


**Федеральное государственное унитарное предприятие
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО
Директор ООО «Авиаагрегат-Н»



М.П.  2019 г.

«24»

У.М. Сулейманов

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора ФГУП «ВНИИМС»
по производственной метрологии



М.П.  2019 г.

Н.В.Иванникова

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**КИЛОВОЛЬТМЕТРЫ
КВМ**

Методика поверки

АИЕЛ.411115.001 МП с изменением №1

г. Москва
2019

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Настоящая методика устанавливает методы и средства проведения первичной и периодической поверок на киловольтметры КВМ, изготавливаемые ООО «Авиаагрегат-Н», г. Новочеркасск Ростовской области.

На поверку представляют киловольтметр, укомплектованный в соответствии с паспортом, и комплект следующей технической и нормативной документации:

- паспорт ПС;
- руководство по эксплуатации РЭ;
- методика поверки МП.

Интервал между поверками – 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и киловольтметр бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2. Опробование	7.2	Да	Да
3. Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
3.1 Определение относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока	7.3.1	Да	Да
3.2 Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока	7.3.2	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблице 2.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.1	Визуально
7.3.1	<p>Источник высокого напряжения постоянного тока. Диапазон выходного напряжения от 0 до 315 кВ.</p> <p>Делитель напряжения ДН-400. Диапазон преобразования напряжения постоянного тока от 0,1 до 100 кВ. Номинальные коэффициенты деления 1000, 10000. Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента деления $\pm 0,1 \%$.</p> <p>ГПСЭ единицы электрического напряжения постоянного тока – вольта в диапазоне $\pm (1...500)$ кВ (ГЭТ 181-2010). Диапазон измерений напряжения постоянного тока $\pm (1...500)$ кВ. Стандартная неопределенность, по типу А $U_A(U) \leq 2,20 \cdot 10^{-5}$. Стандартная неопределенность, по типу В $U_B(U) \leq 1,18 \cdot 10^{-5}$. Суммарная стандартная неопределенность $U_C(U) \leq 2,50 \cdot 10^{-5}$.</p> <p>Вольтметр универсальный В7-78/1.</p> <p>Верхний предел измерений напряжения постоянного тока 10 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока $\pm (0,000035 \cdot U_{\text{изм.}} + 0,000005 \cdot U_{\text{пр.}})$.</p> <p>Калибратор универсальный Fluke 9100.</p> <p>Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 32 до 320 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока $\pm (0,000065 \cdot U_{\text{в.}} + 4,48 \text{ мВ})$. Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 320 до 1050 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока $\pm (0,00006 \cdot U_{\text{в.}} + 19,95 \text{ мВ})$.</p> <p>Вольтметр амплитудный ВА-3.1 (рег. 48113-11).</p>
7.2; 7.3.2	<p>Источник высокого напряжения переменного тока промышленной частоты. Диапазон выходного напряжения (действующее значение) от 0 до 225 кВ.</p> <p>Трансформатор напряжения измерительный лабораторный НЛЛ-15. Номинальные напряжения первичной обмотки от 3 до 16 кВ. Кл. т. 0,05 (0,1).</p> <p>Делитель напряжения составной ДН-160пт. Диапазоны преобразования напряжения переменного тока частоты 50 Гц: 15...25; 45...80; 100...160 кВ. Номинальные коэффициенты деления 350; 1100, 2200. Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента деления $\pm 0,1 \%$.</p> <p>Вольтметр универсальный В7-78/1.</p> <p>Верхние пределы измерений напряжения переменного тока 10, 100 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока $\pm (0,0006 \cdot U_{\text{изм.}} + 0,0003 \cdot U_{\text{пр.}})$.</p> <p>Калибратор универсальный Fluke 9100.</p> <p>Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока 1050 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока $\pm (0,0005 \cdot U_{\text{в.}} + 126 \text{ мВ})$.</p> <p>Трансформатор напряжения измерительный эталонный NVRD (рег. №56003-13);</p> <p>Трансформатор напряжения эталонный 4820-HV spez (рег. № 28982-05)</p> <p>Вольтметр амплитудный ВА-3.1 (рег. 48113-11).</p>

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2-7.4	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4, диапазон измерений от 0 до 50 °С, ПГ ±1 °С Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106 кПа, ПГ±200 Па Психрометр аспирационный М-34-М, диапазон измерений от 10 до 100 %, ПГ±1 %

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей средств измерений электрических величин.

