

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «АЗ-И»
А.С. Зубарев
М.п.
«06» марта 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Лупы измерительные ЛИ
Методика поверки
АЗИ-001-2026-МП

г. Москва
2026 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика применяется для поверки луп измерительных ЛИ (далее по тексту – лупы), предназначенных для измерений линейных и угловых (ЛИ-3-10[×]-10У) размеров, а также для визуального контроля дефектов на поверхностях различных изделий, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Методика поверки распространяется на лупы следующих модификаций: ЛИ-3-10[×], ЛИ-3-10[×]-20М, ЛИ-3-10[×]-20, ЛИ-3-10[×]-15, ЛИ-3-10[×]-10У.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А к настоящей методике поверки.

1.4 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

1.5 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы длины в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2840, к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 и в соответствии со структурой локальной поверочной схемы для луп измерительных ЛИ, приведенной в приложении Б, к государственному первичному эталону единицы плоского угла – ГЭТ 22-2014. При определении метрологических характеристик луп используется метод прямых измерений.

1.6 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки средств измерений в сокращенном объеме.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.2
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-		9
Проверка цены деления измерительной шкалы	да	нет	9.1

Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерительной шкалы линейных размеров	да	да	9.2
Проверка диапазона и определение и абсолютной погрешности измерительной шкалы радиусов*	да	да	9.3
Проверка диапазона и определение и абсолютной погрешности воспроизведения диаметров окружностей*	да	да	9.4
Проверка диапазона и определение и абсолютной погрешности измерительной шкалы плоских углов*	да	да	9.5
Определение отклонения воспроизведения плоских углов от номинального значения*	да	да	9.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9.7
* Выполняется только для модификации ЛИ-3-10 ^х -10У.			

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от +18 до +22
- относительная влажность воздуха, %, не более 80.

3.2 При проведении поверки исключить влияние любых внешних источников вибрации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые лупы и средства поверки и прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

4.2 Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операция поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 18 °C до 22 °C с абсолютной погрешностью не более ± 1 °C	Приборы комбинированные Testo 622, пер. № 53505-13
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 % с погрешностью не более ± 3 %	

Операция поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9.1 Проверка цены деления измерительной шкалы; п. 9.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерительной шкалы линейных размеров; п. 9.3 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерительной шкалы радиусов; п. 9.4 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности воспроизведения диаметров окружностей	Рабочие эталоны 3-го разряда или выше в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 (с изменениями, внесенными приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15.08.2022 г. № 2018), – приборы измерительные двухкоординатные	Машина измерительная KIT MSM, рег. № 67799-17
п. 9.5 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерительной шкалы плоских углов; п. 9.6 Определение отклонения воспроизведения плоских углов.	Средства измерений плоского угла в диапазоне измерений от 0 до 360° с абсолютной погрешностью измерений $\pm 1,5'$	Микроскоп измерительный универсальный УИМ-23, рег. № 3705-73
<i>Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При подготовке и проведении поверки должно быть обеспечено соблюдение требований безопасности работы и эксплуатации для оборудования и персонала, проводящего поверку, в соответствии с приведенными требованиями безопасности в нормативно-технической и эксплуатационной документации на средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие лупы следующим требованиям:

- внешний вид лупы должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировка и комплектность должна соответствовать требованиям, приведенным в эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- нанесение штрихов, знаков, букв и цифр должно быть четким;

- отсутствие на поверхности оптических деталей следов чистки, остаточной матовости видимых невооруженным глазом в прямом проходящем свете.

Если перечисленные выше требования не выполняются, лупу признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов при постоянной температуре, в условиях, приведенных в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

При опробовании проверить:

- перемещение оправы с линзами в корпусе должно быть плавным, с легким трением, без заеданий;

- оптические детали не должны самопроизвольно проворачиваться в оправе.

