

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

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Смарт Энерго»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУП «ВНИИМС»
по производственной метрологии



Д.Н. Краев
" 18 " _____ 02 _____ 2020 г.
М.П. «Смарт Энерго»
«Smart Energo»
LLC
МОСКВА



Н.В. Иванникова
_____ 2020 г.
М.П. ФГУП «ВНИИМС»

Государственная система обеспечения единства измерений

ДЕЛИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ WS

Методика поверки
МП 206.1-022-2020

г. Москва
2020

Настоящая методика поверки распространяется на делители напряжения WC (далее - делители), изготавливаемые HIGHVOLT Prüftechnik Dresden GmbH, Германия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

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

- руководство по эксплуатации;
- методика поверки.

Интервал между поверками – 2 года.

1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

РМГ 51-2002 «ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения»;

Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержден Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815;

ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений»;

ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»;

ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»;

ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»;

ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

«Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» 04.08.2014 г.;

«Правила эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Главгосэнергонадзором.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 - Перечень операций при первичной и периодических поверках

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции	
		первичная поверка	периодическая поверка
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Проверка относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения переменного тока	8.3	Да	Да
4 Проверка линейности*	8.4	Да	Да

Примечание: * - проверка линейности проводится только для делителей с $U_{ном1}$ свыше 400 кВ, для делителей до 400 кВ включительно проводится только проверка относительной погрешности измерений напряжения переменного тока.

3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться основные и вспомогательные средства, указанные в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Основные средства поверки

Наименование	Требуемые технические характеристики		Рекомендуемый тип	Количество	Номер пункта методики поверки
	Диапазон измерения	Погрешность или класс точности			
1	2	3	4	5	6
Делитель напряжения эталонный	от 1 до 200 кВ	$\pm 0,05 \%$	ДН-230	1	8.2, 8.3
Делитель напряжения	от 1 до 400 кВ	$\pm 0,5 \%$	ДН-400э	1	8.3, 8.4
Вольтметр универсальный	до 750 В	$\pm(0,0006 \cdot U_{\text{изм}} + 300 \text{ е.м.р.})$	В7-78/1	2	8.2, 8.3, 8.4

Таблица 3 - Вспомогательные средства поверки

Наименование	Требуемые технические характеристики		Рекомендуемый тип	Количество	Номер пункта методики поверки
	Диапазон измерения	Погрешность или класс точности			
1	2	3	4	5	6
Измеритель нелинейных искажений	20 Гц - 200 кГц 20 Гц - 1 МГц	$\pm(0,05 \cdot K_{\text{гк}} + 0,06) \%$ $\pm(0,05 \cdot K_{\text{гк}} + 0,02) \%$; $\pm(0,1 \cdot K_{\text{гк}} + 0,1) \%$;	С6-11	1	6.2
Термометр ртутный лабораторный	от 0 до 50 °С	$\pm 1 \text{ °С}$	ТЛ-4	1	6.1
Барометр-анероид метеорологический	от 80 до 106 кПа	$\pm 200 \text{ Па}$	БАММ-1	1	6.1
Психрометр аспирационный	от 10 до 100 %	$\pm 1 \%$	М-34-М	1	6.1
Установка для испытания высоким напряжением	до 400 кВ	$\pm 3 \%$	УИВ-450	1	8.2, 8.3, 8.4

3.2 Для проведения поверки допускается применение других средств, не приведенных в таблицах 2 и 3, при условии обеспечения ими необходимой точности измерений.

3.3 Контрольно-измерительная аппаратура и средства измерений, применяемые при поверке, должны обеспечивать требуемую точность и иметь действующие свидетельства о поверке, сертификаты калибровки или аттестаты.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускают поверителей 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 и имеющих стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

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

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Главгосэнергонадзором.

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

6 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверка должна проводиться при нормальных условиях применения:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- относительная влажность воздуха, % от 10 до 80.

