

СОГЛАСОВАНО

Начальник ФГБУ «ГНМЦ»  
Минобороны России



Т.Ф. Мамлеев

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы автоматизированные измерительные

ТЕСТ-БА-1600М

Методика поверки

ГВТУ.411713.002МП

г. Мытищи

2023 г.

## Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ .....	7
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	8
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	8
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ....	9
6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	12
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР .....	12
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ .....	12
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	13
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ, СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЦЕПЕЙ СЕТЕВОГО ПИТАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО КОРПУСА, ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ЦЕПЕЙ СЕТЕВОГО ПИТАНИЯ .....	13
11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ ....	14
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	31

## **ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

ВГ	верхняя граница диапазона измерений или нормированного значения измеряемого параметра
ИБП	источник бесперебойного питания
КП	коммутационная панель
КЦП	коммутатор цепей приборов
МКС	модуль межрейтовой связи
МП	методика поверки
ОК	объект контроля
ПО	программное обеспечение
ППВ	программа поверки модуля
ПЭВМ	промышленная электронно-вычислительная машина
РЭ	руководство по эксплуатации
СКЗ	среднеквадратическое значение
СПФ	система проверки функций
ТПО	тестовое программное обеспечение
ТЕСТ-БА-1600М	системы автоматизированные измерительные ТЕСТ-БА-1600М
УПЭМ	установка проверки электрического монтажа
ФКУ	формирователь команд управления
ЭД	эксплуатационная документация

## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1 Настоящая методика поверки (МП) распространяется на системы автоматизированные измерительные ТЕСТ-БА-1600М (далее - ТЕСТ-БА-1600М) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

МП оформлена в соответствии с положением приложения №3 к приказу Минпромторга России от 28.08.2020г. №2907.

1.2 Первичная поверка проводится:

- при вводе в эксплуатацию;
- после ремонта.

1.3 Сокращенная поверка ТЕСТ-БА-1600М невозможна.

1.4 ТЕСТ-БА-1600М соответствуют средствам измерений по следующим ГПС:

- утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.08.2023 № 1706 «Об утверждении Государственной поверочной схемы 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 17.03.2022 № 668 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы переменного электрического тока от  $1 \cdot 10^{-8}$  до 100 А в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $1 \cdot 10^6$  Гц»;

- утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 № 1520 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы»;

- утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А»;

- утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

- утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 02.06.2021 № 926 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрической емкости в диапазоне частот от 1 до 300 МГц»;

- утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3463 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений импульсного электрического напряжения»;

- Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений силы тока от 0,04 до 300 А в диапазоне частот от 0,1 до 300 МГц по ГОСТ 8.132-74.

1.5 Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость:

- к Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот  $10 - 3 \cdot 10^7$  Гц ГЭТ 89-2008 согласно приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.08.2023 № 1706 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $2 \cdot 10^9$  Гц»;

- к Государственному первичному специальному эталону единицы силы электрического тока в диапазоне частот  $20 - 1 \cdot 10^6$  Гц ГЭТ 88-2014 согласно приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17.03.2022 № 668 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы переменного электрического тока от  $1 \cdot 10^{-8}$  до 100 А в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $1 \cdot 10^6$  Гц»;

- к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2001 согласно приказа Федерального агентства по техническому регулированию и

метрологии от 28.07.2023 № 1520 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

- к Государственному первичному эталону единицы силы электрического тока ГЭТ 4-91 согласно приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г. № 2091 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А»;

- к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 согласно приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 согласно приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

- к Государственному первичному эталону единицы электрической емкости ГЭТ 107-2019 согласно приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 02.06.2021 № 926 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрической емкости в диапазоне частот от 1 до 300 МГц»;

- к Государственному первичному эталону импульсного электрического напряжения ГЭТ-182 согласно приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3463 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений импульсного электрического напряжения»;

- к Государственному специальному эталону для средств измерений силы тока от 0,04 до 300 А в диапазоне частот от 0,1 до 300 МГц по ГОСТ 8.132-74.

1.6 Реализацию методики поверки обеспечивают:

- методы прямых измерений;
- для ГОСТ 8.132-74 метод непосредственного сличения;
- для ГЭТ 88-2014 метод косвенных измерений;
- для ГЭТ 13-2001 метод сравнения.

1.7 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В	от – 30 до + 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения испытательного напряжения постоянного тока, В: в диапазоне от минус 30 до плюс 30 В	$\pm (0,005 \cdot  U_{восп}  + 0,05)$
в диапазоне от минус 100 до плюс 100 В.	$\pm 0,02 \cdot  U_{восп} $
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока, мА: от минус 100 до минус 1 мА при напряжении до 100 В от 1 до 100 мА при напряжении до 100 В от минус 2000 до минус 1 мА при напряжении до 30 В от 1 до 2000 мА при напряжении до 30 В	от – 100 до + 2000
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, %	$\pm 10$
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от – 0,1 до + 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В: в диапазоне от минус 0,1 до плюс 0,1 В в диапазоне от минус 1 до плюс 1 от минус 10 до плюс 10	$\pm (0,004 \cdot U_{изм} + 0,0004)$ $\pm (0,004 \cdot U_{изм} + 0,004)$ $\pm (0,004 \cdot U_{изм} + 0,04)$

