

# АВТОКОЛЛИМАТОРЫ УНИФИЦИРОВАННЫЕ АКУ

Паспорт  
АЛ2.766.789 ПС



**Сертификат об утверждении типа  
средств измерений RU.C.27.007.A № 20128.**

**Номер в Государственном реестре  
средств измерений № 10714-05.**

### ***Уважаемый потребитель!***

Предприятие постоянно ведет работу по совершенствованию своей продукции.

Ваши пожелания и предложения, касающиеся технических характеристик, надежности, комплектации, дизайна, удобства применения, сервисного обслуживания изделий, просим сообщать по адресу:

*630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 179/2,*

*ОАО «Швабе – Оборона и Защита».*

*Факс (383) 226-17-82. E-mail: salesru@npzoptics.ru.*

Консультации по характеристикам и возможностям применения изделий предприятия можно получить по телефонам:

*(383) 236-77-33, 236-78-33, 225-58-96.*

Информация о номенклатуре и характеристиках продукции предприятия размещена на сайте: [www.npzoptics.ru](http://www.npzoptics.ru).

*Представительство в г. Москве,*

*тел./факс (495) 482-17-03.*

*E-mail: msk@npzoptics.ru.*

*Представительство в г. Санкт-Петербурге,*

*тел./факс (812) 335-96-38.*

*E-mail: spb@npzoptics.ru.*

**В связи с постоянной работой по совершенствованию автоколлиматора в его конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Назначение	5
2 Технические характеристики	6
3 Комплектность автоколлиматора	7
4 Устройство и принцип работы автоколлиматора	8
4.1 Устройство автоколлиматора	8
4.2 Принцип работы автоколлиматора	9
4.3 Оптическая схема	10
5 Указания мер безопасности	10
6 Подготовка автоколлиматора к работе	11
6.1 Распаковка	11
6.2 Установка и регулировка	11
7 Порядок работы	11
7.1 Общие указания	11
7.2 Проверка прямолинейности горизонтальных направляющих	13
7.3 Проверка прямолинейности вертикальных направляющих	16
7.4 Определение отклонения от плоскостности	16
7.5 Проверка параллельности двух поверхностей	16
7.6 Установка двух поверхностей под заданным углом	18
7.7 Использование автоколлиматора в качестве зрительной трубы	18
7.8 Проверка прямолинейности осей отверстий	18
7.9 Варианты эксплуатации автоколлиматора АКУ-1 со штативом	19
8 Техническое обслуживание	
9 Проверка	21
10 Возможные неисправности и способы их устранения	21
11 Правила хранения	21
12 Транспортирование	22
13 Техническое освидетельствование	22
14 Гарантии изготовителя	22
15 Сведения о рекламациях	24
16 Свидетельство о приемке и сведения о первичной проверке	26
17 Свидетельство о консервации	27
18 Свидетельство об упаковывании	27
19 Учет работы	28
Адрес ремонтной мастерской	29
Рисунки	31
02.14	Зак. 310



## **1 НАЗНАЧЕНИЕ**

Автоколлиматоры унифицированные АКУ-0,2; АКУ-0,5; АКУ-1 (0,2; 0,5; 1 – цена деления секундной шкалы) предназначены для визуального измерения углов и непрямолинейности направляющих, для определения взаимного углового расположения осей и плоскостей в пространстве, а также используются в качестве нуля-индикатора. Далее по тексту – автоколлиматор.

Автоколлиматоры имеют двухкоординатную окулярную головку, что позволяет одновременно производить измерения в двух плоскостях без дополнительной настройки.

В сочетании с многогранной призмой автоколлиматоры используются для проверки угломерных приборов типа оптических делительных головок, оптических квадрантов и т.п.

Автоколлиматоры могут быть использованы в качестве обычной зрительной трубы.

Автоколлиматоры АКУ-0,2 и АКУ-0,5 применяются для проведения измерений в лабораториях цехов прецизионного производства. Автоколлиматор АКУ-1 применяется для проведения измерений на рабочих местах в цехах машиностроительных предприятий.

Приборы должны эксплуатироваться в закрытых помещениях при температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 3$ ) °С и относительной влажности не более 80 %. В объектив не должны попадать лучи от посторонних источников света.

Обозначение автоколлиматора при заказе и в документации другого изделия:

в обычном исполнении – автоколлиматор унифицированный АКУ-0,2 ТУ 3-3.2254-90.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1

Наименование основных параметров и размеров	Нормы		
	АКУ-0,2	АКУ-0,5	АКУ-1
Код ОКП	4431564030	4431563020	4431562020
Цена деления секундной шкалы в поле зрения, ..."	0,2	0,5	1
Цена деления минутной шкалы, ..."	10	30	60
Максимальное рабочее расстояние от объектива до зеркала, м	30	25	20
Диапазон измерения:			
при расстоянии от объектива до зеркала, ...', не менее до 0,7 м	10	20	40
до 2 м	10	20	22
при максимальном рабочем расстоянии, ...', не менее	2,0	1,8	1,0
Предел абсолютной допускаемой погрешности во всем диапазоне измерения, ...":			
при однокоординатных измерениях	1,5	3,0	5,0
при двухкоординатных измерениях	3,0	6,0	10,0
Видимое увеличение автоколлиматора, крат	58	29	14,5
Угловое поле оптической системы в пространстве предметов, ...°	1±0,1	2±0,2	4±0,4
Диаметр входного зрачка, мм	56	50	30
Пределы регулирования визирной оси:			
в горизонтальной плоскости, ...°, не менее	±1	±1	Не ограничен
в вертикальной плоскости, ...', не менее	±20	±20	Не ограничен
Видимая длина делений, мм, не менее:			
секундной шкалы	0,8	0,8	0,8
минутной шкалы	1,4	2,0	2,0
Расстояние от основания до оси объектива, мм	100	100	—
Питание – однофазная сеть переменного тока:			
напряжение, В	220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub>	220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub>	220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub>
частота, Гц	50±1	50±1	50±1

Продолжение таблицы 1

Наименование основных параметров и размеров	Нормы		
	АКУ-0,2	АКУ-0,5	АКУ-1
Габаритные размеры автоколлиматора, мм, не более:			
длина	535	430	300
ширина	130	130	130
высота	145	145	145
Масса автоколлиматора, кг, не более	4,6	3,8	2,2

Сведения о содержании драгоценных металлов: серебро – 0,289 г.

### 3 КОМПЛЕКТНОСТЬ АВТОКОЛЛИМАТОРА

Таблица 2

Обозначение			Наименование	Кол. на тип
АКУ-0,2	АКУ-0,5	АКУ-1		
АЛ5.176.501-01	АЛ5.176.501	АЛ5.176.501-02	Автоколлиматор	1
АЛ5.087.038-02	АЛ5.087.038-02	АЛ5.087.038-02	Блок питания	1
АЛ5.950.106-05	АЛ5.950.106-05	АЛ5.950.106-05	Зеркало	1
<b>Запасные части</b>				
			Лампа ОП4-4-1 ТУ16.535.765-78	6
			Вставка плавкая ВП1-1-0,25 А 250 В АГО.481.303 ТУ	3
<b>Инструмент и принадлежности</b>				
АЛ5.950.834-01	АЛ5.950.834	АЛ5.950.823	Зеркало	1
АЛ5.817.020-02	АЛ5.817.020-02	АЛ5.817.020-02	Уровень	1
АЛ5.935.810	АЛ5.935.810	АЛ5.935.810	Призма Ю	1
АЛ6.120.602	АЛ6.120.602	АЛ6.120.598	Основание	1
—	—	АЛ8.122.674	Подставка	1
АЛ8.367.104	АЛ8.367.104	—	Упор	3
—	—	АЛ8.902.162	Винт	3
<b>Эксплуатационные документы</b>				
АЛ2.766.789 ПС	АЛ2.766.789 ПС	АЛ2.766.789 ПС	Паспорт	1
<b>Укладочные средства</b>				
АЛ4.161.646-01	АЛ4.161.646	АЛ4.161.642	Футляр	1

Принадлежности к автоколлиматорам, поставляемые по требованию заказчика, указаны в таблице 3.

Таблица 3

Обозначение			Наименование составных частей комплекта	Кол. на тип
АКУ-0,2	АКУ-0,5	АКУ-1		
АЛ5.935.098-04	АЛ5.935.098-05	АЛ5.935.098-05	Призма	1
АЛ5.935.126-05	АЛ5.935.126-06	АЛ5.935.126-06	Многогранник	1
АЛ5.950.089-02	АЛ5.950.089-02	АЛ5.950.089-02	Зеркало	1
АЛ5.950.901	АЛ5.950.901	АЛ5.950.901-01	Зеркало	1
АЛ6.120.603	АЛ6.120.603	—	Основание	1
АЛ4.161.651-01	АЛ4.161.651-02	АЛ4.161.651	Футляр	1

## 4 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ АВТОКОЛЛИМАТОРА

### 4.1 Устройство автоколлиматора

Автоколлиматор АКУ-0,5 показан на рисунке А.1, АКУ-0,2 – на рисунках А.2, А.3 и АКУ-1 – на рисунках А.4, А.5, А.6.

Конструкция и принцип действия автоколлиматоров одинаковы. Различаются они только устройством объективов, а также градуировкой минутной и секундной шкал.

Кроме того, автоколлиматор АКУ-1 отличается от АКУ-0,2 и АКУ-0,5 конструкцией основания, на которое он закрепляется.

Автоколлиматор состоит из тубуса 6 (рисунок А.1), объектива 5, окулярной головки 7, основания 11.

Тубус 6 представляет собой трубу, в которой с одной стороны ввинчивается объектив 5, а с другой – устанавливается окулярная головка 7 с компенсатором. Труба автоколлиматора устанавливается на основании 11 и закрепляется на нем при помощи винтов 3 (рисунок А.2).

Основание 11 имеет механизмы для установки визирной оси автоколлиматора перпендикулярно отражающей поверхности. Для установки в вертикальной плоскости служит маховичок 10 (рисунок А.1), в горизонтальной – маховичок 5 (рисунок А.2).

Автоколлиматор закрепляется на рабочем месте с помощью двух постоянных магнитов, включенных маховичком 4 (рисунок А.2).

Окулярная головка 7 (рисунок А.1) содержит минутную и секундную шкалы, положительную и отрицательную линзы компенсатора.

