



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

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ  
Зам. директора по метрологии  
ФБУ «Красноярский ЦСМ»

С.Л. Шпирко

« 20 » мая 2019 г.



КАЛИБРАТОРЫ СМЕЩЕНИЯ СТРУННЫХ ОТВЕСОВ

КССО-50-01

Методика поверки

18-18/027 МП

г. Красноярск

2019

## СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....	3
2	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	3
3	ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....	3
4	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	4
5	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
6	ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ .....	5
7	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	5
8	УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ .....	5
9	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
10	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	6
10.1	Проверка комплектности, маркировки, упаковки .....	6
10.2	Проверка метрологических характеристик калибратора.....	6
10.2.1	Проверка прямоугольности координатных осей калибратора.....	6
10.2.2	Определение корректирующих коэффициентов поворота координатных осей калибратора .....	7
10.2.3	Определение абсолютной погрешности измерений перемещений.....	7
10.3	Проверка устойчивости калибратора к внешним воздействиям в рабочих условиях применения.....	8
11	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	8
	Приложение А (обязательное) Метрологические и технические характеристики калибраторов.....	11
	Приложение Б (обязательное) Приспособления для установки калибраторов на микроскоп ММ 320.....	12

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на средство измерений (далее по тексту – СИ), «Калибраторы смещения струнных отвесов КССО-50-01» (далее – калибраторы), 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 калибратора проводят до ввода его в эксплуатацию.

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

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

## 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 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
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»
Приказ Минпромторга РФ от 28 декабря 2018 года N 5329	«О внесении изменений в приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации 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:

Калибратор	– калибратор смещения струнных отвесов КССО-50-01;
ММ 320	– микроскоп видеоизмерительный ММ 320;
МХ	– метрологическая характеристика;
СИ	– средство измерений;
ХУ	– координатное поле координатомера с осями координат X и Y.

3.1 В настоящей программе испытаний использованы следующие сокращения:

$\bar{X}_i, \bar{Y}_i$  – результат измерения  $i=1, 2, 3, 4$ -ой точки по оси координат соответственно X, Y;



- $(X_j^i, Y_j^i)$  – установленное значение координатного поля  $XU$   $i=1, 2, 3, 4$ -ой точки координаты  $j=2, 4, 8$ ;  
 $(X_0^0, Y_0^0)$  – точка начала координат калибратора;  
 $(\bar{x}_0, \bar{y}_0)$  – измеренное значение начала координат калибратора;  
 $L_1, L_2$  – длины диагоналей координатного поля  $XU$ ;  
 $M$  – модуль разности длин диагоналей координатного поля  $XU$ ;  
 $\delta[\Delta]$  – погрешности измерений координат координатного поля  $XU$ ;  
 $\alpha$  – угол поворота диагонали калибратора относительно диагонали ММ 320;  
 $A_1, A_2$  – корректирующие коэффициенты угла (поворота) пересчета координатных осей ММ 320 в систему координат калибратора;  
 $\tilde{x}, \tilde{y}$  – координаты калибратора, пересчитанные в систему координат ММ 320;  
 $(X_i^K, X_i^{MM})$  – значение  $i$ -ой точки на координатной оси  $X$  в системах координат соответственно установленной на калибраторе и измеренной ММ 320, где  $i=5, 15, 25, 35, 45$ ;  
 $(Y_i^K, Y_i^{MM})$  – значение  $i$ -ой точки на координатной оси  $Y$  в системах координат соответственно установленной на калибраторе и измеренной ММ 320, где  $i=5, 15, 25, 35, 45$ ;  
 $(\tilde{X}_i^{MM}, \tilde{Y}_i^{MM})$  – пересчитанное значение  $i$ -ой точки ММ 320 в систему координат калибратора, где  $i=5, 15, 25, 35, 45$ ;  
 $\Delta\tilde{X}_i, \Delta\tilde{Y}_i$  – результаты вычисления абсолютной погрешности измерений по координатным осям  $X$  и  $Y$ .