6.2 Напряжение питающей сети переменного тока частотой 50 Гц, действующее значение напряжения 220 В. Допускаемое отклонение от нормального значения при поверке ± 22 В. Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 5 %.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

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

7.2 До проведения поверки поверителю надлежит ознакомиться с эксплуатационной документацией на делитель и входящие в его комплект компоненты.

8 МЕТОДЫ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

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

- комплектность должна соответствовать данным, приведенным в руководстве по эксплуатации;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений, следов окисления и загрязнений;
- маркировка и функциональные надписи должны читаться и восприниматься однозначно;
- наружные поверхности корпуса, разъемы, соединительные кабели и органы управления не должны иметь механических повреждений и деформаций, которые могут повлиять на работоспособность.

При несоответствии по вышеперечисленным позициям делитель бракуется и направляется в ремонт.

8.2 Опробование

8.2.1 Соберите схему, приведенную на рисунке 1.

***ВНИМАНИЕ!** При проведении всех измерений для передачи сигнала от поверяемого делителя к вольтметру должен использоваться штатный кабель, поставляемый вместе с делителем.*

8.2.2 Включите приборы и дайте им прогреться.



Рисунок 1 - Схема измерений напряжения переменного тока

8.2.3 На вольтметре В7-78/1 установите режим работы на напряжении переменного тока.

8.2.4 Задайте с установки УИВ-450 значение напряжения, равное $0,1 \cdot U_{\text{ном}}$ для поверяемой модификации и произведите измерения напряжения U_x на выходе поверяемого делителя. Напряжение контролируйте по встроенной в установку УИВ-450 измерительной системе.

8.2.5 Отключите вольтметр В7-78/1 от измерительной схемы.

8.2.6 Для делителей с $U_{\text{ном}}$ до 400 кВ включительно подайте с установки УИВ-450 испытательное напряжение, значением $U_{\text{ном}}$ и выдержите в течение 1 минуты.

Для делителей с $U_{\text{ном}}$ свыше 400 кВ, подавайте с установки УИВ-450 испытательное напряжение по модулю. Для этого необходимо металлическим проводом поочередно поставить перемычку на все модули, кроме одного. Испытание начинайте с нижнего модуля. Значение испытательного напряжения для каждого модуля вычисляется по формуле:

$$U_{\text{мод}} = U_{\text{ном}} / n \quad (1)$$

где:

- $U_{\text{ном}}$ – номинальное значение напряжения всего делителя;
- n – число модулей с конденсаторами, составляющими верхнее плечо делителя.

8.2.7 Результаты измерений считаются удовлетворительными, если на выходе делителя при $0,1 \cdot U_{\text{ном}}$ измеряется напряжение в $K_{\text{ном}}$ раз меньше ($K_{\text{ном}}$ – номинальное значение коэффициента масштабного преобразования поверяемого делителя напряжения) с погрешностью $\pm 5,0 \%$ и не произошло пробоя или перекрытия изоляции при подаче испытательного напряжения.

8.3 Проверка относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования напряжения переменного тока

ВНИМАНИЕ! Если верхнее плечо поверяемой модификации делителя, состоит из нескольких последовательно соединенных конденсаторов, между которых установлены металлические вставки для возможности шунтировать верхние элементы с увеличением емкости плеча высокого напряжения делителя, уменьшением максимального рабочего напряжения и изменением коэффициента масштабного преобразования, то операции по п.п. 8.3.1 или 8.3.2 проводятся для каждой возможной схемы измерений. При этом значения $U_{\text{ном}}$ и $U_{x\text{ном}}$ уменьшаются пропорционально количеству зашунтированных элементов по отношению к их общему числу.

8.3.1 Проведение поверки для модификаций $xWScy a/b \text{ ref}$

8.3.1.1 Соберите схему, приведенную на рисунке 2.

