

733

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ФЦИ СИ «Воентест»
32 ЕНИИ МО РФ

В.Н. Храменков

« 10 » 08 2004 г



СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ

ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ К6-10

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

КМСИ.411711.004 МП

СОГЛАСОВАНО

Начальник 5569 ПЗ

В.А. БОРДОНОС

« ____ » _____ 2004 г.

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер

ОАО «Научно-производственная
компания «РИТМ»

Ю.Г. АСТАФЬЕВ

« ____ » _____ 2004 г.

Главный конструктор

Разработал

Нормоконтролер

Г.Х. Михайлов

М.В. Долгова

М.В. Долгова

СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
1 Общие сведения	3
2 Операции поверки	3
3 Средства поверки	4
4 Требования безопасности	5
5 Условия поверки и подготовка к ней	5
6 Проведение поверки	8
7 Оформление результатов поверки	19

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки приборов системы измерительной автоматизированной постоянного напряжения К6-10 при выпуске из производства, находящихся в эксплуатации и выпускаемых из ремонта.

1.2 Поверка всех приборов системы, кроме меры отношения напряжений К6-10МО, являющейся самоверяемым прибором, осуществляется не реже одного раза в год.

1.3 Поверка базового прибора системы – вольтметра-калибратора постоянного напряжения К6-10ВК – может выполняться как самостоятельно, так и в комплекте с блоком низковольтным К6-10БН (пределы «20 mV» и «200 mV»), с блоком высоковольтным К6-10БВ (пределы «200 V» и «1000 V»), с преобразователем напряжение-ток К6-10ПТ (калибратор тока).

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	Да	Да
Опробование	6.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	6.3		
Проверка диапазонов и определение основной погрешности измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока	6.3.1	Да	Да
Проверка диапазонов и определение основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	6.3.2	Да	Да
Определение нелинейности меры отношения	6.3.3	Да	Да
Определение действительного значения воспроизводимого напряжения и его нестабильности меры напряжения К6-10МН	6.3.4	Да	Да

2.2 При отрицательных результатах поверки приборы системы признаются непригодным к выпуску в обращение и применение и направляются в ремонт. При этом аннулируется или гасится клеймо. Приборы, не подлежащие ремонту, изымаются из обращения и эксплуатации, при этом выдается извещение о непригодности.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.2	Мультиметр В7-64/1 Измерение: напряжения постоянного тока 0,1 мВ-1000 В с погрешностью $\pm 0,01$ %; силы постоянного тока до 2000 мА с погрешностью $\pm 0,03$ %
6.3.1.1, 6.3.1.5, 6.3.3, 6.3.4	Вольтметр-калибратор постоянного напряжения К6-10ВК Диапазон измерения напряжения постоянного тока 0,1 мВ-1000 В; погрешность $\pm(0,00035-0,0015)$ %; нелинейность $\pm 0,0001$ %, разрешающая способность $\pm(0,00002-0,00006)$ % (возможна замена на вольтметр-калибратор постоянного напряжения В2-41/1)
6.3.1.1, 6.3.1.6	Вольтметр-калибратор постоянного напряжения с блоком низковольтным К6-10ВК с К6-10БН Диапазон измерения напряжения постоянного тока 10 нВ-1000 В; погрешность $\pm(0,00035-0,0015)$ %; нелинейность $\pm 0,0001$ % (возможна замена на вольтметр-калибратор постоянного напряжения В2-41/1 с делителем напряжения)
6.3.1.4	Вольтметр-калибратор постоянного напряжения с блоком высоковольтным К6-10ВК с К6-10БВ Диапазон воспроизводимых напряжений от 25 до 1000 В; погрешность $\pm(0,0006-0,0012)$ % (возможна замена на В2-41/1 с блоком усиления напряжения Я1-32/1; вольтметр-калибратор многофункциональный ВК2-40 с усилителем напряжения и силы тока Я1-32)
6.3.1.1, 6.3.1.2, 6.3.1.3, 6.3.4	Мера отношения напряжений К6-10МО Диапазон воспроизводимых напряжений от 0 до 20 В с нелинейностью до 0,000015 %
6.3.1.7, 6.3.3	Мера напряжения К6-10МН Выходное напряжение 10 В, нестабильность за 24 ч $\pm 0,00003$ % (возможна замена на меру напряжения транспортируемую Н4-9; эталонный стандарт напряжения 734А или 732А фирмы «FLUKE»)
6.3.2	Вольтметр-калибратор постоянного напряжения с преобразователем напряжение-ток К6-10ВК с К6-10ПТ Диапазон воспроизводимых токов от 0,1 мА до 10 А; погрешность $\pm(0,002-0,01)$ %
6.3.2	Набор мер сопротивлений типа МС3004 Номинальное сопротивление 1000; 100; 10; 1 Ом с погрешностью $\pm 0,001$ %
6.3.2	Катушка электрического сопротивления измерительная Р310 Номинальное сопротивление 0,01 Ом с погрешностью $\pm 0,002$ %

3.2 При проведении поверки допускается применять другие меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 По степени защиты от поражения электрическим током сетевые приборы системы (К6-10ВК, К6-10БВ, К6-10ПТ, К6-10МН) относятся к классу защиты II ГОСТ Р 51350.

4.2 Источниками опасного напряжения ~220 В, 50 Гц в этих приборах являются контакты сетевых предохранителей, сетевых выключателей, сетевых разъёмов и выводы первичных обмоток силовых трансформаторов. В высоковольтном блоке К6-10БВ источниками опасного напряжения дополнительно являются вторичные обмотки силовых трансформаторов с их выпрямителями, фильтрами (конденсаторами) и стабилизаторами. Каждый из этих источников развивает напряжение до 600 В, а при их последовательном включении – и до 1200 В. Под высоким напряжением (до 1000 В) могут оказаться контакты реле и ключей, а также делитель и гнезда выхода. При снятии верхней крышки блока К6-10БВ высокое напряжение (>220 В) отключается (блокируется).