#### 4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверок выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке		
		первичной	периодической	внеочередной
1 Проверка комплектности, маркировки, упаковки	10.1	Да	Да	Да
2 Проверка метрологических характеристик калибраторов	10.2	Да	Да	Да
3 Проверка устойчивости калибратора к внешним воздействиям в рабочих условиях применения	10.3	Нет	Да	Нет

#### 5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

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

5.3 Применяемые средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке, а испытательное оборудование действующие свидетельства об аттестации.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
Основные средства поверки	
Подр. 10.2÷10.3	Микроскоп видеоизмерительный ММ 320 с диапазоном измерений по оси X от 0 до 200 мм, по оси Y от 0 до 100 мм, с пределами допускаемой погрешности измерений $\pm(0,003 + (L/100))$ мм
Вспомогательные средства поверки	
Подр. 10.3	Камера климатическая Weiss WKL 100/70 с диапазоном устанавливаемых значений относительной влажности от 10 до 95 % при температуре от минус 70 до 180 °С
Подр. 10.3	Термогигрометр электронный Center модель 315 с диапазоном измерения относительной влажности от 10 до 100 % с погрешностью $\pm 3$ %, с диапазоном измерения температуры от минус 20 до 60 °С с погрешностью $\pm 0,8$ °С
Подр. 10.2÷10.3	Проверочная плита, имитатор струны, мишень

## 6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки калибратора допускают поверителей, аттестованных на соответствие требованиям ГОСТ Р 56069, изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на калибраторы, 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.

7.2 ГСМ, применяемые при обслуживании и применении калибратора, должны храниться в таре, исключающей пролив и возгорание.

## 8 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

Поверку калибратора проводят при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 71,6 до 106,7.

## 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

9.1 Для проведения поверки представляют следующую документацию:

- комплект эксплуатационной документации на калибраторы;
- описание типа калибраторов;
- свидетельства о предыдущих поверках калибратора (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:

- вынимают из футляра и выдерживают калибратор при температуре  $20 \text{ °С} \pm 5 \text{ °С}$  в



течение 3-х часов (если координатометр находился в других температурных условиях);

- устанавливают калибратор на установочном столике, который должен быть жестко связан с объектом наблюдения (например, методом сварки);
- готовят калибратор к измерениям в соответствии с руководством по эксплуатации.

## 10 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 10.1 Проверка комплектности, маркировки, упаковки

Проверку комплектности, маркировки и упаковки проводят визуально, посредством внешнего осмотра и сличения калибратора с требованиями технической документации.

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. Маркировка не должна осыпаться, расплываться или выцветать.

### 10.2 Проверка метрологических характеристик калибратора

Проверку отклонения координатных осей калибратора от прямоугольности и определение метрологических характеристик измерений производят при помощи микроскопа ММ 320 и двух приспособлений, в которые входят:

- мишень;
- поверочная плита с опорами для установки калибратора.

Поверочная плита крепится к предметному столу ММ 320 в штатных резьбовых гнездах предметного стола при помощи комплектных винтов. Виды и размеры приспособлений приведены в приложении Б.

#### 10.2.1 Проверка прямоугольности координатных осей калибратора

10.2.1.1 На предметном столе ММ 320 устанавливают поверочную плиту и фиксируют калибратор с предварительно снятым имитатором струны и установленной мишенью. Рукоятками микрометрических головок калибратора устанавливают положение «0, 0» мм (начало системы координат).

10.2.1.2 Приводом стола наводят объектив ММ 320 на мишень калибратора. Отмечают по индикатору микроскопа измеренное значение «нулевого» положения стеблей головок. Обнуляют показания индикатора ММ 320.

10.2.1.3 Последовательно перемещают мишень рукоятками микрометрических головок калибратора по осям X и Y, на расстояния заданные в таблице 3, и измеряют координаты мишени в четырех положениях вблизи краев поля, точки:  $[(X_2^1, Y_2^1), (X_{48}^3, Y_{48}^3), (X_{48}^2, Y_2^2), (X_2^4, Y_{48}^4)]$ , таблица 3. Производят не менее 5-ти единичных измерений координат  $(X_{ij}, Y_{ij})$  для  $i = 0, \dots, 4; j = 0, \dots, 4$ , по отсчетным линейкам (мм) и отсчетным барабанам (сотые доли мм), результаты заносят в таблицу 3.

