

18 пр

Комитет технического регулирования и метрологии  
Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан  
Республиканское государственное предприятие  
«Казахстанский институт стандартизации и метрологии»

СОГЛАСОВАНО

Директор  
ООО «Евротест»

Волков С.

«    » 2022 г.



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель  
РГП «КазСтандарт»

С. Радаев

«    » 2022 г.



Измерители электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь  
высоковольтные HFJS

Методика поверки

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО  
в реестре ГСИ РК  
№ 10203.01.01781-2022  
"17" 06 2022г.

РАЗРАБОТАНО

Ведущий специалист  
филиала по г. Алматы и  
Алматинской области  
РГП «КазСтандарт»

Сагимбеков М.Е.

«    » 2022 г.

АЛМАТЫ  
2022 г.

Настоящая программа предназначена для проведения испытаний с целью утверждения типа измерителя электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь высоковольтные HFJS (далее по тексту – измерители), производства фирмы «Jinan Hengfeng Electric Power Equipment Co., Ltd», Китай.

Измеритель предназначен для измерений электрической емкости, тангенса угла потерь, сопротивление изоляции постоянному току (только для некоторых модификаций) и для воспроизведений и измерений напряжения и частоты переменного тока.

Испытания проводятся на соответствие требованиям действующей нормативной документации Республики Казахстан и технической документации фирмы–изготовителя.

При необходимости к программе могут быть составлены изменения и дополнения, утвержденные в установленном порядке.

Количество образцов для проведения испытаний должно быть не менее трех.

Программа может применяться для проведения испытаний измерители на соответствие утвержденному типу.

1 Экспертиза технической документации

1.1 Экспертиза технической документации проводится в объеме, указанном в таблице 1.

**Таблица 1**

Содержание требований по экспертизе технической документации	Указания по методике экспертизы технической документации
1 Проверка комплектности документации, представленной на испытания	Комплект документов, представленный на испытания, должен соответствовать требованиям «Правила утверждения типа, испытаний для целей утверждения типа, метрологической аттестации средств измерений», приказ № 931 от 27.12.2018 г.
2 Проверка поставляемых с измерителей документов	Все эксплуатационные документы должны иметь перевод на государственный или русский язык, содержать полные сведения о технических (метрологических) характеристиках. Оценивается полнота, правильность и доступность изложения устройства, порядка работы, наличие необходимых данных для осуществления настройки, эксплуатации и ремонта средств измерения. Используемые в документах наименования и термины должны соответствовать принятой в республике в данной области терминологии СТ РК 2.1-2018 «ГСИ РК. Метрология. Термины и определения», обозначение единиц физических величин по ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы величин»
3 Проверка соответствия технических и метрологических характеристик измерители требованиям действующих в Республике Казахстан нормативных документов	При наличии расхождения характеристик в представленной документации и действующих в республике требований стандартов дается оценка допустимости выявленного расхождения
4 Оценка возможности метрологического обслуживания измерители при эксплуатации	Анализируется представленная техническая документация, включая на методы и средства поверки, с целью проверки возможности метрологического обслуживания измерители в республике
5 Проверка правильности установления межповерочного интервала	Рассматриваются документы, подтверждающие обоснованность рекомендуемой величины межповерочного интервала
5 Проверка наличия и анализ результатов испытаний на надежность	Анализируются результаты испытаний на надежность в соответствии с требованиями документации фирмы-изготовителя

2 Экспериментальные исследования образцов средств измерений

2.1 Экспериментальные исследования измерители проводятся в соответствии с Таблицей 2.