4.3 В процессе работы калибратора К6-10ВК отключение схемы от выходных гнезд обеспечивается нажатием кнопки СБРОС. При этом на его выходе или на выходе прибора К6-10БВ напряжения снимаются. Подсвет кнопки СБРОС соответствует отключенному состоянию выхода указанных приборов.

4.4 К пользованию приборами могут допущены лица, прошедшие инструктаж о мерах безопасности при работе с радиоизмерительными приборами, изложенные в действующей нормативной документации по безопасности труда, включая «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00» и изучившие руководство по эксплуатации КМСИ.411711.004 РЭ.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 23 ± 5 ;
- относительная влажность окружающего воздуха, % 30 - 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) 84 - 106 (630 - 795);
- напряжение питающей сети, В 220 ± 22 ;
- частота промышленной сети, Гц $50 \pm 2,0$.

5.2 Перед проведением поверки необходимы следующие подготовительные работы:

- проверить комплектность системы на соответствие таблице 3;
- разместить поверяемые приборы на рабочем месте, обеспечив удобство и безопасность эксплуатации;
- собрать схему поверки в соответствии с проводимой операцией.

Таблица 3

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
КМСИ.411711.004	<u>Система измерительная автоматизированная постоянного напряжения К6-10</u>	1	
	<u>Изготавливаемые изделия</u>		
КМСИ.411134.012	Вольтметр-калибратор постоянного напряжения К6-10ВК	1	
КМСИ.411582.018	Блок высоковольтный К6-10БВ	1	
КМСИ.411582.022	Блок низковольтный К6-10БН	1	
КМСИ.411182.016	Преобразователь напряжение ток К6-10ПТ	1	
КМСИ.411641.010	Мера отношения напряжений К6-10МО	1	
КМСИ.411631.019	Мера напряжения К6-10МН	1	
КМСИ.642111.001	Коммутатор пятиканальный К6-10КП	1	С реверсивным ключом модели 98113
	<u>Поставляемые изделия *</u>		
Hp Laserjet 1200 series 776898-31 763001-02	Управляющая ПЭВМ	1	КОП-СТЫК С2
	Лазерный принтер	1	
	Преобразователь GPIB-232CV-A	1	
	Кабель КОП	1	
	Группа нормальных элементов	4	
	<u>Запасные части и принадлежности</u>		
КМСИ.323361.020	Футляр	3	Укладочный ящик
	<u>Прибор К6-10ВК</u>		
КМСИ.685631.022	Кабель	1	НК-1
КМСИ.685619.014	Кабель	1	Интерфейса СТЫК С2
Хв7.755.058	Перемычка	4	Установлены на клеммах прибора Сетевой
SCZ-1R	Шнур соединительный	1	
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,5 А 250 В	4	
	<u>Прибор К6-10БН</u>		
КМСИ.685631.042	Кабель пятипроводный	1	Соединение с К6-10ВК
КМСИ.685631.043	Кабель измерительный	1	С малым уровнем термо-э.д.с.
КМСИ.685619.014	Кабель	1	Управление от К6-10ВК
КМСИ.751567.002	Перемычка медная	4	
ChDiNi-7.2-500	Зарядное устройство	1	

Продолжение таблицы 3

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Прибор К6-10БВ		
КМСИ.685631.021-12	Кабель	1	Черный
КМСИ.685631.021-13	Кабель	1	Красный
КМСИ.685619.014	Кабель	1	Управление от К6-10ВК
SCZ-1R	Шнур соединительный	1	Сетевой
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 1 А 250 В	4	
	Прибор К6-10ПТ		
КМСИ.685631.021-12	Кабель	1	Черный
КМСИ. 685631.021-13	Кабель	1	Красный
КМСИ. 685619.014	Кабель	1	Управление от К6-10ВК
КМСИ. 685631.045	Кабель	1	На 10 А
SCZ-1R	Шнур соединительный	1	Сетевой
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 2 А 250 В	4	
	Прибор К6-10МО		
КМСИ. 685631.043	Кабель измерительный	1	
ChAPb-220-12-400	Зарядное устройство	1	
	Прибор К6-10МН		
Хв4.853.036-01	Кабель	1	Черный
Хв4.853.036-02	Кабель	1	Красный
МГТФ 0,35	Провод	2	L = 1 м
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,25 А 250 В	2	
	<u>Эксплуатационная документация</u>		
КМСИ.411711.004 РЭ	Система измерительная автоматизированная постоянного напряжения К6-10. Руководство по эксплуатации. Часть 1	1	
КМСИ.411711.004 ФО	Система измерительная автоматизированная постоянного напряжения К6-10. Формуляр	1	
	<u>Поставка по отдельному заказу</u>		
КМСИ.411711.004 РЭ1	Система измерительная автоматизированная постоянного напряжения К6-10. Руководство по эксплуатации. Часть 2	1	
КМСИ.434156.041	Делитель 10:1 (900 Ом/100 Ом)	1	Для калибровки К6-10БН

* Поставка осуществляется по спецзаказу

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра выключенных приборов системы устанавливается соответствие поверяемых приборов следующим требованиям:

- комплектности прибора согласно таблице 3;
- отсутствия механических повреждений;
- прочности крепления элементов корпуса, выходных разъемов и клемм, клавиатуры;
- целостности и состояния изоляции сетевого провода, выходных кабелей и других принадлежностей;
- отсутствия слабо закрепленных внутренних узлов (определяется на слух при наклонах и встряхивании прибора);
- отсутствия нарушения покрытий, особенно поверхностей электрических контактов и кабелей;
- четкости маркировки.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

6.2 Опробование

6.2.1 До начала опробования приборов системы необходимо подготовить их в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации КМСИ.411711.004 РЭ.