ВНИМАНИЕ! При проведении всех измерений для передачи сигнала от поверяемого делителя к вольтметру должен использоваться штатный кабель, поставляемый вместе с

делителем.

8.3.1.2 Включите приборы и дайте им прогреться. На вольтметрах В7-78/1 установите режим работы на напряжении переменного тока.

8.3.1.3 Произведите измерения напряжений U_x на выходе поверяемого делителя задавая последовательно с установки УИВ-450 значения напряжений $U_{xном}$ в соответствии с таблицей 4 для поверяемой модификации. Результаты занесите в таблицу 6.

Таблица 4 - Напряжения при которых проводится поверка по схеме на рисунке 2 в зависимости от $U_{ном}$ для поверяемой модификации

$U_{ном}, \text{кВ}$	Поверяемые точки $U_{xном}, \text{кВ}$				
50	5	12,5	25	37,5	50
100	10	25	50	75	100
160	16	40	80	120	160
200	20	50	100	150	200
250	25	62,5	125	200	-
300	30	75	150	-	-
400	40	100	200	-	-
500	50	125	200	-	-
600	60	130	200	-	-
700	70	130	200	-	-
800	80	200	-	-	-
1000	100	200	-	-	-
1200	120	200	-	-	-

8.3.1.4 Соберите схему, приведенную на рисунке 3.

8.3.1.5 Повторите операции по п. 8.3.1.3 задавая с установки УИВ-450 значения напряжений $U_{xном}$ в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 - Напряжения при которых проводится поверка по схеме на рисунке 3 в зависимости от $U_{ном}$ для поверяемой модификации

$U_{ном}, \text{кВ}$	Поверяемые точки $U_{xном}, \text{кВ}$		
250	250	-	-
300	250	300	-
400	300	400	-
500	300	400	-
600	300	400	-
700	300	400	-
800	300	400	-
1000	300	400	-
1200	300	400	-

8.3.1.6 По окончании измерений снимите высокое напряжение, отключите и заземлите установку.

8.3.1.7 Рассчитайте значения погрешности измерений коэффициента масштабного преобразования напряжения переменного тока по формуле:

$$\delta K = 100 \cdot (U_z / U_x - K_{ном}) / K_{ном} \quad (2)$$

где:

U_z – значение напряжения на выходе эталонного делителя, умноженное на его коэффициент деления, кВ;

$K_{ном}$ – номинальное значение коэффициента масштабного преобразования поверяемого делителя напряжения;

U_x – значение напряжения на выходе поверяемого делителя, В;

$U_{Xном}$ – номинальные значения напряжения в поверяемой точке, кВ.

8.3.1.8 Результаты расчетов занесите в таблицу 6.



Рисунок 2 - Схема измерений напряжения переменного тока до 200 кВ для модификаций xWCy a/b ref



Рисунок 3 - Схема измерений напряжения переменного тока до 400 кВ

Таблица 6 - Результаты измерений напряжения переменного тока

$U_{Xном}$, кВ	$U_э$, кВ	U_x , В	Погрешность δK , %	Допускаемый предел погрешности $\delta K_{доп}$, %
				±1,0 для модификаций xWCy a/b ref
				±3,0 для модификаций xWCy a/b

8.3.1.9 Результаты измерений считаются удовлетворительными, если полученные значения погрешностей δK не превышают пределов $\delta K_{доп}$, указанных в таблице 6.

8.3.2 Проведение поверки для модификаций xWСу a/b

8.3.2.1 Соберите схему, приведенную на рисунке 3.

8.3.2.2 Включите приборы и дайте им прогреться. На вольтметрах В7-78/1 установите режим работы на напряжении переменного тока.

8.3.2.3 Произведите измерения напряжений U_x на выходе поверяемого делителя задавая последовательно с установки УИВ-450 значения напряжений $U_{Xном}$ в соответствии с таблицей 7 для поверяемой модификации. Результаты занесите в таблицу 6.