Таблица 2

Наименование экспериментальных исследований	Методы и условия проведения экспериментальных исследований	Эталоны единиц величин, рабочие средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, их метрологические характеристики
1 Проверка внешнего вида, габаритных размеров, массы, комплектности, маркировки	5.1	Весы для статического взвешивания НПВ 1 кг, с погрешностью $\pm 10$ г; Линейка металлическая с пределом измерений до 1000 мм и ц.д. 1 мм
2 Опробование	5.2	Многофункциональный калибратор Fluke 5320A, U(-U; ~U): от 0 до $\pm 1100$ В от 20 Гц до 2 кГц I(-I; ~I): от 0 до $\pm 300$ мА от 20 Гц до 400 Гц Точный источник с низким сопротивлением: от 100 мОм до 10 кОм от 5 мА до 400 мА Источник с высоким сопротивлением: от 10 кОм до 100 Гом от 55 В пик до 1575 В пик; Адаптер-умножитель сопротивления: от 350 МОм до 10 Том 5500 В постоянного тока Источник с низким сопротивлением: от 25 мОм до 1,8 кОм от 0,025 А до 40 А Источник утечки тока в линии: от 0,1 мА до 30 мА от 10 В до 250 В Устройство с остаточным током: от 3 мА до 3000 мА, от 10 мс до 5000 мс Мультиметр: от 0 до 1100 В от 0 до 30 А Режим измерения силы тока утечки высокого напряжения: от 0 до 300 мА; Калибратор многофункциональный Fluke 5522A -U: 0 до $\pm 1020$ В ~U: 1 мВ до $\pm 1020$ В 10 Гц до 500 кГц -I: 0 до $\pm 20,5$ А (до 1000 А через токовую катушку) ~I: 29 мкА до $\pm 20,5$ А (до 1000 А через токовую катушку) 10 Гц до 30 кГц R: 0 Ом до 1100 Мом F: 0,5 Гц до 10 МГц C: 220 пФ до 110 мФ Термопара: минус 250°C до 2316°C (B,C,E,J,K,L,N,R,S,T,U) Платин. Терморезистор от 10 Ом до 1 кОм Полоса пропускания от 10 Гц до 1100 МГц от 5 мВ до 3,5 В Коэффициент отклонения от 1 мВ до 130 В от 10 Гц до 10 кГц Прецизионный мультиметр Fluke 8846A; - в диапазоне измерения напряжения постоянного тока от 100 мВ до 1000 В, предел допускаемой погрешности 0,0024 + 0,0005 (% измерения + % диапазона); - в диапазоне измерения напряжения переменного тока от 100 мВ до 1000 В, предел допускаемой погрешности 0,06 + 0,03 (% измерения + % диапазона); - в диапазоне измерения сопротивления от 10 Ом до 1 ГОм, предел допускаемой погрешно-
3 Определение метрологических характеристик	5.3	
3.1 Определение абсолютной погрешности измерений электрической емкости	5.3.1	
3.2 Определение абсолютной погрешности измерений электрической емкости и тангенса угла потерь	5.3.2	
3.3 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения и частоты переменного тока	5.3.3	
3.4 Определение относительной погрешности измерений сопротивления постоянному току (только для модификаций HFJS-8008E, HFJS-8010M, HFJS-8208E, HFJS-8210M, HFJS-8108E, HFJS-8110M, HFJS-8308E, HFJS-8310M)	5.3.4	

		сти 0,010 + 0,001 (% измерения + % диапазона); - в диапазоне измерения сопротивления от 10 Ом до 1 ГОм, предел допускаемой погрешности 0,010 + 0,001 (% измерения + % диапазона); - в диапазоне измерения постоянного тока от 100 мкА до 10 А, предел допускаемой погрешности 0,050 + 0,005 (% измерения + % диапазона); - в диапазоне измерения переменного тока от 100 мА до 10 А, предел допускаемой погрешности 0,10 + 0,04 (% измерения + % диапазона)
4 Проверка измерителя на влияние изменения температуры окружающей среды	5.4	Средства измерений по пункту 3; Камера климатическая с диапазоном температур от минус 70 °С до плюс 100 °С и погрешностью поддержания $\pm 3$ °С, с диапазоном влажности до 98 % и погрешностью поддержания $\pm 3$ %
5 Проверка устойчивости к воздействию температуры и влажности, соответствующим условиям транспортирования	5.5	
6 Испытание измерителя на устойчивость к воздействию транспортной тряски	5.6	Средства измерений по пункту 3; Стенд имитации транспортной тряски с ускорением 30 м/с <sup>2</sup> при частоте ударов от 80 до 120 в минуту

### 3 Требования безопасности при проведении экспериментальных исследований

При проведении экспериментальных исследований должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на проверяемый измеритель и применяемые эталоны, рабочие средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование.

### 4 Условия проведения экспериментальных исследований и подготовка к ним

При проведении экспериментальных исследований необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 $\pm$ 2) °С;
- относительная влажность воздуха (30-80) %;
- атмосферное давление от 84 кПа до 106 кПа (630-800 мм рт. ст.);

Перед проведением экспериментальных исследований должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- измеритель должен быть выдержан в нормальных условиях не менее:

12 ч – при разнице температур воздуха в помещении для проведения экспериментальных исследований и местом, откуда вносится прибор, более 10 °С;

1 ч - при разнице температур от 1 °С до 10 °С.

