



**Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и
испытаний в Красноярском крае»**

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
Зам. директора по метрологии
ФБУ «Красноярский ЦСМ»
С.Л. Шпирко
19 12 2017 г.

**КООРДИНАТОМЕРЫ РУЧНЫЕ
оптико-механические ОМК-130-02**

Методика поверки

18-18/023 МП

г. Красноярск

2017

СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	1
2	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	1
3	ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	1
4	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	2
5	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
6	ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	3
7	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	3
8	УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	4
9	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	4
10	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	4
	10.1 Внешний осмотр.....	4
	10.2 Проверка комплектности, маркировки, упаковки	4
	10.3 Проверка метрологических характеристик координатомеров	4
11	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	7
	Приложение А (обязательное) Метрологические и технические характеристики координатомеров	8
	Приложение Б (справочное) Приспособления для установки координатомеров на микроскоп ММ 320.....	9

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на средство измерений (далее по тексту – СИ), «Координатометры ручные оптико-механические ОМК-1630-02» (далее – координатометры), изготовленное научно-производственной компанией «ФАЗА» общество с ограниченной ответственностью (НПК «ФАЗА» ООО).

Методика поверки устанавливает порядок и методы проведения первичной, периодической и внеочередной поверок.

1.2 Первичную поверку координатометра проводят после его ввода в эксплуатацию.

Периодическую поверку координатометра проводят в процессе его эксплуатации с интервалом между поверками 1 год.

1.3 Внеочередную поверку координатометра проводят после ремонта, замены его измерительных компонентов, аварий в энергосистеме, если эти события могли повлиять на метрологические характеристики координатометра.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 166-89	Штангенциркули. Технические условия
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия (с Изменениями № 1, 2, 3)
ГОСТ Р 53228-2008	Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания
ГОСТ Р 56069-2014	«Требования к экспертам и специалистам. Поверитель средств измерений. Общие требования»
ГОСТ Р 8.596-2002	«ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения»
ГОСТ 53340-2009	Приборы геодезические. Общие технические условия
ГОСТ 12.1.004-91	ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.019-2009	ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
ГОСТ 12.2.003-91	ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
Приказ Минпромторга РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»	

3 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

3.1 В настоящей программе испытаний использованы следующие сокращения:

Микроскоп	– видеоизмерительный микроскоп MarVision MM 320;
Координатометр	– координатометр ручной оптико-механический ОМК-130-02;
СИ	– средство измерений;
XУ	– координатное поле координатометра с осями координат X и Y.

3.1 В настоящей программе испытаний использованы следующие сокращения:

L	– значение верхней границы диапазона измерений микроскопом (для оси X=200, для оси Y=100, для оси Z=150);
----------	---

- $i = 1, \dots, 4$; – индекс точки измерения;
 $j = 1, \dots, 5$; – индекс номера единичного измерения;
 X_{ij}, Y_{ij} – значение (X, Y) координаты в i -ой точке j -го единичного измерения;
 \bar{X}_i, \bar{Y}_i – результат измерения i -ой точки по оси координат соответственно X и Y ;
 L_1, L_2 – длины диагоналей координатного поля координатомера;
 M – модуль разности длин диагоналей координатного поля координатомера;
 X_N^i, Y_N^i – результат измерения i -ой точки координаты N микроскопа по оси координат X и Y соответственно;
 X_0^0, Y_0^0 – точка начала координат $(0, 0)$ микроскопа;
 \bar{x}_0, \bar{y}_0 – результат измерения точка начала координат микроскопа;
 \bar{X}_N, \bar{Y}_N – среднеарифметическое значение измерений координаты точки (N, N) ;
 α – угол поворота диагонали координатомера относительно диагонали микроскопа;
 A_1 и A_2 – корректирующие коэффициенты пересчета координат координатомера в систему координат микроскопа;
 x, y – координаты, измеренные координатомером;
 \bar{x}_0, \bar{y}_0 – результаты измерения координатомером начала координат микроскопа;
 \bar{x}, \bar{y} – результаты измерения координатомера, пересчитанные в систему координат микроскопа;
 $X_N^{\text{ОМК}}, X_N^{\text{ММ}}$ – результат измерения и установленное значение координаты N на координатной оси X в системах координат соответственно координатомера и микроскопа;
 $Y_N^{\text{ОМК}}, Y_N^{\text{ММ}}$ – результат измерения и установленное значение координаты N на координатной оси Y в системах координат соответственно координатомера и ММ 320;
 $\Delta\bar{X}, \Delta\bar{Y}$ – абсолютной значение погрешности измерений координат X и Y ;
 Δ – допускаемая абсолютная погрешность измерений координаты (X или Y);