Секундная шкала компенсатора, жестко связанная с положительной линзой, имеет возможность перемещаться в двух направлениях относительно минутной шкалы маховичком 2 (рисунок А.2) при измерении отклонения углов зеркала в вертикальной плоскости и маховичком 1 (рисунок А.2) в горизонтальной плоскости. При работе маховичками 1, 2 (рисунок А.2) компенсатора рукоятки 6 должны находиться в положении «зажать». Окуляр имеет диоптрийное перемещение по глазу оператора в преде-



лах  $\pm 5$  диоптрий. Автоколлиматор включается в сеть через блок питания 9 (рисунок А.1) тумблером 8.

В комплект прибора входит зеркало 1 в оправе с магнитным основанием 15. Рукояткой 14 включается магнит и зеркало закрепляется на металлической поверхности. Во избежание размагничивания прибора и зеркала в нерабочем состоянии магниты необходимо выключать. Для предохранения поверхности зеркала от повреждений служит крышка 13.

Для установки плоского зеркала 1 перпендикулярно оптической оси автоколлиматора в комплекте прибора имеется призма 3. Призма Ю состоит из блока призм 2 (рисунок А.20), который крепится в корпусе 1.

Призму помещают между автоколлиматором и зеркалом, прижав призму одной гранью к торцу оправы объектива автоколлиматора согласно схеме (рисунок А.19). Поворотом зеркала или автоколлиматора добиться появления в поле зрения призмы двух изображений автоколлимационной марки и совместить их.

Далее, наблюдая в окуляр автоколлиматора, совместить автоколлимационное изображение марки с визирной сеткой при помощи механизмов регулировки визирной оси автоколлиматора маховичками 10 (рисунок А.1), 5 (рисунок А.2).

Кроме зеркала 1 (рисунок А.1) на магнитном основании, в комплект прибора входит диагональное зеркало 4, закрепляемое винтом на оправе объектива автоколлиматора, и накладной уровень 12.

Диагональное зеркало служит для изменения направления визирной оси прибора и работает вместе с зеркалом 1.

В комплект автоколлиматора АКУ-1 входит специальный штатив, на котором он закрепляется.

Штатив состоит из регулируемого столика 4 (рисунок А.4), на котором устанавливаются проверяемые детали, и регулируемой стойки 1 с перемещающейся по ней кареткой 2. Закрепляется автоколлиматор в хомут 3, который имеет возможность разворота.

Пространственное положение установочной поверхности столика можно изменить при помощи регулировочных винтов 5 (рисунок А.4), что обеспечивает точное выставление контролируемой детали относительно автоколлиматора. Конструкция регулируемой стойки обеспечивает перемещение автоколлиматора в вертикальной плоскости и круговое вращение для придания автоколлиматору необходимого рабочего положения. Имеется возможность отсоединения регулируемой стойки и установки ее на трех регулировочных винтах 1 (рисунок А.5) в горизонтальном положении.

## **4.2 Принцип работы автоколлиматора**

Плоское зеркало 1 (рисунок А.7) устанавливается на расстоянии не более 30 м от автоколлиматора перпендикулярно его визирной оси.

Лучи света, выходящие из объектива 2 параллельными пучками, отразившись от зеркала 1, вновь входят в объектив и дают изображение автоколлимационной марки на минутной шкале 3.

Если зеркало перемещается параллельно своему первоначальному положению, смещение изображения марки не происходит. При повороте зеркала на угол  $\alpha$  отраженные от него лучи поворачиваются на двойной угол  $2\alpha$ , и изображение автоколлимационной марки в плоскости шкалы меняет свое положение на угол  $\alpha$ . Измерение величины смещения автоколлимационного изображения производится компенсатором 16 (рисунок А.8), одна из линз которого неподвижна, а другая, жестко связанная с секундной шкалой 17, может перемещаться перпендикулярно оптической оси автоколлиматора в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

### **4.3 Оптическая схема**

Оптическая схема автоколлиматора с осветительной системой показана на рисунке А.8.

Пучок лучей от источника света 3, пройдя конденсор 4 и светофильтр 5, освещает марку 6, отразившись от двух поворотных зеркал 7, 8, попадает на призму-куб 9, склеенную из двух прямоугольных призм. Затем пучок лучей попадает в объектив 2. Каждый тип автоколлиматора имеет свой объектив: АКУ-0,5; АКУ-0,2; АКУ-1 соответственно, позиции 2, 2а, 2б (рисунок А.8).

Автоколлимационная марка 6 расположена в фокальной плоскости объектива 2, поэтому лучи выходят из объектива параллельным пучком. Отразившись от зеркальной поверхности (от плоскости зеркала 1) и повторно пройдя объектив и призму-куб, лучи попадают в оптический окуляр-микроскоп.

Окуляр-микроскоп состоит из линз 16 компенсатора, секундной 17 и минутной 18 шкал. Плоскость делений минутной шкалы располагается в фокальной плоскости объектива. Призма 15 ставится для изменения направления луча на  $45^\circ$ .

Для равномерной подсветки секундной и минутной шкал служит система, состоящая из сменных светофильтров 12, 13, 14, поворотного зеркала 11 и линзы 10.

Вид поля зрения автоколлиматоров показан на рисунках А.9, А.10 и А.11.

## **5 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ**

При работе на автоколлиматоре необходимо соблюдать правила техники безопасности.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Перед началом работы необходимо произвести заземление блока питания прибора.

- Во включенном состоянии запрещается:
  - производить замену вставки плавкой;
  - производить замену лампы в осветителе.

К работе с автоколлиматором допускаются лица, прошедшие подготовку и аттестацию по технике безопасности в установленном порядке.

## **6 ПОДГОТОВКА АВТОКОЛЛИМАТОРА К РАБОТЕ**

### **6.1 Распаковка**

При получении автоколлиматора необходимо выдержать его в упакованном виде в течение шести часов при температуре  $(20\pm 3)$  °С.

После этого прибор распаковать, снять пломбы и открыть крышку потребительской тары.

Осторожно вынуть автоколлиматор и приспособления, тщательно протереть смазанные металлические части чистой салфеткой. Если необходимо, оптические наружные детали протереть чистым обезжиренным ватным тампоном, смоченным в спирте-ректификате, или смахнуть с них пыль кисточкой. Нельзя протирать оптические поверхности сухим тампоном. Чистку зеркал производить с особой осторожностью, так как отражающий слой нанесен на наружные поверхности.

Запрещается прикасаться руками или сухим протирочным материалом к отражающим поверхностям зеркал.

По окончании работ зеркало 1 (рисунок А.1) закрывать специальной крышкой 13.

### **6.2 Установка и регулировка**

Для автоколлиматора АКУ-1 основание упаковывается в разобранном виде и состоит из трех частей (рисунок А.4).

Хомут 3 присоединяется к стойке 1 по конусу при отпущенном винте 2. Затем стойка 1 с закрепленным на ней хомутом 3 крепится к основанию 4 при помощи трех крепежных винтов 1 (рисунок А.6).

Автоколлиматор должен быть установлен на ферромагнитной плите, не имеющей вибрации, и выдержан в течение шести часов без подключения его к сети переменного тока.

Необходимо предохранять автоколлиматор от непосредственного воздействия тепловых установок и попадания в объектив лучей от посторонних источников света.

Подсоединить к автоколлиматору блок питания и включить его в сеть.

Тумблером 8 (рисунок А.1) выключить лампочку автоколлиматора. Перед объективом автоколлиматора установить зеркало 1, как описано в 4.3.

Проверить плавность маховичка окуляра и механизмов вертикального и горизонтального наклонов автоколлиматора и действие магнитов. Убедившись в исправности всех механизмов, приступить к работе.

## **7 ПОРЯДОК РАБОТЫ**

### **7.1 Общие указания**

Работу с автоколлиматором рекомендуется производить в затемненном помещении или экранировать объектив во избежание попадания прямого или рассеянного света, дающего блики в поле зрения.

При измерениях вращайте маховички компенсатора легко и плавно, не прилагайте усилий в осевом и радиальном направлениях.

Для обеспечения минимальных погрешностей при одновременных измерениях в двух плоскостях необходимо, чтобы координатные плоскости измерения автоколлиматора были параллельны фактическим плоскостям, в которых происходят подлежащие измерению наклоны зеркала. Координатные плоскости автоколлиматора ориентированы относительно нижней опорной плоскости таким образом, что если установить автоколлиматор на хорошо отгоризонтированную поверхность, то одна плоскость измерения будет горизонтальна, а другая вертикальна.

Исходя из этого, рекомендуется всегда при одновременных двухкоординатных измерениях устанавливать автоколлиматор на отгоризонтированную поверхность, одновременно проверяя по мере возможности правильную ориентацию измерительного механизма поперечной плоскости с помощью прикладываемого уровня 12 и зеркала 1 (рисунок А.1).

Для обеспечения правильной ориентации измерительного механизма автоколлиматора поступают следующим образом.

Установить на площадку 2 (рисунок А.3) уровень 1, чтобы риски на ампуле уровня расположились симметрично направляющим площадки 1, отклонение пузырька уровня не должно превышать одного деления, если отклонение больше, необходимо развернуть весь автоколлиматор 3 (рисунок А.21) в основании 4. Для этого необходимо отвернуть на пол-оборота винты 5, отвернуть винты, которые контряют винты 1, 2, и медленным вращением винтов 1, 2 вывести пузырек уровня в среднее положение.

Установить зеркало 1 (рисунок А.1) перед объективом автоколлиматора. В поле зрения автоколлиматора находят изображение автоколлимационной марки. Разворачивая зеркало таким образом, чтобы марка перемещалась горизонтально, следят за отклонением концов марки на краю поля зрения. Отклонение не должно превышать двух делений секундной шкалы. При большем отклонении разворачивают весь автоколлиматор в основании аналогично описанному выше, после выставления марки завернуть винты 5 (рисунок А.21) до упора.

Для автоколлиматора АКУ-1 разворот производить в хомуте 3 (рисунок А.4) при отпущенном винте 6 от руки, после чего винт 6 закрутить до упора.

Перед тем, как приступить к измерениям, необходимо проверить и качество освещенности марки.

Наиболее правильное действие осветителя будет иметь место при расположении тела накала лампочки на оптической оси системы. В этом случае обеспечивается равномерное и максимальное освещение марки. Это особенно важно в случае большого расстояния от объектива до зеркала.

Центрировка лампочки обеспечивается конструкцией патрона. Для центрировки необходимо слегка отвернуть гайку 1 (рисунок А.12), крепящую патрон, зеркало установить на максимально необходимое в данном случае расстояние, наблюдая в поле зрения изображение автоколлимационной

марки и регулируя положение лампочки, добиться наиболее яркого и равномерного освещения.

