

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ
РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
(РОССТАНДАРТ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«КРАСНОЯРСКИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ»
(ФГУ «Красноярский ЦСМ»)

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
ФГУ «Красноярский ЦСМ»
С.Л. Шпирко
2020 г.



Инструкция

Государственная система обеспечения единства измерений

Измерители координат струнных
отвесов фотоэлектронные

Методика поверки
с Изменением № 1

16-05/002 МП

Красноярск

2020 г.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая инструкция распространяется на измерители координат струнных отвесов фотоэлектронные (далее - измерители), удовлетворяющие требованиям технических условий ФАНЕ.401166.001 ТУ, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической проверок.

Измерители координат струнных отвесов фотоэлектрические имеют 4 модификации: ФПКС-2М-40, ИКСО-40, ФПКС-2М-100, ИКСО-100. Интервал между поверками – 1 год.

Раздел 1 (измененная редакция, изм. № 1)

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей инструкции использованы следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 56069-2018 Требования к экспертам и специалистам. Поверитель средств измерений. Общие требования
- ГОСТ Р 51350-99 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования
- ГОСТ 8981-78 Эфиры этиловый и нормальный бутиловый уксусной кислоты технические. Технические условия
- ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия
- ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
- ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

Раздел 2 (измененная редакция, изм. № 1)

3 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

3.1 В настоящей инструкции использованы следующие обозначения:

- (x_0, y_0) - результаты измерения точки начала координат (0,0) измерителем;
- $(x_{-гр}, y_{гр})$ - точка вблизи нижней по оси X границы и вблизи верхней по оси Y границы диапазона измерений;
- $(x_{гр}, y_{-гр})$ - точка вблизи верхней по оси X границы и вблизи нижней по оси Y границы диапазона измерений;
- A_1 и A_2 - коэффициенты поворота осей координат измерителя;
- (\tilde{x}, \tilde{y}) - преобразованная параллельным переносом и поворотом осей координат измерителя точка координат (x, y) ;
- $x_{гр}^{микр}, x_{-гр}^{микр}$ - граничная точка смещения имитатора по оси X на микроскопе, калибраторе;
- $y_{гр}^{микр}, y_{-гр}^{микр}$ - граничная точка смещения имитатора по оси Y на микроскопе, калибраторе;
- $x_{гр}^{изм}, x_{-гр}^{изм}$ - результаты измерений измерителем координат граничных точек диапазона измерений измерителя;
- $y_{гр}^{изм}, y_{-гр}^{изм}$
- i - номер измерения координат от 1 до 5;
- j - номер единичного измерения координат от 1 до 5;
- k - номер точки измерения смещения координат от 1 до 2 при проведении поверки;
- $\Delta_{смещ}$ - величина смещения отвеса от первоначальной точки по координатам микроскопа;
- $x_k^{i,j}, y_k^{i,j}$ - результаты единичного измерения j измерения i в точке k ;
- \bar{x}_k, \bar{y}_k - среднеарифметический результат измерения координат в точке k ;

$\sigma(\Delta_k^{(x)}), \sigma(\Delta_k^{(y)})$ - случайные составляющие погрешности СИ в точке k ;
 $\Delta_x^{\text{сист}k}, \Delta_y^{\text{сист}k}$ - систематические составляющие погрешности СИ в точке k ;
 $\Delta_k^{(x)}, \Delta_k^{(y)}$ - погрешности СИ в точке k .

Подраздел 3.1 (измененная редакция, изм. № 1)

3.2 В настоящей инструкции использованы следующие сокращения:

СИ - средство измерения;
 ПО - программное обеспечение;
 МХ - метрологические характеристики.

4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении первичной, периодической и повторной поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательные устройства, указанные в таблице 2.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Операции при поверке			
		первичной, повторной			периодической
		при вводе в эксплуатацию	после замены связующих компонентов	после модернизации ПО	
Внешний осмотр	10.1	Да	Нет	Да	Да
Опробование	10.2	Да	Да	Да	Да
Контроль идентификации ПО	10.3	Да	Нет	Да	Да
Контроль случайной погрешности СИ	10.4.2.1	Да	Да	Да	Да
Контроль погрешности СИ	10.4.2.2	Да	Да	Да	Да

Таблица 2 – Средства поверки

№ п/п	Наименование средства поверки
1	Микроскоп видеоизмерительный ММ 320 (рег. номер в ФИФ 39844-08) с диапазоном измерений по оси X от 0 до 200 мм, по оси Y от 0 до 100 мм и пределами допускаемой погрешности измерений $\pm(0,003 + (L/100))$ мм
2	Приспособления для крепления измерителей координат струнных отвесов к микроскопу: «Плита поверочная ФАНЕ.301313.001» (приложение А, рисунок 2), «Плита поверочная ФАНЕ.301313.002»
3	Имитатор струны (приложение А, рисунок 1)
4	Компьютер 700/256Mb/40Gb/SVGA1024x768x32bit/CD-ROM/Mouse/Keyb
5	ПО «ИКСО-конфигуратор V2.4.0.35»
6	Калибратор смещения струнных отвесов КССО-50-01 (диапазон измерений в продольном и поперечном направлениях от 0 до 50 мм, погрешность $\pm 0,010$ мм)

Таблица 2 (измененная редакция, изм. № 1)

5.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускают поверителей, аттестованных по ГОСТ Р 56069, изучивших настоящую инструкцию и руководство по эксплуатации измерителей, имеющих стаж работы по данному виду измерений не менее одного года.