Наименование характеристики	Значение
от минус 100 до плюс 100	$\pm (0,004 \cdot U_{изм} + 0,4)$
Номинальные значения измерений сопротивления изоляции, Мом от 100 кОм до 50 МОм при значениях испытательного напряжения постоянного тока от 5 до 100 В от 50 до 100 МОм при значениях испытательного напряжения постоянного тока соответствующих диапазону от 25 до 100 В	от 0,1 до 100
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления изоляции, %	$\pm (2 + (R_{изм}/U_{исп}))$
Диапазон измерений сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме измерения, Ом	от 0,1 до $10^6$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме измерений, Ом	$\pm (0,04 \cdot R_{изм} + 0,4)$
Диапазон измерений сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме измерений, Ом	от 0,002 до $10^6$
Пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме измерений, Ом	$\pm (0,04 \cdot R_{изм} + 0,01)$
Номинальные значения измерений электрической ёмкости, мкФ	от 0,1 до 100,00
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрической ёмкости, %	$\pm 10$
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока источниками питания постоянного тока, А	от 0,1 до 5 А
Пределы допускаемой (приведенной к верхней границе (ВГ) диапазона) погрешности воспроизведения силы постоянного тока, %	$\pm 10$
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока источниками питания постоянного тока, В	от 1 до 100 В
Пределы допускаемой (приведенной к ВГ диапазона) погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, %	$\pm 10$
Диапазон установки длительности формирователя команд управления, мс	от 1 до 180
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длительности, мс	$\pm 0,1$
Диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току магазина сопротивлений, кОм	от 0,001 до 100
Пределы допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току, %: в диапазоне от 1 до 10 Ом, включ. в диапазоне свыше 10 до 100000 Ом	$\pm 20$ $\pm 5$
Диапазон измерений среднеквадратического значения (СКЗ) напряжения переменного тока в диапазоне частот от 5 Гц до 20 кГц, В	от 0,1 до 100 В
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока, %	$\pm 5$
Диапазон измерений силы постоянного тока, А	от -5 до +5

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений силы постоянного тока, %	$\pm 5$
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от -100 до +100
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm [0,06 + 0,06 \cdot (U_m/U_x - 1)]$
Диапазон измерений мгновенных значений напряжения, В	от -100 до +100
Пределы допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений мгновенных значений напряжения, %: в диапазоне от минус 50 до плюс 50 мВ и минус 100 до плюс 100 мВ в диапазоне от минус 250 до плюс 250 мВ и от минус 500 до плюс 500 мВ в диапазоне от минус 1 до плюс 100 В	$\pm 10$ $\pm 2,5$ $\pm 2,0$
$U_{вост}$ – установленное значение напряжения постоянного тока	
$U_{изм}$ – измеренное значение напряжения	
$U_{исп}$ – значение испытательного напряжения	
$U_m$ – значение верхней границы диапазона	
$U_x$ – измеренное значение	
$R_{уст}$ – установленное значение сопротивления изоляции (постоянному току)	
$R_{изм}$ – измеренное значение сопротивления постоянному току	

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Проведение операции при		Номер пункта методики поверки
	первой проверке (после ремонта)	периодическ ой проверке	
1 Внешний осмотр	да	да	7
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
3 Проверка программного обеспечения	да	да	9
4 Определение электрического сопротивления защитного заземления, сопротивления изоляции цепей сетевого питания относительно корпуса, проверка электрической прочности изоляции цепей сетевого питания	да	нет	10
5 Определение метрологических характеристик (МХ)	да	да	11
5.1 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения испытательного напряжения постоянного тока	да	да	11.1
5.2 Определение пределов допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	да	да	11.2
5.3 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	да	да	11.3

5.4 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления изоляции	да	да	11.4
5.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме измерения	да	да	11.5
5.6 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме измерения	да	да	11.6
5.7 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений электрической ёмкости	да	да	11.7
5.8 Определение пределов допускаемой приведенной к верхней границе диапазона погрешности воспроизведения силы и напряжения постоянного тока	да	да	11.8
5.9 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки длительности команд	да	да	11.9
5.10 Определение пределов допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току	да	да	11.10
5.11 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока	да	да	11.11
5.12 Определение пределов допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений силы постоянного тока	да	да	11.12
5.13 Определение пределов допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений мгновенных значений напряжения	да	да	11.13
5.14 Определение пределов допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений мгновенных значений напряжения	да	да	11.14
6 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	12

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °C ..... от 15 до 25;  
 относительная влажность воздуха при температуре 25 °C, % ..... от 30 до 80;  
 атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа) ..... от 730 до 785 (от 97,3 до 104,6).

*Примечание 1 – При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.*

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, прошедшие специальную подготовку в качестве поверителей.

4.2 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемые анализаторы и используемые средства поверки.

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Операция поверки, требующая применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 7, 8, 9, 10, 11 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °C с абсолютной погрешностью ±1 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью ±2 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью ±0,5 кПа;</p> <p>Средства измерений СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне от 198 до 242 В с абсолютной погрешностью ±4 В;</p> <p>Средства измерений частоты переменного тока в диапазоне от 49 до 51 Гц с абсолютной погрешностью ±0,4 Гц</p>	<p>Термогигрометр ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11)</p> <p>Приборы электроизмерительные цифровые (мультиметры) ИМС-Ф1 (рег. № 49681-12)</p>
п.10 Определение электрического сопротивления защитного заземления, сопротивления изоляции цепей сетевого питания относительно корпуса, проверка электрической прочности изоляции цепей сетевого питания	<p>Средство измерений сопротивления заземления с пределами измерений 400 МОм и абсолютной погрешностью ± 10 мОм</p> <p>Средство воспроизведения испытательного напряжения переменного тока с пределами измерений 1500 В и абсолютной погрешностью ± 25 В</p> <p>Средство измерений сопротивления изоляции с пределами измерений 20 МОм и абсолютной погрешностью ±5 МОм</p>	<p>Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79804 (рег. № 50682-12)</p>
п.11.1 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения испытательного напряжения постоянного тока	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 1520 от 28.07.2023: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока в диапазоне измерений от минус 100 до плюс 100 В ± 0,01 В	<p>Мультиметр цифровой 34465А (рег. № 63371-16)</p>
п.11.2 Определение пределов допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 2091 от 01.10.2018: пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы постоянного тока в диапазоне измерений от минус 2000 до 2000 мА ± 3,3%	