При недостаточной освещенности поля зрения и контрастности автоколлимационной марки отрегулировать их с помощью реостата на блоке питания и введения сменных светофильтров. Затем закрепить гайку.

Для замены лампочки необходимо вывернуть винт 2 (рисунок А.12), вынуть патрон освещения и заменить лампочку.

## **7.2 Проверка непрямолинейности горизонтальных направляющих**

Установить зеркало с магнитным основанием непосредственно на направляющей (рисунок А.13) или на приспособлении, обеспечивающем возможность регулировки в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Приспособление необходимо лишь в случае невозможности установки зеркала на направляющей вследствие конструктивной особенности последней.

Установка отражающей поверхности зеркала перпендикулярно направляющей производится с помощью регулировочных винтов приспособления.

Наконечник индикатора устанавливается на край верхней выверочной площадки 2 (рисунок А.1). При перемещении оправы зеркала на длину площадки (15 мм) изменение показаний индикатора не должно превышать 0,005 мм.

Установив зеркало по верхней выверочной площадке, произвести такую же установку по боковой и закрепить зеркало включением магнита.

Чем длиннее направляющая, тем точнее должна быть установка плоского зеркала. Направляющая по всей длине с помощью масштабной линейки разбивается на равномерные участки (шаг измерения), равные расстоянию между опорными выступами зеркала (или приспособления, на котором оно установлено). Точки разбивки помечаются цифрами 0, 1, 2 и т.д.

Установить автоколлиматор перед зеркалом таким образом, чтобы его визирная ось была на одной высоте с осью плоского зеркала. С помощью винтов 10 (рисунок А.1) и 5 (рисунок А.2) ось автоколлиматора установить перпендикулярно отражающей поверхности зеркала.

Изображение автоколлимационной марки, полученное от зеркала, должно быть примерно совмещено со средним делением минутной шкалы (таблица 4).

Таблица 4

Шифр прибора	Среднее деление минутной шкалы, угл. мин
АКУ-0,2	5
АКУ-0,5	10
АКУ-1	20

При перемещении зеркала по направляющей между точками разбивки 1–2 наблюдают смещение изображения автоколлимационной марки в поле

зрения. Это смещение, измеренное с помощью компенсатора, характеризует угловую величину непрямолинейности на данном участке.

Измерения производить в прямом (к объективу) и обратном ходах, результаты усреднить. Пример измерения непрямолинейности направляющих автоколлиматором АКУ-0,5 и обработка результатов измерения приводятся ниже. Результаты измерения сведены в таблице 5, которая строится следующим образом. В первой и второй колонках указаны поверяемые точки и интервалы на направляющей, взятые через участки, равные шагу измерения.

Значения отсчетов по автоколлиматору в прямом и обратном ходах измерения и их усредненные значения  $\alpha^i$  записываются соответственно в третьей, четвертой и пятой колонках.

В шестой колонке помещаются отклонения отсчетов пятой колонки  $\alpha^i$  от первого отсчета  $\alpha_1$ .

Полученные разности  $\alpha^i - \alpha_1$  дают углы  $\beta^i$  наклона поверяемых участков по отношению к первому участку 0–1.

Затем вычисляются значения  $h^i$  (седьмая колонка), которые показывают, на сколько каждая последующая поверяемая точка выше или ниже предыдущей.

$$h^i = 5 \cdot 10^{-6} \times L \cdot \beta^i \cdot j,$$

где: L – шаг измерения.

При L = 100 мм;  $h^i = 0,5 \cdot \beta^i$  (мкм).

Вычисленные значения алгебраически суммируют и получают А (восьмая колонка), показывающую на сколько каждая проверяемая точка выше или ниже первой точки. По данным восьмой колонки строят график.

По оси X откладывают поверяемые участки в определенном масштабе, по оси Y – суммарные отклонения по высоте А, соответствующие каждому участку.

Соединив отдельные точки, получим кривую, которая приблизительно соответствует профилю контролируемой направляющей.

Соединив конечные точки кривой, получим прямую линию, расстояния от которой до кривой по оси Y и представляют собой отклонения Н от прямолинейности направляющей в единицах длины.

$$H_i = A_i - B_i,$$

где:  $B_i$  – ординаты прямой величины в проверяемых точках.

Для определения величины  $B_i$  (колонка 9) делят превышение  $A_n$  последней точки на ее номер и умножают на номера  $i$  соответствующих точек,

$$\text{то есть } B_i = i \cdot \frac{A_n}{n}$$

(в примере таблицы 5  $n = 13$ ).

Таблица 5

Номера точек	Повороты, мм	Отсчет по автоколлим.		Среднее значение отсчетов	$\beta_i = \alpha_i - \alpha_1$ угл. с	$h_i = 0,5 \cdot \beta$ МКМ	$A_i = h_i + h^2 + \dots + h^i$ МКМ	$B_i = i \cdot \frac{A_{13}}{13}$ МКМ	$H_i = A_i - B_i$ МКМ
		прямой ход зеркала	обратный ход зеркала						
0	0	—	—	—	—	—	—	0	0
1	100	10 15,0"	10 13,0"	10 14,00"	0	0	0	+0,97	-0,97
2	200	10 15,5"	10 13,5"	10 14,50"	+0,50	+0,25	+0,25	+1,94	-1,69
3	300	10 14,5"	10 13,5"	10 14,00"	+0,00	+0,00	+0,25	+2,92	-2,67
4	400	10 14,5"	10 14,0"	10 14,25"	+0,25	+0,13	+0,38	+3,89	-3,51
5	500	10 14,0"	10 14,5"	10 14,25"	+0,25	+0,13	+0,51	+4,85	-4,34
6	600	10 13,5"	10 15,0"	10 14,25"	+0,25	+0,13	+0,64	+5,84	-5,20
7	700	10 15,0"	10 15,0"	10 15,00"	+1,00	+0,50	+1,14	+6,79	-5,65
8	800	10 17,0"	10 16,0"	10 16,50"	+2,50	+1,25	+2,39	+7,76	-5,57
9	900	10 16,5"	10 16,5"	10 16,50"	+2,50	+1,25	+3,64	+8,76	-5,12
10	1000	10 16,5"	10 16,5"	10 17,50"	+3,50	+1,75	+5,39	+9,70	-4,31
11	1100	10 17,5"	10 19,0"	10 18,25"	+4,25	+2,13	+7,52	+10,67	-3,15
12	1200	10 18,5"	10 19,0"	10 18,75"	+4,75	+2,38	+9,90	+11,68	-1,78
13	1300	10 19,5"	10 19,5"	10 19,50"	+5,50	+2,75	+12,65	+12,65	0

Разности  $A_i - B_i = H_i$  записывают в десятую колонку таблицы 5.

Обработку результатов измерения можно производить графическим способом. Откладывая по оси X величины поверяемых интервалов, а на оси Y – соответствующие значения A, строят на миллиметровой бумаге кривую профиля поверяемой поверхности. Расстояние от любой точки кривой профиля до прямой, соединяющей ее концы, отсчитывают по оси Y (см. график, рисунок А.22).

### **7.3 Проверка прямолинейности вертикальных направляющих**

Для измерения прямолинейности вертикальных направляющих (рисунок А.14) на объектив автоколлиматора надеть диагональное зеркало 4 (рисунок А.1), изменяющее направление хода луча на  $90^\circ$ .

В зависимости от удобства автоколлиматор устанавливать либо выше, либо ниже измеряемых направляющих.

При установке на вертикальной направляющей плоского зеркала во избежание соскальзывания последнее нужно обеспечить дополнительным упором снизу.

Подсчет результатов измерений производить по методике 7.2.

### **7.4 Определение отклонения от плоскостности**

Определение отклонения от плоскости плит и других плоских поверхностей основано на принципе измерения прямолинейности их в различных направлениях. Предпочтительно проверку проводить в двух диагональных направлениях, а также в продольном и поперечном направлениях через определенные интервалы от предыдущей установки. Чем меньше эти интервалы, тем точнее будут данные о плоскостности измеряемой поверхности.

При перемещении зеркала в каждое новое положение необходимо проверить наличие автоколлимационного изображения поля зрения автоколлиматора. В случае отсутствия изображения необходимо поворотом зеркала вокруг вертикальной оси привести автоколлимационное изображение в нужное положение и произвести очередное измерение отклонения по шкалам окуляра-микрометра. Методика работы не отличается от описанной ранее.

### **7.5 Проверка параллельности двух поверхностей**

При проверке параллельности двух поверхностей возможны два варианта:

1 Измеряемые поверхности сопрягаются (или соприкасаются) друг с другом, но смещены по глубине. В этом случае их взаимную параллельность можно измерить с помощью двух плоскопараллельных зеркал (рисунок А.15). При отсутствии последних можно воспользоваться двумя обычными концевыми мерами небольшой длины (0,5–1,5 мм), хотя пользование ими несколько затруднено из-за небольшой площадки отражающей поверхности.



Наибольшая точность измерения может быть достигнута при проверке поверхностей, позволяющих притереть к ним плоскопараллельное зеркало или концевую меру.

В данном случае к обоим измеряемым поверхностям прикладывают плоскопараллельные зеркала, каждое из которых отражает часть лучей, выходящих из объектива автоколлиматора, и, следовательно, дает новое изображение автоколлимационной марки. Расстояние между двумя изображениями марки, измеряемое окуляром-микрометром, представляет собой параллельность измеряемых поверхностей в угловых единицах.

2 Проверяется параллельность двух поверхностей, смещенных по глубине и расположенных на некотором расстоянии друг от друга, так что проверка их описанным выше способом невозможна.

В этом случае проверку проводят с помощью пентапризмы в оправе с магнитным основанием и устанавливаемого на оправе плато с уровнями\*, расположенными в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (рисунок А.16). Пентапризму в оправе установить на подставке с тремя регулировочными винтами.

Проверку проводят в следующей последовательности.

К одной из проверяемых поверхностей приложить плоскопараллельное зеркало или плоскопараллельную концевую меру. Пентапризму на подставке установить одним входным отверстием, параллельно зеркалу, другим – перпендикулярно оси автоколлиматора.

На верхние установочные площадки оправы пентапризмы установить плато с уровнями и регулировочными винтами подставки привести показания уровней к нулю.

