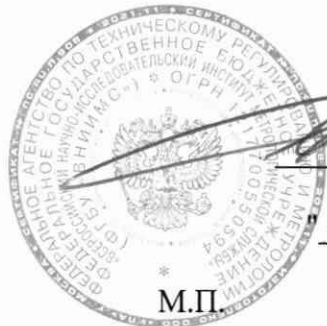


**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии



А.Е. Коломин

" 14 " 10 2022 г.

М.П.

Государственная система обеспечения единства измерений

«ГСИ. Киловольтметры КВМ. Методика поверки»

МП 206.1-103-2022

г. Москва
2022 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки киловольтметров КВМ (далее по тексту – киловольтметры), изготавливаемых ООО «Авиаагрегат-Н», г. Новочеркасск, используемых в качестве средств измерений или в качестве рабочих эталонов в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения постоянного тока в диапазоне от 1 до 500 кВ и государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения переменного тока промышленной частоты и комбинированного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ с гармоническими составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц.

На поверку представляются киловольтметры, укомплектованные в соответствии с руководством по эксплуатации, и комплект следующей технической и нормативной документации:

- руководство по эксплуатации;
- паспорт;
- методика поверки.

При проведении поверки следует руководствоваться указаниями, приведенными в п.п. 2 – 6 настоящей методики поверки и руководстве по эксплуатации.

При определении метрологических характеристик киловольтметров должна быть обеспечена прослеживаемость к ГЭТ 181 и ГЭТ 191.

Методом, обеспечивающим реализацию методики поверки, является метод непосредственного сличения поверяемого средства измерений с рабочим эталоном того же вида.

Допускается проводить периодическую поверку для меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 Поверка проводится в объеме и в последовательности, указанной в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций при первичной и периодических поверках

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Опробование	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока частотой 50 Гц	Да	Да	10.2
Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 50 до 400 Гц*	Да	Да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Примечание: * - поверка по данному пункту проводится только для киловольтметров с функцией измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 50 до 400 Гц.			

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться при следующих условиях окружающей среды:

- температура окружающей среды, °C от +15 до +25;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- относительная влажность воздуха, % до 80.

3.2 Напряжение питающей сети переменного тока частотой от 49,5 до 50,5 Гц, действующее значение напряжения от 207 до 253. Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 5 %. Остальные характеристики сети переменного тока должны соответствовать ГОСТ 32144-2013.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускают специалистов из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучивших настоящую методику поверки и руководство пользователя/руководство по эксплуатации на поверяемое СИ и имеющих стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

4.2 Специалист должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право проведения работ в электроустановках с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III до и выше 1000 В.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.3.1 Условия проведения поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °C с абсолютной погрешностью не более 0,2 °C; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20 до 90 % с абсолютной погрешностью не более 2 %; средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 80 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,2 кПа.	Термогигрометры электронные CENTER, рег. № 22129-09; Термогигрометры электронные CENTER, рег. № 22129-09; Барометры-анероиды метеорологические БАММ-1, рег. № 5738-76.
п.3.2 Условия проведения поверки	Средства измерений действующих значений напряжения переменного тока от 154 до 286 В	Регистраторы показателей качества электрической энергии Парма

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	с относительной погрешностью не более 0,2 %; средства измерений частоты от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,02 Гц; средства измерений коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения от 0 до 30 % с относительной погрешностью не более 0,2 % (при $K_U < 1\%$) и не более 10 % (при $K_U > 1\%$).	РК3.01ПТ, рег. № 25731-05; Регистраторы показателей качества электрической энергии Парма РК3.01ПТ, рег. № 25731-05.
п.10 Определение метрологических характеристик средств измерений	Эталон единицы электрического напряжения постоянного тока не ниже 1 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения постоянного тока в диапазоне от 1 до 500 кВ; эталон единицы электрического напряжения переменного тока не ниже 1 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения переменного тока промышленной частоты и комбинированного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ с гармоническими составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц; средства измерений напряжения переменного тока от 1 до 700 В с относительной погрешностью не более 0,05 %; средства измерений напряжения постоянного тока от 1 до 700 В с относительной погрешностью не более 0,05 %; эталон единицы электрического напряжения переменного тока не ниже 3 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения переменного тока до 1000 В.	Государственный эталон 1 разряда единицы электрического напряжения постоянного тока в диапазоне значений от -1 до -500 кВ и от 1 до 500 кВ, регистрационный № 3.1.ZZM.0351.2017; государственный эталон единиц электрического напряжения переменного тока промышленной частоты 1 разряда в диапазоне 1...500 кВ, регистрационный № 3.1.ZZM.0217.2013; мультиметр 3458А, регистрационный № 77012-19; мультиметр 3458А, регистрационный № 77012-19; калибратор универсальный 9100, регистрационный № 25985-09.
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны обеспечивать требуемую точность, быть поверены и иметь действующие записи о поверке во ФГИС «Аршин». Эталоны единиц величин должны быть аттестованы и иметь свидетельства об аттестации.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.3.019, а также выполнен комплекс мероприятий по обеспечению безопасности, установленных Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на поверяемые СИ и средства поверки.