Раздел 6 (измененная редакция, изм. № 1)

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 При проведении испытаний соблюдают требования безопасности электрических испытаний и измерений согласно ГОСТ 12.3.019 и требования безопасности электрических контрольно-измерительных приборов согласно ГОСТ Р 51350.

7.2 Процесс проведения поверки не относится к вредным условиям труда и не наносит вред окружающей среде.

Рис.1 (исключен, изм. № 1)

8 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

8.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;^{*}
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- напряжение питающей сети, В 220 ± 10 %;
- частота питающей сети, Гц 50 ± 1 .

^{*} – При применении КССО-50-01 от 5 до 25 °С.

Подраздел 8.1 (измененная редакция, изм. № 1)

8.2 Не допускается устанавливать измерители в местах, где возможна конденсация влаги на оптических поверхностях фотооптических датчиков и попадание прямых солнечных лучей или искусственного освещения в оптическую систему датчика.

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

9.1 Подготовка оптики

При необходимости очистки наружных оптических поверхностей от пыли рекомендуется использовать воздушную струю из резинового баллончика или удалить беличьей кислоткой. Жировые пятна (например, следы от пальцев) удалить ватным тампоном, смоченным спиртоэфирной смесью (50 % спирта по ГОСТ 18300, 50 % эфира по ГОСТ 8981). После чего осторожно, без нажима, протереть поверхность мягкой салфеткой (например, фланелевой) от центра к краю. В труднодоступных местах оптические поверхности рекомендуется чистить ватой, накрутой на костяную или деревянную палочку и смоченной спиртоэфирной смесью.

9.2 Подготовка поверочного стенда

9.2.1 Стенд на основе микроскопа

Собрать рабочее место, руководствуясь чертежом общего вида (см. рис. 1) и схемой соединений (см. рис. 2).

Имитатор струны крепим к окуляру микроскопа и позиционируем таким образом, чтобы его игла находилась в центре поля зрения измерителя.

Необходимо убедиться в отсутствии посторонних предметов между фотооптическими датчиками и имитатором струны.

9.2.2 Стенд на основе калибратора.

Применять только для ФПКС-2М-40, ИКСО-40 на местах их установки.

Собрать рабочее место, руководствуясь чертежом общего вида (см. рисунок 1) и схемой соединений (см. рисунок 2).

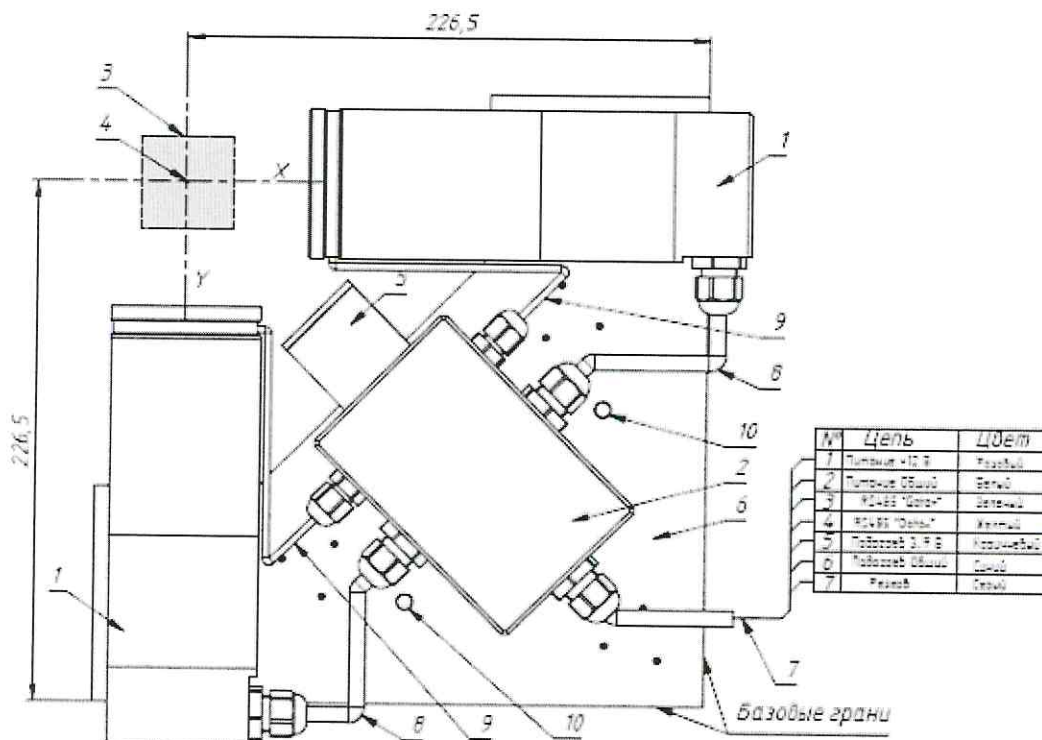


Рисунок 1 – Общий вид измерителя (ФПКС-2М-40, ИКСО-40), вид сверху

- 1 – Фотоэлектронный датчик, 2 – Блок электроники, 3 – Зона измерения, 4 – Объект измерения, 5 – Источник подсветки, 6 – Несущая конструкция, 7 – Кабель связи-питания, 8 – Кабель соединительный, 9 – Цепь подогрева, 10 – Элементы крепежа несущей плиты к опорной плите.