4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении проверок выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке		
		первичной	периодической	внеочередной
1 Внешний осмотр	10.1	Да	Да	Да
2 Проверка комплектности, маркировки, упаковки	10.2	Да	Да	Да
3 Проверка метрологических характеристик координатомеров	10.3	Да	Да	Да

5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

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

Таблица 2 – Средства поверки и вспомогательные устройства

Номер пункта методики поверки	Наименование средства поверки
10.3	Микроскоп видеоизмерительный ММ 320 с диапазоном измерений по оси X от 0 до 200 мм, оси Y от 0 до 100 мм, оси Z от 0 до 150 мм с пределом допускаемой погрешности измерений по осям X, Y $\pm 0,003 + (L/100)$ мкм; Имитатор струны толщиной 0,6 мм Плита с опорами для установки координатомера

5.3 Применяемые средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки координатомеров допускают поверителей, аттестованных на соответствие требований ГОСТ Р 56069, изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на координатомеры, имеющих стаж работы по данному виду измерений не менее 1 (одного) года.

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.2.007.0 по классу III, ГОСТ 12.1.019.

7.2 В системе подсветки координатомеров должны использоваться источники питания, создающие безопасное сверхнизкое напряжение в электрических цепях.

7.3 Зарядное устройство аккумуляторов должно содержать разделительный трансформатор или преобразователь, его входная и выходная обмотки не должны быть электрически связаны и между ними должна быть двойная или усиленная изоляция.

7.4 Наружные элементы конструкции координатомеров не должны иметь острых углов и режущих кромок.

8 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

Поверку координатомеров проводят при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5 ;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- напряжение питающей сети, В $220 \pm 4,4$;
- частота питающей сети, Гц $50 \pm 0,5$.

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

9.1 Для проведения поверки представляют следующую документацию:

- комплект эксплуатационной документации на координатомеры;
- описание типа координатомеров;
- свидетельства о предыдущих поверках координатомеров (при периодической или внеочередной поверке);
- рабочие журналы с данными по климатическим и иным условиям эксплуатации за интервал между поверками (только при периодической поверке).

9.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- производят зарядку аккумулятора системы подсветки после длительного хранения или продолжительной работы координатомера;
- выдерживают координатомер при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ не менее 2-х часов (если координатомер находился в других температурных условиях);
- устанавливают координатомер на установочном столике, который должен быть жестко связан с объектом наблюдения (например, методом сварки);
- готовят координатомер к измерениям в соответствии с руководством по эксплуатации.

10 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

10.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проводят проверку комплектности, маркировки и упаковки координатомеров и сличение их с требованиями технической документации.

10.2 Проверка комплектности, маркировки, упаковки

10.2.1 Проверку комплектности, маркировки, упаковки координатомера производят визуально.

10.2.2 Проверку качества маркировки производят посредством визуального осмотра после окончания испытаний, а также пятикратным протиранием маркировки, без нажима, ватным тампоном, смоченным спиртово-бензиновым раствором, составленным из равных частей.

10.2.3 Проверку качества маркировки на упаковке проводят посредством протирания ватным или марлевым тампоном, смоченным водой.

10.2.4 Качество маркировки соответствует установленным требованиям, если маркировка не осыпается, не расплывается и не выцветает.

10.3 Проверка метрологических характеристик координатомеров

Проверку отклонения координатных осей от прямоугольности и метрологических характеристик координатомера производят с использованием видеоизмерительного микроскопа MarVision MM 320, плиты с опорами для установки координатомера и имитатора струны толщиной 0,6 мм.