8.3.2.4 По окончании измерений снимите высокое напряжение, отключите и заземлите установку.

8.3.2.5 Рассчитайте значение погрешности измерений по формуле 2.

8.3.2.6 Результаты расчетов занесите в таблицу 6.

Таблица 7 - Напряжения при которых проводится поверка

$U_{ном}, \text{кВ}$	Поверяемые точки $U_{Xном}, \text{кВ}$				
	5	12,5	25	37,5	50
50	5	12,5	25	37,5	50
100	10	25	50	75	100
160	16	40	80	120	160
200	20	50	100	150	200
250	25	62,5	125	200	250
300	30	75	150	225	300
400	40	100	200	300	400
500	50	125	200	300	400
600	60	130	200	300	400
700	70	130	200	300	400
800	80	200	300	400	-
1000	100	200	300	400	-
1200	120	200	300	400	-

8.3.2.7 Результаты измерений считаются удовлетворительными, если полученные значения погрешностей δK не превышают пределов $\delta K_{доп}$, указанных в таблице 6.

8.4 Проверка линейности

8.4.1 Проверка линейности проводится только для делителей с $U_{ном}$ свыше 400 кВ. Проверка линейности проводится отдельно для каждого модуля, составляющего плечо высокого напряжения, с подключением на их выходе плеча низкого напряжения всего делителя.

8.4.2 Соберите схему, приведенную на рисунке 3. Поставьте перемычку металлическим проводом на все модули, кроме нижнего.

8.4.3 Номинальное значение напряжения $U_{мод}$ для оставшегося, не закороченного, модуля для поверяемой модификации делителя вычислите по формуле 1.

8.4.4 Включите приборы и дайте им прогреться. На вольтметрах В7-78/1 установите режим работы на напряжении переменного тока.

8.4.5 Произведите измерения напряжений U_{xm} на выходе поверяемого модуля задавая последовательно с установки УИВ-450 значения выходного напряжения равные $0,1 \cdot U_{мод}$, $0,3 \cdot U_{мод}$, $0,5 \cdot U_{мод}$, $0,75 \cdot U_{мод}$ и $1,0 \cdot U_{мод}$. Результаты занесите в таблицу 8.

8.4.6 Рассчитайте полученный коэффициент масштабного преобразования для поверяемого модуля по формуле:

$$K_m = U_3 / U_{xm} \quad (3)$$

где:

- U_3 – значение напряжения на выходе эталонного делителя, умноженное на его коэффициент деления, кВ;

U_{xm} – значение напряжения на выходе поверяемого модуля, В.

Результаты занесите в таблицу 8.

8.4.7 Рассчитайте линейность модуля по формуле:

$$\delta K_{\text{Л}} = 100 \cdot (1 - K_{\text{МХ}} / K_{\text{М0,1}}) \quad (4).$$

Где:

- $K_{\text{МХ}}$ – значение коэффициент масштабного преобразования, полученное для каждой ступени напряжения;

- $K_{\text{М0,1}}$ – значение коэффициент масштабного преобразования, полученное для ступени напряжения $0,1 \cdot U_{\text{мод}}$.

Результаты занесите в таблицу 8.

Таблица 8 - Результаты проверки линейности

U, кВ	U _э , кВ	U _{хм} , В	K _м	δK _Л , %	Допускаемый предел δK _{Лдоп} , %
0,1 · U _{мод}					±1,0
0,3 · U _{мод}					
0,5 · U _{мод}					
0,75 · U _{мод}					
1,0 · U _{мод}					

8.4.8 Повторите операции по п.п. 8.4.2 - 8.4.7 поочередно проводя измерения на остальных модулях.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если полученные значения линейности δK_Л не превышают пределов δK_{Лдоп}, указанных в таблице 8.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке.

9.2 При отрицательных результатах поверки делитель бракуется и не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»



Рогожин С.Ю.

Научный сотрудник отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»



Леонов А.В.