

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПРОЦЕССИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

СЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ  
ЦЕНТР ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ  
ВЫСОКОТОЧНЫЕ СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ

Методика поверки  
ЛИ УЯБН ОI-92

Новосибирск 1992

ЦЕНТРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ  
СИБИРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ  
ЦЕНТР ГЕОИНЖЕНЕРИИ И ПРИКЛАДНОЙ ГЕОДЕЗИИ

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ  
ВЫСОКОТОЧНЫЕ НЕСТАНДАРТИЗОВАННЫЕ

Методика поверки

МИ УАИИ 01-92

Новосибирск 1992

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

СИБИРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ  
ЦЕНТР ГЕОИНФОРМАТИКИ И НЕПРЯМОЙ ПРОЦЕДУРЫ

СОГЛАСОВАНО

Директор ЦИИТАЭК  
Ильин И.В. № 2/02-882.Л. акаренко  
от 21.11.93

УТВЕРЖДАЮ

Зем Директор центра  
"Сибгеоинформ" В.Ф. Рожков

СОГЛАСОВАНО

Директор СИИИИ

---

МЕТОДИКА ИНСТАТУТА

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙН  
ВЫСОКОТОЧНЫЕ НЕСТАЦИОНАРНЫЕ

Методика поверки  
ИИ УЯВИ 01-92

Новосибирск 1992

Разработана - Научно-исследовательским институтом  
прикладной геодезии.


Научно-производственным отделом технических  
средств измерений в геодезии.

Зав. отделом



К.Ф. Пузынов

Зав. лабораторией



М.А. Бриков

Руководитель темы



В.В. Котов

## МЕТОДИКА ИНСТИТУТА

---

Методика института

МИ УЯВИ 01-92

Средства измерения длин линий  
высокоточные нестандартизованные

Методика поверки

Впервые

---

Настоящая методика распространяется на нестандартизованные средства измерения длин линий с относительной погрешностью  $1 \cdot 10^{-4}$  -  $2 \cdot 10^{-6}$ : рулетки\*, проволоки шкаловые и концевые с размерами 0,4 - 24,0 м (далее по тексту - меры) и устанавливают методику их первичной и периодической поверок. Периодические поверки выполняются до и после работы на объекте, но не реже, чем один раз в год.

### 1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в таблице 1.

---

\* Нестандартизованные рулетки изготавливаются из кварцовой полосы и имеют отверстия через 5-8 см по всей длине, применяются в комплекте с высокоточным уровнем динамостатом (БУДом).  
Схема подобного комплекта- измерителя ленточного динамостатного (ИЛД) показана в приложении 1.

Таблица I

| Наименование операции                         | Номер пункта МИ по поверке | Средства поверки   | Обязательность проведения операции при поверках |               |
|---|----------------------------|--|---|---------------|
|   |                            |  | первичной                                       | периодической |
| 1. Внешний осмотр                             | 5,1                        | -  | Да  | Да            |
| 2. Опробование                                | 5.1                        | -  | Да  | Да            |
| 3. Определение уравнения длины поверяемых мер | 5.2<br>5.3                 | Компаратор (прил.2)<br>Микроскоп МИР-2 (прил.3) с ценой деления барабана 0,002 мм, линейка ГОСТ 427-75 | Да  | Да            |

1.2. Средства измерения (СИ) параметров окружающей среды, напряжения питания и частоты находятся в комплекте компаратора.

1.3. Образцовые и вспомогательные СИ должны быть поверены и допущены к применению. Цена деления микрометра микроскопа определяется в соответствии с указаниями инструкции по эксплуатации прибора.

1.4. Состав бригады поверителей - 2-3 человека.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности.

2.1.1. Поверяемые меры протираются салфеткой, смоченной в бензине, в помещении с вентиляцией, с соблюдением правил по пожарной безопасности.

2.1.2. При работе с лазерным универсальным измерителем

длины LA 3002 следует руководствоваться требованиями, изложенными в указаниях по технике безопасности при эксплуатации LA 3002.

2.1.3. В случае применения грузов для натяжения псеврелевых мер места крепления грузов должны быть огорожены.

2.2. К проведению поверки допускаются работники, имеющие необходимую техническую подготовку, прошедшие инструктаж и проверку знаний по безопасному ведению работ.

### 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха  $-(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ ; изменение температуры воздуха во все время поверки (измерение интерферометром - измерение поверяемой мерой - измерение интерферометром) не должна превышать  $0,1^{\circ}\text{C}$ ;

относительная влажность окружающего воздуха  $-(45-75)\%$ ;

атмосферное давление  $-(760 \pm \frac{40}{130})$  мм рт.ст.;

напряжение питания электрической сети  $-(220 \pm 10)\text{В}$ ;

частота  $-(50 \pm 1)$  Гц.

Время поверки одной меры не более 0,5 часа, скорость движения воздуха не более 0,1 м в секунду.

Вход и выход из помещения в процессе поверки воспрещается.

### 4. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ КОМПАРАТОРА

4.1. Подготовка к работе лазерного универсального измерителя длины LA 3002 выполняется в соответствии с требованиями "Указаний по обслуживанию лазерного комплекта LA 3002", Прага, МЕТКА ВЛАНШКА 1982.

4.2. Для подготовки геодезических знаков выполняют следующие действия:

4.2.1. Ослабив зажимные болты и передвигая геодезические знаки (ЗГ) по направляющим (прил.2, рис.3, поз.6), устанавливают 2 знака на расстоянии, равном номинальной длине поверяемой меры.

4.2.2. ЗГ устанавливают по высоте при помощи линейки с таким расчетом, чтобы подвижная каретка проходила над знаком на высоте  $(2,0 \pm 0,5)$  мм.

4.2.3. Знаки устанавливают, контролируя по линейке относительно каретки, с отклонением <sup>в плане</sup> не более 0,5 мм. ЗГ закрепляют болтами на кронштейнах.