10.3.1 Проверка отклонения координатных осей координатомера от прямоугольности

10.3.1.1 Крепят плиту с опорами (рисунок Б.3 приложения Б) к предметному столу микроскопа MarVision MM 320 (далее – микроскоп). На опоры плиты фиксируют координатомер в позиции 1 (рисунок Б.4 приложения Б) и по линейкам и барабанам устанавливают положение (0; 0) мм (начало системы координат). На место объектива микроскопа устанавливают имитатор струны (рисунок Б.2 приложения Б).

10.3.1.2 Органами перемещения стола (рисунок Б.1 приложения Б) микроскоп устанавливают в нулевое положение (X_0^0, Y_0^0) в точке (-98, -48; отсчет от центра поля). Наблюдая за изображением струны в поле зрения визирной трубы (рисунок 1а), подводят (вращением барабанов) оптическую головку прибора к струне. Добиваются симметричного расположения изображений струны относительно визирной сетки в нижней (координата X) и верхней (координата Y) полуплоскостях (рисунок 1б).

Операции измерения производят следующим образом:

- смещают изображение струны в одной из плоскостей вправо (рисунок 1г) или влево (рисунок 1в), до совмещения края струны с центральной вертикальной рисккой, поворачивая соответствующий барабан. Производят отсчет показаний. Затем, смещают изображение в противоположную сторону до совмещения другого края с центральной вертикальной рисккой. Производят отсчет показаний и вычисляют среднее значение, соответствующее середине струны, восстанавливают положение струны (рисунок 1б);
- аналогичные действия проделывают для второй полуплоскости.

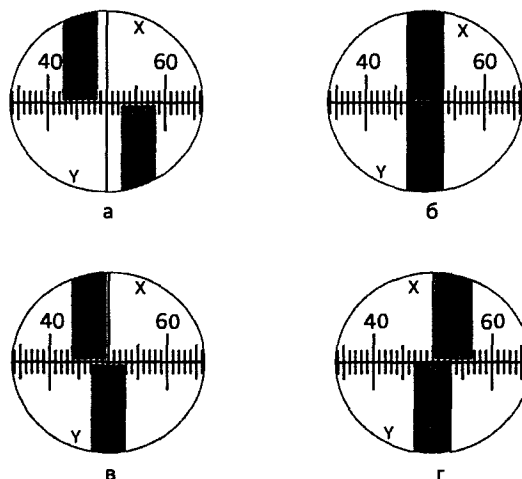


Рисунок 1 – Изображение в визирной трубе

Измеренные координаты точки (X_0^0, Y_0^0) не должны превышать 3 мм по обоим осям координатомера.

10.3.1.3 Последовательно перемещают стол микроскопа и измеряют координаты имитатора струны в четырех положениях вблизи краев поля $[(X_5^1, Y_5^1), (X_{125}^3, Y_{95}^3), (X_5^2, Y_{95}^2), (X_{125}^4, Y_5^4)]$. Производят не менее 5-ти единичных измерений координат (X_{ij}, Y_{ij}) для $i = 1, \dots, 4; j = 1, \dots, 5$, по отсчетным линейкам (мм) и отсчетным барабанам (сотые доли мм), результаты заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты измерений возле краев диапазона и начала координатного поля

№ точки	Точки координат микроскопа по осям, мм		Результат единичного измерения X_{ij}, Y_{ij}					Среднее		
			1	2	3	4	5	\bar{X}_i	\bar{Y}_i	
1	X_5^1	Y_5^1								
2	X_5^2	Y_{95}^2								
3	X_{125}^3	Y_{95}^3								
4	X_{125}^4	Y_5^4								
0	X_0^0	Y_0^0							\bar{x}_0	\bar{y}_0

10.3.1.4 Рассчитывают длины диагоналей $[(\bar{X}_1, \bar{Y}_1), (\bar{X}_3, \bar{Y}_3)]$ и $[(\bar{X}_2, \bar{Y}_2), (\bar{X}_4, \bar{Y}_4)]$ по формулам:

$$L_1 = \sqrt{(\bar{X}_3 - \bar{X}_1)^2 + (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)^2}, \quad (10.1)$$

$$L_2 = \sqrt{(\bar{X}_4 - \bar{X}_2)^2 + (\bar{Y}_4 - \bar{Y}_2)^2} \text{ и} \quad (10.2)$$

определяют модуль разности длин по формуле:

$$M = |L_1 - L_2|. \quad (10.3)$$

10.3.1.5 В случае выполнения неравенства $M \leq 2,77 \cdot \delta[\Delta]$ координатомер признают годным к применению и продолжают его поверку. В противном случае прибор признают непригодным для применения и направляют на юстировку.

