения электрического сопротивления.

Результаты проверки считаются положительными, если все полученные значения погрешности ΔR не превосходят (по абсолютной величине) $\Delta R_{доп}$.

Таблица 14

Установленные значения R_n , Ом	Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения сопротивления $\Delta R_{доп}$, Ом
15,00	$\pm 0,04$
100,00	$\pm 0,04$
1000,0	$\pm 0,4$
10000	± 40
50000	± 500
100000	± 5000

10.6 Определение основной погрешности воспроизведения электрической ёмкости

- 1) Погрешность воспроизведения электрической ёмкости определяется методом прямых измерений с помощью эталонного измерителя LCR;

2) Подключить измеритель LCR-821 в соответствии со схемой на рисунке 7 к выходам канала воспроизведения электрической ёмкости C_{i-n} ;

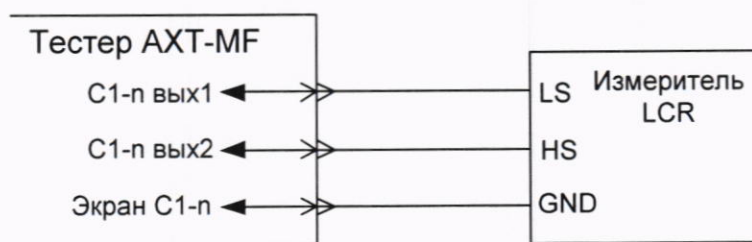


Рисунок 7 – Схема подключения тестера-имитатора в режиме воспроизведения электрической ёмкости

3) В окне программы установить для выбранного канала состояние выхода «Вкл»;
 4) Задать нулевую ёмкость $C = 0$ пФ на подключенном канале;
 5) Выполнить коррекцию нуля проводов измерителя LCR в режиме холостого хода для компенсации начальной ёмкости. Коррекцию нуля начальной ёмкости C_0 необходимо производить при каждом подключении измерительных проводов измерителя LCR к каналам воспроизведения ёмкости тестера-имитатора. Для этого нажать на измерителе LCR следующую комбинацию клавиш «MENU» → «OFFSET» → «OPEN TEST» → «EXIT»;

6) Последовательно задать значения C_n параметра «Ёмкость, С» в соответствии с таблицей 15 для группы сигналов проверяемого канала;

7) При каждом заданном значении измерить значение ёмкости $C_{изм}$ и определить погрешность воспроизведения сопротивления ΔC , пФ, по формуле

$$\Delta C = C_{изм} - C_n,$$

где $C_{изм}$ – значение ёмкости, измеренное измерителем LCR, пФ;

C_n – значение ёмкости, задаваемое программно, пФ.

Повторить пункты 2–7 для других каналов воспроизведения электрической ёмкости.

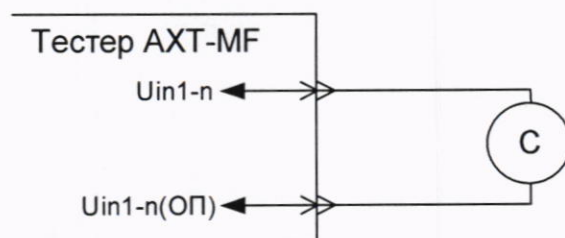
Таблица 15

Установленные значения ёмкости C , пФ	Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения ёмкости $\Delta C_{доп}$, пФ
30,0	$\pm 0,3$
200,0	$\pm 0,4$
1000,0	$\pm 2,0$
2000,0	$\pm 4,0$
4000,0	$\pm 8,0$

10.7 Определение основной погрешности измерения постоянного электрического напряжения

1) Определение основной погрешности измерения постоянного электрического напряжения определяется методом прямых измерений подачи напряжения с помощью эталонного калибратора на поверяемый прибор;

2) Подключить калибратор универсальный в соответствии со схемой на рисунке 8 к выходам канала измерения постоянного электрического напряжения U_{in1} ;



С – Калибратор универсальный модели Fluke 5520A

Рисунок 8 – Схема подключения тестера-имитатора в режиме измерения сигналов постоянного электрического напряжения

- 3) Активировать режим измерения для проверяемого канала кнопкой «Запустить»;
- 4) Последовательно установить на выходе калибратора С постоянное электрическое напряжение в соответствии с таблицей 16;
- 5) При каждом установленном значении напряжения U_k определить погрешность измерения напряжения ΔU , В, по формуле

$$\Delta U = U_k - U_n,$$

где U_k – значение напряжения, установленное на выходе калибратора, В;

U_n – значение напряжения, отображаемое тестером, В.