### 5 Методы проведения экспериментальных исследований

#### 5.1 Проверка внешнего вида, габаритных размеров, массы, комплектности, маркировки

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие измерителя следующим требованиям:

- отсутствие видимых механических повреждений и дефектов, препятствующих правильной эксплуатации измерителя;
- наличие товарного знака предприятия-изготовителя, обозначение типа измерителя, порядкового номера по системе нумерации предприятия- изготовителя, года выпуска;
- комплектность должна соответствовать эксплуатационной документации.

Габаритные размеры измерители измеряются металлической линейкой и должны соответствовать значениям, указанным в технической документации.

Масса измерители определяется взвешиванием на весах для статического взвешивания. Масса измерители не должна превышать значений, указанных в технической документации.

## 5.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность измерителя, функционирование обнуления и механизма регулировки контрастности.

Включают измеритель согласно «Руководству пользователя». После самодиагностики на экране прибора должно появиться окно с отображением режима, в котором пользователь работал перед тем, как выключить прибор.

Работоспособность измерителя в режиме измерения (воспроизведения) параметров проверяют, изменяя входные (выходные) сигналы от нижнего предела до верхнего. При этом должно наблюдаться изменение показаний измерителя. Работоспособность измерителя, измеряющего положительное и отрицательное избыточное давление, проверяют только при положительном давлении.

## 5.3 Определение метрологических характеристик

5.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения и частоты переменного тока

5.3.1.1 Определение проводится с помощью конденсатора измерительного калибратора Fluke 5320A, делителя напряжения калибратор Fluke 5320A

5.3.2 Включите питание приборов и дайте им прогреться.

5.3.3 На поверяемом измерителе включите режим испытания незаземленного образца при подаче высокого напряжения от встроенного источника.

5.3.4 Включите с измерителя подачу на вход конденсатора значение напряжения 0,5 кВ и дождитесь окончания измерений. Результаты измерений занесите в Таблицу 3.

5.3.5 Повторите операции по п.5.3.4 подавая с измерителя значение напряжения  $0,25 \cdot U_{\text{ном}}$ ;  $0,5 \cdot U_{\text{ном}}$ ;  $0,75 \cdot U_{\text{ном}}$ ;  $1,0 \cdot U_{\text{ном}}$  (где  $U_{\text{ном}}$  – номинальное значение напряжения для поверяемой модификации 10 или 12 кВ). По окончании измерений отключите тумблер «Internal HV» и заземлите схему.

Таблица 3 – Результаты измерений электрической емкости

U, кВ	$C_0$ , пФ	$C_x$ , пФ	$\Delta C$ , пФ	$\Delta C_{\text{доп}}$ , пФ
0,5				$\pm(0,01 \cdot C_x + 1)$
$0,25 \cdot U_{\text{ном}}$				
$0,5 \cdot U_{\text{ном}}$				
$0,75 \cdot U_{\text{ном}}$				
$1,0 \cdot U_{\text{ном}}$				

где:

-  $C_0$  – паспортное значение электрической емкости калибратора Fluke 5320A;

-  $C_x$  – значение электрической емкости, измеренное поверяемым измерителем;

-  $\Delta C$  – абсолютная погрешность измерений электрической емкости поверяемым измерителем;

-  $\Delta C_{\text{доп}}$  – допустимое значение  $\Delta C$ .

5.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений электрической емкости и тангенса угла потерь

5.3.2.1 Проверка проводится с помощью меры электрической емкости и тангенса угла потерь Fluke 5320A (далее – мера).

5.3.2.2 Включите питание приборов и дайте им прогреться.

5.3.2.3 На поверяемом измерителе включите режим испытания незаземленного образца при подаче высокого напряжения от встроенного источника, а на мере номинальные значения электрической емкости 4 пФ и тангенса угла потерь  $1 \cdot 10^{-4}$ .

5.3.2.4 Включите с измерителя подачу на вход меры значение напряжения 1 кВ и дождитесь окончания измерений. Результаты измерений занесите в Таблицу 4.

5.3.2.5 Повторите операции по п.5.3.2.4 подавая с измерителя значение напряжения равное 10 кВ.

5.3.2.6 Повторите операции по п.5.3.2.4 – 5.3.2.5 подавая с измерителя значение напряжения 1 или 10 кВ на меру, включая на ней последовательно все остальные значения  $C_0$  и  $tg\delta_0$  в соответствии с Таблицей 4.

5.3.2.7 По окончании измерений отключите тумблер «Internal HV» и заземлите схему.