Автоколлиматор установить таким образом, чтобы в поле зрения видеть автоколлимационную марку от зеркала. Перекрыть ход лучей, поместив лист бумаги между зеркалом и пентапризмой, чтобы убедиться в том, что изображение получено от зеркала, а не от пентапризмы.

При этом изображение марки должно исчезнуть.

Закончив установку, снять отсчет и записать показания прибора.

Затем, не трогая автоколлиматор, приложить зеркало ко второй поверхности и установить пентапризму так, чтобы она направляла лучи от зеркала в автоколлиматор. Следить, чтобы оси обоих уровней были установлены в нулевое положение как можно точнее.

Разность показаний прибора первоначальной и последующих установок характеризует отклонение от параллельности проверяемых поверхностей в направлении измерения.

---

\* Комплект пентапризмы в оправе на магнитном основании и плато с уровнями поставляются по требованию заказчика (см. таблицу 3).

## 7.6 Установка двух поверхностей под заданным углом

Для установки двух поверхностей под заданным углом необходима специальная угловая мера с достаточно широкой отражающей поверхностью (рисунок А.17) или обычная угловая мера при работе с прибором АКУ-1.

Установку производить в следующем порядке.

Угловую меру закрепить на одной из установленных поверхностей. Напротив нее поместить пентапризму и автоколлиматор, произвести все описанные выше операции. Полученное в поле зрения автоколлиматора изображение марки переместить на средний штрих сетки (таблица 4). На другой устанавливаемой поверхности закрепить плоскопараллельное зеркало.

Разворотом детали зеркало установить параллельно отражающей поверхности угловой меры. Автоколлиматор с места не сдвигать.

Пентапризму установить напротив зеркала, и после выведения уровней на нуль продолжать разворачивать деталь до тех пор, пока автоколлимационная марка не займет положение, соответствующее первоначальной установке угловой меры.

## 7.7 Использование автоколлиматора в качестве зрительной трубы

Автоколлиматор можно использовать как простейшую зрительную трубу для всевозможных измерений, выверок. Окуляр-микрометром можно пользоваться для угловых измерений.

Цена деления минутной и секундной шкал автоколлиматора должна соответствовать данным таблицы 6.

Таблица 6

Шифр прибора	Цена деления секундной шкалы	Цена деления минутной шкалы
АКУ-0,2	0,4"	1/3'
АКУ-0,5	1"	1'
АКУ-1	2"	2'

**Примечание** – Большое количество примеров применения автоколлиматоров в машиностроении дано в книге М.Я.Гукайло «Автоколлимация», Машиздат, 1963 г.

## 7.8 Проверка прямолинейности осей отверстий

Для проверки прямолинейности осей отверстий в длинных деталях (трубах) пользуйтесь зеркалом в цилиндрической оправе. Зеркало вставьте в проверяемое отверстие. Автоколлиматор установите перед зеркалом так, чтобы его ось была на одной высоте с осью зеркала. Дальнейшая установка описана в разделе 6.1.

Перемещая зеркало внутри проверяемого отверстия, наблюдайте за положением изображения автоколлимационной марки в поле зрения автоколлиматора. Смещение изображения автоколлимационной марки, измеренное с помощью компенсатора автоколлиматора, дает угловую величину отклонения прямолинейности оси отверстия в детали.

### 7.9 Варианты эксплуатации автоколлиматора АКУ-1 со штативом

Варианты возможностей эксплуатации автоколлиматора АКУ-1 со специальным штативом показаны на рисунке А.18.

## 8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Для поддержания автоколлиматора в рабочем состоянии, обеспечения безотказности в работе, увеличения межремонтных сроков, а также для своевременного выявления и устранения причин, вызывающих преждевременный износ и повреждение составных частей автоколлиматора, необходимо регулярно производить проверку технического состояния и техническое обслуживание, включающее в себя следующие виды:

- текущее обслуживание (ТеО);
- техническое обслуживание 1 (ТО-1);
- техническое обслуживание 2 (ТО-2).

Нормы расхода материалов при техническом обслуживании указаны в таблице 7.

Таблица 7

Наименование материала	Норма расхода
Спирт этиловый ректификованный технический высшего сорта ГОСТ 18300-87, кг	0,2
Эфир наркотный ЭН ОСТ 84-2006-88, кг	0,2
Вата гигроскопическая оптическая марки Г ТУ17 РФ10.1-11891-92, кг	0,2
Антифрикционная пластичная смазка АЦ-3 ТУ 38-101.383-73, кг	0,2

8.1 Текущее обслуживание (ТеО) проводится перед и после работы с автоколлиматором, но не реже одного раза в две недели согласно таблице 8.

Таблица 8

Содержание работ	Технические требования	Инструмент
Протереть от пыли и грязи автоколлиматор и комплект составных частей	Автоколлиматор и комплект составных частей должны быть чистыми	Салфетка из х/б ткани

Продолжение таблицы 8

Содержание работ	Технические требования	Инструмент
Протереть неокрашенные металлические поверхности	Неокрашенные металлические поверхности не должны иметь следов коррозии	Салфетка из х/б ткани
Почистить поверхности наружных оптических деталей	Поверхности наружных оптических деталей должны быть чистыми	То же

**1 Примечание** – Для чистки оптических поверхностей нельзя применять салфетку, использованную для чистки металлических деталей.

**2 Примечание** – Чистка оптических поверхностей должна производиться с максимальной осторожностью.

8.2 Техническое обслуживание 1 (ТО-1) проводится не реже одного раза в год согласно таблице 9, в том числе:

при поступлении автоколлиматора к потребителю;

при постановке автоколлиматора на кратковременное хранение.

8.3 Техническое обслуживание 2 (ТО-2) проводится не реже одного раза в два года, в том числе:

по результатам ТО-1;

при постановке автоколлиматора на длительное хранение.

Таблица 9

Содержание работ	Технические требования	Инструмент
Подкрасить металлические поверхности с поврежденным лакокрасочным покрытием	Автоколлиматор не должен иметь следов коррозии и повреждения наружных покрытий	Эмаль МЛ-2790П светлосерая Эмаль МЧ-240М черная
Почистить наружные поверхности оптических деталей спиртоэфирной смесью (15% спирта и 85% эфира) или спиртом	Поверхности наружных оптических деталей должны быть чистыми	Вата гигроскопическая оптическая марки Г ТУ17 РФ10.1-11891-92, спирт этиловый ректификованный технический высшего сорта ГОСТ 18300-87, эфир наркотный ЭН ОСТ 84-2006-88
Проверить состояние контактов в автоколлиматоре, при необходимости устранить налет с контактов	На контактах не должно быть окисления и налетов солей	Спирт этиловый ректификованный технический высшего сорта, вата гигроскопическая оптическая марки Г ТУ17 РФ10.1-11891-92

Техническое обслуживание 2 (ТО-2) проводится в специализированных ремонтных органах, где заменяют неисправные составные части автоколлиматора.

В случае длительной эксплуатации автоколлиматора необходимо периодически смазывать трущиеся поверхности смазкой АЦ-3 ТУ 38-101.383-73.

Объектив и приспособления, входящие в комплект автоколлиматора, в нерабочем состоянии должны находиться в укладочных ящиках.

## 9 ПОВЕРКА

Поверку прибора проводить согласно методическим указаниям «Автоколлиматоры. Методы и средства поверки» РД 50-434-83.

## 10 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Таблица 10

Наименование неисправности, внешнее проявление, дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения	Примечание
При включении в сеть не освещено поле зрения	Вышла из строя вставка плавкая в блоке питания  Вышла из строя лампа осветителя прибора	Заменить вставку плавкую  Отвинтить винт 2 (рисунок А.12), вынуть патрон 1 и заменить лампу	

**Примечание** – Указанная неисправность не является основанием для рекламации.

## 11 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Автоколлиматор должен храниться в своем футляре.

Условия хранения автоколлиматоров на складе изготовителя (потребителя) должны соответствовать требованиям группы 1 (Л) по ГОСТ 15150-69.

Приборы хранить в отопляемых и вентилируемых складах, хранилищах с кондиционированием воздуха при температуре воздуха в хранилищах от плюс 5 до плюс 40 °С и относительной влажности не более 80% при плюс 25 °С.

Суточные колебания температуры не должны вызывать конденсации влаги на металлических деталях упаковки. В помещении не должно быть паров кислот, щелочей и других веществ, вызывающих повреждение автоколлиматоров.

## **12 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

Транспортирование автоколлиматоров должно производиться железнодорожным, автомобильным, морским и речным транспортом в крытых транспортных средствах. Погрузочно-разгрузочные работы должны осуществляться в соответствии с транспортной маркировкой по ГОСТ 14192-96.

Условия транспортирования автоколлиматоров должны соответствовать требованиям 5 Ж по ГОСТ 15150-69.

## **13 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ**

Проверка автоколлиматора осуществляется по техническим условиям ТУ 3-3.2254-90.

На автоколлиматор, признанный годным для эксплуатации при проверке органами Госстандарта, выдается свидетельство установленной формы.

Автоколлиматор подлежит первичной и периодической поверкам.

Поверку автоколлиматора проводить согласно методическим указаниям «Автоколлиматоры. Методы и средства поверки» РД50-434-83.

Первичная поверка осуществляется на предприятии-изготовителе, результаты ее записывают в паспорт, а госповеритель подтверждает положительные результаты госповерки печатью.

Периодическая поверка проводится в соответствии с годовым планом-графиком предприятия-потребителя.

Межповерочный интервал – два года.

Данные о поверке изделия на предприятии-потребителе поверочными органами вносятся в таблицу 11.

## **14 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие автоколлиматора требованиям технических условий ТУ 3-3.2254-90 при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации, установленных техническими условиями.

Гарантийный срок службы устанавливается 24 месяца и исчисляется со дня ввода автоколлиматора в эксплуатацию, но не позднее 6 месяцев со дня поступления к потребителю.

Гарантия не распространяется на лампы накаливания и вставки плавкие.

Предприятие-изготовитель несет ответственность за скрытые дефекты автоколлиматоров независимо от гарантийного срока.

Гарантийный, послегарантийный ремонт и техническое обслуживание проводятся по адресу:

ОАО «Швабе – Оборона и Защита»,  
630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 179/2,  
тел. (383) 226-29-08, тел./факс (383) 226-17-82,  
e-mail: salesru@npzoptics.ru.

Таблица 11

№ строки	Наименование прибора	Заводской номер	Разряд, класс точности, погрешность	Предел измерений	Периодичность поверки	Дата поверки					
						20 г.		20 г.		20 г.	
						Дата	Подпись поверителя	Дата	Подпись поверителя	Дата	Подпись поверителя

## **15 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ**

В случае отказа в работе автоколлиматора в период гарантийного срока необходимо составить технически обоснованный акт рекламации.