10.3.2 Расчет корректирующих коэффициентов (угла) поворота координатных осей координатомера

10.3.2.1 Относительный угол поворота осей систем координат координатомера и микроскопа (коэффициенты корректирующей матрицы преобразования измеренных координат положения струны в координаты микроскопа) вычисляют по результатам измерений, приведенным в таблице 3.

10.3.2.2 Угол поворота осей координат определяют как угол между направляющими векторами диагонали L_1 (\bar{X}_1, \bar{Y}_1), (\bar{X}_3, \bar{Y}_3) и диагонали, заданной точками (X_5^1, Y_5^1) , (X_{125}^3, Y_{95}^3) на ММ 320 вычисляют по формуле:

$$\alpha = \arccos \left[\frac{|(X_{125}^3 - X_5^1) \times (\bar{X}_3 - \bar{X}_1) + (Y_{95}^3 - Y_5^1) \times (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)|}{\sqrt{(X_{125}^3 - X_5^1)^2 + (Y_{95}^3 - Y_5^1)^2} \times \sqrt{(\bar{X}_3 - \bar{X}_1)^2 + (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)^2}} \right]. \quad (10.4)$$

10.3.2.3 Угол между осями координат координатомера и микроскопа (α) не должен превышать $1,5^\circ$. В противном случае производят регулировку положения плиты с опорами к предметному столу микроскопа.

10.3.2.4 Пересчет координат координатомера в координаты микроскопа производят с использованием корректирующих коэффициентов A_1 и A_2 , определяемых по формулам:

$$\tilde{x} = A_1 \times (x - \bar{x}_0) + A_2 \times (y - \bar{y}_0), \quad (10.5)$$

$$\tilde{y} = -A_2 \times (x - \bar{x}_0) + A_1 \times (y - \bar{y}_0). \quad (10.6)$$

10.3.2.5 Корректирующие коэффициенты A_1 и A_2 определяют по формулам:

$$A_1 = \left[\frac{(X_{125}^3 - X_5^1) \times (\bar{X}_3 - \bar{X}_1) + (Y_{95}^3 - Y_5^1) \times (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)}{\sqrt{(X_{125}^3 - X_5^1)^2 + (Y_{95}^3 - Y_5^1)^2} \times \sqrt{(\bar{X}_3 - \bar{X}_1)^2 + (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)^2}} \right], \quad (10.7)$$

$$A_2 = \left[\frac{(X_{125}^3 - X_5^1) \times (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1) - (Y_{95}^3 - Y_5^1) \times (\bar{X}_3 - \bar{X}_1)}{\sqrt{(X_{125}^3 - X_5^1)^2 + (Y_{95}^3 - Y_5^1)^2} \times \sqrt{(\bar{X}_3 - \bar{X}_1)^2 + (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)^2}} \right]. \quad (10.8)$$

10.3.3 Проверка пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений координат

Проверку пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений координат производят посредством усреднения измерений в пяти определенным образом выбранных позиций имитатора струны на координатном поле ХУ. Установка выбранных значений координат производится органами установки микроскопа.

10.3.3.1 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат по оси Х в диапазоне от 0 до 130 мм и по оси У в диапазоне от 0 до 100 мм определяют по результатам измерений в точках $(X_{6,5}^{MM}, Y_5^{MM})$; $(X_{32,5}^{MM}, Y_{25}^{MM})$; $(X_{65}^{MM}, Y_{50}^{MM})$; $(X_{97,5}^{MM}, Y_{75}^{MM})$; $(X_{123,5}^{MM}, Y_{95}^{MM})$.