4.2.4. Втулки ЗГ приводятся в отвесное положение при помощи уровня-вкладыша (прил.4, рис.8), снабженного двумя взаимно-перпендикулярными цилиндрическими уровнями. Уровень-вкладыш вставляют во втулку II (рис.9). Закрепительные винты I2 клиновидных дисков вывинчивают и вращением дисков добиваются такого положения втулки, при котором пузырьки уровней будут находиться в нуль-пунктах. После этого винты I2 попарно закрепляют. При закрепленных винтах не допускается отклонение пузырьков уровней от нуль-пунктов более, чем на I деление.

## 5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1. Проведение поверки начинается с внешнего осмотра средств измерения и проверки взаимодействия с устройствами компаратора. При этом выявляются имеющиеся механические повреждения мер: изломы, коррозия, загрязнения шкал, деформация мест контакта рабочих мер с вкладышами и т.п.



Проверяется комплектность компаратора, наличие результатов очередных поверок: образцовых и вспомогательных СИ, проверяется комплектность рабочих мер, наличие значений температурных коэффициентов. Обнаруженные повреждения устраняются на месте поверки или в ремонтном подразделении. Если ремонт невозможен, меры поверке не подлежат.

Проводится опробование взаимодействия частей поверяемых комплектов. Взаимодействие должно происходить плавно и четко. Контактирующие части должны соприкасаться, равномерно сдвиги по длине.

5.2. Определение уравнения длины рабочей меры в комплекте с ВУДОм выполняется в следующей последовательности.

5.2.1. Измеряют расстояние между центрами ЗГ при помощи ЛА 3002 тремя приемами. Прием состоит из измерения расстояния в прямом и обратном направлениях.

5.2.1.1. На близилине к ЛА 3002 ЗГ устанавливается вкладыш, к которому подводится контактный нож подвижной каретки с отражателем до соприкосновения с ним. При владчле, прижатом рукою по ходу измерений, на ЛА 3002 устанавливается нулевой отсчет.

5.2.1.2. При владчле, прижатом рукою против хода измерений (хода каретки), записывается отсчет  $a_1$  по ЛА 3002. Вкладыш вынимается из ЗГ и устанавливается на второк ЗГ.

5.2.1.3. Каретка доводится до контакта с вкладышем на втором знаке и записываются отсчеты  $a_2$  и  $a_3$  по ЛА 3002 в двух положениях вкладыша — прижатого рукою по ходу измерений и против хода.

5.2.1.4. Производят измерения в обратном направлении, повторяя действия п.п. 5.2.1.1 — 5.2.1.3. Записываются отсчеты  $b_1, b_2, b_3$ . По п. 5.2.1.2. учитывается обратное направление измерений, записывая отсчеты со знаком минус.

5.2.1.5. Результаты измерений заносятся в протокол (прил. 5).

В образце протокола приняты следующие обозначения:

$a_1 a_2 a_3$  - отсчеты по ЛА 3002 в прямом направлении ,

$b_1 b_2 b_3$  - отсчеты по ЛА 3002 в обратном направлении

$L_k$  - расстояние между знаками , вычисленное по формулам

$$L_k^I = \frac{-a_1 + a_2 + a_3}{2} , \quad L_k = \frac{b_1 - b_2 - b_3}{2} , \quad \frac{1}{k} = \frac{L_k + L_k}{2}$$

Лп - отсчеты по ВУД при положении его слева по отношению к наблюдателям

Лп - то же при положении справа

$\Delta$  - расхождение между и средним значением расстояния

$m$  - средняя квадратическая погрешность (СКП) результата измерения

$L_{н}$  - номинальная длина

$a$  - средний отсчет по ВУД

$t$  °С - температура воздуха

5.2.1.6. Расхождения значений расстояний, измеренных в прямом и обратном направлениях, а также полученных из разных приёмов, не должны превышать значений, указанных в таблице 2.

Таблица 2

| Интервал , м | Допустимые расхождения , мкм |
|--------------|------------------------------|
| 0-1          | ±6                           |
| 0-3          | ±7                           |
| 0-7          | ±10                          |
| 0-12         | ±11                          |
| 0-17         | ±13                          |
| 0-24         | ±14                          |

При превышении допуска в случае "прямо-обратно" прием бракуется полностью и выполняется новый прием; при превышении допуска между приемами необходимо выполнить четвертый прием. Прием, выходящий за пределы допустимого интервала (табл.2) в обработку не принимается.

5.2.2. Измеряют расстояние между ЗГ при помощи поверяемой меры с ВУДом следующим образом.

5.2.2.1. Устанавливают ВУД на одном из ЗГ, на другой - вкладыш-держатель поверяемой меры. Между ними подвешивают поверяемую меру.

ВУД и держатель с поверяемой мерой ориентируют по направлению измеряемой линии. Меру натягивают при помощи натяжного винта ВУДа и выдерживают в таком положении перед первым отсчетом не менее 5 минут.

5.2.2.2. Измеряют температуру воздуха.

5.2.2.3. При помощи натяжного винта добиваются такого положения ВУДа, когда пузырек его уровня находится в середине.

5.2.2.4. Легким постукиванием по рамкам поверяемой меры добиваются однозначной установки шариков-фиксаторов ВУДа и вкладыша-держателя в посадочных гнездах меры. После этого проверяется ориентировка ВУДа и положение уровня.

5.2.2.5. Берется 3 отсчета со значащими цифрами до 0,01 мм по микрометру или индикатору часового типа.

5.2.2.6. Ослабляется натяжение меры, изменяется и вновь устанавливается ориентировка ВУДа.

5.2.2.7. Повторяют операции, описанные в пп.5.2.2.3 - 5.2.2.5. Расхождение между отсчетами (3 отсчетов) не должно быть более 0,04 мм. В случае превышения этого значения повторяют операции п.5.2.2.6 и пп.5.2.2.3-5.2.2.5.

5.2.2.8. Меняют местами БУД и вкладыш. Повторяют операции 5.2.2.1.-5.2.2.7..

Расхождения между значениями расстояний, полученных при двух положениях БУДа не должны превышать 0,05 мм.

Измеряют температуру воздуха.

5.2.2.9. Повторяют измерения при помощи ДА 30Г2 (5.2.1.1-5.2.1.6.). Расхождения между значениями расстояний, определенными до и после измерения рабочей мерой, не должны превышать величин, указанных в таблице 2.