Порядок и сроки предъявления рекламаций в соответствии с действующим законом РФ “О защите прав потребителей”.

В акте указываются данные:

– наименование предприятия, организации и учреждения, предъявивших претензию, и предприятия, организации и учреждения, к которым предъявляется претензия; дата предъявления и номер претензии;

– обстоятельства, являющиеся основанием для предъявления претензии, доказательства, подтверждающие изложенные в претензии обстоятельства, ссылка на соответствующие нормативные акты;

– требования заявителя;

– сумма претензии, ее расчет, если претензия подлежит денежной оценке, платежные и почтовые реквизиты заявителя претензии;

– перечень прилагаемых к акту документов, а также других доказательств.

Акт подписывается руководителем предприятия или заместителем руководителя предприятия, организации, учреждения.

Акт с приложением следует направить главному инженеру предприятия-изготовителя автоколлиматора по адресу:

ОАО «Швабе – Оборона и Защита»,  
630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 179/2,  
тел. (383) 226-29-08, тел./факс (383) 226-17-82,  
e-mail: salesru@npzoptics.ru.

Сведения о предъявленных рекламациях следует регистрировать в таблице 12.



Таблица 12

Дата	Количество часов работы автоклиматора с начала эксплуатации до возникновения неисправности	Краткое содержание неисправности	Дата направления и номер	Меры, принятые по рекламации	Примечание

По всем вопросам качества автоклиматора потребителю необходимо обращаться в адрес предприятия-изготовителя.

## 16 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ И СВЕДЕНИЯ О ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКЕ

Автоколлиматор АКУ- \_\_\_\_ТУ 3-3.2254-90, заводской № . . . . .  
и зеркало. . . . . , заводской № . . . . . , изготовлены и приняты  
в соответствии с обязательными требованиями государственных стандар-  
тов, действующей технической документацией и признаны годными для  
эксплуатации.

Первичная поверка проведена.

Начальник ОТК

МП

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

\_\_\_\_\_  
год, месяц, число

Поверитель

\_\_\_\_\_  
личная подпись  
(клеймо поверителя)

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

\_\_\_\_\_  
год, месяц, число

## 17 СВИДЕТЕЛЬСТВО О КОНСЕРВАЦИИ

Консервация автоколлиматора и зеркала произведена в соответствии с ГОСТ 9.014-78 для группы изделий III-1, вариант защиты ВЗ-4. Срок консервации – 3 года.

Дата консервации \_\_\_\_\_

Срок консервации – 3 года.

Консервацию произвел \_\_\_\_\_  
личная подпись

Автоколлиматор после консервации принял \_\_\_\_\_  
личная подпись

## 18 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ

Автоколлиматор АКУ- \_\_\_\_ ТУ 3-3.2254-90, заводской № . . . . . и зеркало. . . . . , заводской № . . . . . , упакованы в ОАО «Швабе – Оборона и Защита» согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

\_\_\_\_\_  
должность

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

\_\_\_\_\_  
год, месяц, число

Изделие после упаковки принял

\_\_\_\_\_  
должность

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

\_\_\_\_\_  
год, месяц, число

## 19 УЧЕТ РАБОТЫ

Таблица 13

Месяцы	Итоговый учет работы по годам												
	20 г.						20 г.						
	Кол. часов	Итого с начала эксплуатации	Подпись	Кол. часов	Итого с начала эксплуатации	Подпись	Кол. часов	Итого с начала эксплуатации	Подпись	Кол. часов	Итого с начала эксплуатации	Подпись	
Январь													
Февраль													
Март													
Апрель													
Май													
Июнь													
Июль													
Август													
Сентябрь													
Октябрь													
Ноябрь													
Декабрь													

**Примечание** – Таблицу заполнять во время эксплуатации.

### **Адрес ремонтной мастерской**

630049, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 179/2,  
ОАО «Швабе – Оборона и Защита»,  
тел. (383) 226-29-08, тел./факс (383) 226-17-82,  
e-mail: salesru@npzoptics.ru.