Продолжение таблицы 3

1	2	3
п.11.3 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 1520 от 28.07.2023: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока: - в диапазоне воспроизведения от минус 100 до 100 В с $\pm 0,0001$ В; - в диапазоне от минус 0,1 до 0,1 В $\pm 0,001$ В; - в диапазоне от минус 1 до минус 0,1 В и свыше 0,1 до 1 В $\pm 0,01$ В.	Калибратор многофункционал ьный Fluke 5502E (рег. № 55804-13)
п.11.4 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления изоляции	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 3456 от 30.12.2019: пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току в диапазоне от 0,1 до 100 МОм не более $\pm 0,5\%$	Магазины сопротивления P40108 (рег. № 9381-83)
п.11.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме измерения	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 3456 от 30.12.2019: пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току $\pm (0,01 \cdot R_{изм} + 0,1)$ Ом в диапазоне от 0,1 до 100000 Ом, где $R_{изм}$ – измеренное значение сопротивления постоянному току.	Магазины сопротивления P4831 (рег. № 6332-77)
	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 3456 от 30.12.2019: пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току $\pm (0,01 \cdot R_{изм} + 0,1)$ Ом в диапазоне от 100000 до 1000000 Ом, где $R_{изм}$ – измеренное значение сопротивления постоянному току.	Магазины сопротивления P40108 (рег. № 9381-83)
п.11.6 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме измерения	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 3456 от 30.12.2019: пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току $\pm (0,01 \cdot R_{изм} + 0,003)$ Ом в диапазоне от 0,002 до 100000 Ом	Магазины сопротивления P4831 (рег. № 6332-77)
	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 3456 от 30.12.2019: пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току $\pm (0,01 \cdot R_{изм} + 0,003)$ Ом в диапазоне от 100000 до 1000000 Ом	Магазины сопротивления P40108 (рег. № 9381-83)

Продолжение таблицы 3

1	2	3
п.11.7      Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений электрической ёмкости	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 926 от 02.06.2021: пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости в диапазоне от $10^{-4}$ до 100 мкФ ± 3,3 %	Магазины ёмкости Р5025 (рег. № 5395-76)
п.11.8      Определение пределов допускаемой приведенной к верхней границе (ВГ) диапазона погрешности воспроизведения силы и напряжения постоянного тока	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 1520 от 28.07.2023: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока: - в диапазоне от 1 до 40 В ±1 В; - в диапазоне от 1 до 100 В ±3 В.	Мультиметр цифровые 34465А (рег. № 63371-16)
	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 2091 от 01.10.2018: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока: - в диапазоне от 0,1 до 3 А ± 0,1 А; - в диапазоне от 0,1 до 5 А ± 0,15 А.	Мультиметр цифровые 34465А (рег. № 63371-16) Нагрузка электронная программируемая АТН-8240 (рег. № 50595-12)
п.11.9      Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки длительности импульса команды	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени в диапазоне от 1 мс до 180 с ± 30 мкс	Осциллограф цифровой запоминающий RTP084 (рег. № 73242-18)
п.11.10     Определение пределов допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 3456 от 30.12.2019: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току: - в диапазоне от 1 до 10 Ом ± 0,5 Ом; - в диапазоне свыше 10 до 100000 Ом ±1500 Ом	Мультиметр цифровые 34465А (рег. № 63371-16)
п.11.11     Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 668 от 17.03.2022: пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне от 0,1 до 100 В и в диапазоне частот от 10 Гц до 20 кГц ±1,6 %.	Fluke 5502E (рег. № 55804-13)

Продолжение таблицы 3.

1	2	3
п.11.12     Определение пределов допускаемой приведенной к верхней границе диапазона погрешности измерений силы постоянного тока	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 2091 от 01.10.2018: пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от минус 5 до 5 А ± 0,08 А.	Fluke 5502E (рег. № 55804-13)
п.11.13     Определение	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу	Fluke 5502E

пределов допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока	Росстандарта № 1520 от 28.07.2023: пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от минус 100 до 100 В $\pm (0,02 + 0,02 \cdot (U_{\text{пр}}/U_{\text{изм}} - 1)) \%$ , где $U_{\text{пр}}$ - предельное значения установленного значения напряжения, $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения.	(рег. № 55804-13)
п.11.14 Определение пределов допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений мгновенных значений напряжения	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта № 3463 от 30.12.2019: пределы допускаемой приведенной к ВГ диапазона воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от минус 100 до 100 В $\pm 3 \%$	Fluke 5502E (рег. № 55804-13)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки средства поверки, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление, не допускается использование в качестве заземления корпусов силовых электрических и осветительных щитов и арматуру центрального отопления.

6.2 Меры безопасности при подготовке и проведении поверки должны соответствовать действующим требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75, «Требования безопасности к электротехническому изделию и его частям».

6.3 Подключение средств поверки, поверяемых средств, а также вспомогательного оборудования производить при выключенном источнике питания.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре ТЕСТ-БА-1600М проверяется:

- соответствие внешнего вида описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений
- соблюдение требований по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа (проверка наличия предусмотренных пломб при их наличии);
- маркировка;
- комплект поставки.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если соблюдаются требования п. 7.1. В противном случае ТЕСТ-БА-1600М дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется для проведения ремонта.

## 8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 8.1 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1.1 На поверку представляется ТЕСТ-БА-1600М, полностью укомплектованный в соответствии с формуляром. При периодической поверке представляется дополнительно свидетельство о предыдущей поверке.

8.1.2 Во время подготовки ТЕСТ-БА-1600М к поверке поверитель должен ознакомиться с эксплуатационной документацией на ТЕСТ-БА-1600М и подготовить все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

8.1.3 Включить питание аппаратуры ТЕСТ-БА-1600М и прогреть не менее 2-х часов.

8.1.4 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 должен быть проведён перед началом поверки, а затем периодически, но не реже одного раза в час.

## **8.2 ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.2.1 Опробование ТЕСТ-БА-1600М выполняется путем проверки её работоспособности с помощью программы поверки ППМ в режиме «ОК отключен».

Проверку выполнить в следующем порядке:

1) подготовить соединители контрольные СК-6Р100 ФТКС.685629.022 и СК-6Р100 ФТКС.685629.022-01

2) включить систему, выждать не менее 10 мин;

3) на ПЭВМ запустить ППМ;

4) в окне программы выбрать режим «Система», «ОК отключен»;

5) нажать кнопку «Старт»;

6) в процессе проверки по запросу программы подключать или отключать соответствующие кабели и принадлежности;

7) в окне «Протокол проверки» наблюдать результаты проверок (наличие или отсутствие сообщений о неисправностях);

8) выйти из программы, отключить систему.