3.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с квалификационной группой по электробезопасности не ниже IV.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведенные в руководствах по эксплуатации на применяемое оборудование.

4.2 Средства поверки должны быть заземлены гибким медным проводом сечением не менее 4 мм². Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно осуществляться ранее других соединений. Отсоединение заземления при разборке измерительной схемы должно производиться после всех отсоединений.

4.3 Помещения, предназначенные для поверки, должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004.

4.4 Должны быть проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|---|-----------------|
| • температура окружающего воздуха, °С | от +15 до +25 |
| • относительная влажность, % | от 30 до 80 |
| • атмосферное давление, кПа | от 84 до 106 |
| • напряжение питания, В | от 198 до 242 |
| • номинальная частота питающей сети, Гц | от 49,5 до 50,5 |
| • коэффициент искажения синусоидальности напряжения питающей сети, % , не более | 5 |

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.

2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Средства измерения, используемые при поверке, поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого киловольтметра следующим требованиям:

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части киловольтметра должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При невыполнении вышеперечисленных требований поверка прекращается и киловольтметр бракуется.

7.2 Опробование

Опробование проводят в следующей последовательности:

1. Подключают поверяемый киловольтметр к источнику питания переменного тока частотой 50 Гц. Включают источник и поверяемый киловольтметр в соответствии с их РЭ;
2. Подключают поверяемый киловольтметр КВМ к высоковольтному источнику переменного напряжения частотой 50 Гц.
3. Плавно поднимают напряжение до максимального значения диапазона измерений (в зависимости от модификации)
4. Плавно снижают напряжение до нуля.
5. Отключают питание высоковольтного источника напряжения.
6. Результаты поверки считаются положительными, если при достижении максимального значения диапазона измерений не наблюдаются поверхностные разряды и перекрытия.

При невыполнении вышеперечисленных требований поверка прекращается и киловольтметр бракуется.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему, приведенную на рис. 1.

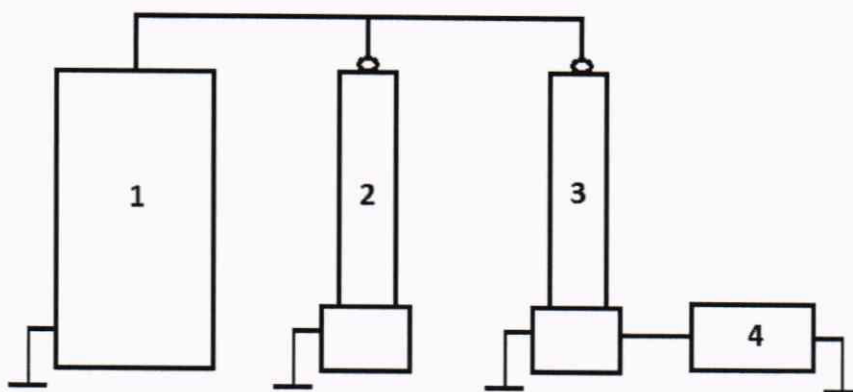


Рисунок 1 – Схема для определения относительной погрешности измерений напряжения постоянного/переменного тока на напряжении свыше 1000 В

где 1 – источник высокого напряжения постоянного/переменного тока;
 2 – поверяемый киловольтметр;
 3 – эталонный делитель (трансформатор напряжения для напряжения переменного тока);
 4 – эталонный вольтметр (для модификаций КВМ-150 и КВМ-220 использовать амплитудный вольтметр ВА 3.1)