Абсолютное значение погрешности измерений по оси Х вычисляют по формуле:

$$\Delta \bar{X} = [(X_{6,5}^{OMK} - X_{6,5}^{MM}) + (X_{32,5}^{OMK} - X_{32,5}^{MM}) + (X_{65}^{OMK} - X_{65}^{MM}) + (X_{97,5}^{OMK} - X_{97,5}^{MM}) + (X_{123,5}^{OMK} - X_{123,5}^{MM})]/5. \quad (10.9)$$

Абсолютное значение погрешности измерений по оси У вычисляют по формуле:

$$\Delta \bar{Y} = [(Y_5^{OMK} - Y_5^{MM}) + (Y_{25}^{OMK} - Y_{25}^{MM}) + (Y_{50}^{OMK} - Y_{50}^{MM}) + (Y_{75}^{OMK} - Y_{75}^{MM}) + (Y_{95}^{OMK} - Y_{95}^{MM})]/5. \quad (10.10)$$

10.3.3.2 Переустанавливают координатомер на опоры плиты в позицию 2 (рисунок Б.4 приложения Б). Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат по оси Y в диапазоне от 30 до 130 мм определяют по результатам измерений в точках $(X_{6,5}^{MM}, Y_{35}^{MM})$; $(X_{32,5}^{MM}, Y_{55}^{MM})$; $(X_{65}^{MM}, Y_{80}^{MM})$; $(X_{97,5}^{MM}, Y_{105}^{MM})$; $(X_{123,5}^{MM}, Y_{125}^{MM})$.

Абсолютное значение погрешности измерений по оси Y вычисляют по формуле:

$$\Delta\bar{Y} = [(Y_{35}^{OMK} - Y_{35}^{MM}) + (Y_{55}^{OMK} - Y_{55}^{MM}) + (Y_{80}^{OMK} - Y_{80}^{MM}) + (Y_{105}^{OMK} - Y_{105}^{MM}) + (Y_{125}^{OMK} - Y_{125}^{MM})]/5. \quad (10.11)$$

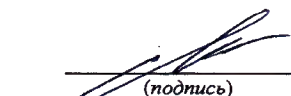
10.3.3.3 Результат проверки считают положительным, если результаты вычислений $\Delta\bar{X}$ и $\Delta\bar{Y}$ не превышают значения А.1.3, приведенного в таблице А.1 приложения А.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 На основании положительных результатов по пунктам раздела 10 выписывают свидетельство о поверке координатомеров, наносят поверительные клейма в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 2 июля 2015 г. № 1815.

11.2 При отрицательных результатах поверки координатомер признается непригодным к дальнейшей эксплуатации и на него выдают извещение о непригодности с указанием причин.

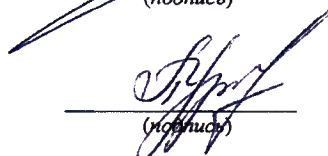
Начальник отдела СНТР



(подпись)

Н.М. Лясковский

Ведущий инженер ОСНТР



(подпись)

С.Г. Пурнов

Приложение А

(обязательное)

Метрологические и технические характеристики координатомеров

Таблица А.1–Метрологические характеристики координатомеров

Наименование характеристики	Требование
А.1.1 Диапазон измерений по оси X, мм	от 0 до 130
А.1.2 Диапазон измерений по оси Y, мм	от 0 до 130
А.1.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат Δ , мм	$\pm 0,2$

Приложение Б
(справочное)