8.2.2 Опробование считать положительным, если при выполнении проверки не было сообщений о неисправностях.

## **9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

9.1 Осуществить проверку соответствия следующих заявленных идентификационных данных ПО:

- наименование ПО;
- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;
- цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО (контрольная сумма исполняемого кода);
- алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО.

9.2 Для проверки идентификационных признаков необходимо выполнить действия, приведенные в руководстве по эксплуатации ГВТУ.411713.002РЭ.

9.3 Результаты проверки считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО (идентификационные наименования, номера версий, цифровые идентификаторы), соответствуют идентификационным данным, записанным в описании типа.

## **10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ, СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЦЕПЕЙ СЕТЕВОГО ПИТАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО КОРПУСА, ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ЦЕПЕЙ СЕТЕВОГО ПИТАНИЯ**

10.1 Определение электрического сопротивления защитного заземления проводить в следующем порядке:

1) подготовить установку для проверки параметров электрической безопасности GPT-79804 (далее – установка GPT-79804), установить ее в режим измерений электрического сопротивления заземления с испытательным током 25 А;

2) выключить ТЕСТ-БА-1600М, если она не была выключена.

3) подключить один вывод высоковольтного выхода установки GPT-79804 к клемме заземления панели КП-ВВ130;

4) подключить второй вывод высоковольтного выхода (общий, соединенный с корпусом установки GPT-79804) к штырю (болту) заземления стойки СЭ002;

5) включить установку GPT-79804 и провести измерение электрического сопротивления между штырем заземления стойки и клеммой заземления коммутационной панели КП-ВВ130

6) повторить действия 3) и 4) для панели КП-ВВ131;

7) выключить установку GPT-79804 и отключить контакты ее высоковольтного выхода.

Результаты проверки считать положительными, если значения электрического сопротивления защитного заземления не более 0,4 Ом.

10.2 Определение сопротивления изоляции цепей сетевого питания относительно корпуса проводить в следующем порядке:

1) подготовить установку GPT-79804, установить ее в режим измерений сопротивления изоляции не менее 30 МОм с испытательным напряжением 500 В;

2) выключить ТЕСТ-БА-1600М, если она не была выключена;

3) отключить кабель питания ИБП от сети питания, отключить кабели питания всех составных частей ТЕСТ-БА-1600М;

4) измерить сопротивление изоляции:

– между контактом цепи защитного заземления вилки кабеля и первым контактом сетевого питания вилки кабеля;

– между контактом цепи защитного заземления вилки кабеля и вторым контактом сетевого питания вилки кабеля;

5) повторить действие 4) для кабелей питания блоков БЭ002, БЭ003, стоек СЭ002, СЭ003, установки УПЭМ, блока электронных нагрузок, источника питания постоянного тока, ПЭВМ.

Результаты проверки считать положительными, если значения сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

10.3 Определение электрической прочности изоляции цепей сетевого питания

1) подготовить установку GPT-79804, установить следующий режим проверки электрической прочности изоляции:

– испытательное напряжение среднеквадратического значения напряжения переменного тока частотой 50 Гц 1500 В;

– время нарастания испытательного напряжения до установившегося значения 10 с;

– время выдержки в установившемся состоянии 1 мин;

– минимальный ток измерения 0 мА;

– максимальный ток измерения 10 мА;

2) выключить ТЕСТ-БА-1600М, если она не была выключена;

3) отключить кабель питания ИБП от сети питания, отключить кабели питания всех составных частей ТЕСТ-БА-1600М;

4) общий (соединененный с корпусом) выход установки GPT-79804 соединить с контактом цепи защитного заземления кабеля;

5) высоковольтный выход установки GPT-79804 соединить с первым контактом вилки кабеля, соединяемым с сетью питания;

6) подать испытательное напряжение на проверяемую цепь, выдержать в течение 1 мин, зарегистрировать результат;

7) высоковольтный выход установки GPT-79804 отсоединить от первого контакта вилки и соединить его со вторым контактом вилки кабеля, соединяемым с сетью питания;

8) повторить действие 7);

9) отсоединить выходы установки GPT-79804 от контактов вилки кабеля.

Результаты проверки считать положительными, если не произошло пробоя электрической изоляции.

## 11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

11.1 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения испытательного напряжения постоянного тока

11.1.1 Определение погрешности воспроизведения испытательного напряжения постоянного тока выполнять в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- мультиметр цифровой 34465А (далее – мультиметр);

- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;

- 2) включить ТЕСТ-БА-1600М и мультиметр, установить мультиметр в режим измерений напряжения постоянного тока с автоматическим выбором диапазона;
- 3) на ПЭВМ запустить на исполнение ППВ. По окончании инициализации инструментов нажать кнопку «OK»;
- 4) «ТЕСТ-БА-1600», нажать кнопку «проверка». В открывшемся окне выбрать пункт «Проверка воспроизведения напряжения постоянного тока» и нажать кнопку «OK». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «OK»;
- 5) выполнять указания программы. Проверяемые значения воспроизводимого напряжения постоянного тока приведены в таблице 4;
- 6) измеренные мультиметром значения воспроизводимого напряжения постоянного тока с точностью не менее трех значащих цифр вводить в окно «Установленное значение» на программной панели;

Таблица 4.

Диапазон воспроизведения, В	$U_{уст}$ , В	$\Delta U$ , В
от минус 30 до минус 0,1	минус 0,1	$\pm (0,005 \times  U_{восп}  + 0,05)$
	минус 1	
	минус 10	
	минус 20	
	минус 30	
	0,1	
	1	
	10	
	20	
	30	
от минус 100 до минус 25	минус 25	$\pm 0,02 \times  U_{восп} $
	минус 40	
	минус 55	
	минус 80	
	минус 100	
	25	
	40	
	55	
	80	
	100	
$U_{восп}$ – установленное значение напряжения постоянного тока, В.		