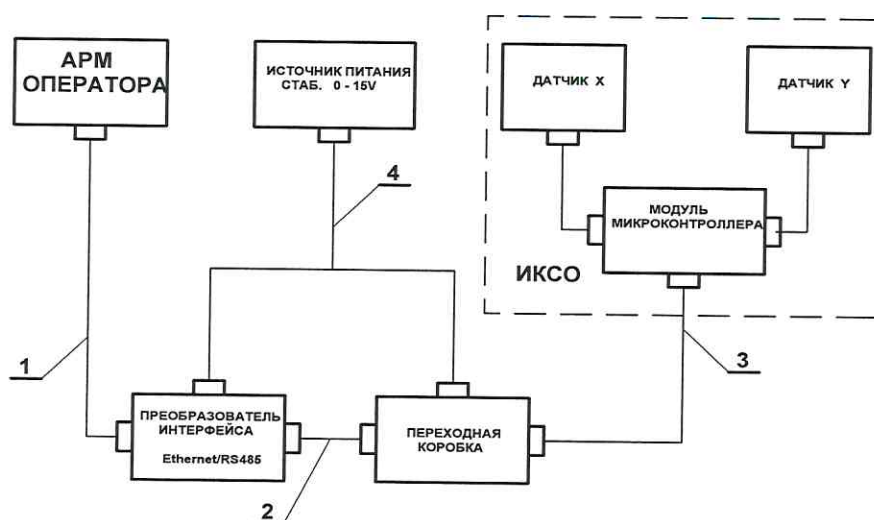


Рисунок 2 – Схема соединений

Примечания:

1. Соединители 1, 2, 3, 4 входят в состав поверочного комплекта.
2. АРМ – автоматизированное рабочее место

Калибратор типа КССО-50-01, установить на предусмотренные конструкцией приборов посадочные опоры (для горизонтально расположенных приборов) или гнезда несущей стенки держателей приборов (для приборов расположенных вертикально), приложение Б.

Плита калибратора поджимается фиксирующей гайкой либо винтом (в зависимости от конструкции). Момент затяжки не более 5 Н/м.

Конструкция держателя измерителя и калибратора позволяет совмещать центры зоны измерения и зоны перемещения имитатора струны калибратора с достаточной точностью.

Рабочая струна створа (или отвеса) при поверке отводится из поля зрения оптики измерителя.

Подраздел 9.2 (измененная редакция, изм. № 1)

10 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

10.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливаются отсутствие повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид измерителя, и комплектность изделия в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.2 Опробование

10.2.1 Включить компьютер. Выбрать папку «ИКСО-конфигуратор», запустить программу «ИКСО-конфигуратор V2.4.0.35».

10.2.2 На экране монитора появится главное окно, приведенное на рисунке 3.

В поле «Адрес» установить значение (от 1 до 247) указанное в сопроводительном документе.

В случае проведения первичной поверки установить единицу (заводская установка).

Если адрес прибора не известен, следует произвести операцию «Поиск адреса» в соответствии с Руководством по эксплуатации.

10.2.3 Для проведения измерений нужно нажать кнопку «Чтение координат» (посредством подведения курсора к кнопке и нажатия левой кнопки устройства «мышь»). В полях справа от кнопки должны появиться координаты положения отвеса (имитатора).

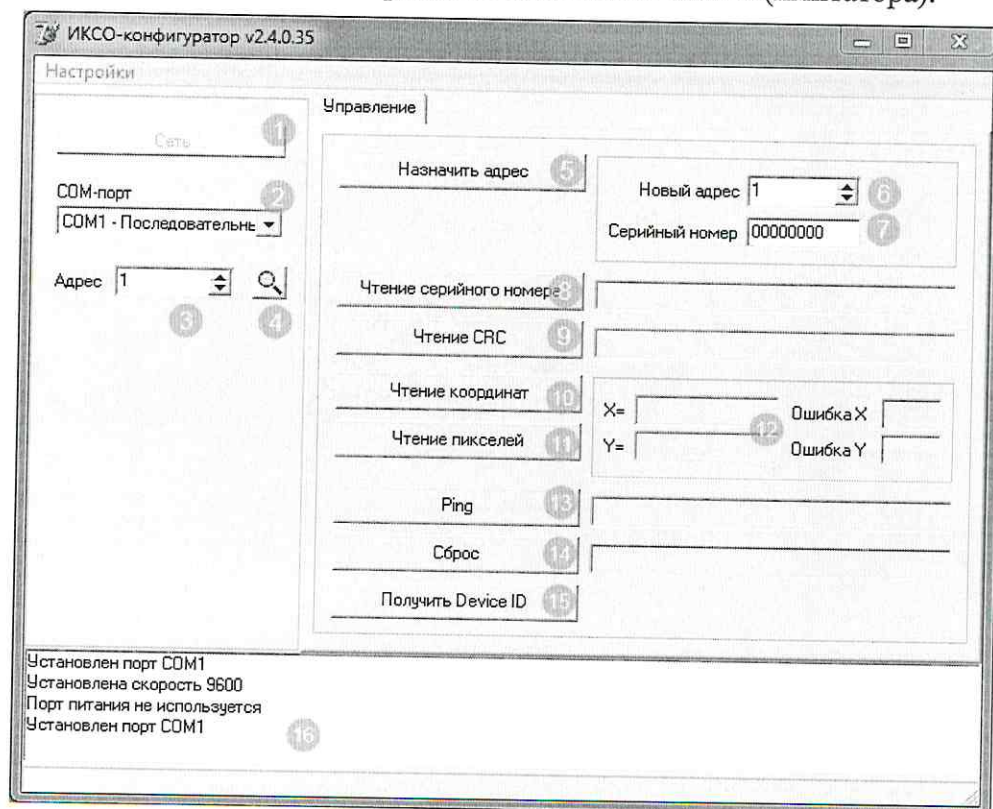


Рисунок 3 – Главное окно

1 – Кнопка включения питания, 2 – Выбор порта связи, 3 – Адрес опрашиваемого датчика,