- линзы должны быть прочно закреплены в оправе;

- в модификациях, для которых предусмотрена светодиодная подсветка, тумблер должен переключаться без заедания и обеспечивать включение подсветки.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Проверка цены деления измерительной шкалы

9.1.1 Расположить на координатном столе машины измерительной лупу и сфокусировать машину измерительную на измерительной шкале. Выровнять ось шкалы лупы вдоль соответствующей оси машины измерительной.

9.1.2 Для модификаций ЛИ-3-10^х, ЛИ-3-10^х-20, ЛИ-3-10^х-20М и ЛИ-3-10^х-15 выполнить измерения расстояния между парами соседних штрихов в пяти точках предела измерения измерительной шкалы. Измерения проводятся однократно.

Примечание - Здесь и далее при измерении следует учитывать толщину штрихов на краях отрезка, то есть измерение необходимо проводить с одной стороны штрихов.

9.1.3 Для модификации ЛИ-3-10^х-10У: цену деления измерительной шкалы линейных размеров определить при помощи машины измерительной, измерив расстояние между тремя разными парами соседних штрихов для каждого диапазона: от 0 до 1 мм, от 1 мм до 5 мм и от 5 до 10 мм в правой части измерительной шкалы; от 0 до 5 мм и от 5 до 10 мм в левой части измерительной шкалы. Измерения проводятся однократно.

9.1.3.1 Цену деления измерительной шкалы радиусов определить, при помощи машины измерительной, перемещая координатный стол машины измерительной по одной оси, измерить расстояние между тремя разными парами соседних штрихов для каждого диапазона от 0 до 1 мм включ.; св. 1 до 10 мм включ. Измерения проводятся однократно.

9.1.3.2 Расположить на предметном столе микроскопа лупу и сфокусировать микроскоп на измерительной шкале. Выровнять ось шкалы параллельно линии перекрестия штриховой сетки окуляра машины измерительной. Цену деления измерительной шкалы плоских углов определить, измерив углы между тремя разными парами соседних штрихов для каждого диапазона от 0° до 80° включ.; св. 80° до 90° включ. Измерения проводятся однократно.

9.1.4 Лупы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерительной шкалы линейных размеров не превышает значений, указанных в таблицах к Приложению А настоящей методике поверки.

9.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерительной шкалы линейных размеров

9.2.1 Выполнить пункт 9.1.1.

9.2.2 Для модификаций ЛИ-3-10^{*}, ЛИ-3-10^{*}-20 и ЛИ-3-10^{*}-20М при помощи машины измерительной выполнить измерения отрезков длиной 0,1 мм; 0,5 мм; 2,0 мм; 10,0 мм; 20,0 мм на произвольно выбранных участках измерительной шкалы. Измерения проводятся однократно.

9.2.3 Для модификации ЛИ-3-10^{*}-15 при помощи машины измерительной выполнить измерения для отрезков линейных размеров на произвольно выбранных участках измерительной шкалы: 0,1 мм; 5,0 мм; 10,0 мм; 15,0 мм по правой части измерительной шкалы. Аналогичную процедуру провести для левой части измерительной шкалы. Измерения проводятся однократно.

9.2.4 Для модификации ЛИ-3-10^{*}-10У при помощи машины измерительной, выполнить измерения для участков измерительной шкалы линейных размеров: от 0 до 0,1 мм, от 0,5 до 1 мм, от 1 до 5 мм, от 0 до 10 мм по правой части измерительной шкалы; от 0 до 1 мм, от 1 до 7 мм и от 0 до 10 мм по левой части измерительной шкалы. Измерения проводятся однократно.

9.2.5 Для каждого измерения рассчитать абсолютную погрешность измерений как разность между измеренным и номинальным значениями длины по измерительной шкале.

9.2.6 Проверка диапазона измерительной шкалы линейных размеров осуществляется одновременно определением абсолютной погрешности методом проведения измерений во всем заявленном диапазоне

9.2.7 Лупы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерительной шкалы линейных размеров не превышает значений, указанных в таблицах к Приложению А настоящей методике поверки.