- 7) значения абсолютной погрешности воспроизведения испытательного напряжения постоянного тока ( $\Delta U$ ) рассчитываются программно по формуле (1):

$$\Delta U = U_{изм} - U_{уст} \quad (1)$$

где  $U_{изм}$  – измеренное значение испытательного напряжения постоянного тока, В;  
 $U_{уст}$  – установленное значение испытательного напряжения постоянного, В;

- 8) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600 и приборы, отсоединить кабели и принадлежности.

11.1.2 Результаты поверки считать положительными, если пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения испытательного напряжения постоянного тока соответствуют таблице 4.

11.2 Определение пределов допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

11.2.1 Определение погрешности воспроизведения силы постоянного тока выполнять в следующем порядке:

- 1) Подготовить приборы и принадлежности:
    - мультиметр;
    - кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;
  - 2) включить систему и мультиметр, установить мультиметр в режим измерений силы постоянного тока с автоматическим выбором диапазона;
  - 3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ;
  - 4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «ТЕСТ-БА-1600», нажать кнопку «проверка». В открывшемся окне выбрать пункт «Проверка воспроизведения силы постоянного тока» и нажать кнопку «ОК». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «ОК»;
  - 5) выполнять указания программы. Проверяемые значения воспроизводимой силы постоянного тока приведены в таблице 5;

Таблица 5

Диапазон воспроизведения, мА	$I_{уст}, \text{mA}$	$\delta I, \%$
от минус 100 до минус 1	минус 0,1	$\pm 10$
	минус 1	
	минус 10	
	минус 50	
	минус 100	
от плюс 1 до плюс 100	0,1	$\pm 10$
	1	
	10	
	50	
	100	
от минус 2000 до минус 1	минус 1	$\pm 10$
	минус 100	
	минус 500	
	минус 1500	
	минус 2000	
от плюс 1 до плюс 2000	1	$\pm 10$
	100	
	500	
	1500	
	2000	

- 6) измеренные мультиметром значения воспроизводимой силы постоянного тока с точностью не менее двух значащих цифр вводить в окно «Установленное значение» на программной панели;

7) значения относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока ( $\delta I$ ) рассчитываются программно по формуле (2):

где  $I_{изм}$  – измеренное значение силы постоянного тока, мА;  $I_{уст}$  – установленное значение силы постоянного тока, мА.

8) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М и приборы, отсоединить кабели и принадлежности.

11.2.2 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

### 11.3 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений

напряжения постоянного тока

11.3.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- калибратор многофункциональный Fluke 5502E (далее – калибратор);
- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;

2) включить систему и калибратор, установить калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока;

3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «ТЕСТ-БА-1600», нажать кнопку «проверка». В открывшемся окне выбрать пункт «Проверка измерения напряжения постоянного тока» и нажать кнопку «ОК». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «ОК»;

5) выполнять указания программы. Проверяемые значения напряжения постоянного тока приведены в таблице 6;

Таблица 6

Диапазон измерений, В	$U_{\text{уст}}, \text{В}$	$\Delta U, \text{В}$
от минус 0,1 до плюс 0,1	минус 0,1	$\pm (0,004 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0004)$
	минус 0,075	
	минус 0,05	
	минус 0,025	
от минус 0,1 до плюс 0,1	минус 0,01	$\pm (0,004 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0004)$
	0,005	
	0,01	
	0,025	
	0,05	
	0,075	
	0,1	
от минус 1 до плюс 1	минус 1,0	$\pm (0,004 \cdot U_{\text{изм}} + 0,004)$
	минус 0,75	
	минус 0,5	
	минус 0,25	
	минус 0,1	
	0,05	
	0,1	
	0,25	
	0,5	
	0,75	
	1,0	

Продолжение таблицы 6.

Диапазон измерений, В	$U_{\text{уст}}, \text{В}$	$\Delta U, \text{В}$
от минус 10 до плюс 10	минус 10	$\pm (0,004 \cdot U_{\text{изм}} + 0,04)$
	минус 7,5	
	минус 5	
	минус 2,5	
	минус 1	
	0,5	
	1	
	2,5	
	5	
	7,5	
от минус 100 до плюс 100	10	$\pm (0,004 \cdot U_{\text{изм}} + 0,4)$
	минус 100	
	минус 75	
	минус 50	
	минус 25	
	минус 10	
	1	
	10	
	25	
	50	
	75	
	100	

б) значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока рассчитываются программно по формуле (1).

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М и приборы, отсоединить кабели и принадлежности.

11.3.2 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 6.

11.4 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления изоляции

11.4.1 Определение погрешности измерений сопротивления изоляции выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- магазин сопротивлений Р40108;
- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;

2) включить систему;

3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «ТЕСТ-БА-1600», нажать кнопку «проверка». В открывшемся окне выбрать пункт «Проверка измерения сопротивления изоляции» и нажать кнопку «OK». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «OK»;

5) выполнять указания программы. Проверяемые значения сопротивления изоляции приведены в таблице 7;

Таблица 7

Заданное значение сопротивления, МОм	Uисп, В	$\delta R_{изол}$ , %
0,1	5	$\pm (2 + (R_{уст}/U_{исп}))$
	25	
	50	
	75	
	100	
1	5	$\pm (2 + (R_{уст}/U_{исп}))$
	25	
	50	
	75	
	100	
5	5	$\pm (2 + (R_{уст}/U_{исп}))$
	25	
	50	
	75	
	100	
10	5	$\pm (2 + (R_{уст}/U_{исп}))$
	25	
	50	
	75	
	100	
20	5	$\pm (2 + (R_{уст}/U_{исп}))$
	25	
	50	
	75	
	100	
50	5	$\pm (2 + (R_{уст}/U_{исп}))$
	25	
	50	
	75	
	100	
80	25	$\pm (2 + (R_{уст}/U_{исп}))$
	50	
	75	
	100	
100	25	$\pm (2 + (R_{уст}/U_{исп}))$
	50	
	75	
	100	

6) значения относительной погрешности измерений сопротивления изоляции ( $\delta R_{изол}$ ) рассчитываются программно по формуле (3):

$$\delta R_{изол} = 100\% \cdot (R_{изм} - R_{уст}) / R_{уст} \quad (3)$$

где  $R_{изм}$  – измеренное значение сопротивления изоляции, МОм;  $R_{уст}$  – установленное значение сопротивления изоляции, МОм.