Приспособления для установки координатометров на микроскоп ММ 320

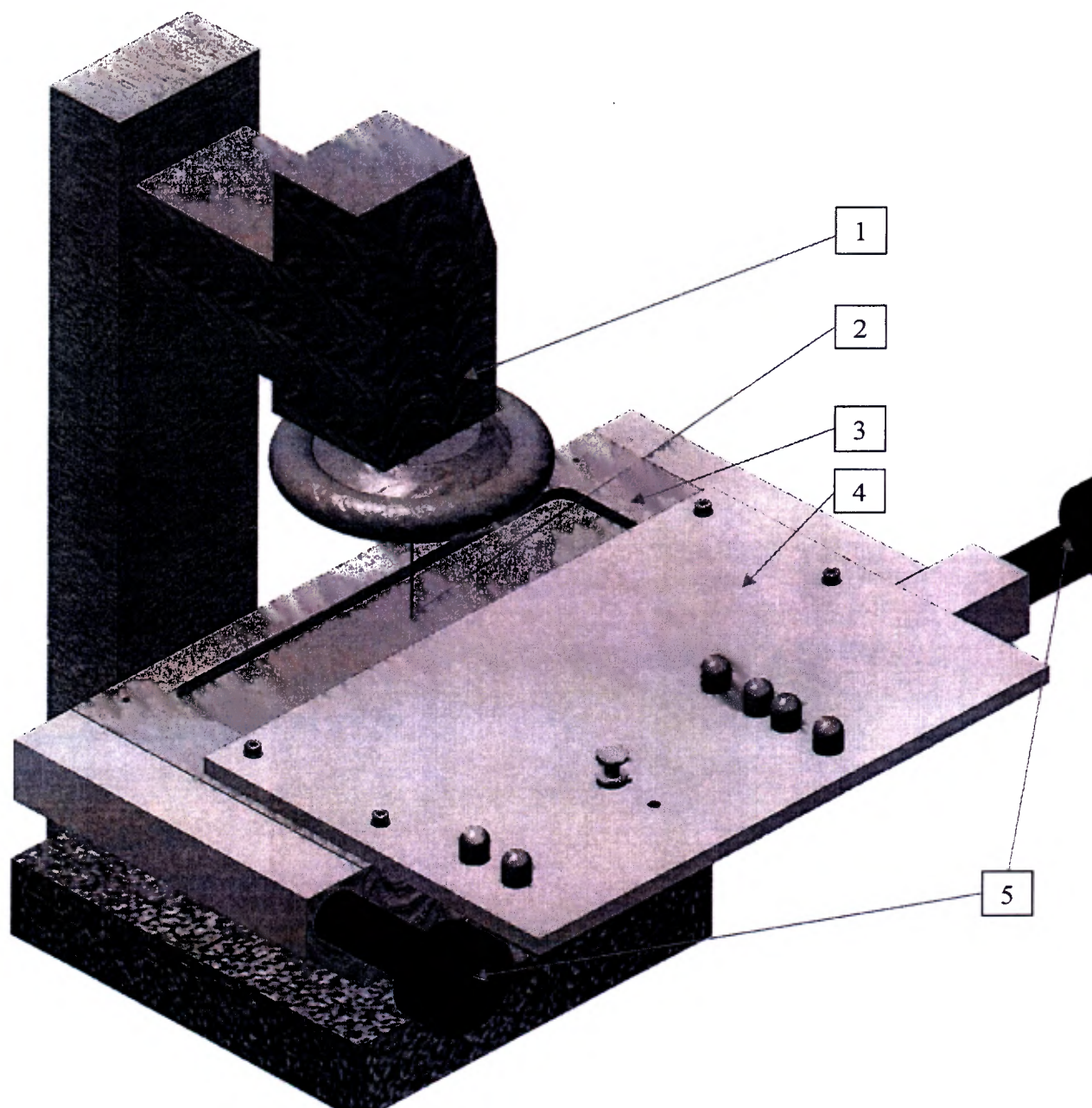


Рисунок Б.1 - Расположение приспособлений на микроскопе ММ 320.

1 - Микроскоп ММ 320;
2 – Имитатор струны;
3 – Предметный стол микроскопа;

4 – Плита с опорами;
5 – Органы перемещения стола.