**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**Р И С У Н К И**





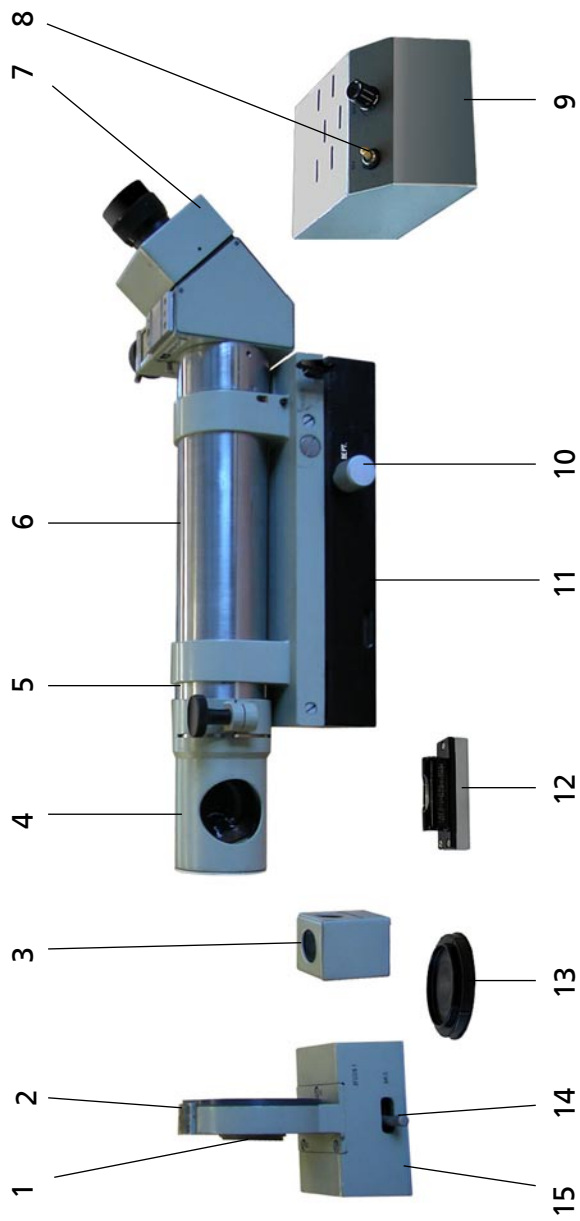


Рисунок А.1 – Автоколлиматор АКУ-0,5

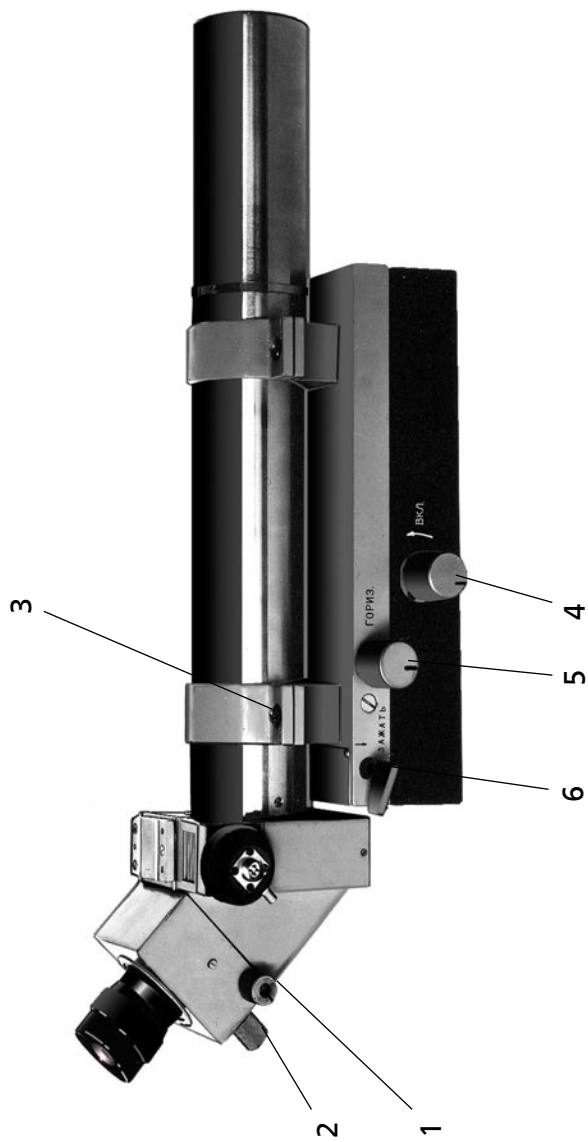


Рисунок А.2 – Автоколлиматор АКУ-0,2

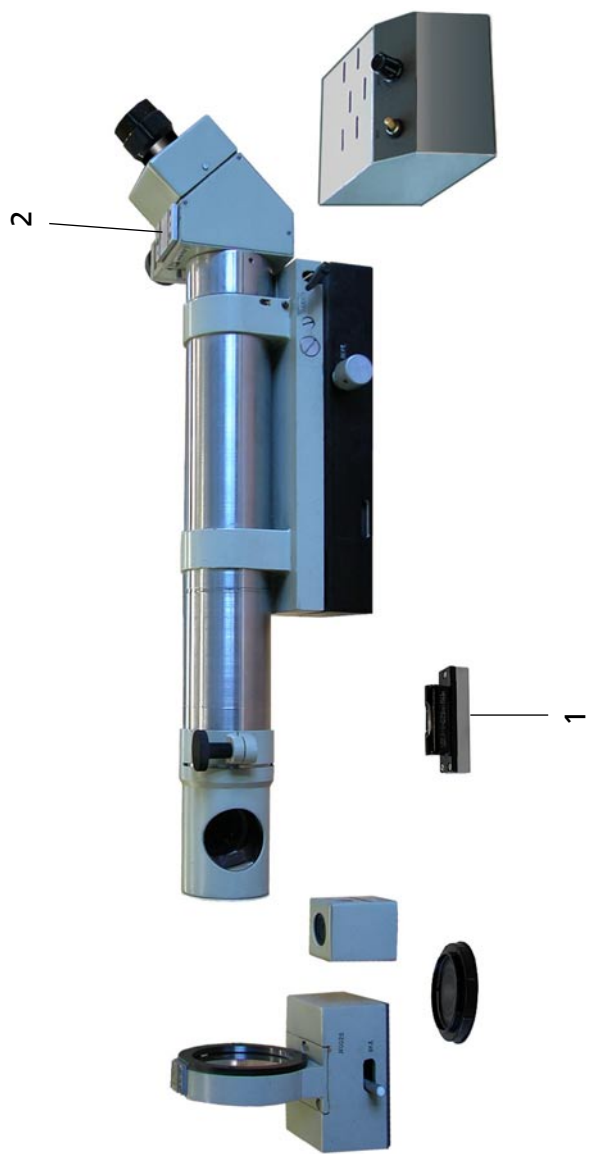


Рисунок А.3 – Автоколлиматор АКУ-0,2

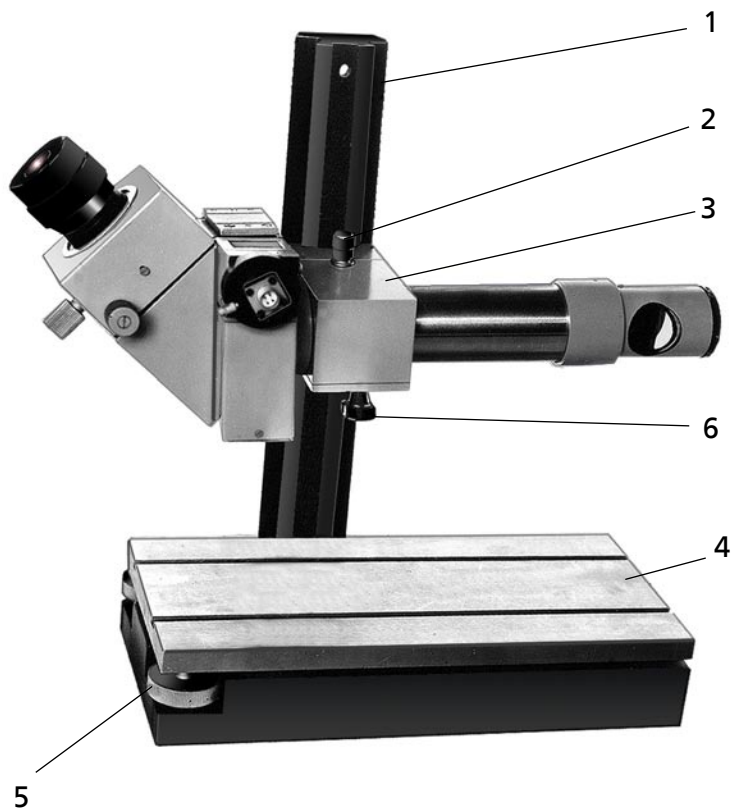
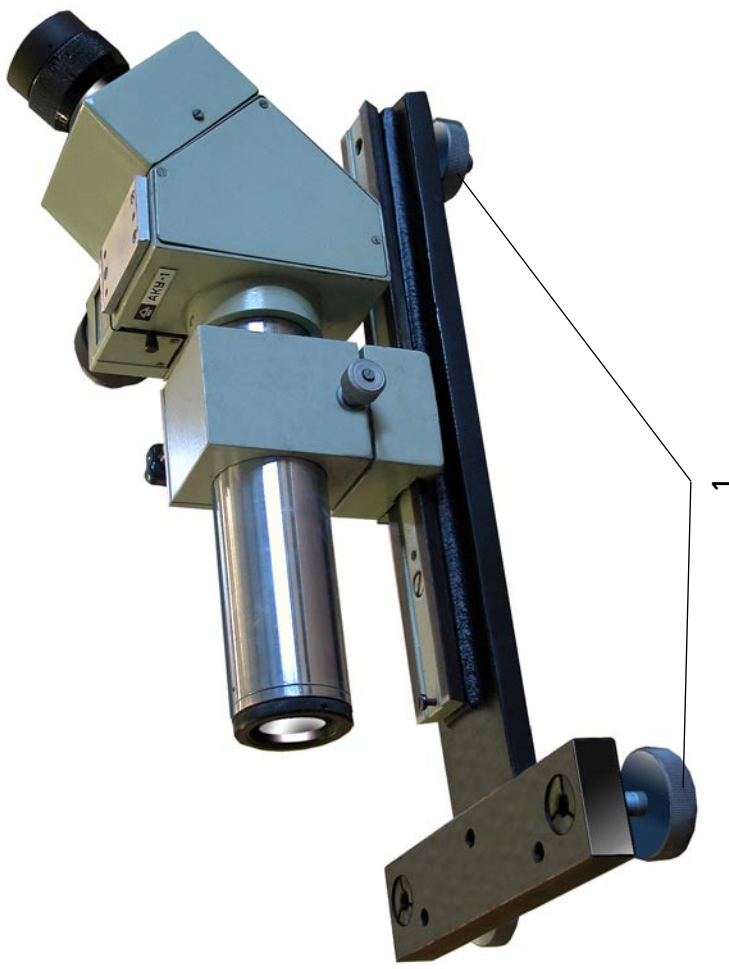