Таблица 16

Установленные значения	Допускаемая абсолютная погрешность измерения
напряжение U_k , В	напряжение $\Delta U_{\text{доп}}$, В
-10,000	$\pm 0,006$
-5,000	$\pm 0,006$
-2,500	$\pm 0,006$
-1,000	$\pm 0,006$
0,000	$\pm 0,006$
1,000	$\pm 0,006$
2,500	$\pm 0,006$
5,000	$\pm 0,006$
10,000	$\pm 0,006$

10.8 Определение основной погрешности измерения электрического сопротивления

- 1) Определение основной погрешности измерения электрического сопротивления определяется методом прямых измерений подачей сопротивления с помощью эталонного калибратора на поверяемый прибор;
- 2) Подключить калибратор универсальный в соответствии со схемой на рисунке 9 к входу канала измерения сопротивления R_{in1-n} ;

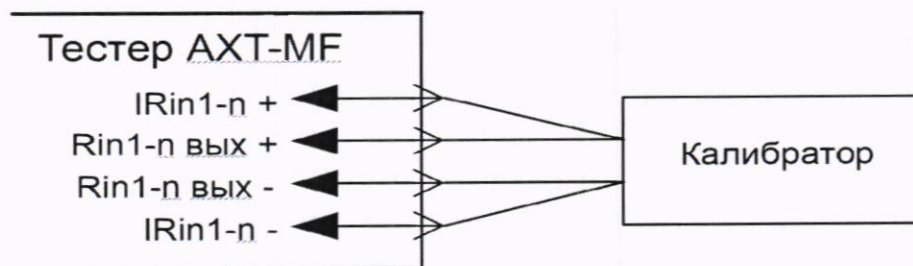


Рисунок 9 – Схема подключения тестера-имитатора в режиме измерения сигналов электрического сопротивления

- 3) Активировать режим измерения для проверяемого канала кнопкой «Запустить»;
- 4) Последовательно установить на выходе калибратора значения электрического сопротивления в соответствии с таблицей 17;
- 5) При каждом установленном значении сопротивления R_m определить погрешность измерения сопротивления ΔR , Ом, по формуле

$$\Delta R = R_m - R_n,$$

где R_m – значение сопротивления, установленное на выходе калибратора, Ом;
 R_n – значение сопротивления, отображаемое тестером, Ом.

Таблица 17

Поверяемые отметки	Допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения
сопротивление R_m , Ом	сопротивление $\Delta R_{\text{доп}}$, Ом
50,00	$\pm 0,04$
100,00	$\pm 0,06$
1000,00	$\pm 0,42$
10000,0	$\pm 4,5$
100000,0	$\pm 45,0$
1000000,0	$\pm 550,0$

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Тестер-имитатор сигналов многофункциональный АХТ-МФ считается пригодным к применению, если выполняются следующие условия:

11.1 В процессе опробования прибор изменяет параметры, задаваемые пользователем, и происходит переключение каналов измерения и воспроизведения;

11.2 В процессе проверки версии программного обеспечения цифровой идентификатор (номер версии) ПО 1.17.1 и выше;

11.3 Погрешность воспроизведения постоянного электрического напряжения не превышает допускаемые значения, приведенные в последних столбцах таблиц 6 и 7;

11.4 Погрешности воспроизведения постоянного электрического напряжения и частоты не превышают допускаемые значения, приведенные в последних столбцах таблиц 8, 9 и 10;

11.5 Погрешности воспроизведения импульсных последовательностей (амплитуды, частоты и длительности импульсов) не превышают допускаемые значения, приведенные в последних столбцах таблицы 11;

11.6 Погрешности воспроизведения преобразования постоянного и переменного напряжений с использованием масштабных преобразователей (делителей) не превышают допускаемые значения, приведенные в последних столбцах таблиц 12 и 13;

11.7 Погрешность воспроизведения электрического сопротивления не превышает допускаемые значения, приведенные в последнем столбце таблицы 14;

11.8 Погрешность воспроизведения электрической ёмкости не превышает допускаемые значения, приведенные в последнем столбце таблицы 15;

11.9 Погрешность измерения постоянного электрического напряжения не превышает допускаемые значения, приведенные в последнем столбце таблицы 16;

11.10 Погрешность измерения постоянного электрического напряжения не превышает допускаемые значения, приведенные в последнем столбце таблицы 17.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки поверяемого средства измерения оформляют протоколом поверки произвольной формы на основании экспериментальных данных, полученных в процессе первичной (периодической) поверки.

12.2 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются пригодными к применению.

12.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается.

12.4 Сведения о результатах поверки тестеров-имитаторов передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Нанесение знака поверки на тестеры-имитаторы не предусмотрено. По заявлению владельца средства измерения или лица, предоставившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средств измерений или извещение о непригодности к применению.

Начальник метрологического отдела № 432

Инженер по метрологии 1 категории
метрологического отдела № 432

И. А. Стаканов

Д. С. Колосков