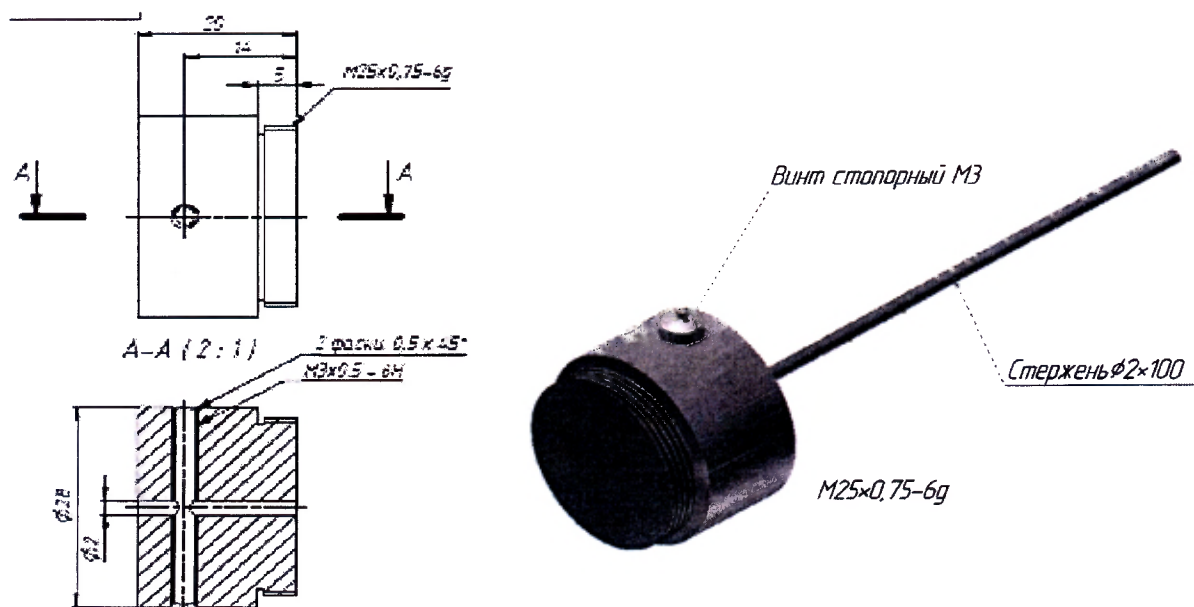


Рисунок Б.2 – Приспособление - имитатор струны

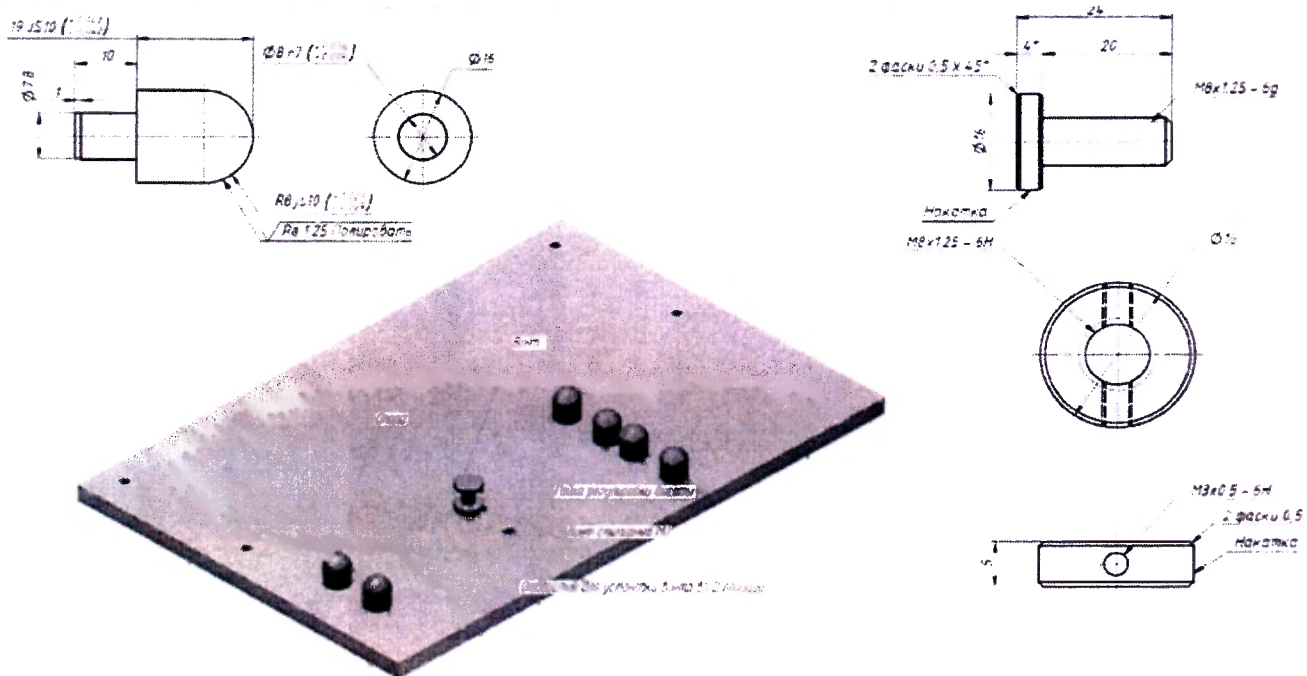


Рисунок Б.3 – Приспособление – плита с опорами