6.2.2 Включить приборы и произвести проверку их функционирования, для чего осуществить измерения мультиметром В7-64/1 в точках, приведенных в таблице 4. Перед измерениями провести автокалибровку № 1 (для прибора К6-10ВК).

Таблица 4

Состав аппаратуры	К6-10ВК и К6-10БН	К6-10ВК		К6-10ВК и К6-10БВ	
		2 V	20 V	200 V	1000 V
Предел калибратора	200 mV	2 V	20 V	200 V	1000 V
Проверяемая точка	200 мВ	2 В	+10 В -10 В	200 В	+1000 В -1000 В

Продолжение таблицы 4

Состав аппаратуры	К6-10ВК и К6-10ПТ					К6-10МО	К6-10МН
	2 mA	20 mA	200 mA	1 A	10 A		
Предел калибратора	2 mA	20 mA	200 mA	1 A	10 A	20 V	-
Проверяемая точка	2 mA	20 mA	+200 mA -200 mA	1 A	2 A	2 В, 10 В, 14 В, 20 В	10 В

Результаты проверки считают удовлетворительными, если в процессе автокалибровки отсутствуют диагностические сообщения о неисправности, а проверка в точках таблицы 4 реализуется с положительными результатами (параметр измеряется с погрешностью мультиметра В7-64/1).

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Проверка диапазонов и определение основной погрешности измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока и нелинейности характеристики базового прибора системы К6-10ВК из-за отсутствия возможности прямых измерений осуществляется поэлементно:

- определяется погрешность относительно внутриприборной меры напряжения (в последующем тексте – «погрешность преобразования»; имеется в виду аналого-цифровое или цифро-аналоговое преобразование);

- определяется стабильность внутриприборной меры за регламентный межповерочный интервал.

По принципу действия погрешности измерения и воспроизведения равны. По этой причине определение погрешности осуществляется в одном из режимов (главным образом, в режиме измерения).

В процессе поверки определяется:

- основная погрешность в нулевой области пределов «2 V», «20 V», «200 V», «1000 V» (п.6.3.1.1);

- погрешность преобразования (нелинейность) основного предела «20 V» (п.6.3.1.2);

- погрешность преобразования на пределе «2 V» (п.6.3.1.3);

- погрешность преобразования на пределах «200 V» и «1000 V» (п.6.3.1.4);

- погрешность преобразования в режиме стандартного вольтметра (п.6.3.1.5);

- погрешность преобразования на пределах «20 mV» и «200 mV» (п.6.3.1.6);

- стабильность внутриприборной меры напряжения (п.6.3.1.7).

Определение метрологических характеристик осуществляется после прогрева приборов системы в течение времени не менее:

- 4 ч для прибора К6-10МН;
- 4 ч для прибора К6-10ВК;
- 5 мин для прибора К6-10БВ;
- 2 ч для прибора К6-10БН;
- 2 ч для прибора К6-10ПТ;
- 2 ч для прибора К6-10МО.

6.3.1.1 Определение погрешности измерения в нулевой области на пределах «2 V», «20 V», «200 V», «1000 V» осуществляется следующим образом:

- замкнуть переключкой вход вольтметра (К6-10ВК);

- установить режим дифференциального вольтметра (нажатием кнопки «ДВ») с усреднением результатов четырех измерений ($n = 4$), восьмиразрядную шкалу с последующим ограничением до семи индицируемых разрядов кнопкой «←» группы РЕДАКТИРОВАНИЕ;

- последовательно устанавливая пределы «200 V» и «1000 V», зафиксировать показания вольтметра.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если показания индикатора не превышают ± 30 и ± 200 мкВ соответственно.

Так как на пределах измерения «2 V» и «20 V» термо-э.д.с. может исказить результаты измерений, используется метод компенсации начального уровня напряжения следующим образом:

- выход источника напряжения с пределом «200 mV» (К6-10ВК с блоком К6-10БН) подключить ко входу поверяемого вольтметра с пределом измерения «2 V»;

- при нулевом выходе калибратора нажатием кнопки «Δ» поверяемого вольтметра скомпенсировать начальный уровень его показаний;

- на выходе калибратора установить напряжение 10 мкВ и зафиксировать показание поверяемого вольтметра для каждой полярности поданного сигнала.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если показания вольтметра не выходят за границы 9 – 11 мкВ (то есть ошибка составляет ± 1 мкВ).

Поверяемый прибор (К6-10ВК) установить в режим калибратора, выход которого контролируется вольтметром с пределом измерения «200 mV» (например, К6-10ВК с блоком

К6-10БН) и шестиразрядной шкалой. Установить на выходе калибратора нулевое напряжение и скомпенсировать нажатием кнопки «Δ» вольтметра.

Установить на выходе поверяемого калибратора напряжение 1,5 мВ, а затем $\pm 1,7$ мВ (предел «20 V»). После регистрации показаний вольтметра убедиться, что они не отличаются от установленных значений более чем на ± 3 мкВ.

Установить предел «2 V» калибратора, выход которого контролируется вольтметром (К6-10ВК с блоком К6-10БН) с пределом измерения «200 mV» и шестиразрядной шкалой. Зафиксировать показание вольтметра при нулевом выходе калибратора, которое не должно превышать значения 1 мкВ с допускаемой погрешностью $\pm 0,5$ мкВ.