Таблица 3 - Результаты измерений вблизи центра и краев диапазона (поля)

№ точки	Точки установки по осям X и Y, мм		Результат единичного измерения $X_{ij}, Y_{ij}$					Среднее		
			1	2	3	4	5	$\bar{X}_i$	$\bar{Y}_i$	
1	$X_2^1$	$Y_2^1$							$\bar{X}_1$	$\bar{Y}_1$
2	$X_{48}^2$	$Y_2^2$							$\bar{X}_2$	$\bar{Y}_2$
3	$X_{48}^3$	$Y_{48}^3$							$\bar{X}_3$	$\bar{Y}_3$
4	$X_2^4$	$Y_{48}^4$							$\bar{X}_4$	$\bar{Y}_4$
0	$X_0^0$	$Y_0^0$							$\bar{x}_0$	$\bar{y}_0$

10.2.1.4 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 фор-

мулам:

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

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

и определяют модуль разности длин по формуле:

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

10.2.1.5 Калибратор признают пригодным к применению в случае выполнения неравенства  $M \leq 2,77 \cdot \delta[\Delta]$ . В противном случае калибратор признают непригодным для применения и направляют на юстировку.

## 10.2.2 Определение корректирующих коэффициентов поворота координатных осей калибратора

10.2.2.1 Относительный угол поворота осей систем координат калибратора и ММ 320, а также коэффициенты корректирующей матрицы преобразования измеренных координат струны в координаты системы калибратора) вычисляют по результатам измерений, приведенным в таблице 3.

10.2.2.2 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  $(X_2^1, Y_2^1)$ ,  $(X_{48}^3, Y_{48}^3)$ , и вычисляют по формуле:

$$\alpha = \arccos \left[ \frac{|(X_{48}^3 - X_2^1) \times (\bar{X}_3 - \bar{X}_1) + (Y_{48}^3 - Y_2^1) \times (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)|}{\sqrt{(X_{48}^3 - X_2^1)^2 + (Y_{48}^3 - Y_2^1)^2} \times \sqrt{(\bar{X}_3 - \bar{X}_1)^2 + (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)^2}} \right]. \quad (10.4)$$

10.2.2.3 Угол поворота осей координат ( $\alpha$ ) калибратора относительно осей ММ 320 не должен превышать  $1,5^\circ$ . В противном случае производят регулировку положения опорных элементов крепления прибора к столу ММ 320.

10.2.2.4 Пересчет измеренных координат точек в координаты системы калибратора производят с использованием корректирующих коэффициентов  $A_1$  и  $A_2$  по формулам:

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

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

10.2.2.5 Корректирующие коэффициенты  $A_1$  и  $A_2$  определяют по формулам:

$$A_1 = \left[ \frac{(X_{48}^3 - X_2^1) \times (\bar{X}_3 - \bar{X}_1) + (Y_{48}^3 - Y_2^1) \times (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)}{\sqrt{(X_{48}^3 - X_2^1)^2 + (Y_{48}^3 - Y_2^1)^2} \times \sqrt{(\bar{X}_3 - \bar{X}_1)^2 + (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)^2}} \right] \quad (10.7)$$

$$A_2 = \left[ \frac{(X_{48}^3 - X_2^1) \times (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1) - (Y_{48}^3 - Y_2^1) \times (\bar{X}_3 - \bar{X}_1)}{\sqrt{(X_{48}^3 - X_2^1)^2 + (Y_{48}^3 - Y_2^1)^2} \times \sqrt{(\bar{X}_3 - \bar{X}_1)^2 + (\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)^2}} \right] \quad (10.8)$$

## 10.2.3 Определение абсолютной погрешности измерений перемещений

Проверку абсолютной погрешности измерений перемещений по осям X и Y производят в пяти определенным образом выбранных позиций мишени на координатном поле X, Y калибратора.

10.2.3.1 Абсолютную погрешность измерений перемещения по оси X в диапазоне от 0 до 50 мм и по оси Y в диапазоне от 0 до 50 мм проверяют по результатам измерений в точках  $(X_i^k, Y_i^k)$ , где  $i=5, 15, 25, 35, 45$ . Координаты измеренных микроскопом точек переводят в координаты системы калибратора.