Таблица 4 – Результаты измерений электрической емкости и тангенса угла потерь

U, кВ	$C_0$ , пФ	$tg\delta_0$	$C_x$ , пФ	$tg\delta_x$	$\Delta C$ , пФ	$\Delta tg\delta$	$\Delta C_{доп}$ , пФ	$\Delta tg\delta_{доп}$
1	4	$1 \cdot 10^{-4}$					$\pm$ $(0,01 \cdot C_x + 1)$	$\pm (0,01 \cdot tg\delta_x + 0,0004)$
10								
1	4	$1 \cdot 10^{-3}$						
10								
1	4	$1 \cdot 10^{-2}$						
10								
1	4	$1 \cdot 10^{-1}$						
10								
1	30	$1 \cdot 10^{-4}$						
10								
1	30	$1 \cdot 10^{-3}$						
10								
1	30	$1 \cdot 10^{-2}$						
10								
1	30	$1 \cdot 10^{-1}$						
10								

где:

-  $C_0$  и  $tg\delta_0$  – паспортные значения электрической емкости и тангенса угла потерь меры калибратора Fluke 5320A;

-  $C_x$  и  $tg\delta_x$  – значения электрической емкости и тангенса угла потерь, измеренные поверяемым измерителем;

-  $\Delta C$  и  $\Delta tg\delta$  – абсолютная погрешность измерений электрической емкости и тангенса угла потерь поверяемым измерителем;

-  $\Delta C_{доп}$  и  $\Delta tg\delta_{доп}$  – допустимые значения  $\Delta C$  и  $\Delta tg\delta$ .

5.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения и частоты переменного тока

5.3.3.1 Испытания проводятся с помощью конденсатора измерительного калибратора Fluke 5320A, делителя напряжения калибратор Fluke 5320A

5.3.3.2 Включите питание приборов и дайте им прогреться. На поверяемом измерителе включите режим испытания незаземленного образца при подаче высокого напряжения от встроенного источника, а на калибраторе Fluke 5320A режим измерений напряжения переменного тока.

5.3.3.3 Включите с измерителя подачу на вход конденсатора и делителя значение напряжения 1 кВ и дождитесь окончания измерений. Во время измерений одновременно фиксируйте значения напряжения и частоты на измерителе и вольтметре. Результаты измерений занесите в Таблицу 5.

5.3.3.4 Повторите операции по п.5.3.3 подавая с измерителя значение напряжения  $0,5 \cdot U_{ном}$  и  $1,0 \cdot U_{ном}$  (где  $U_{ном}$  – номинальное значение напряжения для поверяемой модификации 10 или 12 кВ). По окончании измерений отключите тумблер «Internal HV» и заземлите схему.

Таблица 5 – Результаты измерений напряжения и частоты переменного тока

U, кВ	$U_0$ , кВ	$f_0$ , Гц	$U_x$ , кВ	$f_x$ , Гц	$\Delta U$ , кВ	$\Delta f$ , Гц	$\Delta U_{доп}$ , кВ	$\Delta f_{доп}$ , Гц
1							$\pm(0,015 \cdot U_x + 1)$ 0)	$\pm 0,01$
$0,5 \cdot U_{ном}$								

U, кВ	U <sub>0</sub> , кВ	f <sub>0</sub> , Гц	U <sub>x</sub> , кВ	f <sub>x</sub> , Гц	ΔU, кВ	Δf, Гц	ΔU <sub>доп</sub> , кВ	Δf <sub>доп</sub> , Гц
1,0·U <sub>ном</sub>								

где:

- U<sub>0</sub> и f<sub>0</sub> – значения напряжения и частоты, измеренные калибратором Fluke 5320A;
- U<sub>x</sub> и f<sub>x</sub> – значения напряжения и частоты, измеренные поверяемым измерителем;
- ΔU и Δf – абсолютная погрешность измерений напряжения и частоты поверяемым измерителем;

измерителем;

- ΔU<sub>доп</sub> и Δf<sub>доп</sub> – допустимые значения ΔU и Δf.

#### 5.3.4 Проверка относительной погрешности измерений сопротивления постоянному току

5.3.4.1 Проверка проводится с помощью мультиметра Fluke 8846A (далее – магазин).

5.3.4.2 Включите питание приборов и дайте им прогреться.

5.3.4.3 На поверяемом измерителе включите режим измерения сопротивления изоляции.

5.3.4.4 На магазине включите номинальное значение сопротивления равное 10<sup>6</sup> Ом.

5.3.4.5 Включите на измерителе начало измерений и дождитесь их окончания. Результаты измерений занесите в Таблицу 6.

5.3.1.6 Повторите операции по п.5.3.4.5 для остальных значений сопротивления на магазине, указанные в Таблице 6. По окончании измерений заземлите схему.