9.3 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерительной шкалы радиусов

9.3.1 Расположить на координатном столе машины измерительной лупу и сфокусировать машину измерительную на измерительной шкале радиусов. Расположить измерительные шкалы лупы согласно рисунку 1.

9.3.2 Произвести измерение радиуса, соответствующего отметке «10» измерительной шкалы радиуса. Для этого установить отсчетное перекрестие машины измерительной вблизи отметки «10», чтобы отсчетное перекрестие машины измерительной коснулось измеряемого радиуса (начала штриха) с правой стороны, зафиксировать положение отсчетного перекрестия. Горизонтальным перемещением координатного стола установить отсчетное перекрестие машины измерительной вблизи угловой шкалы, чтобы оно коснулось измеряемого радиуса (начала штриха) с правой стороны, зафиксировать положение отсчетного перекрестия. Снять показания. Измеренное расстояние будет соответствовать длине хорды L окружности соответствующего радиуса (рисунок 1).

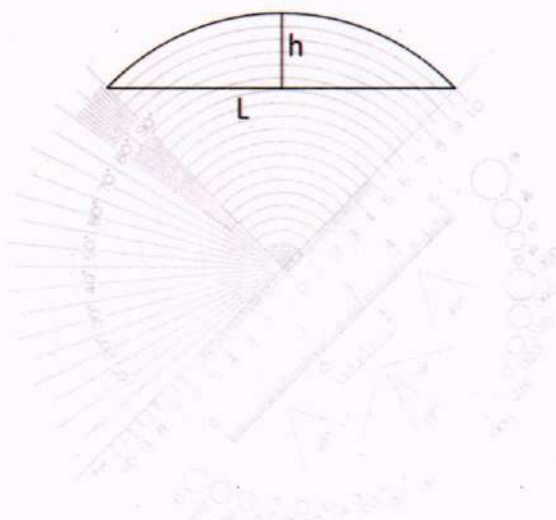


Рисунок 1 – Измерение хорды и высоты окружности

9.3.3 Определить высоту от хорды до крайней точки измеряемого радиуса h . Для этого произвести измерение высоты H : зафиксировать отсчетное перекрестие машины измерительной вблизи отметки «0», вертикальным перемещением координатного стола установить отсчетное перекрестие машины измерительной вблизи начала штриха измеряемого радиуса (рисунок 2). Снять показания. Затем произвести измерение толщины штриха t , как показано на рисунке 2.

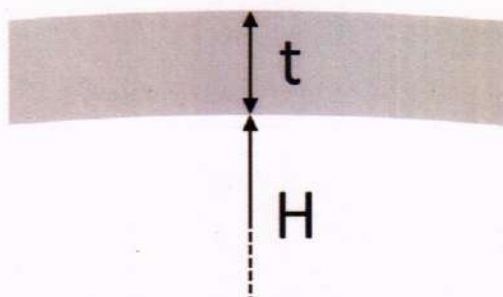


Рисунок 2 – Измерение высоты окружности и толщины штриха

9.3.4 Рассчитать высоту от хорды до крайней точки измеряемого радиуса h , мм, по формуле

$$h = H + \frac{t}{2}, \quad (1)$$

где H – высота, мм;
 t – толщина штриха, мм.

9.3.5 Рассчитать радиус для отметки «10» измерительной шкалы радиуса R , мм, по формуле

$$R = \frac{L^2}{8 \cdot h} + \frac{h}{2}, \quad (2)$$

где L – длина хорды, мм;
 h – высота от хорды до крайней точки измеряемого радиуса, мм.

9.3.6 Выполнить пункты 9.3.2 - 9.3.5 для отметок «0,5» и «5» измерительной шкалы радиуса.

9.3.7 Для каждого измерения рассчитать абсолютную погрешность измерений как разность между рассчитанным и номинальным значениями измерительной шкалы.