6.3.1.2 Определение погрешности преобразования (нелинейности) основного предела («20 V») прибора К6-10ВК осуществляется путем измерения поверяемым прибором выходного напряжения меры отношения К6-10МО следующим образом:

- подготовить меру отношения к работе на пределе «20 V» (ее самопроверка должна быть проведена по поверяемому прибору в соответствии с п.6.3.3.1);

- установить поверяемый прибор в режим дифференциального вольтметра (включена кнопка «ДВ») с семиразрядной шкалой, пределом измерения «20 V» и усреднением показаний 6 - 9 измерений;

- подключить выход меры отношения ко входу поверяемого вольтметра (посредством кабеля из комплекта прибора К6-10МО);

- уравнять исходные (нулевой и опорный) уровни приборов, для чего:

1) на выходе прибора К6-10МО установить напряжение, равное нулю, и нажатием кнопки «Δ» вольтметра скомпенсировать установившееся значение показаний;

2) на выходе прибора К6-10МО установить напряжение 20 В и, регулируя опорное напряжение последнего, добиться показания 20 В с максимально возможной точностью (± 2 мкВ);

3) декадным переключателем меры отношения устанавливать напряжения в соответствии с таблицей 5 и фиксировать показания поверяемого вольтметра. Рекомендуемый порядок поверки: 20 В, 18 В, 16 В, ..., 2 В, 0 В. Если в точках 6 В, 4 В, 2 В погрешность превышает допускаемое значение, то следует убедиться, что нуль измерительной схемы сохранился, в случае необходимости скомпенсировать его (нажатием кнопки «Δ») и повторить измерения в точках 6 В, 4 В, 2 В. Отсчет показаний рекомендуется осуществлять через 10 – 15 с после переключения.

Таблица 5

Измеряемое напряжение, В	± 2	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16	± 18	+22	+24
Допускаемая погрешность, мкВ	± 2	± 3	± 4	± 4	± 4	± 5	± 5	± 6	± 6	± 7	± 8

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения не превышает значений, приведенных в таблице 5.

6.3.1.3 Определение погрешности преобразования на пределе измерения «2 V» осуществляется следующим образом:

- выход меры отношения К6-10МО (предел «20 V») подключить ко входу поверяемого вольтметра (семиразрядная шкала, 5 – 10 усреднений) посредством кабеля из комплекта меры отношения;

- установить предел измерения «2 V», а на выходе меры отношения – нулевое напряжение;

- кнопкой «Δ» поверяемого вольтметра обнулить его индикатор;

- установить предел «20 V» вольтметра, а на выходе меры отношения – напряжение 20 В;
- регулируя опорное напряжение меры отношения, добиться показания $20 \text{ В} \pm 3 \text{ мкВ}$ на индикаторе поверяемого прибора;
- на выходе меры отношения установить напряжение 2 В и предел измерения «2 V» поверяемого прибора;
- зафиксировать показание.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения не превышает $\pm 4 \text{ мкВ}$.

6.3.1.4 Определение погрешности преобразования на пределах измерения «200 V» и «1000 V» осуществляется путем измерения калиброванного напряжения малошумящих источников, которое формируется специальной последовательностью измерительных процедур (итерациями).

В качестве источников напряжения можно использовать прецизионные калибраторы (В2-41/1, ВК2-40, К6-10ВК с высоковольтными усилителями).

Выходное напряжение каждого из источников в соответствии с рисунком 1 поочередно контролируется поверяемым прибором на пределе измерения «20 V» с семиразрядной шкалой, по показаниям которого устанавливается напряжение 25 В с максимально возможной точностью $\pm (3 - 5) \text{ мкВ}$.

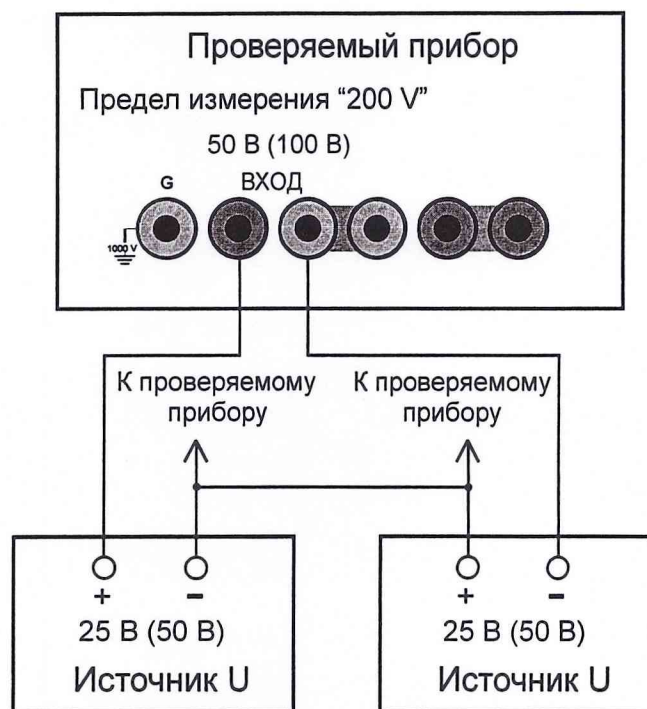


Рисунок 1

Наличие двух источников с калиброванным (по результатам измерения на проверенном пределе «20 V») выходным напряжением 25 В позволяет получить удвоенный уровень калиброванного напряжения 50 В. С этой целью суммарное напряжение источников измеряют поверяемым прибором на пределе «200 V».

Нажатием кнопки «Δ» обнулить индикатор вольтметра (в этом случае нулевое показание индикатора соответствует напряжению 50 В).