5.3. Проверка шкаловых мер выполняется в следующей последовательности.

5.3.1. Выполняют действия п. 5.2.1..

5.3.2. Измеряют расстояния поверяемой мерой между оптическими осями микроскопов в следующей последовательности.

5.3.2.1. Устанавливают вкладыш с крестообразной насечкой (прил. 5, рис. 6) так, чтобы насечка располагалась на высоте 10 мм от верхней плоскости знака.

5.3.2.2. Закрепляют на ЭГ микроскопы (прил. 3, рис. 5). Микронметр микроскопа должен располагаться справа от поверяемого. Микроскоп фокусируется на крестообразную насечку.

5.3.2.3. Берут 2 отсчета на центр насечки, при этом перед первым отсчетом вкладыш прижимают в правой (относительно поверяемого) стороне втулки, перед вторым - в левой.

5.3.2.4. Берут по 2 отсчета на центр насечки аналогично п.5.3.2.3., повернув вкладыш на  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ , и  $270^{\circ}$ .

5.3.2.5. Вычисляют средний отсчет из 4 пар. Этот отсчет соответствует центру втулки.

5.3.2.6. Операции согласно п.п.5.3.2.3- 5.3.2.5 выполняются одновременно другим наблюдателем на втором ЗГ.

5.3.2.7. Вкладыши углубляют во втулках под микроскопы помещают поверяемую меру.

Установка и натяжение меры с двух сторон выполняется при помощи блочных устройств с подвеской гирь по 10 кг.

Используя механизмы перемещения, имеющиеся на блочных устройствах, шкалы поверяемой меры устанавливаются с условиями четкого их изображения в фокальной плоскости микроскопов.

5.3.2.8. Измеряют и записывают температуру воздуха.

5.3.2.9. Выполняют по 2 отсчета по 4 штрихам, равномерно расположенными на шкалах поверяемой меры. Наведение биссектра микрометра микроскопа производится на ближайший к центру поля зрения штрих шкалы меры. Отсчеты выполняются одновременно по команде одного из наблюдателей.

Перед отсчетом один конец поверяемой меры закрепляется зажимом, укрепленном на блочном станке. После сдвига меры на очередной штрих закрепление выполняется зажимом, укрепленном на другом блочном станке.

Перед отсчетом на третий штрих наблюдатели меняются местами и выполняют еще по 2 отсчета аналогично первым.

С учетом номера штриха вычисляют разность отсчетов при каждом положении поверяемой меры. Расхождение разностей не должно

превышать величин, указанных в табл.3. Если значение разностей отсчетов превышает допуск, выполняют дополнительные наблюдения. Явно ошибочные результаты в обработку не принимают.

По окончании измерений длины пролета измеряют температуру воздуха.

Таблица 3

Допускаемые расхождения разностей отсчетов по шкалам, мкм

| Интервалы расстояний, м | Относительная погрешность измерений проверяемой мерой |           |                   |
|-------------------------|---|-----------|-------------------|
|                         | $10^{-4}$   | $10^{-5}$ | $2 \cdot 10^{-6}$ |
| 1                       | 2   | 3         | 4                 |
| 0 - 1                   | 100   | 10        | -                 |
| 0 - 3                   | 300   | 30        | 6                 |
| 0 - 7                   | 700   | 70        | 14                |
| 0 - 12                  | 1200  | 120       | 34                |
| 0 - 17                  | 1700  | 170       | 34                |
| 0 - 24                  | 2400  | 240       | 48                |

Примечание. При компарировании рабочих мер с относительной погрешностью  $10^{-4}$  и длиной более 3 метров отсчет по шкалам можно выполнять без микроскопа непосредственно на кресты вкладышей.

5.3.2.10 Поверяемая мера снимается, вкладыши поднимаются до четкого изображения перекрытия в фокальной плоскости микроскопа и повторяются операции, указанные в п.п.5.3.2.1- 5.3.2.6. Расхождение между отсчетами на центры втулок не должно превышать 0,008мм.

5.3.2.11. В соответствии с указаниями <sup>5.1.1</sup> п.5.2.2.9. проводят заключительные измерения  $\angle A$  3002. Записи ведутся в протоколе (см.прил.6)

## 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Вычисляют средние значения расстояний между центрами ЗГ (центрами втулок), как среднее из значений, полученных по ЛА 300 до и после измерений рабочей меры (  $L$  ).

6.2. При поверке концевых мер в комплекте с БУДом, используя среднее значение отсчетов по БУД(а), вычисляют длину поверяемой меры (  $L$  ) в комплекте с БУДом по формуле:

$$L = L_{\text{к}} - a$$

где  $a$  - средний из всех отсчетов по БУД;

$L_{\text{к}}$  - температура компарирования.

Вычисление средней квадратической погрешности (СКП) поверки (мп) мер выполняется по формуле:

$$m_{\text{п}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L)^2}{n-1}} \quad (1)$$

где  $m_{\text{к}}$  - СКП измерения расстояния ЛА 3002;

$n$  - то же поверяемой мерой.

$\sigma_{\text{к}}^2$  и  $\sigma_{\text{п}}^2$  вычисляется по уклонению отсчетов от среднего (  $\Delta$  ) по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n-1} \quad (2)$$

где  $n$  - количество измерений.

6.3. В случае поверки рабочих мер со шкалами вычисления производят в следующем порядке.

6.3.1. Вычисляют расстояние между оптическими осями микроскопов (  $L_{\text{м}}$  ) по формуле:

$$L_{\text{м}} = L_{\text{к}} + (P_{\text{м}} - J_{\text{м}}) \cdot 0,002, \quad (3)$$

где  $L_{\text{к}}$  - расстояние между ЗГ, определенное при помощи ЛА 3002;

$P_{\text{м}}$ ,  $J_{\text{м}}$  - средние из отсчетов по правому и левому микроскопам;

0,002мм – цена деления барабана микроскопа.