Рисунок А.4 – Автоколлиматор АКУ-1



**Рисунок А.5 – Автоколлиматор АКУ-1**

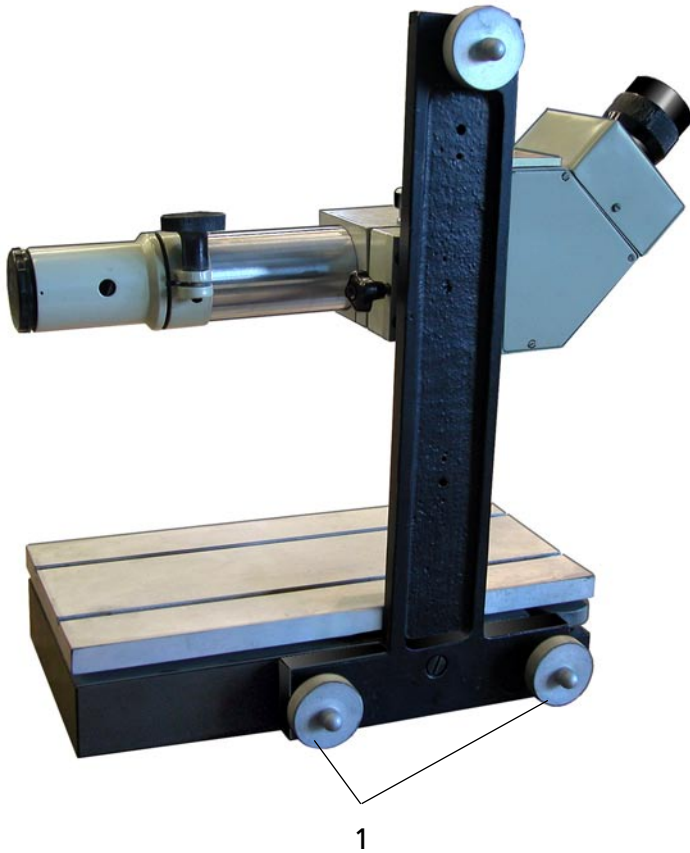


Рисунок А.6 – Автоколлиматор АКУ-1

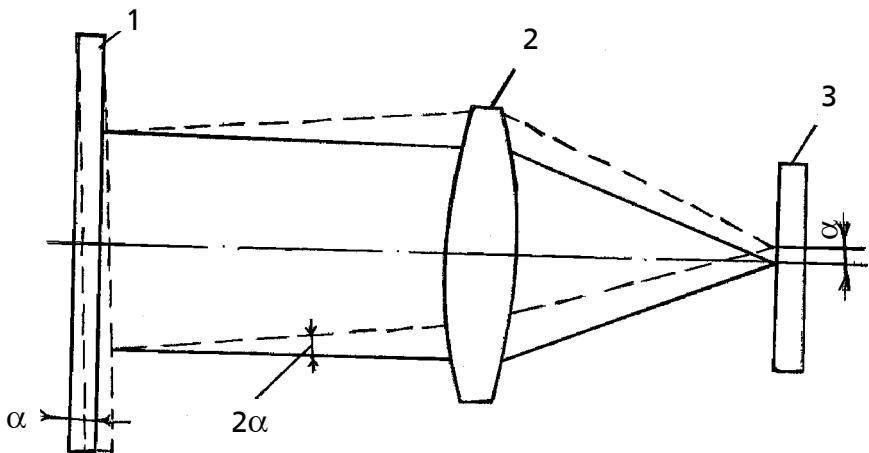


Рисунок А.7 – Принцип действия автоколлиматора

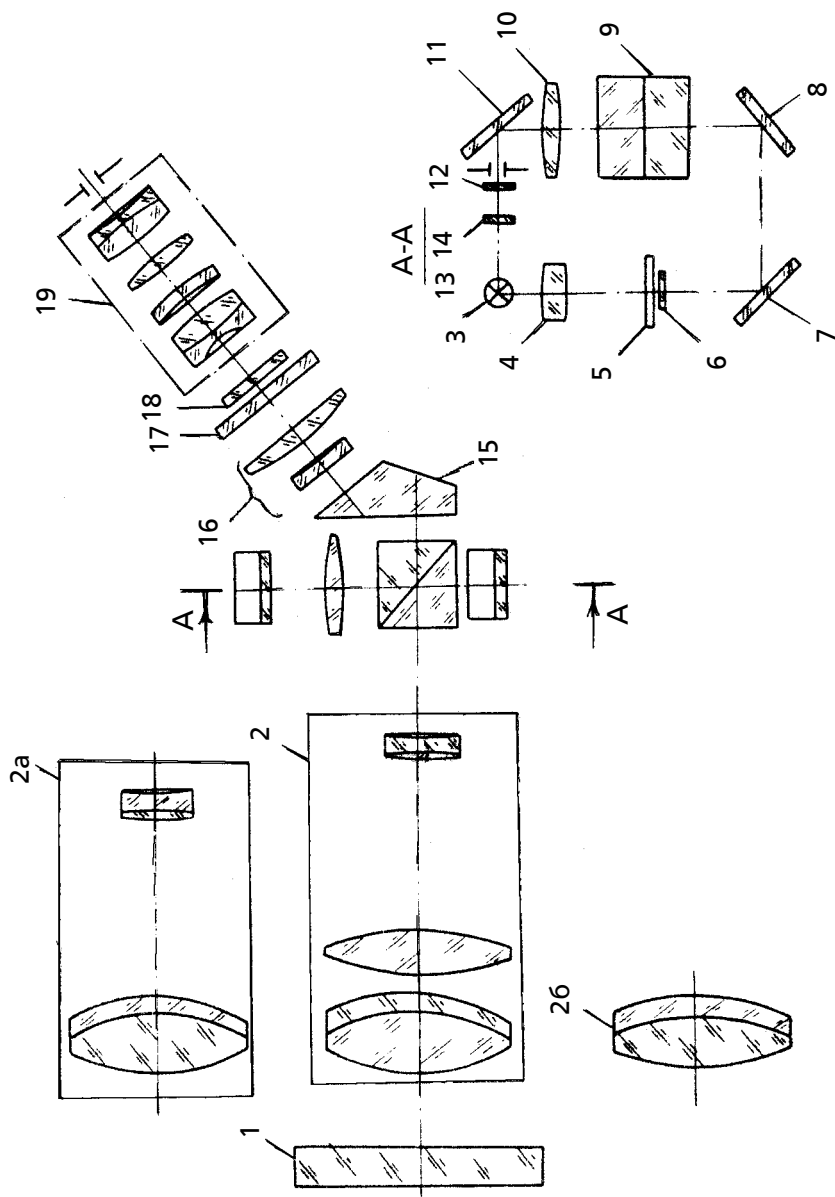


Рисунок А.8 – Оптическая схема автоколлиматора



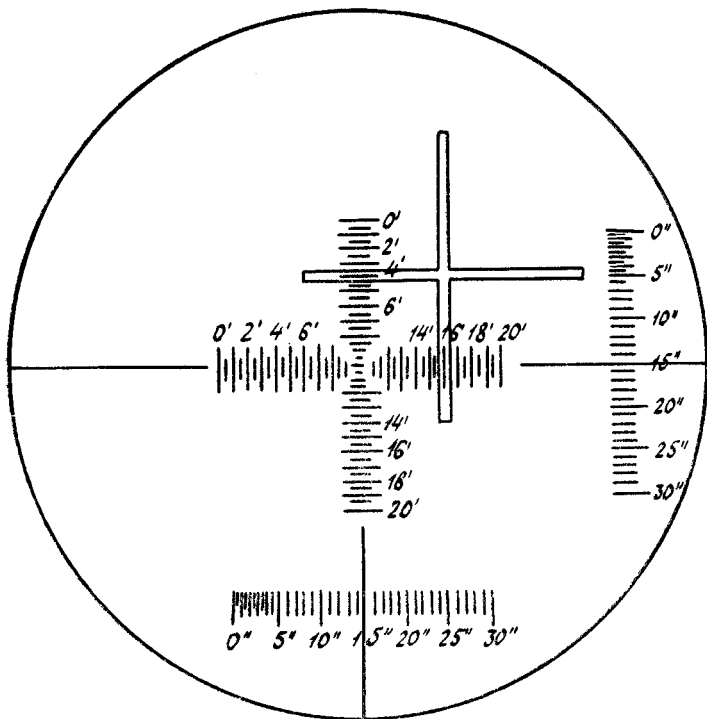


Рисунок А.9 – Вид поля зрения автоколлиматора АКВ-0,5

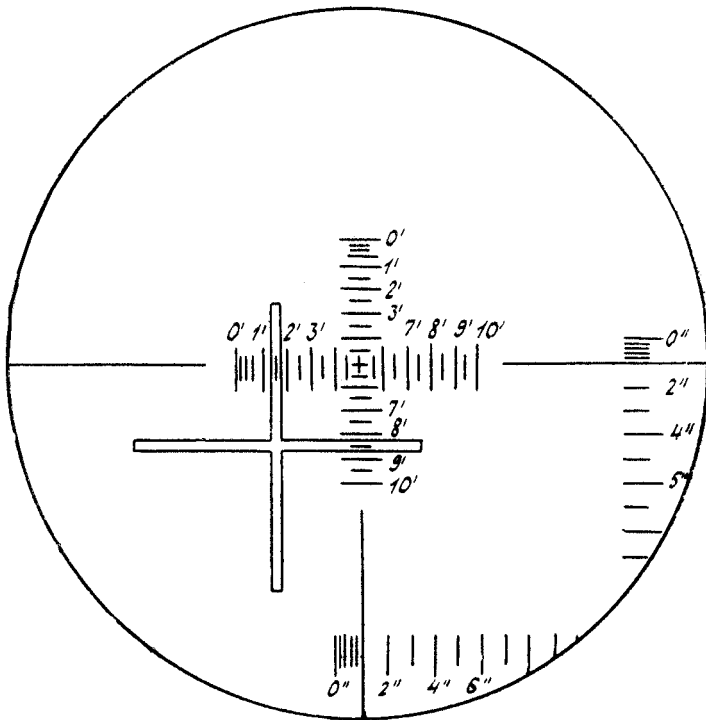


Рисунок А.10 – Вид поля зрения автоколлиматора АКВ-0,2

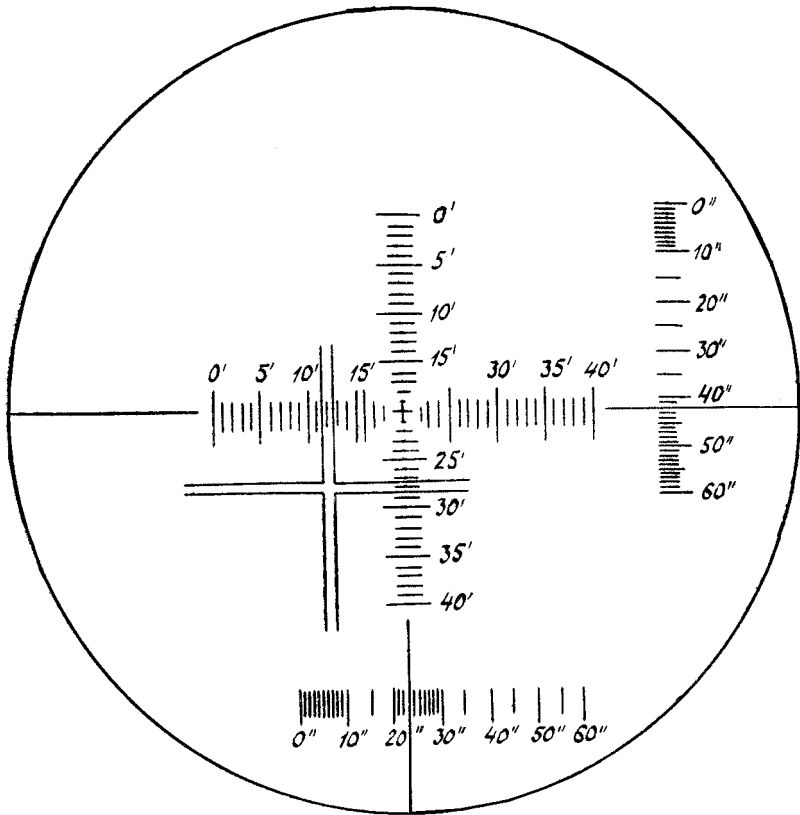


Рисунок А.11 – Вид поля зрения автоколлиматора АКВ-1

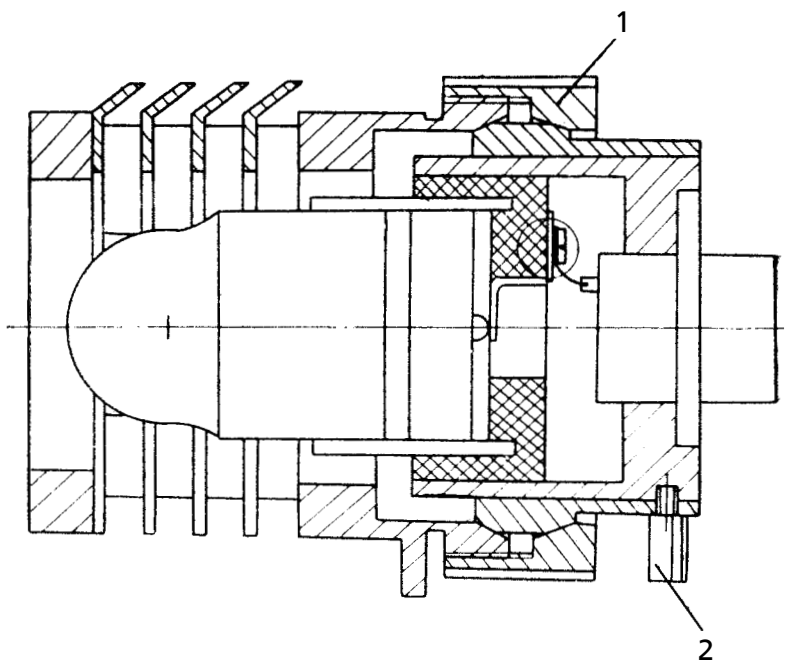


Рисунок А.12 – Патрон

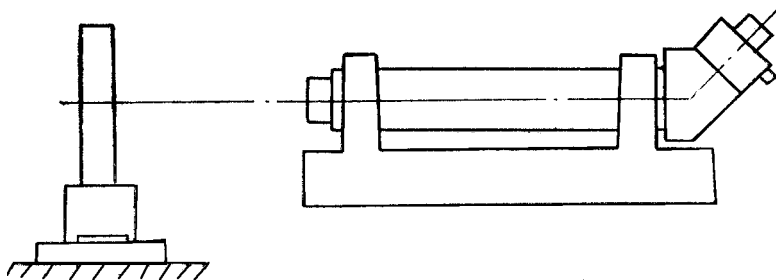


Рисунок А.13 – Схема измерения непрямолинейности горизонтальных направляющих

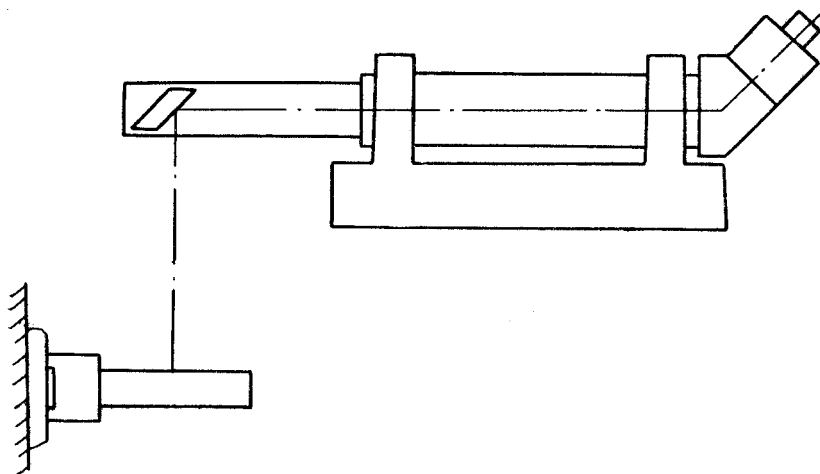


Рисунок А.14 – Схема измерения непрямолинейности вертикальных направляющих