Должны быть также обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

- комплектность должна соответствовать приведенной в руководстве по эксплуатации;
- все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
- 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;
- все разъемы, клеммы не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

7.2 Соответствие требованиям комплектности и маркировки, а также отсутствие внешних механических повреждений проверяются визуально.

7.3 Результат операции поверки по 7.1 считается положительным, если отсутствуют внешние механические повреждения, а комплектность и маркировка соответствуют требованиям, приведенным в руководстве по эксплуатации.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Средства поверки должны быть подготовлены к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

8.2 До проведения поверки поверителю надлежит ознакомиться с эксплуатационной документацией на поверяемое СИ и используемые средства поверки.

8.3 Опробование

8.3.1 Опробование проводят в следующей последовательности:

- подключите питание поверяемого киловольтметра к источнику напряжения переменного тока частотой 50 Гц. Включите киловольтметр в соответствии с РЭ;
- подключите поверяемый киловольтметр к источнику высокого напряжения переменного тока частотой 50 Гц;
- плавно поднимите напряжение до максимального значения диапазона измерений (в зависимости от модификации);
- плавно снизьте напряжение до нуля;
- отключите питание источника высокого напряжения и заземлите его;

8.3.2 Результаты поверки считаются положительными, если при достижении максимального значения диапазона измерений не наблюдаются поверхностные разряды и перекрытия.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

При включении необходимо проверить номер версии программного обеспечения, установленного в киловольтметр.

Для проверки номера версии программного обеспечения, установленного в блок индикации БИ-1 необходимо после его включения нажать кнопку «меню» в левом верхнем углу экрана, и в верхней части открывшегося окна проверить номер версии ПО.

Результат операции считается положительным, если номер версии программного обеспечения, установленного в киловольтметр, не ниже, чем 3.3, а в блок индикации БИ-1, не ниже, чем 1.1.0.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока

10.1.1 Для измерений на напряжении 0,5 кВ соберите схему измерений, приведенную на рисунке 1, а для измерений на напряжении 1 кВ и выше соберите схему измерений, приведенную на рисунке 2.

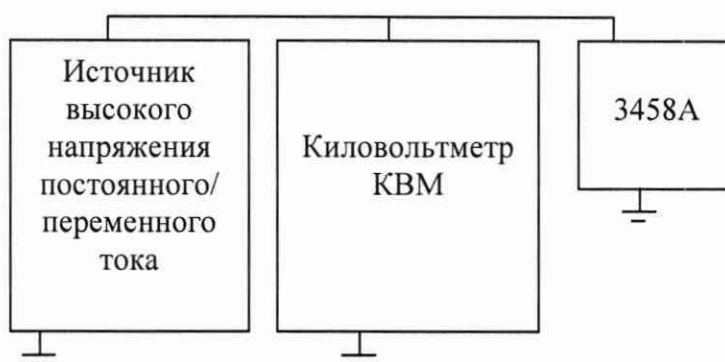


Рисунок 1 – Схема измерений на напряжении 500 В



Рисунок 2 – Схема измерений на напряжении свыше 1 кВ

10.1.2 Включите приборы и дайте им прогреться. На вольтметре установите режим работы на напряжении постоянного тока.

10.1.3 Подайте с источника высокого напряжения минимальное значение напряжения $U_{\text{ном}}$ для поверяемой модификации в соответствии с таблицей 3, произведите одновременный отсчет показаний на эталоне и поверяемом киловольтметре. Результаты измерений занесите в таблицу 4.

10.1.4 Повторите операции по п.10.1.3 подавая последовательно в порядке возрастания все остальные значения $U_{\text{ном}}$ в соответствии с таблицей 3 для поверяемой модификации. По окончании измерений снизьте до минимума напряжение и отключите его подачу, заземлите схему измерений.

Таблица 3 – Номинальные значения напряжения постоянного

Модификация	$U_{\text{ном}}$, кВ					
КВМ-25	0,5	3,5	9	18	26	35
КВМ-50	0,5	7	18	35	52	70
КВМ-75	1	10	25	50	75	100
КВМ-100	1	15	35	70	100	140
КВМ-125	1	17	45	90	120	160
КВМ-150	2,5	20	50	100	160	210
КВМ-220	2,5	30	75	160	230	315

Примечание: 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.

Таблица 4 – Результаты измерений

$U_{\text{ном}}$, кВ	U_0 , кВ	U_x , кВ	δU , %	$\delta U_{\text{доп}}$

Где:

- U_0 - значение напряжения, измеренное эталоном;
- U_x - значение напряжения, измеренное поверяемым киловольтметром;
- δU – относительная погрешность измерений напряжения поверяемым киловольтметром;
- $\delta U_{\text{доп}}$ – допустимое значение δU .