Подключая поочередно каждый из источников 50 В к поверяемому вольтметру, добиться нулевого показания его индикатора органами установки выходного напряжения источников. Сформированные таким образом на выходе источников уровни напряжения 50 В позволяют (при последовательном включении) получить калиброванный уровень напряжения 100 В. Это напряжение измеряется вольтметром (при выключенной кнопке «Δ») и определяется погрешность на пределе измерения «200 V».

Результаты поверки считают удовлетворительными, если показание вольтметра отличается от значения 100 В не более чем на ± 300 мкВ.

Для определения погрешности на пределе измерения «1000 V» аналогичным образом формируется калиброванный уровень напряжения 400 В:

- выбором константы «с» поверяемого вольтметра добиться показания 100 В с максимально возможной точностью (этим исключается фактическая погрешность вольтметра на пределе «200 V»);

- установить поочередно на выходе каждого из источников напряжение 200 В и отредактировать по точному показанию вольтметра на пределе измерения «200 V».

Напряжение 400 В, полученное при последовательном соединении источников, используется для определения погрешности поверяемого прибора на пределе «1000 V».

Результаты поверки считают удовлетворительными, если показание вольтметра отличается от значения 400 В не более чем на $\pm 1,5$ мВ.

6.3.1.5 Погрешность измерения в режиме стандартного вольтметра определяется следующим образом:

- установить пятиразрядную шкалу вольтметра с пределом измерения «20 V»;
- с выхода калибратора (К6-10ВК, В2-41/1) подать напряжения ± 20 В, а затем напряжения, равное нулю.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность измерения не превышает $\pm 0,3$ мВ при измерении напряжения 20 В и $\pm 0,1$ мВ при измерении нулевого напряжения.

6.3.1.6 Определение погрешности измерения и воспроизведения напряжения на пределах «20 mV» и «200 mV» (базовый прибор в комплекте с блоком низковольтным К6-10БН) осуществляется в начальной и конечной точках диапазона. При этом в нулевой области погрешность определяется в режиме калибратора, где реализуется «натуральный» нуль в отличие от «виртуального» нуля его вольтметра, который достигается цифровой компенсацией (вычитанием из показаний индикатора смещения нуля). Поверка производится в два этапа: определение погрешности в нулевой области калибратора (п.6.3.1.6.1) и определение погрешности на пределах «20 mV» и «200 mV» в режиме измерения (п.6.3.1.6.2).

6.3.1.6.1 Для определения погрешности в нулевой области калибратора (предел «20 mV») выход усилителя низковольтного блока (гнезда на задней панели) подключается ко входу вольтметра, работающего в режиме «ДВ» с семиразрядной шкалой при 9 усреднениях результатов измерений и пределе измерения «2 V». Входные зажимы калибратора блока низковольтного (на задней стенке) замыкаются монтажным проводом.

Порядок измерений:

- скомпенсировать нуль измерительной схемы путем обнуления индикатора (включением кнопки «Δ» вольтметра) при замкнутых медными перемычками входе и выходе низковольтного блока (в соответствии с рисунком 2);

- удалить перемычку на передней панели блока низковольтного, замыкающую выход «G» калибратора;

- в установившемся режиме показаний вольтметра зафиксировать показание, которое не должно превышать ± 3 мкВ. С учетом усиления в 100 раз, обеспечиваемого низковольтным блоком, это значение соответствует ± 30 нВ на выходе низковольтного блока.



Рисунок 2

6.3.1.6.2 Погрешность прибора К6-10ВК на пределах «20 мV» и «200 мV» определяется в режиме измерений калиброванных напряжений ± 200 мВ, которые формируются при помощи вспомогательного делителя с коэффициентом передачи 1:10.

Для точного определения коэффициента передачи делителя на него подается напряжение 10 В (от вспомогательного калибратора), а выходное напряжение 1 В измеряется поверяемым вольтметром на пределе измерения «2 V» (режим «ДВ»).

Предварительно следует уравнять напряжения 10 В вспомогательного калибратора и поверяемого вольтметра К6-10ВК, для чего:

- выход калибратора с напряжением 10 В подключить ко входу поверяемого вольтметра (предел «20 V», семиразрядная шкала);

- редактированием выходного уровня калибратора добиться показания $10 \text{ В} \pm 2 \text{ мкВ}$ на индикаторе поверяемого вольтметра;

- к выходу калибратора подключить делитель 1:10 (по четырехпроводной линии), а выход делителя подключить ко входу поверяемого вольтметра (предел «2 V», семиразрядная шкала, $n = 4$);

- при обнуленном выходе калибратора нажатием кнопки « Δ » скомпенсировать смещение нуля предела «2 V» вольтметра, после чего установить напряжение 10 В на выходе калибратора;

- выбором константы «с» вспомогательного калибратора добиться точного показания $1 \text{ В} \pm 0,5 \text{ мкВ}$ поверяемым вольтметром, завершив таким образом калибровку делителя;

- в соответствии с руководством по эксплуатации осуществить соединение поверяемых приборов К6-10ВК и К6-10БН в измерительный комплект;

- дифференциальный вход низковольтного блока « \Rightarrow » кабелем из комплекта поставки подключить к выходу делителя 1:10 при нулевом выходе калибратора;

- включить автокалибровку №15 низковольтного блока;

- установить предел измерения «200 мV» с шестьюразрядной шкалой и режимом четырех усреднений;

- на выходе вспомогательного калибратора установить напряжение 2 В (на пределе «20 V»), что соответствует напряжению 200 мВ на выходе делителя;

- зафиксировать показание поверяемого прибора, после чего сменить полярность напряжения калибратора и вновь зафиксировать показание вольтметра.