4 – Поиск адрес датчика, 5 – Кнопка команды назначения адреса датчику, 6 – Новый назначаемый адрес, 7 – Идентификатор датчика, которому назначается новый адрес, 8 – Кнопка команды получения идентификатора, 9 – Кнопка команды чтения контрольной суммы прошивки, 10 – Кнопка команды получения координат, 11 – Кнопка команды получения пиксельных координат, 12 – Поле отображения текущих координат, 13 – Кнопка команды пинга, 14 – Кнопка команды сброса, 15 – Кнопка команды получения дополнительной информации, 16 – Протокол работы

Подраздел 10.2 (измененная редакция, изм. № 1)

10.3 Контроль идентификации ПО

10.3.1 Для запроса версии ПО устройства нижнего уровня в окне проведения измерений (см. рис. 3) нажать кнопку «Получить Device ID». Принятый ответ должен быть как на рис. 4.

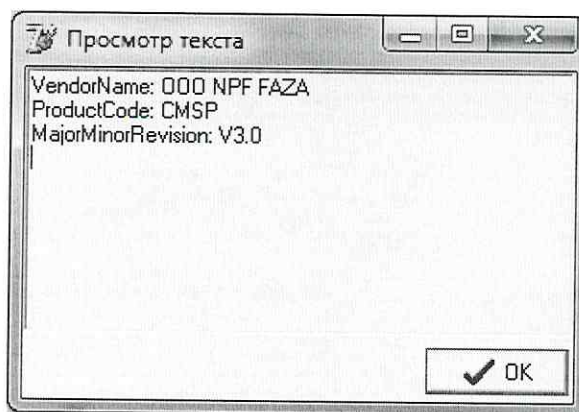


Рисунок 4 — Окно версии ПО устройства

Подраздел 10.3 (измененная редакция, изм. № 1)

10.3.2 Для контроля состояния частей ПО, подлежащих метрологическому контролю и рассчитываемого как 16-разрядная контрольная сумма (CRC), нажать кнопку «Чтение CRC». В поле справа от кнопки принятый ответ должен быть следующего содержания: «3665».

10.4 Контроль МХ СИ

10.4.1 Главным фактором, влияющим на недостоверность результатов поверки, является смещение и не параллельность осей координат эталонного прибора (микроскопа, калибратора) и измерителя. До проведения измерений для проверки характеристик измерителя, исключают указанное влияние следующим образом:

При проведении поверки на микроскопе:

- устанавливают измеритель в точку $(x_0 = 0, y_0 = 0)$ мм с точностью $\pm 0,10$ мм и определяют значение координат как среднеарифметические значения 5-ти единичных измерений по формуле (11.1);

- устанавливают по осям микроскопа измеритель в точки координат вблизи границ диапазона измерений $(x_{-гр}, y_{гр})$ и $(x_{гр}, y_{-гр})$, где для модификаций ФПКС-2М-40 и ИКСО-40 граничное значение равно 19 мм, а для модификаций ФПКС-2М-100 и ИКСО-100 49 мм, и производят измерения;

- рассчитывают коэффициенты поворота осей A_1 и A_2 по формулам (11.2).

Преобразование измеренных координат (x, y) в координаты (\tilde{x}, \tilde{y}) осуществляют по формулам:

$$\begin{aligned} \tilde{x} &= A_1 \times (x - x_0) - A_2 \times (y - y_0) \\ \tilde{y} &= A_2 \times (x - x_0) + A_1 \times (y - y_0) \end{aligned} \quad (10.1)$$

При проведении поверки с использованием калибратора:

– имитатор струны по осям X, Y устанавливают на 25 миллиметров от «нулевого» состояния микрометрических головок, что будет примерно соответствовать центру зоны измерений, и определяют значение координат как среднеарифметические значения 5-ти единичных измерений по формулам (11.1);

– последовательно имитатор струны по осям X, Y устанавливают в точки $(x_{гр}, y_{гр})$ и $(x_{-гр}, y_{-гр})$, где для модификаций ФПКС-2М-40 и ИКСО-40 граничное значение равно 19 мм (от центра), и производят измерения;

– рассчитывают коэффициенты поворота осей A_1 и A_2 по формулам (11.2).

Преобразование измеренных координат (x, y) в координаты (\tilde{x}, \tilde{y}) осуществляют по формулам (10.1).

Пункт 10.4.1 (измененная редакция, изм. № 1)

10.4.2 Контроль МХ СИ проводят в 2 (двух) точках декартовой системы координат:

– для модификаций ФПКС-2М-40 и ИКСО-40 для смещений (10,-10), (-10,10);

– для модификаций ФПКС-2М-100 и ИКСО-100 для смещений (25,-25), (-25,25).

Результаты измерений представляют по форме, приведенной в таблице 3.