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М, отсоединить кабели и принадлежности.

11.4.2 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений сопротивления изоляции находятся в пределах, приведенных в таблице 7.

11.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме измерения

11.5.1 Определение погрешности измерений сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме измерения выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- магазин сопротивлений Р40108;
- магазин сопротивлений Р4831;
- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;

2) включить систему;

3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «ТЕСТ-БА-1600», нажать кнопку «проверка». В открывшемся окне выбрать пункт «Проверка измерения сопротивления по двухпроводной схеме» и нажать кнопку «OK». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «OK»;

5) выполнять указания программы. Проверяемые значения сопротивления изоляции приведены в таблице 8;

Таблица 8

Диапазон измерений, Ом	$R_{уст}$ , Ом	$\Delta R$ , Ом
от 0,1 до $10^6$	0,1	$\pm (0,04 \cdot R_{изм} + 0,4)$
	1	
	10	
	50	
	100	
	500	
	1000	
	5000	
	10000	
	50000	
	100000	
	500000	
	1000000	

6) значения абсолютной погрешности измерений сопротивления изоляции постоянному току ( $\Delta R$ ) по двухпроводной схеме измерения рассчитываются программно по формуле (4):

$$\Delta R = R_{изм} - R_{уст} \quad (4)$$

где  $R_{изм}$  – измеренное значение сопротивления изоляции, Ом;  $R_{уст}$  – установленное значение сопротивления изоляции, Ом.

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М, отсоединить кабели и принадлежности.

11.5.2 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме измерения находятся в пределах, приведенных в таблице 8.

11.6 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме измерения

11.6.1 Определение погрешности измерений сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме измерения выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- магазин сопротивлений Р40108;
- магазин сопротивлений Р4831;
- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;
- устройство коммутационное УК-ИС3 ФТКС.687420.155 (далее – УК ИС3);
- кабель LK425 А/Х – 4 шт.

При измерении и проверке сопротивления постоянному току по четырёхпроводной схеме измерений используется четыре канала системы, обозначаемые «I+», «I-», «U+», «U-». При этом нечетные модули с номером  $(2i - 1)$  должны коммутировать каналы «I+», «I-», а четные модули с номером  $2i$  должны коммутировать, соответственно, каналы «U+», «U-». В изделиях с несколькими шасси нумерация модулей РК100×4 AXIE выполняется в пределах системы последовательно по возрастанию номеров шасси, начиная с первого модуля РК100×4 AXIE в первом шасси системы.

Каналы «I+», «U+» должны быть соединены с одним концом измеряемого сопротивления, а каналы «I-», «U-» - с другим его концом.

Номера каналов «I+» и «I-» выбираются пользователем.

Номера каналов «U+» и «U-» назначаются автоматически (ПО). При этом если в качестве канала «I+» выбран канал с номером  $k$ , то в качестве канала «U+» будет автоматически назначен канал с номером  $(k + 100)$ . Аналогично для каналов «I-» и «U-»;

2) включить систему;

3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «ТЕСТ-БА-1600», нажать кнопку «проверка». В открывшемся окне выбрать пункт «Проверка измерения сопротивления по четырехпроводной схеме» и нажать кнопку «OK». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «OK»;

5) выполнять указания программы. Проверяемые значения сопротивления изоляции приведены в таблице 9;

Таблица 9

Диапазон измерений, Ом	$R_{уст}, \text{Ом}$	$\Delta R, \text{Ом}$
от 0,001 до $10^6$	0,002	$\pm (0,04 \cdot R_{изм} + 0,01)$
	0,01	
	0,1	
	1	
	10	
	50	
	100	
	500	
	1000	
	5000	
	10000	

Продолжение таблицы 9

	50000	
	100000	
	500000	
	1000000	

6) значения абсолютной погрешности измерений сопротивления изоляции постоянному току ( $\Delta R$ ) по четырехпроводной схеме измерения рассчитываются программного по формуле (4);

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М, отсоединить кабели и принадлежности.

11.6.2 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме измерения находятся в пределах, приведенных в таблице 9.

11.7 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений электрической ёмкости

11.7.1 Определение погрешности измерений электрической ёмкости выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- магазин ёмкостей Р5025;
- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;

2) включить систему;

3) на ПЭВМ запустить на исполнение ППВ. По окончании инициализации инструментов нажать кнопку «ОК»;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «ТЕСТ-БА-1600», нажать кнопку «проверка». В открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «Проверка измерения электрической ёмкости», нажать кнопку «ОК». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «ОК»;

5) выполнять указания программы. Проверяемые значения электрической ёмкости: 100 пФ; 1, 25; 75,00; 100,00 мкФ;

6) значения относительной погрешности измерений электрической ёмкости ( $\delta C$ ) рассчитываются программно по формуле (5):

$$\delta C = 100\% \cdot (C_{изм} - C_{уст})/C_{уст} \quad (5)$$

где  $C_{изм}$  – измеренное значение электрической ёмкости, мкФ;  $C_{уст}$  – установленное значение электрической ёмкости, мкФ.

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М, отсоединить кабели и принадлежности.

11.7.2 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений электрической ёмкости находятся в пределах  $\pm 10\%$ .

11.8 Определение пределов допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения силы и напряжения постоянного тока

11.8.2 Определение приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения силы и напряжения постоянного тока выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- мультиметр;
- нагрузка электронная программируемая EL-EL 9000 В, мод. EL-EL 9200-140 В (далее – электронная нагрузка);
- кабель П3 ФТКС.685621.025 – 2 шт.;

- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;
  - кабель LK425-А/Х – 2 шт.;

2) включить систему, электронную нагрузку и мультиметр;

3) на ПЭВМ запустить на исполнение ППВ. По окончании инициализации инструментов нажать кнопку «OK»;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «МСП1600», нажать кнопку «проверка». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «OK»;

5) выполнять указания программы. Проверка осуществляется в точках:

  - для источников питания с характеристиками от 1 до 40 В по двум каналам с номинальным значением постоянного тока от 100 мА до 5 А:
    - 0,1; 1,0; 1,5; 2,5; 5,0 А;
    - 1; 10; 20; 30; 40 В;
  - для источников питания с характеристиками от 1 до 100 В по двум каналам с номинальным значением постоянного тока от 100 мА до 3 А:
    - 0,1; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 А;
    - 1; 10; 25; 50; 100 В.