6.3.2. Вычисляют расстояние между оптическими осями микроскопов, определенное при помощи поверяемой меры (  $L_c$  ) по формуле:

$$L_c = L_n + (П_{П} - Л_{П}) + (П_{М} - Л_{М}) \cdot 0,002 + \delta L_c \quad (4)$$

где  $L_n$  – номинальное значение длины поверяемой меры;

П<sub>П</sub>, Л<sub>П</sub> – номера штрихов правой и левой шкал;

П<sub>М</sub>, Л<sub>М</sub> – средние отсчеты по правому и левому микроскопам;

– поправка в длину линии за разность температур компарирования (  $T_k$  ) и эталонирования (  $T_n$  , обычно равна 20°C).

$$\delta L_c = L_c [ \alpha (T_k - T_n) - \beta (T_k - 20) ] \quad (5)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – температурные коэффициенты,

Формула (3) применяется при расположении нулей шкал поверяемой меры слева от наблюдателей.

6.3.3. Вычисляется поправка в длину поверяемой меры (  $\Delta L$  );

$$\Delta L = L_c - L_n \quad (6)$$

6.3.4. Вычисляется длина поверяемой меры (  $L_c$  );

$$L_c = L_n + \Delta L \quad (7)$$

6.3.5. Определяют среднюю квадратическую погрешность поверки по формуле:

$$M_{0,5} = \sqrt{m_{0,5}^2 + m_{0,1}^2} \quad (8)$$

Относительная погрешность  $\frac{M_{0,5}}{L_c}$  не должна превышать половины величин, соответствующих классу точности поверяемой меры ( $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  или  $2 \cdot 10^{-6}$ ).



## 7. ОБОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

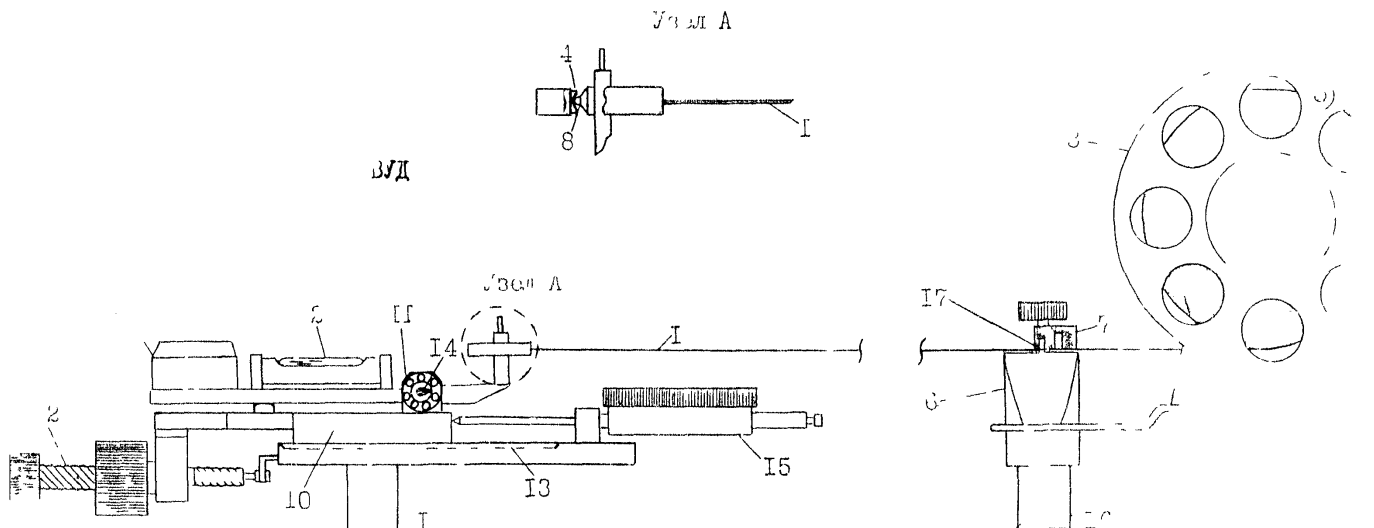
7.1. Результаты измерений по отдельным операциям и результаты вычислений отражаются в протоколах (прил.5,6).

7.2. При положительных результатах поверки оформляется свидетельство ( прил. 7 ).

7.3. В случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности (прил.8) . Дается указание об изъятии СИ из обращения или о необходимости ремонта и проведении поверки после ремонта.

С К В М А  
измерители ленточного линейностатного ( ЛЛТ )

ПРОЦЕДУРА I  
См. формулу



- 1- сварная лента , 2- уровень , 3- катушка , 4- посадочное гнездо ролика  
5- лентодержатель , 7- сухарик , 8- шарик индикатора , 9- груз , 10- каретка , 11-  
12- натяжной винт , 13- направляющие , 14- нож , 15- индикатор часового типа , 16-  
17- шпindel

Рис. 1

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

## Справочное

## ОПИСАНИЕ КОМПАРАТОРА

Компаратор на базе лазерного универсального измерителя перемещений LA 3002 производства METRA BLANSKA ЧССР расположен в подвальной помещении производственного здания ИИФ СО РАН. Пол подвального помещения заглублен относительно поверхности земли на 4 метра. Помещение снабжено кондиционером, что дает возможность выдержать постоянство температуры воздуха в период измерений (колебание относительно средней температуры не более  $0,5^{\circ}\text{C}$  в течение 8 часов).

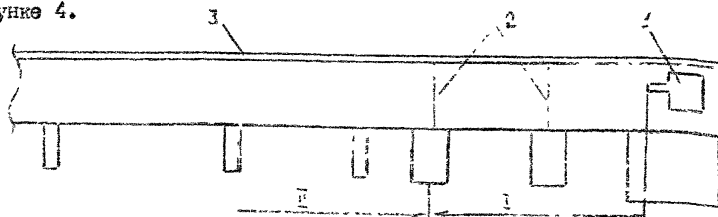
Комплектность компаратора приведена в таблице. Общий вид компаратора представлен на рис.2,3.