Результаты проверки считают удовлетворительными (как для режима измерения, так и воспроизведения), если показания вольтметра отличаются от значений ± 200 мВ не более чем на $\pm 0,8$ мкВ.

По принципу действия данным видом поверки обеспечивается проверка и предела «20 мV».

6.3.1.7 Определение стабильности внутриприборной меры напряжения осуществляется путем измерения напряжения образцовой меры с интервалом 24 ч, для чего необходимо подготовить базовый прибор К6-10ВК к измерениям следующим образом:

- провести автокалибровку № 1;

- установить режим дифференциального вольтметра с пределом «20 V» и семиразрядной шкалой;

- подготовить к работе образцовую меру напряжения, в качестве которой может использоваться приборы Н4-9, К6-10МН, модели 732А или 734А фирмы Fluke;

- подать напряжение меры 10 В и зафиксировать показание. Через 24 ч повторить процедуру, включая подготовку прибора к измерениям.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если разность между суточными измерениями не превышает $\pm 0,0001$ %.

ВНИМАНИЕ! – Разница температур между суточными измерениями не должна превышать ± 1 °С, а прибор должен находиться при этой температуре не менее 2 ч.

6.3.2 Проверка диапазонов и определение основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока осуществляется методом измерения падения напряжения на образцовой мере сопротивления, через которую пропускается контролируемый ток (от калибратора тока –

комплекта в составе базового прибора К6-10ВК и преобразователя напряжение-ток К6-10ПТ).

Определение погрешности на каждом пределе производится в области минимальных и максимальных значений силы тока следующим образом:

- токовые выводы «I» меры сопротивления R_0 подключить к выходу поверяемого прибора;

- к потенциальным выводам меры R_0 подключить вольтметр К6-10ВК с пределом измерения «2 В»;

- произвести измерение падения напряжения на R_0 при минимальном (равном нулю) и максимальном токе предела (положительной и отрицательной полярности).

Пределы и поверяемые точки указаны в таблице 6.

Таблица 6

Предел, Iп	Номинальные значения сопротивления меры R_0 , Ом	Поверяемая точка, мА	Допускаемое отклонение, мкВ
2 мА	1000	0 ±2	± 4 (± 2) ± 35 (± 10)
20 мА	100	0 ±20	± 4 (± 2) ± 35 (± 10)
200 мА	10	0 ±200	± 4 (± 2) ± 35 (± 20)
1000 мА	0,1 (нуль измеряется при $R_0 = 1$ Ом)	0 ±1000	± 5 (± 2) ± 5 (± 2)
10000 мА	0,01 (нуль измеряется при $R_0=0,1$ Ом)	0 ±10000	± 10 (± 5) ± 10 (± 5)

Примечание – В скобках указаны значения для измерений при температуре калибровки ($t_k \pm 1$) °С прибора К6-10ПТ

Результаты поверки считают удовлетворительными, если отклонение силы тока (выраженное в отклонениях напряжения) не превышает значений, указанных в таблице 6.

П р и м е ч а н и я

1 Образцовые меры R_0 с номинальными значениями 1000; 100; 10; 1; 0,1 Ом – из набора мер сопротивлений типа МС3004.

2 Образцовая мера R_0 с номинальным значениям 0,01 Ом – катушка электрического сопротивления измерительная Р310, значение сопротивления которой известно с точностью ±0,002%.

3 Вышеописанные процедуры определения погрешности предполагают, что действительное значение сопротивления меры не отличается от номинального, т.е. от значения 1000 Ом, 100 Ом, 10 Ом и т.д. Если действительные значения мер сопротивления, взятые из их свидетельств о калибровке, отличаются от номинальных, необходимо воспользоваться операцией масштабирования «с · х» вольтметра. С этой целью для каждой меры вычисляется константа «с» путем деления номинального значения сопротивления меры на ее действительное значение (например, $c = 1000/999,9 = 1,0001$) и до начала измерения вводится в измерительный прибор (вольтметр) для соответствующего данному измерению сопротивления меры.

6.3.3 Проверка характеристик меры отношения напряжений К6-10МО включает определение нелинейности, в процессе которой проверяется диапазон устанавливаемых напряжений и органы подстройки (регулирования).

Нелинейность характеристики определяется в процессе самоповерки меры отношения. Фактически оценивается возможность выравнивания резисторов поверяемого прибора с точностью ±0,000015 %, ограничиваемой в большинстве практических случаев разрешающей способностью прибора, по которому осуществляется самоповерка.

Перед поверкой прибор К6-10МО должен быть прогрет не менее 2 ч в положении переключателя пределов «20 V», после чего должна быть проведена его калибровка по базовому прибору или с использованием вспомогательной меры отношения К6-10МО в соответствии с рисунком 3.

Калибровка меры отношения по базовому прибору осуществляется следующим образом:

- установить требуемый предел меры отношения («10 V» или «20 V») и дать прибору прогреться;
- подключить выход «▼» меры ко входу вольтметра К6-10ВК, функционирующего с семиразрядной шкалой, пределом измерения «2 V» и усреднением 6 – 7 измерений ($n = 6 - 7$);
- установить декадный переключатель меры отношения в положение «5» и нажать кнопку «▼» («калибровка»);
- после получения устойчивого показания перевести прибор К6-10ВК в режим измерения приращений «%». При этом исходное показание компенсируется автоматически и дальнейшая калибровка проводится по нулевому показанию прибора К6-10ВК.