2. Перевести киловольтметр в режим измерения напряжения постоянного тока.
3. Провести измерения в точках, указанных в таблице 3.
 Для модификаций КВМ-150 и КВМ-220 измерения в каждой точке проводить по 10 раз.
4. Рассчитать относительную погрешность измерений напряжения постоянного тока по формуле (1)

$$\delta = \frac{U_x - U_0}{U_0} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где: U_x – показания поверяемого киловольтметра, кВ;

U_0 – показания эталонного прибора, кВ;

При применении делителя напряжения U_0 рассчитывается по формуле (2)

$$U_0 = U_{\text{э}} \cdot K_{\text{д}} \quad (2)$$

где:

$U_{\text{э}}$ – показания эталонного вольтметра, В

$K_{\text{д}}$ – коэффициент деления эталонного делителя.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность измерений напряжения постоянного тока не превышает $\pm 0,5 \%$ ($\pm 0,25 \%$ – по заказу).

При невыполнении этих требований поверка прекращается, и киловольтметр бракуется.

Таблица 3

Модификация	Диапазон измерений, кВ	Поверяемые отметки*, кВ
КВМ-25	От 0,04 до 35	0,04 ¹⁾
		3,5
		9
		18
		26
		35
КВМ-50	От 0,07 до 70	0,07 ¹⁾
		7
		18

Модификация	Диапазон измерений, кВ	Поверяемые отметки*, кВ
		35
		52
		70
КВМ-75	От 0,1 до 105	0,1 ¹⁾
		10
		25
		50
		75
		100
		100
КВМ-100	От 0,15 до 140	0,15 ¹⁾
		15
		35
		70
		100
		140
КВМ-150	От 2,5 до 210	2,5
		20
		50
		100
		160
		210
КВМ-220	От 2,5 до 315	2,5
		30
		75
		160
		230
		315

Примечание: ¹⁾ – На указанных отметках поверку производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100 по схеме, приведенной на рисунке 2.

*- допусаемое отклонение при установке указанных значений напряжения модификаций КВМ-150 и КВМ-220 составляет ± 1 кВ; на нижнем пределе диапазона измерений допусаемое отклонение составляет $+1$ кВ, на верхнем пределе диапазона (-1) кВ.

7.3.2 Определение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока проводить в следующей последовательности:

а) Частота напряжения переменного тока - 50 Гц

1. Собрать схему поверки, приведенную на рис. 1.
2. Перевести киловольтметр в режим измерения напряжения переменного тока.
3. Провести измерения в точках, указанных в таблице 4.
Для модификаций КВМ-150 и КВМ-220 измерения в каждой точке проводить по 10 раз.
4. Погрешность измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока рассчитать по формуле (3).

$$\delta = \frac{U_x - U_0}{U_0} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где: U_x – показания поверяемого киловольтметра, кВ;

U_0^* – показания эталонной системы, кВ;

Примечание:*

1. В случае применения эталонного трансформатора U_0 рассчитывается по формуле (4):

$$U_0 = U_{\text{э}} \cdot K_{\text{тр}} \quad (4)$$

где: $U_{\text{э}}$ – показания эталонного вольтметра, В
 $K_{\text{тр}}$ – коэффициент трансформации.

2. В случае применения эталонного делителя напряжения U_0 рассчитывается по формуле (5):

$$U_0 = U_{\text{э}} \cdot K_{\text{д}} \quad (5)$$

$U_{\text{э}}$ – показания эталонного вольтметра, В

$K_{\text{д}}$ – коэффициент деления

5. Для модификаций КВМ-150 и КВМ-220 проверить в точках 10 кВ и 140 кВ (КВМ-150); в точках 10 кВ, 220 кВ (КВМ-220) коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения, переведя предварительно амплитудный вольтметр ВА 3.1 в режим измерения коэффициента гармоник («Гармоники»).

Результаты поверки киловольтметра считаются удовлетворительными, если

- во всех поверяемых точках относительная погрешность измерений не превышает $\pm 0,5\%$ ($\pm 0,25\%$ – по заказу).