| Наименование средства измерений или вспомогательного средства, их характеристики   | Изготовитель,                  |
|--|--------------------------------|
| 1  | 2                              |
| <p>I. Универсальный лазерный измеритель длины LA3002, имеющий диапазон измерений 0-30 м, средняя квадратическая погрешность (скп) измерений в атмосфере - <math>1,5 : 10^{-7}</math> (рис.2,3).</p> <p>Состав комплекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- одночастотный стабилизированный He-Ne лазер LA1000; (рис.2,п.1);</li> <li>- интерферометр LA212 (рис.2, п.2);</li> <li>- обратный отражатель<sup>LA</sup>221 (рис.2,п.3);</li> <li>- блок обработки данных LA311(рис.2,п.4);</li> <li>- блок коррекции LA410(рис.2,п.5);</li> <li>- датчики температуры и давления (рис.3,п.7).</li> </ul> | <p>METRA BLANSKA,<br/>ЧССР</p> |

| I   | 2          |
|---|------------|
| 2. Подвижная каретка с обратным отражателем и фиксатором (рис.2,п.9).       | ИИФ СО РАН |
| 3. Знаки геодезические для принудительного центрирования (ЗГ) (рис.3, п.6). | ТО ШЕ      |
| 4. Вкладыши диаметром 25,4 мм (рис.3,п.8).                                  | — " —      |
| 5. Уровень -вкладыш с ценой деления 10-15" (прил.4, рис.7).                 | — " —      |

Геодезические знаки (рис.3 ,п.6) укреплены на консолях, которые могут передвигаться по швеллеру в пределах первых трех железобетонных столбов. Геодезические знаки имеют стандартные втулки диаметром 25,400 +0,007 (мм) , рассчитанные на принудительное центрирование высокоточных измерительных геодезических приборов. Швеллеры закреплены на 9 железобетонных столбах (рис.3 , п.10), углубленных в грунт на I метр, общая длина компаратора 25 метров.

При проверке мер различной длины следует выбирать места установки знаков с учётом конструкции компаратора, показанной на рисунке 4.



- 1 - интерферометр
- 2 - температурные швы
- 3 - рельсовый путь для каретки

Рис. 4.

В пределах первых трех железобетонных столбов ( I часть компаратора) несущий швеллер разделен температурными швами через 3-4 метра. Температурные расширения ожидаются на отрезке не более 4 метров и могут быть в размере 5 мм при изменении температуры на  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Во второй части компаратора ЗГ установлены на несущих столбах, изменение температуры на их ровном уровне в плане практически не влияет.

Центры ЗГ могут быть смещены по высоте с контролем при помощи высокоточного нивелира и рейки или линейки и в плане с контролем при помощи линейки с миллиметровыми делениями. Контроль осуществляется относительно подвешенной нивелира. Референтная линия компаратора подвергается систематической поверке и востровке.

Отсчеты по LA 3002 берутся до выезда, последовательно устанавливаемого на ЗГ между которыми измеряется расстояние. Контакт с фиксатором на нивелире осуществляется механически.

По трассе компаратора определяются и передаются на блок обработки данные о температуре и давлении, поправки за которые в расстояния вводятся автоматически.

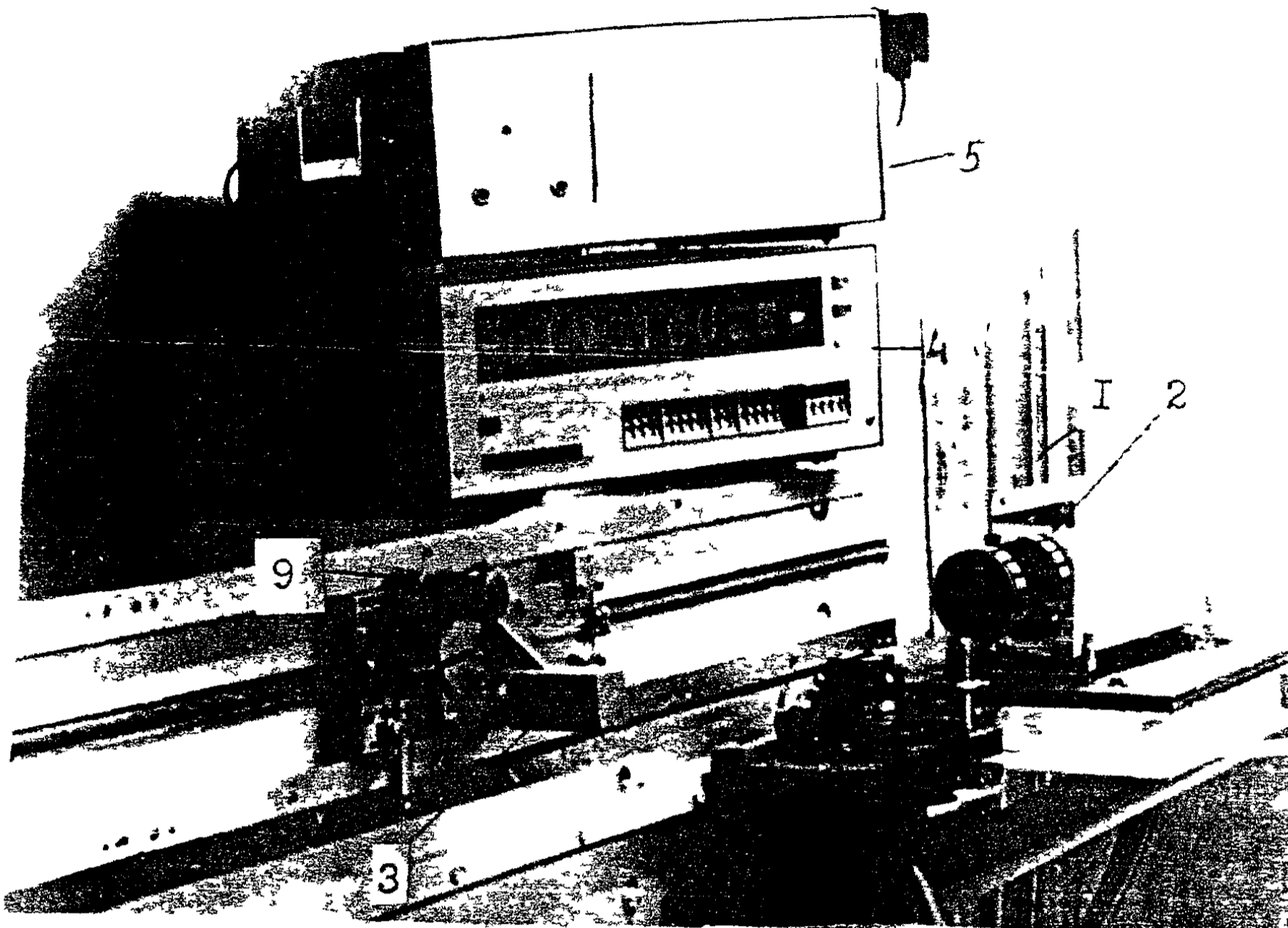


Рис. 2.