Таблица 6 – Результаты измерений сопротивления постоянному току

R <sub>0</sub> , Ом	R <sub>x</sub> , Ом	δR, %	δR <sub>доп</sub> , %
1·10 <sup>6</sup>			±5
1·10 <sup>10</sup>			
1·10 <sup>11</sup>			±10
5·10 <sup>11</sup>			

где:

- R<sub>0</sub> – номинальное значение сопротивления на мультиметре Fluke 8846A;
- R<sub>x</sub> – значение сопротивления, измеренное поверяемым измерителем;
- δR – относительная погрешность измерений сопротивления поверяемым измерителем;

лем;

- δR<sub>доп</sub> – допустимое значение δR.

#### 5.3.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

5.3.5.1 Для каждого измерения из Таблиц 4 и 5 рассчитайте погрешность измерений по формулам 1, 2:

$$\Delta C = C_x - C_0 \quad (1);$$

$$\Delta \text{tg} \delta = \text{tg} \delta_x - \text{tg} \delta_0 \quad (2).$$

5.3.5.2 Для каждого измерения из таблицы 6 рассчитайте погрешность измерений по формулам 3,4:

$$\Delta U = U_x - U_0 \quad (3);$$

$$\Delta f = f_x - f_0 \quad (4).$$

5.3.5.3 Для каждого измерения из таблицы 7 рассчитайте погрешность измерений по формуле 5:

$$\delta R = 100 \cdot (R_x - R_0) / R_0 \quad (5).$$

Результаты расчетов погрешностей занести в соответствующие ячейки Таблиц 4, 5, 6.

Результат операции проверки считается удовлетворительным, если полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов, указанных в соответствующих ячейках Таблиц 3, 4, 5 и 6.

5.6 Проверка устойчивости к воздействию предельных значений температуры и влажности, соответствующих условиям эксплуатации

При проверке устойчивости к воздействию предельных значений температуры проводят испытания измерителей путем помещения ее в упаковке в климатическую камеру. Температуру в камере повышают до 50 °С (понижают до минус 10 °С) и каждый раз выдерживают в течение 3 ч с погрешностью не более  $\pm 3$  °С, после чего проводят испытания по пункту 3.5 настоящей программы.

Результаты испытания считаются удовлетворительными, если полученные значения погрешности, не превышают приведенных значений в технической документации на измерители.

5.7 Проверка на устойчивость к воздействию повышенной, пониженной температуры и влажности при хранении и транспортировании

Измерители в упаковке поочередно помещают в климатическую камеру, температуру камеры повышают до 50 °С (понижают до минус 10 °С) и выдерживают при данной температуре в течение 3 ч после выдержки при каждой из указанных температур расходомеры извлекают из камеры, распаковывают и выдерживают при нормальных условиях в течение 12 ч. После выдержки в нормальных условиях расходомеры проверяют на соответствие требованиям пункта 5.3 настоящей программы.

Измерители в упаковке помещают в климатическую камеру, в которой создают влажность 90 % без конденсата (температура 25 °С) и выдерживают 6 ч. После чего вынимают из камеры и выдерживают при нормальных условиях 12 ч, затем проводят измерения по пункту 5.3 настоящей программы.

Результаты испытаний считаются положительными, если полученные значения погрешности, не превышают приведенных значений в технической документации на измерителей.

5.8 Испытание на воздействие транспортной тряски

Испытание измерителя в упаковке для транспортирования на устойчивость к воздействию транспортной тряски проводят на стенде имитации транспортной тряски в течение 2 ч с ускорением 30 м/с<sup>2</sup> при частоте от 80 до 120 ударов в мин.

Допускается транспортирование измерители со скоростью 30-40 км/ч на расстояние не менее 150 км по дороге с гравийным или булыжным покрытием.

Измерители считают выдержавшими испытание, если после тряски при их осмотре не будет обнаружено механических повреждений и ослабления крепления деталей корпуса, а метрологические характеристики, определенные по 5.3 настоящей программы, остались в пределах нормируемых значений.

5.9 Опробование методики поверки средств измерений

Операции, выполняемые при апробации методики поверки, совпадают с операциями, указанными в п.5.2 и 5.3 настоящей программы испытаний. Следовательно, апробацию методики поверки допускается не проводить.

6 Оформление результатов испытаний

По результатам испытаний составляется Акт испытаний по форме, приведенной в СТ РК 2.21-2019 с приложением протоколов испытаний и ведомости соответствия. При получении неудовлетворительных результатов при испытаниях хотя бы по одному из требований настоящей программы проводятся повторные испытания удвоенного числа измерители по пунктам несоответствия.

Результаты повторных испытаний являются окончательными.