6) значения приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения силы и напряжения постоянного тока (МСП) ( $\delta X$ ), %, рассчитываются программно по формуле (6):

где  $X_{изм}$  – измеренное значение силы(напряжения) постоянного тока А (В);  $X_{уст}$  – установленное значение силы (напряжения) постоянного тока А (В),  $X_{впз}$  –верхняя граница значения силы (напряжения) постоянного тока, А (В);

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М, отсоединить кабели и принадлежности.

11.8.2 Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения силы и напряжения постоянного тока находятся в пределах  $\pm 10\%$ .

## 11.9 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки длительности команд

11.9.1 Определение абсолютной погрешности установки длительности команд выполнить в следующем порядке:

- 1) Подготовить приборы и принадлежности:
    - осциллограф цифровой запоминающий WaveJet 322 (далее – осциллограф);
    - кабель BNC-BNC ФТКС.685661.182-01;
  - 2) включить систему и осциллограф;
  - 3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ. По окончании инициализации инструментов нажать кнопку «OK»;
  - 4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «ФКУ слот13 БЭ003», нажать кнопку «проверка». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «OK»;
  - 5) выполнять указания программы. Проверяемые значения установки длительности команд: 1 мс; 0,5; 1,0; 60,0; 180,0 с:
  - 6) значения абсолютной погрешности установки длительности импульса команды ФКУ ( $\Delta$ ), рассчитываются программно по формуле (7):

$$\Delta T = T_{изм} - T_{вс} \quad (7)$$

где  $T_{изм}$  – измеренное значение длительности импульса, мс;  $T_{уст}$  – установленное значение длительности импульса, мс;

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М, отсоединить кабели и принадлежности.

11.9.2 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки длительности команд находятся в пределах  $\pm 0,1$  мс.

11.10 Определение пределов допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току

11.10.1 Определение приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- мультиметр;
- кабель МПС2 ФТКС.685625.007;
- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;

2) включить систему и мультиметр;

3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ. По окончании инициализации инструментов нажать кнопку «OK»;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «МЭМС2-4Л(слот10 поз3 БЭ003)», нажать кнопку «проверка». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «OK»;

5) выполнять указания программы. Проверяемые значения воспроизведения сопротивления постоянному току: 0,001; 0,010; 0,100; 1,000; 10,000; 100,000 кОм:

6) значения относительной, приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току ( $\delta R$ ), %, рассчитываются программно по формуле (8):

$$\delta R = 100 \% \cdot (R_{изм} - R_{уст})/R_{впз} \quad (8)$$

где  $R_{изм}$  – измеренное значение сопротивления постоянному току, кОм;  $R_{уст}$  – установленное значение сопротивления постоянному току, кОм,  $R_{впз}$  – верхняя граница значения сопротивления постоянному току, кОм;

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М, отсоединить кабели и принадлежности.

11.10.2 Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной к ВГ диапазона погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току:

- в диапазоне от 1 до 10 Ом находятся в пределах  $\pm 20$  %;
- в диапазоне свыше 10 до 100000 Ом находятся в пределах  $\pm 5$  %.

11.11 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока

11.11.1 Определение погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- калибратор;
- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;

2) включить систему и калибратор. Установить калибратор в режим воспроизведения напряжения переменного тока;

3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «МЦММ1(слот11 поз1 БЭ003)», нажать кнопку «проверка». В открывшемся окне выбрать пункт «Измерение напряжения переменного тока» и нажать кнопку «OK». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «OK»;

5) выполнять указания программы. Проверяемые значения СКЗ напряжения переменного тока приведены в таблице 10;

Таблица 10

Диапазон измерений, В	Заданное значение СКЗ напряжения переменного тока, В	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока, %						
		при частоте, Гц						
		10	50	100	500	1000	10000	20000
от 100 мВ до 100 В	0,10000	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
	0,50000	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
	1,00000	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
	5,00000	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
	10,0000	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
	20,0000	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
	75,0000	—	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5
	100,000	—	± 5	± 5	± 5	—	—	—

б) значения относительной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока МЦММ1 ( $\delta U$ ), %, рассчитываются программно по формуле (9):

$$\delta U = 100 \% \cdot (U_{\text{изм}} - U_{\text{уст}})/U_{\text{уст}} \quad (9)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – измеренное СКЗ напряжения переменного тока, В;  $U_{\text{уст}}$  – установленное СКЗ напряжения переменного тока, В;

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М и приборы, отсоединить кабели и принадлежности.

11.11.2 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 11.

11.12 Определение пределов допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений силы постоянного тока

11.12.1 Определение приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений силы постоянного тока выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- калибратор;
- кабель Калибр.-МЦММ1 ФТКС.685612.060;
- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;

2) включить систему и калибратор. Установить калибратор в режим воспроизведения силы постоянного тока;

3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ. По окончании инициализации инструментов нажать кнопку «OK»;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «МЦММ1(слот11 поз1 БЭ003)», нажать кнопку «проверка». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «OK»;

5) выполнять указания программы. Проверяемые значения силы постоянного тока приведены в таблице 11;

Таблица 11

Диапазон измерений, А	$I_{уст}$ , А	$\delta I$ , %
от минус 5 до плюс 5	минус 5	$\pm 5$
	минус 3	
	минус 2,5	
	минус 1,5	
	минус 1	
	0,25	
	1	
	1,5	
	2,5	
	3	
	5	

6) значения приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений силы постоянного тока МЦММ ( $\delta I$ ), %, рассчитываются программно по формуле (10):

$$\delta I = 100 \% \cdot (I_{изм} - I_{уст})/I_{впз} \quad (10)$$

где  $I_{изм}$  – измеренное значение силы постоянного тока, А;  $I_{уст}$  – установленное значение силы постоянного тока, А,  $I_{впз}$  – верхняя граница значения силы постоянного тока, А;

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М и приборы, отсоединить кабели и принадлежности.