9.3.8 Проверка диапазона погрешности измерительной шкалы радиусов осуществляется одновременно определением абсолютной погрешности методом проведения измерений во всем заявленном диапазоне

9.3.9 Лупы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерительной шкалы радиусов не превышает значений, указанных в таблицах к Приложению А настоящей программы испытаний.

9.4 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности воспроизведения диаметров окружностей

9.4.1 Расположить на координатном столе машины измерительной лупу и сфокусировать машину измерительную на диаметрах окружностей.

9.4.2 Определить значение диаметра окружности. Для этого при помощи машины измерительной произвести измерение диаметров окружности по внешней и внутренней части, как показано на рисунке 3.

9.4.3 Рассчитать диаметр измеряемой окружности d , мм, по формуле

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}, \quad (3)$$

где d_1 – диаметр окружности по внешней части, мм;

d_2 – диаметр окружности по внутренней части, мм.

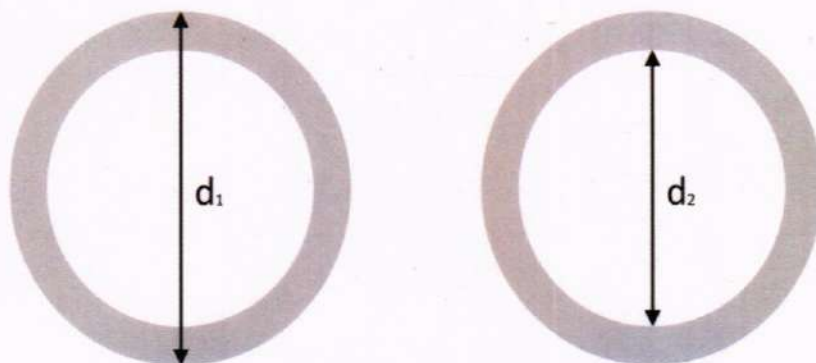


Рисунок 3 – Измерение диаметра окружности

9.4.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерений как разность между измеренным и номинальным значениями диаметра окружности.

9.4.5 Выполнить п.п 4.7.2 – 4.7.4 для всех окружностей (0,1 – 1,0), нанесенных на стекло лупы.

9.4.6 Проверка диапазона воспроизведения диаметров окружностей осуществляется одновременно определением абсолютной погрешности методом проведения измерений во всем заявленном диапазоне

9.4.7 Лупы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность воспроизведения диаметров не превышает значений, указанных в таблице к Приложению А настоящей методики поверки

9.5 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерительной шкалы плоских углов

9.5.1 Расположить на предметном столе микроскопа лупу и сфокусировать микроскоп на измерительной шкале плоских углов. Вывести ось шкалы параллельно линии перекрестия штриховой сетки окуляра микроскопа.

9.5.2 Выполнить не менее двух приемов измерений для каждого значения угла на измерительной угловой шкале: 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°.

9.5.3 Определить средние значения для каждого измеренного значения угла.

9.5.4 Для каждого измерения рассчитать абсолютную погрешность измерений как разность между средним и номинальным значениями плоского угла.

9.5.5 Проверка диапазона измерительной шкалы плоских углов осуществляется одновременно определением абсолютной погрешности методом проведения измерений во всем заявленном диапазоне.

9.5.6 Лупы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерительной шкалы плоских углов не превышает значений, указанных в таблицах к Приложению А настоящей программы испытаний.

9.6 Определение отклонения воспроизведения плоских углов от номинального значения

9.6.1 Расположить на предметном столе микроскопа лупу и сфокусировать микроскоп на рабочей поверхности в месте расположения плоского угла 29°.

9.6.2 Измерить плоский угол 29° при помощи угловой окулярной головки микроскопа.

9.6.3 Определить отклонение воспроизведения плоского угла от номинального значения как разность между полученным (измеренным) значением и номинальным значениями плоского угла.