10.2.3.2 Абсолютное значение погрешности измерений перемещений по оси X в  $i$ -ой точке вычисляют по формуле:



$$\Delta \tilde{X}_i = X_i^K - \tilde{X}_i^{MM}. \quad (10.9)$$

Абсолютное значение погрешности перемещения по оси Y вычисляют по формуле:

$$\Delta \tilde{Y}_i = Y_i^K - \tilde{Y}_i^{MM}. \quad (10.10)$$

10.2.3.4 Результаты вычисления  $\Delta \tilde{X}_i$  и  $\Delta \tilde{Y}_i$  для  $i=5, 15, 25, 35, 45$  калибратора не должны превышать значения МХ А.1.3, приведенного в таблице А.1 приложения А.

### 10.3 Проверка устойчивости калибратора к внешним воздействиям в рабочих условиях применения

Оценку (проверку) погрешности измерений перемещений при испытаниях на устойчивость к внешним воздействиям проводят по формулам (10.9) и (10.10) для точки измерений  $(X_{25}^K, Y_{25}^K)$ .

10.3.1 При испытаниях выполняют следующие действия:

- включают климатическую камеру и устанавливают в ней нормальные условия применения;
- калибратор помещают в камеру, включают его и после начальной стабилизации проверяют погрешность измерений перемещений. Допускается определять погрешность измерений в нормальных условиях применения вне камеры;
- устанавливают температуру в камере 25 °С и относительную влажность 80 % и выдерживают калибратор в камере в течение 2-х часов;
- повышают температуру в камере до верхнего значения температуры рабочих условий применения 40 °С и поддерживают ее с погрешностью не более  $\pm 2$  °С в течение 2-х часов, абсолютную влажность воздуха в камере не изменяют;
- проверяют погрешность измерений перемещений. Допускается определять погрешность измерений в нормальных условиях применения вне камеры;
- понижают температуру в камере до нижнего значения температуры рабочих условий применения 5 °С и поддерживают ее с погрешностью не более  $\pm 2$  °С в течение 2-х часов, относительную влажность воздуха в камере при температуре ниже 25 °С поддерживают на уровне 80 %;
- камеру выключают, вынимают калибратор из камеры и проверяют погрешность измерений перемещений.

10.3.2 Результаты вычисления погрешности измерений калибратора не должны превышать значения МХ 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 калибратора, наносят поверительные клейма в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 2 июля 2015 г. № 1815.

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

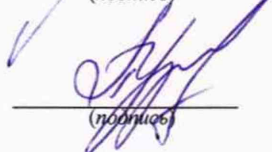
Начальник отдела СНТР



(подпись)

Н.М. Лясковский

Ведущий инженер ОСНТР



(подпись)

С.Г. Пурнов



## Приложение А

(обязательное)

### Метрологические и технические характеристики калибраторов

Таблица А.1 – Метрологические характеристики калибраторов

Наименование характеристики	Значение
<b>А.1.1</b> Диапазон измерений перемещения имитатора струны по оси Х, мм	от 0 до 50
<b>А.1.2</b> Диапазон измерений перемещения имитатора струны по оси Y, мм	от 0 до 50
<b>А.1.3</b> Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений перемещения, мм	±0,010

Таблица А.2 – Основные технические характеристики калибраторов

<b>А.2.1</b> Дискретность отсчета, мм	0,001
<b>А.2.2</b> Один оборот барабана привода головки, мм	0,5
<b>А.2.3</b> Габаритные размеры в рабочем положении, (Ш, В, Г), мм, не более	293×150×340
<b>А.2.4</b> Габаритные размеры защитного футляра, (Ш, В, Г), мм, не более	500×220×450
<b>А.2.5</b> Масса изделия, кг, не более	6
<b>А.2.6</b> Масса изделия в футляре, кг, не более	10
<b>А.2.7</b> Полная масса изделия с ЗИП-О, кг, не более	15
Условия эксплуатации: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность воздуха, % – атмосферное давление, кПа	от +5 до +40 80 при 25 °С от 71,6 до 106,7
Средний срок службы, лет	15
Средняя наработка на отказ, ч	10 000

## Приложение Б

(обязательное)