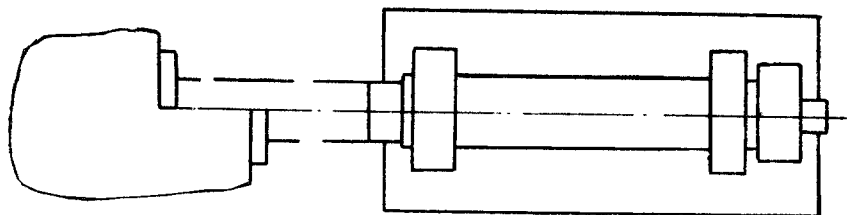


Рисунок А.15 – Схема проверки непараллельности двух поверхностей

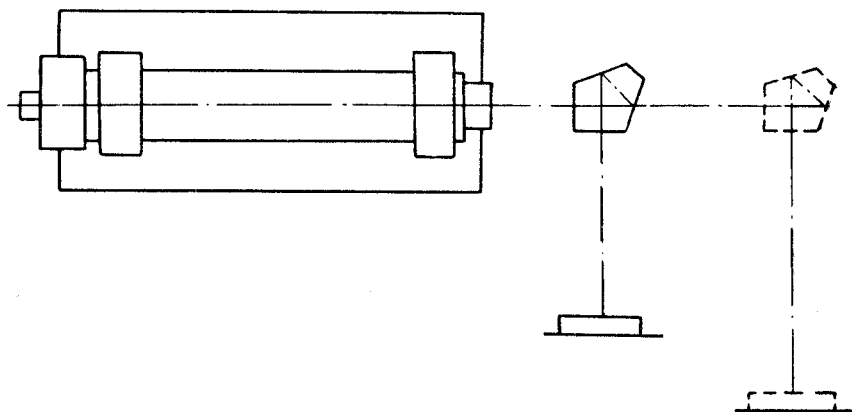


Рисунок А.16 – Схема проверки непараллельности двух поверхностей

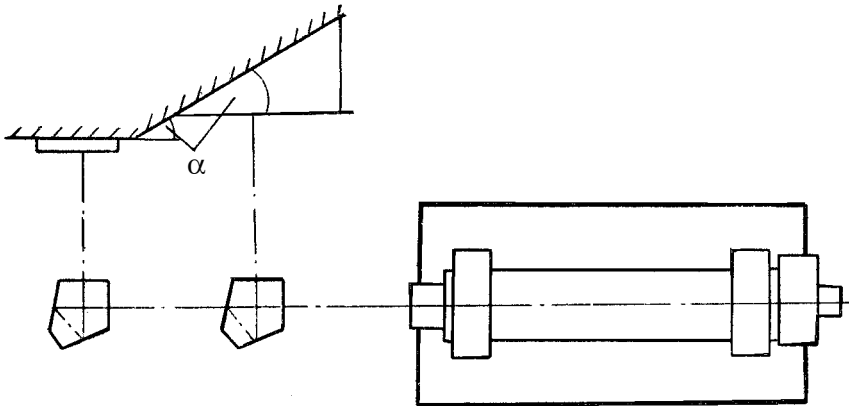


Рисунок А.17 - Схема установки двух поверхностей под заданным углом

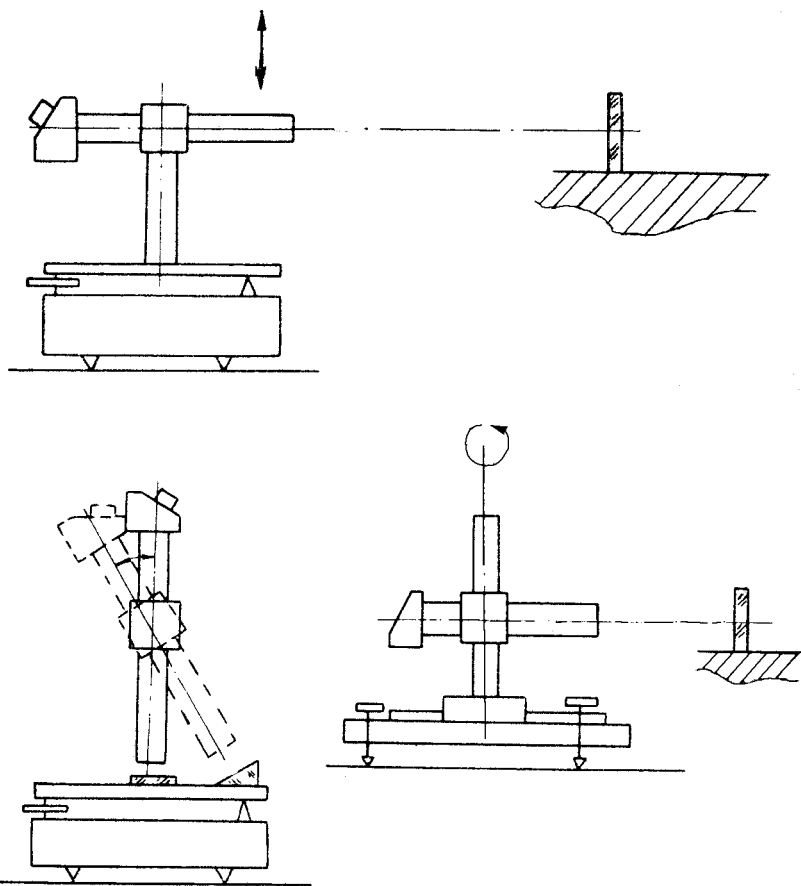


Рисунок А.18 – Варианты эксплуатации автоколлиматора АКУ-1



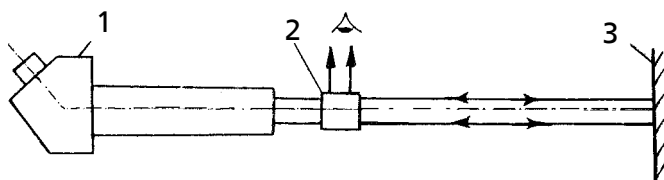


Рисунок А.19 – Схема установки автоколлиматора и зеркала с помощью призмы

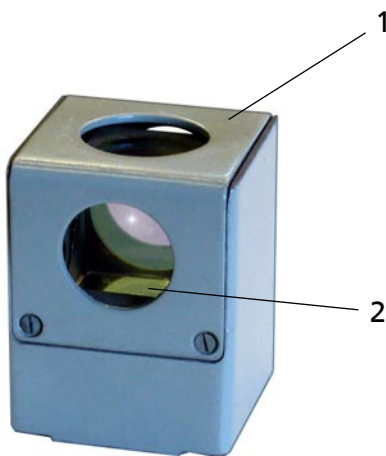
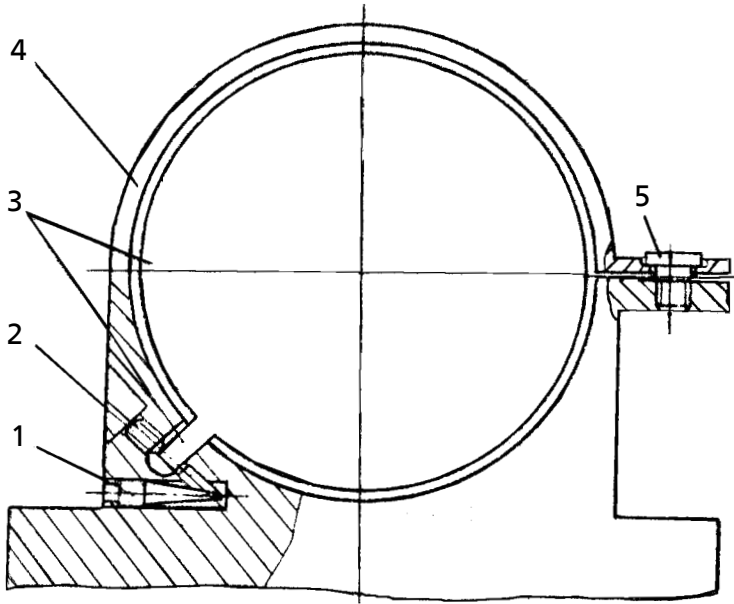


Рисунок А.20 – Призма Ю



**Рисунок А.21 – Механизм регулювання автоколлиматора по накладному уровню**

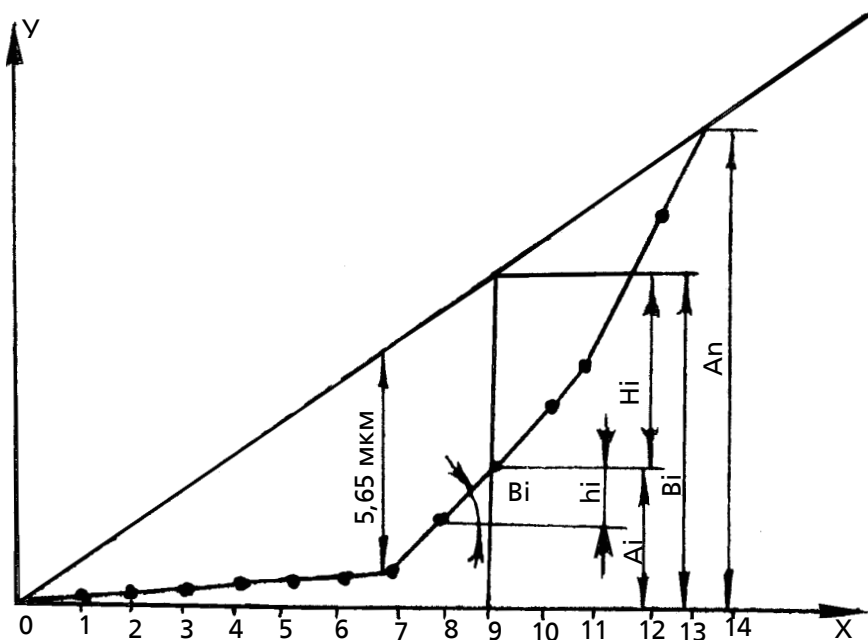


Рисунок А.22 – График обработки результатов измерений  
 прямолинейности горизонтальных направляющих