Таблица 3 – Форма представления результатов измерений

$x_{уст}$		x_0										
$y_{уст}$		y_0										
Смещение		№ изм.	Результаты единичных измерений, $(x_k^{i,j}, y_k^{i,j})$									
ось X	ось Y		$x_1^{1,1}$	$y_1^{1,1}$	$x_1^{1,2}$	$y_1^{1,2}$	$x_1^{1,3}$	$y_1^{1,3}$	$x_1^{1,4}$	$y_1^{1,4}$	$x_1^{1,5}$	$y_1^{1,5}$
$\Delta_{смещ}^{1)}$	$-\Delta_{смещ}$	1	$x_1^{1,1}$	$y_1^{1,1}$	$x_1^{1,2}$	$y_1^{1,2}$	$x_1^{1,3}$	$y_1^{1,3}$	$x_1^{1,4}$	$y_1^{1,4}$	$x_1^{1,5}$	$y_1^{1,5}$
	
		5	$x_1^{5,1}$	$y_1^{5,1}$	$x_1^{5,2}$	$y_1^{5,2}$	$x_1^{5,3}$	$y_1^{5,3}$	$x_1^{5,4}$	$y_1^{5,4}$	$x_1^{5,5}$	$y_1^{5,5}$
$-\Delta_{смещ}$	$\Delta_{смещ}$	1	$x_2^{1,1}$	$y_2^{1,1}$	$x_2^{1,2}$	$y_2^{1,2}$	$x_2^{1,3}$	$y_2^{1,3}$	$x_2^{1,4}$	$y_2^{1,4}$	$x_2^{1,5}$	$y_2^{1,5}$
	
		5	$x_2^{5,1}$	$y_2^{5,1}$	$x_2^{5,2}$	$y_2^{5,2}$	$x_2^{5,3}$	$y_2^{5,3}$	$x_2^{5,4}$	$y_2^{5,4}$	$x_2^{5,5}$	$y_2^{5,5}$

¹⁾ $-\Delta_{смещ}$ равна 10 для ФПКС-2М-40 и ИКСО-40 и равна 25 для ФПКС-2М-100 и ИКСО-100.

10.4.2.1 Контроль случайной составляющей погрешности СИ

Проводят в каждой точке смещения $k=1,2$ по 5 (пять) измерений, при каждом измерении проводят по 5 (пять) единичных измерений. Расчет случайных составляющих погрешности СИ $\sigma(\hat{\Delta}_k^{(x)})$ и $\sigma(\hat{\Delta}_k^{(y)})$ производят по формулам (11.4). Значение случайных составляющих погрешности СИ в каждой точке не должно превосходить значения соответствующей модификации, приведенного в таблице 4.

10.4.2.2 Контроль погрешности СИ

Погрешность СИ определяют как суперпозицию случайной и систематической составляющих погрешности СИ. Расчет систематических погрешностей $\Delta_x^{систk}$, $\Delta_y^{систk}$ и погрешностей СИ производят по формулам (11.6) и (11.7). Значение погрешностей СИ в каждой точке не должно превосходить значения соответствующей модификации, приведенного в таблице 4.

11 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1 Результат измерения координат в точке $(x_0 = 0, y_0 = 0)$ вычисляют по формулам:

$$x_0 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 x_j, \quad y_0 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 y_j. \tag{11.1}$$

11.2 Коэффициенты поворота осей координат измерителя A_1 и A_2 рассчитывают по формулам:

Таблица 4 – Допускаемые значения погрешностей СИ

Модификация измерителя	Пределы допускаемых значений абсолютной	
	случайной составляющей погрешности СИ, мм, $\pm \sigma(\dot{\Delta})$	погрешности СИ, мм, $\pm \Delta$
ИКСО-40	0,032	0,06
ФПКС-2М-40	0,040	0,07
ИКСО-100	0,06	0,12
ФПКС-2М-100	0,07	0,15

Таблица 4 (измененная редакция, изм. № 1)

$$\begin{aligned} A_1 &= \cos(\varphi), \\ A_2 &= \sin(\varphi); \end{aligned} \tag{11.2}$$

где φ находится из уравнения:

$$\varphi = \arctan\left(\frac{-y_{\text{изм}} \times x_{\text{гр}}^{\text{микр}} + x_{\text{изм}} \times y_{\text{гр}}^{\text{микр}} - y_{\text{гр}}^{\text{изм}} \times x_{\text{гр}}^{\text{микр}} + x_{\text{гр}}^{\text{изм}} \times y_{\text{гр}}^{\text{микр}}}{x_{\text{изм}} \times x_{\text{гр}}^{\text{микр}} + y_{\text{изм}} \times y_{\text{гр}}^{\text{микр}} + x_{\text{гр}}^{\text{изм}} \times x_{\text{гр}}^{\text{микр}} + y_{\text{гр}}^{\text{изм}} \times y_{\text{гр}}^{\text{микр}}}\right). \tag{11.3}$$

Подраздел 11.2 (измененная редакция, изм. № 1)

11.3 Случайные составляющие погрешности СИ в точках $k = 1, 2$ вычисляют по формулам:

$$\sigma(\dot{\Delta}_k^{(x)}) = \sqrt{\frac{1}{24} \times \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 (\tilde{x}_k^{i,j} - \bar{x}_k)^2}, \quad \sigma(\dot{\Delta}_k^{(y)}) = \sqrt{\frac{1}{24} \times \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 (\tilde{y}_k^{i,j} - \bar{y}_k)^2}; \tag{11.4}$$