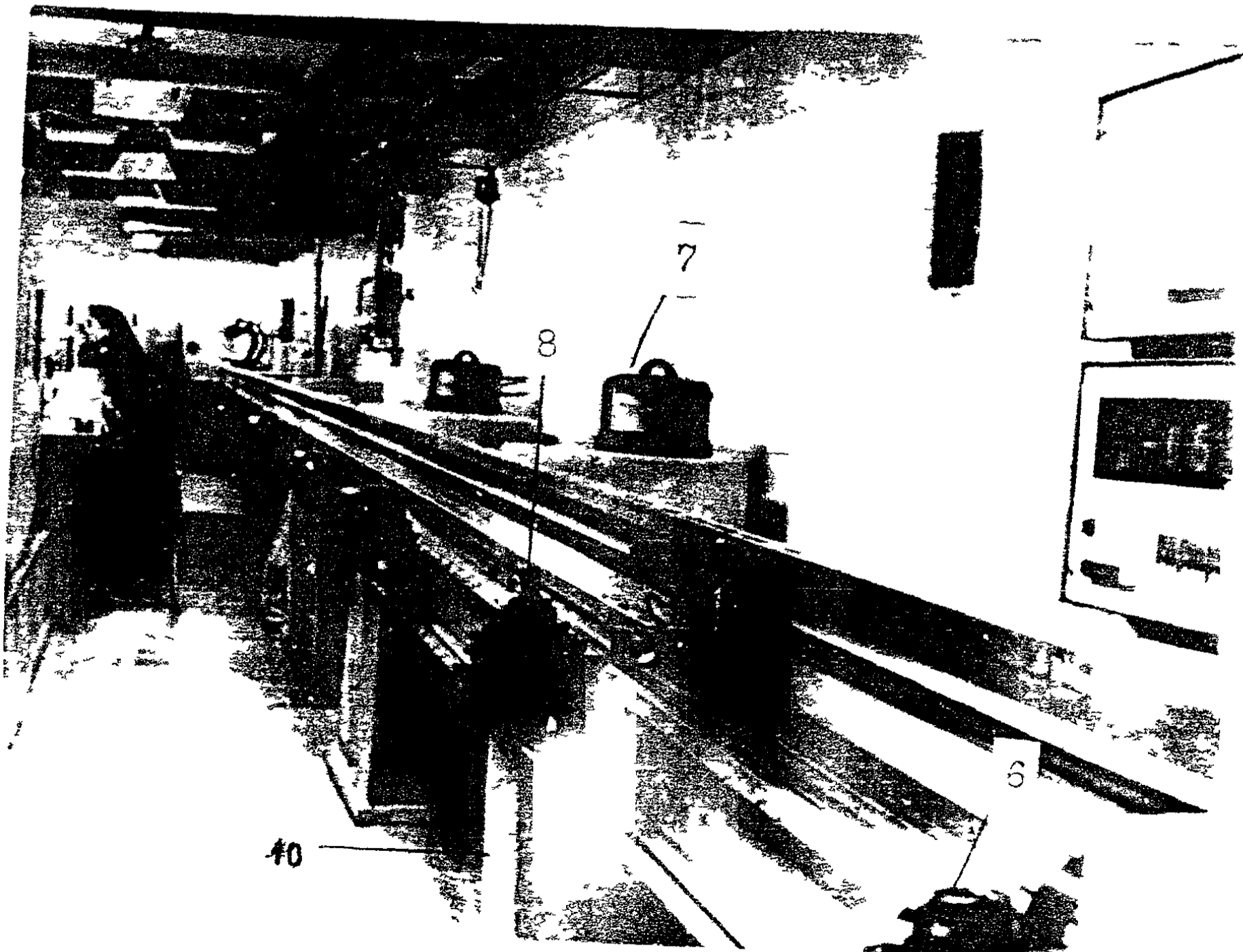


Рис. 3

Микроскоп МИИ - 2

Вкладыши для линейных измерений

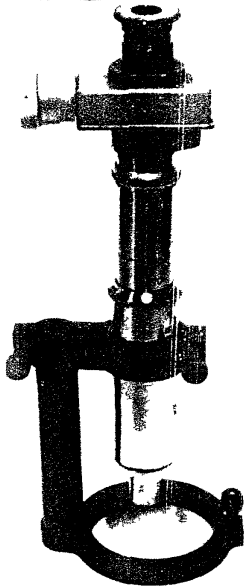


Рис. 5

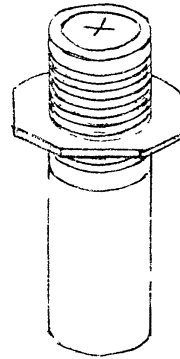
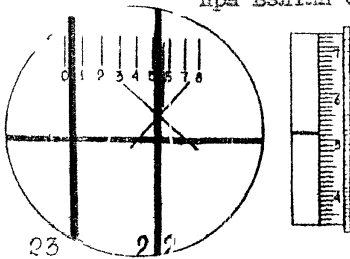


Рис. 6

Поле зрения микроскопа и барабана микрометра

при взятии отсчета по шкале проволоки

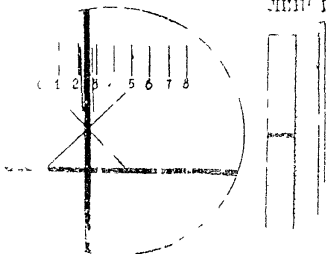


Отсчет по шкале равен  
 $0 - a + b \cdot \sigma$ ,  
 где  $a$  - номер штриха шкалы проволоки,  
 который наведен биссектор сет и  
 нитей микрометра ;  
 $b$  - отсчет по шкале микрометра и о  
 барабану ;  
 $\sigma = 0,002$  - цена деления барабан  
 микрометра.