9.6.4 Повторить пункты 9.6.1 – 9.6.3 для плоских углов 55°; 60°; 118°.

9.6.5 Лупы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если отклонение воспроизведения плоских углов не превышает значений, указанных в таблицах к Приложению А настоящей методики поверки.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Сведения о результате поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Инженер по метрологии ЦСМ
ООО «АЗ Инжиниринг»

Главный метролог ЦСМ
ООО «АЗ Инжиниринг»



И.А. Тимофеев



А.Ю. Решнин

Приложение А

(Обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики луп измерительных ЛИ, модификаций ЛИ-3-10^х, ЛИ-3-10^х-20М и ЛИ-3-10^х-20

Наименование характеристики	Значение	
	ЛИ-3-10 ^х ЛИ-3-10 ^х -20	ЛИ-3-10 ^х - 20М
Диапазон измерений линейных размеров, мм	от 0 до 20	
Цена деления измерительной шкалы, мм	0,1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной шкалы, мм, при измерении:		
- от 0 до 0,1 мм включ.	±0,010	±0,030
- св. 0,1 до 5,0 мм включ	±0,015	±0,100
- св. 5,0 мм	±0,020	±0,270

Таблица А.2 – Метрологические характеристики луп измерительных ЛИ, модификации ЛИ-3-10^х-15

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений линейных размеров, мм:	
- по правой части измерительной шкалы;	от 0 до 15
- по левой части измерительной шкалы.	от 0 до 15
Цена деления измерительной шкалы, мм	0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной шкалы, мм, в диапазоне:	
- от 0 до 0,1 мм включ.	±0,010
- св. 0,1 до 5,0 мм включ.	±0,015
- св. 5,0 мм	±0,020

Таблица А.3 – Метрологические характеристики луп измерительных ЛИ, модификации ЛИ-3-10^х-10У

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений линейных размеров, мм:	
- по правой части измерительной шкалы;	от 0 до 10
- по левой части измерительной шкалы.	от 0 до 10
Цена деления измерительной шкалы линейных размеров, мм:	
- по правой части измерительной шкалы в диапазоне:	
- от 0 до 1 мм включ.	0,05
- св. 1 до 5 мм включ.	0,10
- св. 5 мм;	0,50
- по левой части измерительной шкалы в диапазоне:	
- от 0 до 5 мм включ.	0,10
- св. 5 мм.	0,50

Продолжение таблицы А.3

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной шкалы линейных размеров, мм:	
- по правой части измерительной шкалы в диапазоне:	
- от 0 до 0,1 мм включ.	$\pm 0,005$
- св. 0,1 до 1 мм включ.	$\pm 0,010$
- св. 1 до 5 мм включ.	$\pm 0,015$
- св. 5 мм;	$\pm 0,020$
- по левой части измерительной шкалы в диапазоне:	
- от 0 до 5 мм включ.	$\pm 0,015$
- св. 5 мм.	$\pm 0,020$
Диапазон воспроизведения радиусов, мм	от 0 до 10
Цена деления измерительной шкалы радиусов, мм, в диапазоне:	
- от 0 до 1 мм включ.	0,1
- св. 1 до 10 мм	0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной шкалы радиусов, мм	$\pm 0,025$
Диапазон воспроизведения диаметров окружностей, мм	от 0,1 до 1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения диаметров окружностей, мм	$\pm 0,015$
Диапазон измерений плоских углов	от 0° до 90°
Цена деления измерительной шкалы плоских углов, в диапазоне:	
- от 0° до 80° включ.	5°
- св. 80° до 90°	1°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительной шкалы плоских углов	$\pm 5'$
Номинальные значения плоских углов	29°, 55°, 60°, 118°
Допускаемое отклонение воспроизведения плоских углов от номинального значения	$\pm 10'$

Приложение Б
(обязательное)

Локальная поверочная схема для луп измерительных ЛИ