где $\bar{x}_k = \frac{1}{25} \times \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 \tilde{x}_k^{i,j}, \quad \bar{y}_k = \frac{1}{25} \times \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 \tilde{y}_k^{i,j}. \tag{11.5}$

Подраздел 11.3 (измененная редакция, изм. № 1)

11.4 Погрешность СИ в точке $k=1,2$ вычисляют по формулам:

$$\Delta_k^{(x)} = \sqrt{\frac{(\Delta_x^{\text{сист}k})^2}{3} + \sigma(\dot{\Delta}_k^{(x)})^2}, \quad \Delta_k^{(y)} = \sqrt{\frac{(\Delta_y^{\text{сист}k})^2}{3} + \sigma(\dot{\Delta}_k^{(y)})^2}, \tag{11.6}$$

где $\Delta_x^{\text{сист}k} = \bar{x}_k - \Delta_{\text{смещ}}, \quad \Delta_y^{\text{сист}k} = \bar{y}_k - \Delta_{\text{смещ}}. \tag{11.7}$

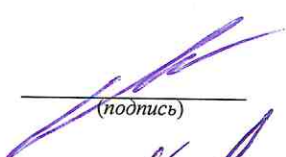
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 На основании положительных результатов по пунктам раздела 11 выписывают свидетельство о поверке измерителя, наносят поверительные клейма в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 2 июля 2015 г. № 1815.

12.2 В случае отрицательных результатов поверки измеритель признается непригодным к дальнейшей эксплуатации и на него выдают извещение о непригодности с указанием причин.


Раздел 12 (измененная редакция, изм. № 1)

Начальник отдела СНТР


(подпись)

Н.М. Лясковский

Ведущий инженер ОСНТР


(подпись)

С.Г. Пурнов

Приложение А
(обязательное)