Примечание – Убедиться в устойчивости показаний вольтметра можно только через 15 – 20 мин после подачи напряжения 2 В на его вход. Так как из-за разогрева делителя внутри прибора К6-10ВК имеет место дрейф показаний вольтметра. Последующие шаги калибровки реализуются при напряжении 2 В, и потому не влияют на характер разогрева;

- убедившись в том, что вольтметр индицирует установившееся нулевое показание, перевести переключатель выходного напряжения в положение «4»;
- добиться ручкой ПОДСТРОЙКА нулевого показания индикатора с максимально возможной точностью;
- убедившись в установившемся характере показаний, кнопкой ЗАПИСЬ зафиксировать в памяти прибора калибровочную поправку для положения «4» переключателя выходного напряжения, после чего перевести переключатель в положение «3»;
- аналогично добиться ручкой ПОДСТРОЙКА с максимально возможной точностью нулевого показания индикатора, после чего в установившемся режиме показаний кнопкой ЗАПИСЬ зафиксировать в памяти прибора калибровочную константу для положения «3» переключателя выходного напряжения;
- аналогичными процедурами в положениях «2» и «1» переключателя осуществить калибровку меры отношения;
- перевести переключатель выходного напряжения в положение «5» и убедиться, что индицируется нулевое показание с отклонением не более $\pm 0,00001$ %. В противном случае нажатием кнопки «%» вольтметра обнулить индикатор и повторить процедуру калибровки в позициях «4», «3», «2» и «1».

Таким образом, в операциях калибровки позиция «5» является исходной (реперной), по ее уровню калибруются все остальные резисторы декады (следует отметить, что в качестве исходной может быть выбрана любая другая позиция). Если при возвращении в позицию «5» индицируется нулевое показание (с отклонением $\pm 0,00001$ % или другим, допускаемым для пользователя), осуществляется самоповерка в положениях «6», «7», «8», «9», «10» переключателя выхода. По завершении операций самоповерки переключатель вновь возвращается в положение «5», чтобы убедиться, что за время калибровки исходный уровень не изменился.

После окончания самоповерки проводится контрольная оценка ее качества: устанавливая переключатель выходного напряжения в положения «1», «2», «3», ..., «10», убедиться, что показания не превышают $\pm(0,00001 - 0,00002)$ % или другого допускаемого для пользователя значения. При этом речь идет о стационарном характере показаний (случайные помехи не учитываются).

П р и м е ч а н и я

1 Если в каком-либо положении переключателя выходного напряжения пропущено нажатие кнопки ЗАПИСЬ, результат подстройки аннулируется (только в этом положении).

2 Начальный уровень калибруемого напряжения, установленный в положении «5» декадного переключателя, после компенсации нажатием кнопки «%» вольтметра является ис-

ходным для всех последующих операций (шагов) калибровки, т.е. его компенсация во всех остальных положениях декадного переключателя недопустима.

3 Рекомендуется в процессе калибровки регулярно возвращаться к исходному положению «5» декадного переключателя и, при необходимости, осуществлять компенсацию (нажатием кнопки «%») исходного уровня напряжения.

Наилучшие результаты калибровки могут быть получены при наличии второго прибора К6-10МО (см. рисунок 3). В этом случае напряжение самоверяемого прибора компенсируется встречным включением напряжения 2 В вспомогательного прибора, а разность контролируется вольтметром в совокупности с низковольтным блоком на пределе измерения «20 mV» или «200 mV» при чувствительности 0,1 мкВ. Так как в этом случае вольтметр функционирует как нуль-орган с уровнем шумов менее 0,1 мкВ, то точность выравнивания резисторов может достигнуть значения $\pm 0,000005\%$.

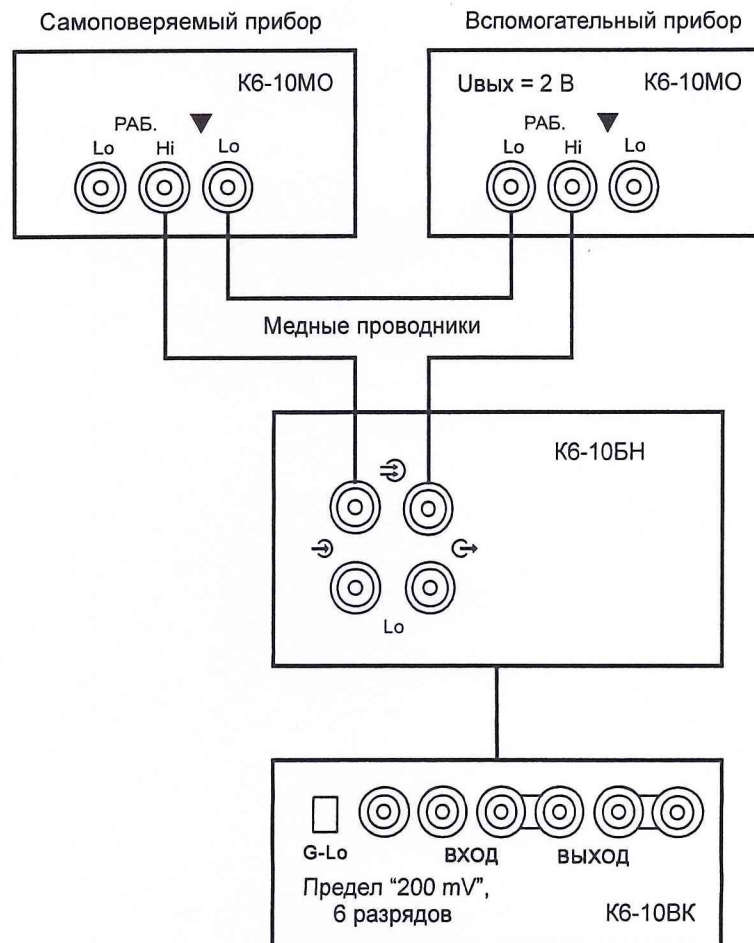


Рисунок 3

После завершения калибровки через 15 мин осуществляется контрольная оценка ее качества:

- подключить выход «▼» («калибровка»)веряемого прибора (кабелем из его комплекта) ко входу вольтметра К6-10ВК с пределом измерения «2 V» и усреднением результатов девяти измерений ($n = 9$);

- в положении «5» переключателя выходного напряжения кнопкой «%» вольтметра обнулить индикатор;

- устанавливая переключатель выхода в положения «4», «3», «2», «1», «6», «7», «8», «9», «10», убедиться, что показания индикатора вольтметра не превышают $\pm(0,00001 - 0,00002)\%$, причем меньшее значение ($\pm 0,00001\%$) встречается в не менее чем половине поверочных точек. Так как речь идет о стационарном характере показаний, случайные «броски» (помехи) не учитываются.

При калибровке прибора К6-10МО с использованием измерительной схемы в соответствии с рисунком 3 при контрольной оценке ее качества показания вольтметра К6-10ВК (после обнуления в позиции «5») не должны превышать $\pm 0,3$ мкВ ($\pm 0,000015$ %).

6.3.4 Проверка характеристик меры напряжения К6-10МН включает определение действительного значения воспроизводимого напряжения и его нестабильности.

Определение нестабильности выходного напряжения осуществляется путем вычисления разности между текущим и предыдущим значениями выходного напряжения меры, определяемыми через межповерочный интервал.

Определение действительного значения напряжения меры производится с помощью вольтметра-калибратора К6-10ВК (или В2-41/1) в режиме вольтметра с шестизрядной шкалой и рабочего эталона (термостатированного нормального элемента совместно с мерой отношения К6-10МО или эталонного стандарта напряжения 732В или 734А фирмы FLUKE) в следующем порядке:

- подготовить приборы, участвующие в проверке, в соответствии с их инструкциями по эксплуатации;
- собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4. Через 5 минут измерить действительное значение на выходных клеммах эталонного стандарта напряжения 732В или 734А, включив режим усреднения вольтметра-калибратора К6-10ВК (В2-41/1), равный $n = 5$;
- установить, при необходимости, функцией математической обработки с \cdot х показание вольтметра равным действительному значению напряжения эталонного стандарта напряжения 732В или 734А, указанному в свидетельстве о поверке или определенному с помощью нормального элемента и меры отношения К6-10МО;
- подключить вход вольтметра К6-10ВК (В2-41/1) к выходным клеммам проверяемой меры напряжения К6-10МН. Через 10 мин произвести отсчет показаний по индикатору вольтметра;
- занести полученное значение напряжения меры в формуляр (протокол) и указать класс (неопределенность) эталонного стандарта.

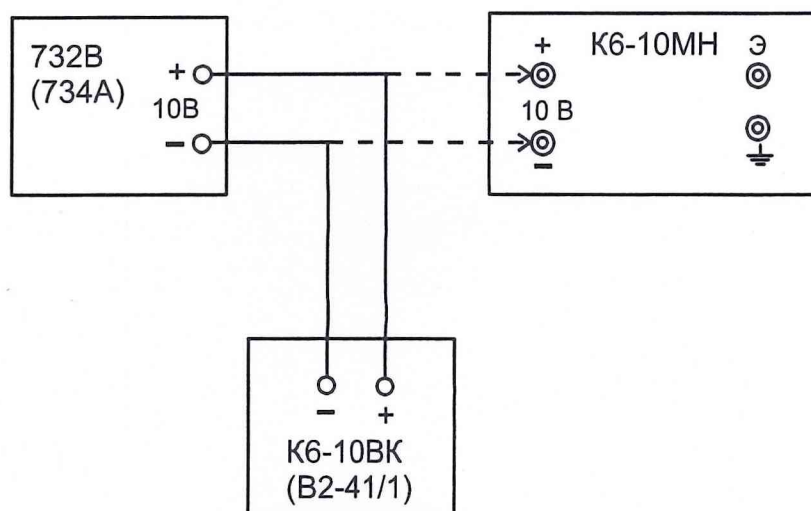


Рисунок 4

Значение нестабильности меры за межповерочный интервал ν определяется по формуле (1):

$$\nu = \bar{U} - \bar{U}_n, \quad (1)$$

\bar{U} – действительное значение напряжения меры при текущей поверке,
 где \bar{U}_n – действительное значение напряжения меры, полученное по результатам предыдущей поверки.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если нестабильность выходного напряжения за межповерочный интервал 1 год не превышает $\pm 0,0001\%$, нестабильность выходного напряжения за 90 дней гарантируется схемотехникой меры напряжения.

Примечания

1 Нестабильность выходного напряжения меры проверяется в процессе эксплуатации, т.е. в выражении (1) \bar{U}_n – напряжение, определенное при выпуске прибора, а \bar{U} – напряжение, измеренное пользователем после первого межповерочного интервала, затем – после второго и т.д.

2 Выражение (1) предполагает, что напряжения эталонов, по которым устанавливается напряжение меры при текущей и последующих поверках, отличаются друг от друга не более чем на $\pm 0,00002\%$. В противном случае величина V должна быть увеличена на класс эталонной меры, а если это были разные меры, - на суммарный класс эталонных мер.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Положительные результаты поверки оформляют в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94 и вносят в соответствующий раздел формуляра КМСИ.411711.004 ФО.

Поверительные клейма наносят в соответствии с требованиями ПР 50.2.007-94.

7.2 Отрицательные результаты поверки оформляют в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



А.Щипунов