- для модификаций КВМ-150 и КВМ-220 во всех поверяемых точках (по 10 измерений каждая) относительная погрешность измерений не превышает $\pm 0,5\%$ ($\pm 0,25\%$ – по заказу) и коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не превышает 5%.

При невыполнении этих требований поверка прекращается, и киловольтметр бракуется.

Таблица 4

Модификация	Диапазон измерений, кВ	Поверяемые отметки*, кВ	Частота, Гц
КВМ-25	От 0,04 до 25	0,04 ¹⁾	50
		3	
		6	
		12	
		18	
		25	
КВМ-50	От 0,07 до 50	0,07 ¹⁾	50
		5	
		12	
		25	
		38	
		50	
КВМ-75	От 0,1 до 75	0,1 ¹⁾	50
		8	
		19	
		38	
		56	

Модификация	Диапазон измерений, кВ	Поверяемые отметки*, кВ	Частота, Гц
		75	
КВМ-100	От 0,15 до 100	0,15 ¹⁾	50
		10	
		25	
		50	
		75	
		100	
КВМ-150	От 2,5 до 150	2,5	50
		15	
		38	
		75	
		110	
		150	
КВМ-220	От 2,5 до 225	2,5	50
		23	
		56	
		110	
		170	
		225	

Примечание: ¹⁾ – На указанных отметках поверку производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100 по схеме, приведенной на рисунке 2.

*- допускаемое отклонение при установке указанных значений напряжения модификаций КВМ-150 и КВМ-220 составляет ± 1 кВ; на нижнем пределе диапазона измерений допускаемое отклонение составляет +1 кВ, на верхнем пределе диапазона (-1) кВ.

б) Частота напряжения переменного тока 400 Гц (для соответствующих модификаций)

Определение погрешности производить путем определения неравномерности АЧХ киловольтметра методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Собрать схему поверки, приведенную на рис. 2.

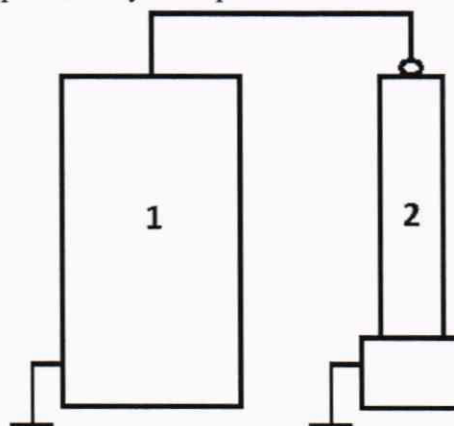


Рис. 2

где 1 – калибратор;
2 – поверяемый киловольтметр.

2. Перевести киловольтметр в режим измерения напряжения переменного тока.
3. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения переменного тока частотой 50 Гц с действующим значением 1000 В.
4. Провести измерения и зафиксировать показания киловольтметра.
5. Провести измерения киловольтметром напряжения калибратора на остальных частотах, указанных в таблице 5, и определить неравномерность АЧХ ΔS по формуле (5).

$$\Delta S = \frac{U_x - U_0}{U_0} \cdot 100\% \quad (5)$$

где: U_x – показания поверяемого прибора на конкретной частоте диапазона, В;
 U_0 – показания поверяемого прибора на частоте 50 Гц, В.

6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если в точке 400 Гц неравномерность АЧХ, определенная по формуле (5), не превышает 0,25 (0,5) %.

Таблица 5

Частота, Гц	Показания поверяемого прибора, В	Неравномерность АЧХ ΔS , %
50		0
100		
200		
300		
400		

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляют в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

8.2 При положительном результате поверки в паспорт вносится соответствующая запись, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки и (или) выдается свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательном результате поверки киловольтметр не допускается к дальнейшему применению, свидетельство о поверке аннулируется, выписывается извещение о непригодности к применению и делается соответствующая запись в паспорте киловольтметра.

Ведущий инженер отдела 206.1 ФГУП «ВНИИМС»

Е.Б. Селиванова

Начальник отдела 206.1 ФГУП «ВНИИМС»

С.Ю. Рогожин