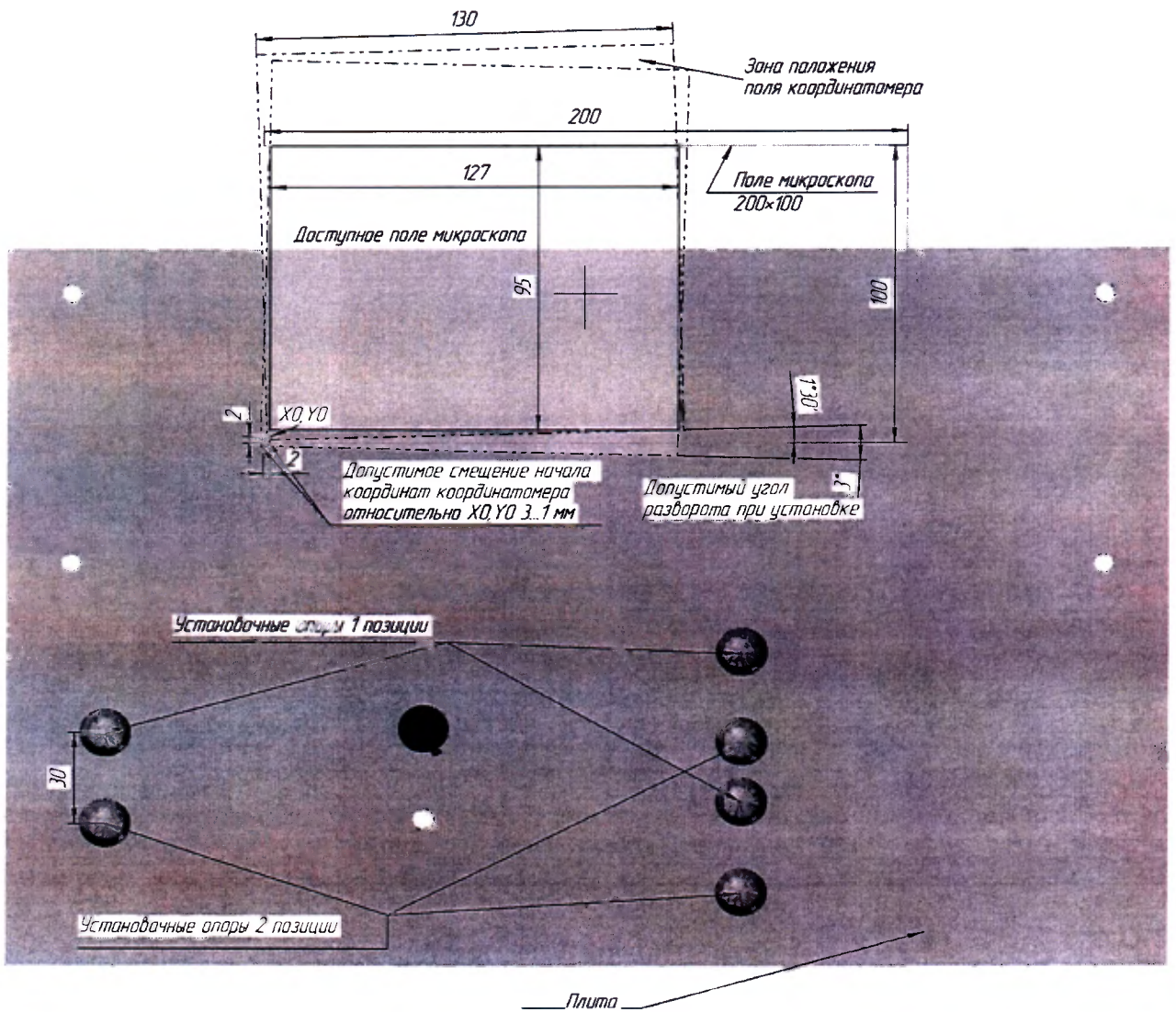


Рисунок Б.4 – Расположение плиты относительно поля микроскопа и положение доступного поля в 1 позиции.