11.12.2 Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений силы постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 11.

11.13 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока

11.13.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- калибратор;
- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;

2) включить систему и калибратор. Установить калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока;

3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ. По окончании инициализации инструментов нажать кнопку «OK»;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «МДН8И (слот11 поз3 БЭ003)», нажать кнопку «проверка». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «OK»;

5) выполнять указания программы. Проверяемые значения силы постоянного тока приведены в таблице 12;

Таблица 12

Диапазон измерений, В	$U_{\text{уст}}, \text{В}$	$\delta U, \%$
от минус 100 до плюс 100	минус 100	$\pm [0,06 + 0,06 \cdot (U_m/U_x - 1)]$
	минус 70	
	минус 50	
	минус 30	
	минус 10	
	5	
	10	
	30	
	50	
	70	
	100	

$U_m$  – значение верхней границы диапазона

$U_x$  – измеренное значение

6) значения относительной погрешности измерений напряжения переменного тока МДН8И ( $\delta U$ ), рассчитываются программно по формуле (9);

где  $U_{\text{изм}}$  – измеренное значение напряжения переменного тока, В;  $U_{\text{уст}}$  – установленное значение напряжения переменного тока, В;

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М и приборы, отсоединить кабели и принадлежности.

11.13.2 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 12.

11.14 Определение пределов допускаемой приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений мгновенных значений напряжения

11.14.1 Определение приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений мгновенных значений напряжения выполнить в следующем порядке:

1) Подготовить приборы и принадлежности:

- калибратор;

- кабель П4 ФТКС.685621.026 – 2 шт.;

2) включить систему и калибратор. Установить калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока;

3) на ПЭВМ запустить программу поверки ППВ. По окончании инициализации инструментов нажать кнопку «ОК»;

4) в открывшейся программной панели установить отметку напротив пункта «ОСЦ5(слот10 поз1 БЭ003)», нажать кнопку «проверка». В появившемся окне указать файл протокола и нажать кнопку «ОК»;

5) выполнять указания программы. Проверяемые значения силы постоянного тока приведены в таблице 13;

Таблица 13

Диапазон измерений, В	$U_{уст}, \text{В}$	$\delta U, \%$
от минус 0,05 до плюс 0,05	минус 0,050	$\pm 10$
	минус 0,040	
	минус 0,020	
	минус 0,010	
	минус 0,007	
	0,005	
	0,007	
	0,010	
	0,020	
	0,040	
от минус 0,1 до плюс 0,1	0,050	$\pm 10$
	минус 0,100	
	минус 0,080	
	минус 0,050	
	минус 0,030	
	минус 0,015	
	0,010	
	0,015	
	0,030	
	0,050	
от минус 0,25 до плюс 0,25	0,080	$\pm 2,5$
	0,100	
	минус 0,250	
	минус 0,200	
	минус 0,125	
	минус 0,060	
	минус 0,020	
	0,010	
	0,020	
	0,060	

Продолжение таблицы 13

от минус 0,5 до плюс 0,5	минус 0,500		$\pm 2,0$
	минус 0,400		
	минус 0,200		
	минус 0,100		
	минус 0,050		
	0,010		
	0,050		
	0,100		
	0,200		
	0,400		
от минус 1 до плюс 1	0,500		$\pm 2,0$
	минус 1,000		
	минус 0,800		
	минус 0,400		
	минус 0,200		
	минус 0,100		
	0,050		
	0,100		
	0,200		
	0,400		
от минус 2,5 до плюс 2,5	0,800		$\pm 2,0$
	1,000		
	минус 2,500		
	минус 1,000		
	минус 0,800		
от минус 2,5 до плюс 2,5	минус 0,500		$\pm 2,0$
	минус 0,200		
	0,100		
	0,200		
	0,500		
	0,800		

Продолжение таблицы 13

от минус 5 до плюс 5	минус 5,000	
	минус 4,000	
	минус 2,000	
	минус 1,000	
	минус 0,500	
	0,200	
	0,500	
	1,000	
	2,000	
	4,000	
от минус 10 до плюс 10	5,000	
	минус 10,000	
	минус 8,000	
	минус 4,000	
	минус 2,000	
	минус 1,000	
	0,500	
	1,000	
	2,000	
	4,000	
от минус 50 до плюс 50	8,000	
	10,000	
	минус 50,000	
	минус 40,000	
	минус 20,000	
	минус 10,000	
	минус 5,000	
	2,500	
	5,000	
	10,000	

Продолжение таблицы 13

от минус 100 до плюс 100	минус 100,000	$\pm 2,0$
	минус 80,000	
	минус 40,000	
	минус 20,000	
	минус 10,000	
	5,000	
	10,000	
	20,000	
	40,000	
	80,000	
	100,000	

6) значения приведенной к ВГ диапазона измерений мгновенных значений напряжения ( $\delta U$ ), %, рассчитываются программно по формуле (6);

где  $U_{изм}$  – измеренное мгновенное значение напряжения постоянного тока, В;  $U_{уст}$  – установленное мгновенное значение напряжения постоянного тока, В,  $U_{впз}$  – верхняя граница мгновенного значения напряжения постоянного тока, В.

7) после завершения работы программы отключить ТЕСТ-БА-1600М и приборы, отсоединить кабели и принадлежности.

11.14.2 Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной к ВГ диапазона погрешности измерений мгновенных значений напряжения находятся в пределах, приведенных в таблице 13.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки оформляют протоколом.

12.2 При положительных результатах поверки на ТЕСТ-БА-1600М выдается свидетельство установленной формы.

12.3 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

12.4 В случае отрицательных результатов поверки, поверяемые ТЕСТ-БА-1600М к дальнейшему применению не допускаются. На такие ТЕСТ-БА-1600М выдается извещение о их непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник отдела  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Начальник лаборатории  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

А. Максак

В.Н. Прокопишин