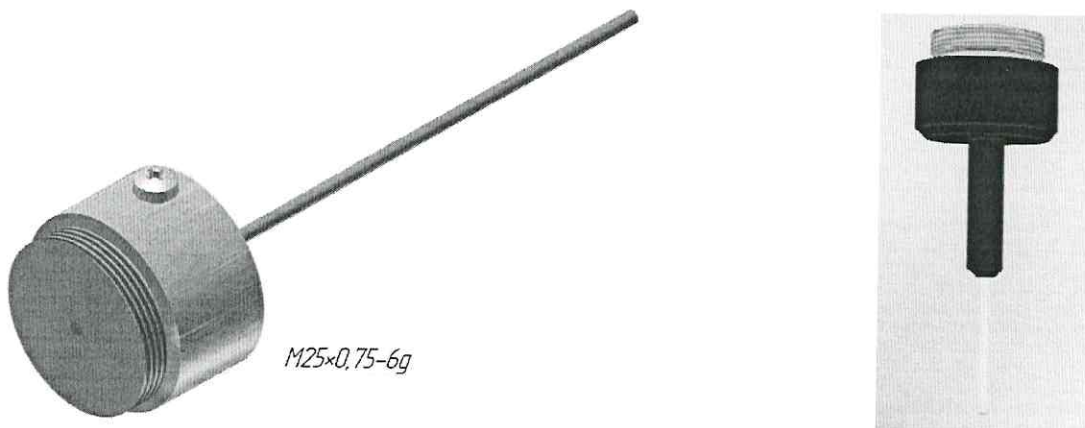


Рисунок А.1 – Имитаторы струны

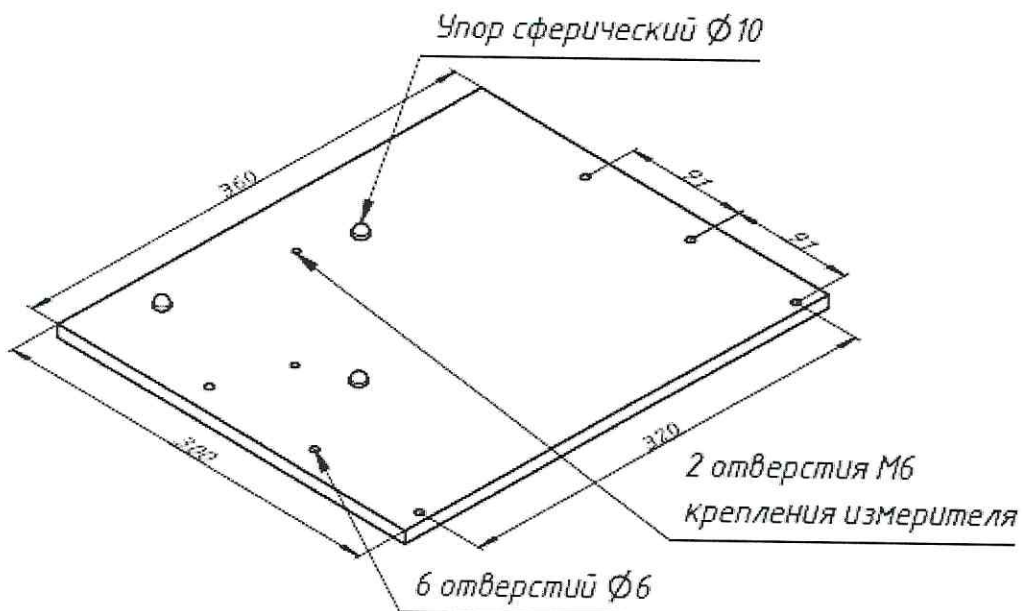
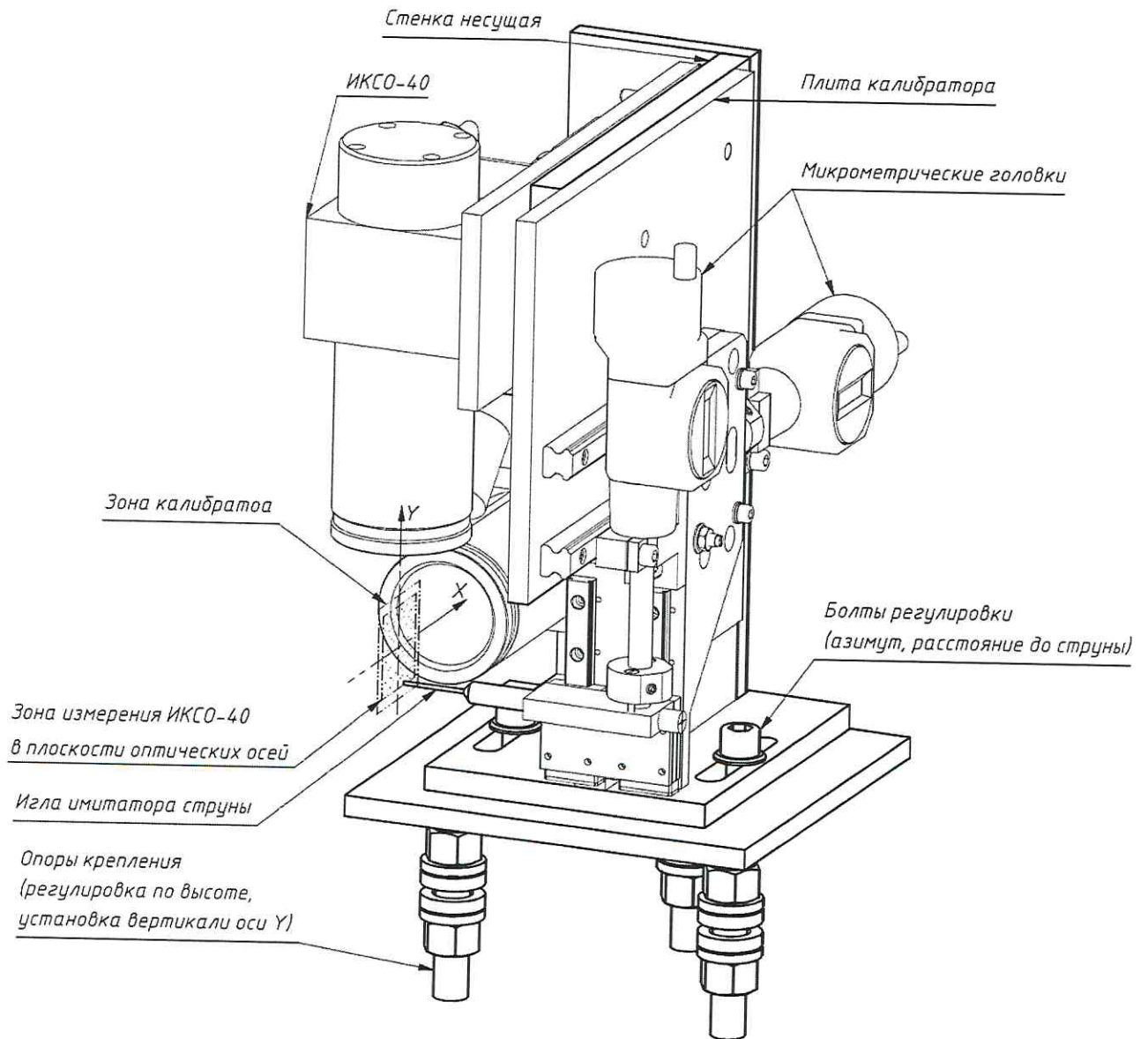


Рисунок А.2 – Плита поверочная ФАНЕ.301313.001 для ИКСО-40, ФПКС2М-40

Приложение А (добавлено, изм. № 1)

Приложение Б
(обязательное)



Расположение калибратора и измерителя на струнном створе

Приложение Б (добавлено, изм. № 1)

Приложение В
(справочное)

Пример определения погрешностей СИ при поверке

В.1 Расчет коэффициентов преобразования координат измерителя (для ФПКС-2М-40 или ИКСО-40)

Таблица В.1 — Данные расчета коэффициентов преобразования координат

Смещение на микроскопе		Результаты измерений		Средние значения	
ось <i>x</i>	ось <i>y</i>	<i>x_i</i>	<i>y_i</i>		
-19	19	-19,09477	18,86011	$x_{zp} = -19,094586$	$y_{zp} = 18,861864$
		-19,09230	18,85994		
		-19,09638	18,86906		
		-19,09448	18,86303		
		-19,09500	18,85718		
0	0	-0,32130	-0,27929	$x_0 = -0,324924$	$y_0 = -0,275462$
		-0,32914	-0,27382		
		-0,32648	-0,27382		
		-0,32389	-0,27656		
		-0,32381	-0,27382		
19	-19	18,38142	-19,37202	$x_{zp} = 18,382334$	$y_{-zp} = -19,366852$
		18,38643	-19,35637		
		18,38688	-19,36655		
		18,38711	-19,37164		
		18,36983	-19,36768		