$$0 = 22 + 55 \cdot 0,002 = 22 \quad 1,102 \quad 2,102$$

Поле зрения микроскопа и барабана микрометра

при взятии отсчета по шкесту вкладыша для  
линейных измерений



Отсчет по шкесту вкладыша равен  
 $0 - a + b \cdot \sigma$ , где  
 $b$  - отсчет по шкале микрометра и о  
 барабану ;  
 $\sigma = 0,002$  - цена деления  
 микрометра.

$$= 10 + 10 \cdot 0,002 = 10,2$$

Рис. 7

Уровень-вкладыш

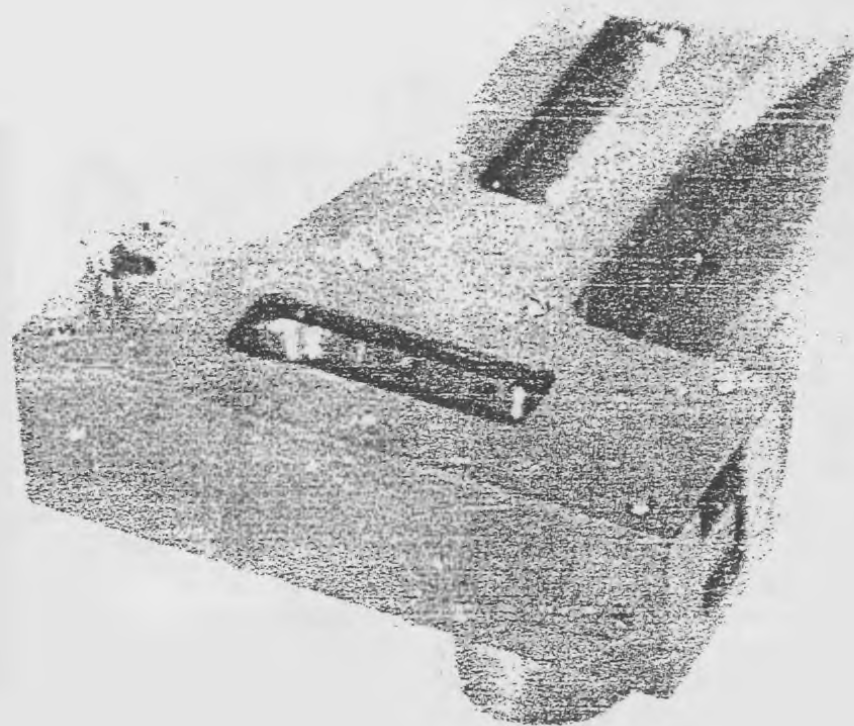


Рис. 8

Знак геодезический

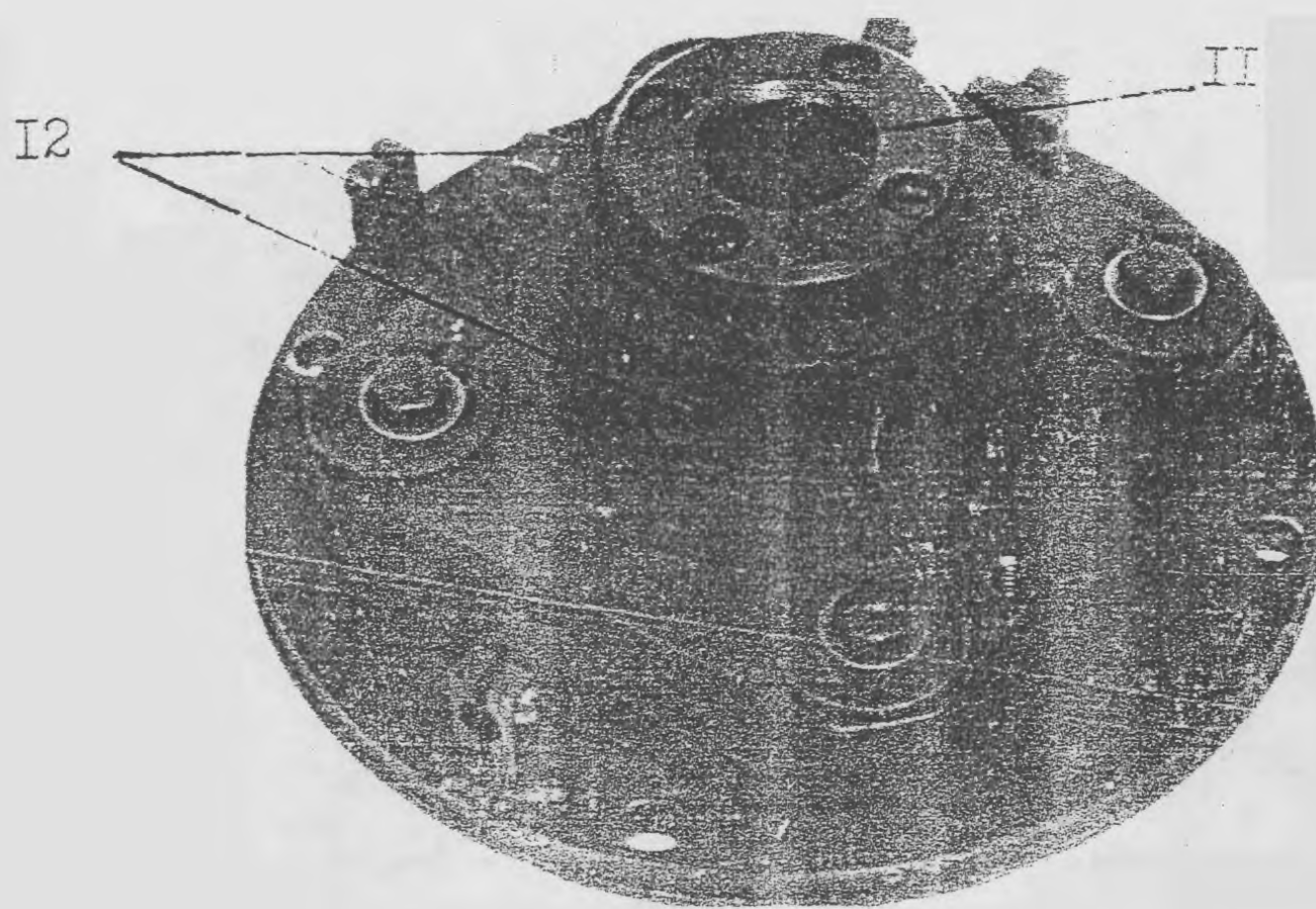


Рис. 9.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Обязательное

" " \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

## ПРОТОКОЛ №

поверки

в комплекте с ВУДом №

Поверка проводилась на компараторе. Свидетельство о метрологической аттестации компаратора № \_\_\_\_\_ от