10.2 Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока частотой 50 Гц

10.2.1 Для измерений на напряжении 0,5 кВ соберите схему измерений, приведенную на рисунке 1, а для измерений на напряжении 1 кВ и выше соберите схему измерений, приведенную на рисунке 2.

10.2.2 Включите приборы и дайте им прогреться. На вольтметре установите режим работы на напряжении переменного тока.

10.2.3 Подайте с источника высокого напряжения минимальное значение напряжения $U_{\text{ном}}$ для поверяемой модификации в соответствии с таблицей 5, произведите одновременный отсчет показаний на эталоне и поверяемом киловольтметре. Результаты измерений занесите в таблицу 4.

10.2.4 Повторите операции по п.10.2.3 подавая последовательно в порядке возрастания все остальные значения $U_{\text{ном}}$ в соответствии с таблицей 5 для поверяемой модификации. По окончании измерений снизьте до минимума напряжение и отключите его подачу, заземлите схему измерений.

Таблица 5 – Номинальные значения напряжения переменного тока

Модификация	U _{ном} , кВ					
КВМ-25	0,5	3	6	12	18	25
КВМ-50	0,5	5	12	25	38	50
КВМ-75	1	8	19	38	56	75
КВМ-100	1	10	25	50	75	100
КВМ-125	1	12	32	65	85	125
КВМ-150	2,5	15	38	75	110	150
КВМ-220	2,5	23	56	110	170	225

Примечание: 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.

10.3 Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 50 до 400 Гц

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

10.3.2 Соберите схему измерений, приведенную на рисунке 3.



Рисунок 3 – Схема измерений в диапазоне частот от 50 до 400 Гц

10.3.3 Включите приборы и дайте им прогреться. На калибраторе установите режим работы на напряжении переменного тока.

10.3.4 Подайте с калибратора напряжения 1 кВ частотой $f_0 = 50$ Гц, произведите одновременный отсчет показаний на поверяемом киловольтметре. Результаты измерений занесите в таблицу 6.

10.3.5 Повторите операции по п.10.3.4 подавая последовательно с калибратора напряжения 1 кВ остальными частотами f_0 , в порядке возрастания, в соответствии с таблицей 6. По окончании измерений отключите подачу напряжения.

Таблица 6 – Номинальные значения напряжения переменного тока

f_0 , Гц	U _{квм} , В	Неравномерность АЧХ ΔS , %
50		
100		
200		
300		
400		

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Для каждого измеренного значения U_x из таблицы 4 для всех $U_{ном}$ из таблицы 3 и 5 рассчитайте полученные значение δU по формуле:

$$\delta U = 100 \cdot (U_x - U_0) / U_0 \quad (1)$$

Результаты расчетов занесите в таблицу 4 для каждого вида напряжения.

11.2 Для каждого измеренного значения $U_{КВМ}$ из таблицы 6 рассчитайте полученную неравномерность АЧХ ΔS по формуле:

$$\Delta S = 100 \cdot (U_{КВМ} - U_{КВМ_50}) / U_{КВМ_50} \quad (2).$$

Где:

- $U_{КВМ}$ – показания поверяемого киловольтметра на конкретной частоте;
- $U_{КВМ_50}$ – показания поверяемого киловольтметра на частоте 50 Гц.

Результаты вычислений занесите в таблицу 6.

11.3 Результат операции поверки считается удовлетворительным, если полученные значения δU не превышают допустимых пределов $\pm 0,25$ или $\pm 0,5$ % в зависимости от допустимых пределов погрешности для поверяемой модификации.

11.4 Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если в точке 400 Гц неравномерность АЧХ, определенная по формуле (2), не превышает $\pm 0,25$ или $\pm 0,5$ % в зависимости от допустимых пределов погрешности для поверяемой модификации.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 В соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений сведения о положительных и отрицательных результатах поверки киловольтметра передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.2 Киловольтметр, прошедший поверку с положительным результатом, признаётся годными и допускается к применению. На основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное на бумажном носителе.

12.3 При отрицательных результатах поверки киловольтметр признаётся не годными и не допускается к применению. На основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное на бумажном носителе.

12.4 В результате поверки киловольтметра, применяемого в качестве эталона, результаты должны подтвердить его соответствие требованиям к рабочим эталонам по государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения постоянного тока в диапазоне от 1 до 500 кВ и/или государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения переменного тока промышленной частоты и комбинированного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ с гармоническими составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц.

12.5 В случае, если периодическая поверка была проведена для меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, то делается запись с указанием поддиапазонов измерений или числа величин, при которых была проведена поверка.

Начальник отдела 206.1
ФГБУ «ВНИИМС»

Начальник сектора отдела 206.1
ФГБУ «ВНИИМС»

С.Ю. Рогожин

А.В. Леонов