## Приспособления для установки калибраторов на микроскоп ММ 320

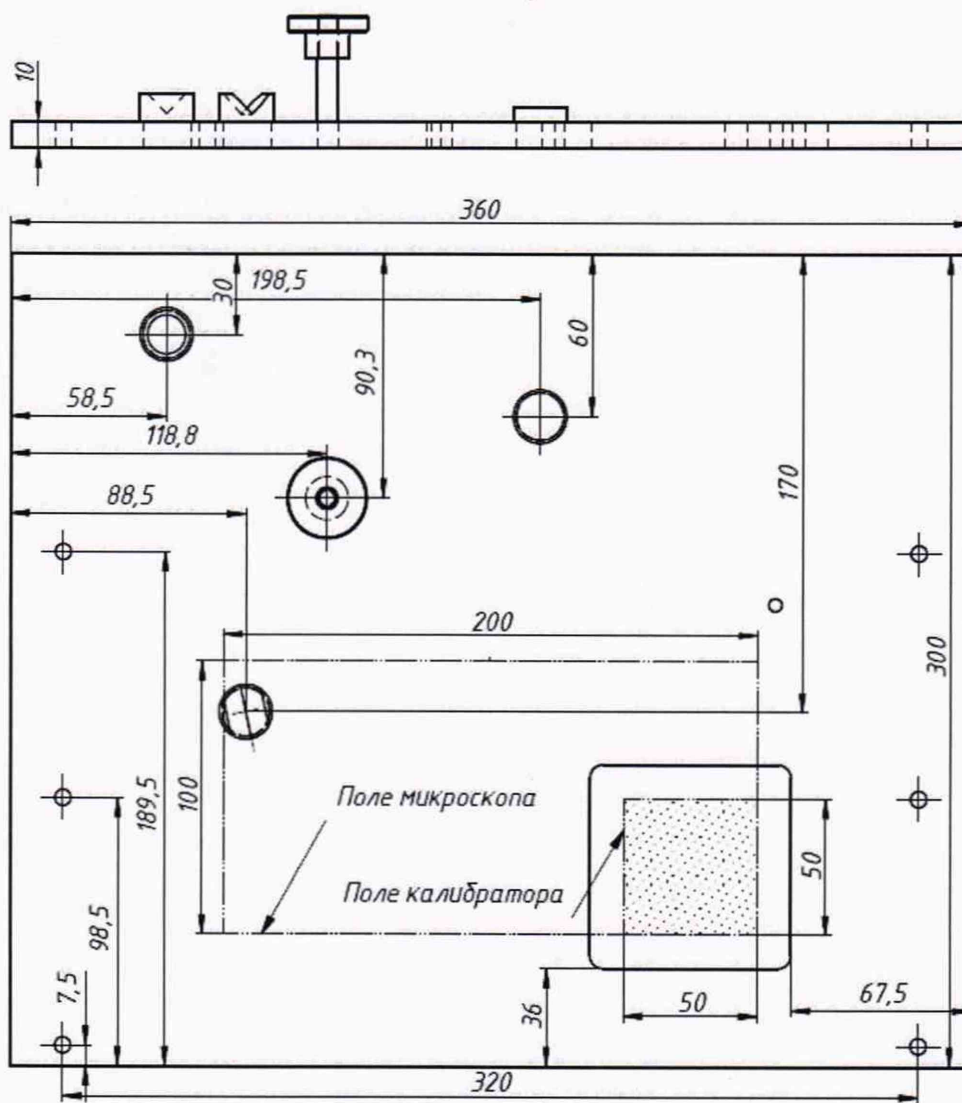


Рисунок Б.1 - Проверочная плита для микроскопа ММ 320.

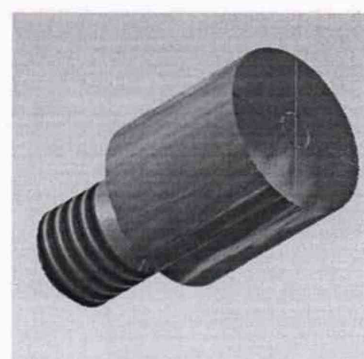
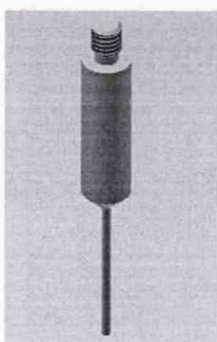


Рисунок Б.2 – Приспособления: имитатор струны, мишень