Значения коэффициентов $A_1 = 1,008898$

$A_2 = -0,003309$

В.2 Оценка случайной составляющей погрешности СИ и погрешности СИ

Таблица В.2 — Расчет характеристик погрешности СИ при поверке

№ точки	№ изм-я	Единичные измерения									
		1		2		3		4		5	
1	1	9,5400	-10,2915	9,5423	-10,2381	9,5479	-10,2486	9,5423	-10,2781	9,5439	-10,2486
	2	9,5428	-10,2968	9,5451	-10,2380	9,5451	-10,2460	9,5351	-10,2680	9,5491	-10,2560
	3	9,5456	-10,2940	9,5451	-10,2380	9,5479	-10,2459	9,5451	-10,2519	9,5379	-10,2412
	4	9,5483	-10,2940	9,5396	-10,2462	9,5508	-10,2539	9,5406	-10,2462	9,5408	-10,2539
	5	9,5483	-10,2940	9,5478	-10,2380	9,5481	-10,2699	9,5322	-10,2779	9,5421	-10,2499
2	1	-10,1750	9,9321	-10,1538	10,0458	-10,1647	9,9834	-10,1638	10,0458	-10,1747	9,9934
	2	-10,1772	9,9268	-10,1555	10,0516	-10,1645	9,9871	-10,1455	10,0216	-10,1545	9,9771
	3	-10,1802	9,9065	-10,1478	10,0901	-10,1671	9,9743	-10,1678	10,0536	-10,1671	9,9743
	4	-10,1746	9,9400	-10,1588	10,0239	-10,1623	9,9925	-10,1588	10,0231	-10,1723	9,9818
	5	-10,1726	9,9412	-10,1553	10,0553	-10,1673	9,9706	-10,1522	10,0553	-10,1573	9,9705

Продолжение таблицы В.2

$(x_j - x_0), (y_j - y_0)$											
1		2		3		4		5		1	
9,86491	-10,0161	9,86721	-9,96264	9,87284	-9,97314	9,86721	-10,0026	9,86884	-9,97314	9,98584	-9,9858
9,86773	-10,0213	9,86998	-9,96255	9,87005	-9,97056	9,85998	-9,99255	9,87405	-9,98056	9,98870	-9,98870
9,87048	-10,0186	9,86998	-9,96255	9,87282	-9,97840	9,86998	-9,97645	9,86282	-9,96572	9,99146	-9,99146
9,87325	-10,0185	9,86451	-9,97073	9,87567	-9,97047	9,86451	-9,97073	9,86567	-9,97840	9,99426	-9,99426
9,87325	-10,0185	9,87275	-9,96247	9,87303	-9,99448	9,85711	-10,0025	9,86703	-9,97448	9,99426	-9,99426
-9,85007	10,2076	-9,82890	10,3213	-9,83975	10,2589	-9,83890	10,3213	-9,84975	10,2689	-9,9715	9,97149
-9,85229	10,2023	-9,83060	10,3271	-9,83957	10,2626	-9,82060	10,2971	-9,82975	10,2526	-9,9737	9,97371
-9,85523	10,1820	-9,82286	10,3655	-9,84216	10,2498	-9,84286	10,329	-9,84216	10,2498	-9,9766	9,97661
-9,84972	10,2151	-9,83388	10,2994	-9,83735	10,2679	-9,83388	10,2986	-9,84735	10,2572	-9,9712	9,97116
-9,84767	10,2167	-9,83042	10,3308	-9,84233	10,2460	-9,82730	10,3308	-9,83233	10,2460	-9,9691	9,96910

Продолжение таблицы В.2

Значения преобразованных координат								Среднее измерений		Смещение	
2		3		4		5		x_k	y_k	$\Delta_{сист}$	
9,98798	-9,98798	9,99369	-9,99369	9,98811	-9,98811	9,98966	-9,98966	9,98948	-9,98948	10	-10
9,99077	-9,99077	9,99087	-9,99087	9,98078	-9,98078	9,99494	-9,99494				
9,99077	-9,99077	9,99366	-9,99366	9,99082	-9,99082	9,98356	-9,98356				
9,98528	-9,98528	9,99657	-9,99657	9,98528	-9,98528	9,98648	-9,98648				
9,99357	-9,99357	9,99396	-9,99396	9,97792	-9,97792	9,98784	-9,98784				
-9,95051	9,95051	-9,96125	9,96125	-9,96060	9,96060	-9,97137	9,97137	-9,96023	9,96023	-10	10
-9,95224	9,95224	-9,96108	9,96108	-9,94205	9,94205	-9,95096	9,95096				
-9,94456	9,94456	-9,96365	9,96365	-9,96462	9,96462	-9,96365	9,96365				
-9,95546	9,95546	-9,95886	9,95886	-9,95546	9,95546	-9,96891	9,96891				
-9,95207	9,95207	-9,96381	9,96381	-9,94892	9,94892	-9,95372	9,95372				

Окончание таблицы В.2

Случ. погрешность		Сист. погрешность		Погрешность СИ	
$\Delta_k^{(x)}$	$\Delta_k^{(y)}$	$\Delta_{x, сист}$	$\Delta_{y, сист}$	$\Delta_k^{(x)}$	$\Delta_k^{(y)}$
0,00465	0,00465	-0,010519	0,010519	0,0076	0,0076
0,00943	0,00943	0,039769	-0,039769	0,0248	0,0248

$\pm \sigma(\dot{\Delta}) = 0,009 \quad \pm \Delta = 0,025$