В процессе поверки определены условия и средства поверки и выполнены следующие операции.

1. Внешний осмотр \_\_\_\_\_  
(годен, не годен)

2. Опробование

3. Условия поверки:

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| относительная влажность воздуха       | %         |
| давление                              | мм рт.ст. |
| средняя температура воздуха           | °С        |
| напряжение питания электрической сети | В         |
| частота тока                          | Гц        |

4. Определение длины рабочего интервала при помощи интерферометра.

| Номера приемов             | Отсчеты по LA3002           |                              | $\Delta = L_i - L_{i-1}$ | Номера длины                     | Номера приемов | Отсчеты по LA3002 |         | $\Delta = L_i - L_{i-1}$ |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------|-------------------|---------|--------------------------|
|                            | Прямо                       | Обратно                      |                          |                                  |                | Прямо             | Обратно |                          |
| 2                          | 3                           | 4                            | 5                        | 6                                | 7              | 8                 | 9       | 10                       |
| измерения поверяемой мерой |                             |                              |                          | После измерения поверяемой мерой |                |                   |         |                          |
| I                          | $a_1$                       | $b_1$                        |                          | I-3                              | IV             |                   |         |                          |
|                            | $a_2$                       | $b_2$                        |                          |                                  |                |                   |         |                          |
|                            | $a_3$                       | $b_3$                        |                          |                                  |                |                   |         |                          |
|                            | $L'_1 =$                    | $L''_1 =$                    |                          |                                  |                |                   |         |                          |
|                            | $\frac{a_2 + a_3 - a_1}{2}$ | $\frac{-b_2 + b_3 + b_1}{2}$ |                          |                                  |                |                   |         |                          |

| I | 2   | 3                             | 4                            | 5 | 6 | 7  | 8 | 9 | 10 |
|---|-----|-------------------------------|------------------------------|---|---|----|---|---|----|
| 3 | I   | Контроль                      | $L_1 - L_1'' < \Delta_{доп}$ |   |   |    |   |   |    |
|   |     | $L_1 = \frac{L_1 + L_1''}{2}$ | $\Delta_1$                   |   |   |    |   |   |    |
|   | II  |                               |                              |   |   | у  |   |   |    |
|   | III |                               |                              |   |   | УI |   |   |    |

Контроль  $L_{2j} - L_j < \Delta$  доп. (табл.2)

$$L_{ср} = \frac{\sum L_i}{n} = \dots$$

$$m_{\text{ин}} = \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n(n-1)}} = \dots$$

$$K_K = L_{ср} \cdot K m_{\text{ин}} = \dots$$

где  $K$  - коэффициент, зависящий от количества измерений, (ГОСТ 8.207-76).

### 5. Определение длины рабочего интервала при помощи поверяемой меры

| Отсчеты по ВУД |                       |            |                       | Температура, длина интервала по номиналу |
|----------------|-----------------------|------------|-----------------------|--|
| ВУД слева      | Уклонение от среднего | ВУД справа | Уклонение от среднего |  |
| $A_1$          | $\Delta_1$            | $П_1$      | $\Delta$              | $t_H = \text{ } ^\circ\text{C}$          |
| $A_2$          | $\Delta_2$            | $П_2$      | $\Delta_2$            |  |
| $\vdots$       | $\vdots$              | $\vdots$   | $\vdots$              | $t_H = \text{ } ^\circ\text{C}$          |
| $\vdots$       | $\vdots$              | $\vdots$   | $\vdots$              |  |
| $A_6$          | $\Delta_6$            | $П_6$      | $\Delta_6$            | $t_K = \text{ } ^\circ\text{C}$          |
| $L_{ср}$       |                       | $П_{ср}$   |                       | $t_{ср} = \text{ } ^\circ\text{C}$       |

$$\sigma = \frac{L_{ср} - П_{ср}}{2} = \dots \quad m_{\text{ин}} = \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n(n-1)}} = \dots$$

## 6. Определение СКО проверки меры

$$M_{\text{п}} = \sqrt{m_{\text{д}}^2 + m_{\text{оп}}^2} = \dots$$

Уравнение поверяемой меры

$$L = L_{\text{сер}} - \alpha \pm M_{\text{п}} = \dots \dots \text{при } t \dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

## 7. Средства контроля условий поверки.

| Наименование | Тип | Дата очередной поверки |
|--------------|-----|------------------------|
|              |     |                        |

Поверку проводили:

ПРИЛОЖЕНИЕ 6  
Обязательное

ПРОТОКОЛ  
поверки штриховой меры длины № \_\_\_\_\_

Пятерка проводилась на компараторе. Свидетельство о метрологической аттестации компаратора № 315 от 26.06.92.

В процессе работы определены условия и средства поверки и выполнены следующие операции.

1. Внешний осмотр \_\_\_\_\_  
(годен, не годен)

2. Опробование

3. Условия поверки:

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| влажность                             | %         |
| давление                              | мм рт.ст. |
| средняя температура воздуха           | °C        |
| напряжение питания электрической сети | В         |
| частота тока                          | Гц        |

4. Определение длины рабочего интервала при помощи интерферометра.

| Номера длины                                  | Номера приемов | Отсчеты по LA 3002                |                                    |             | Номера длины | Номера приемов | Отсчеты по LA 3002                  |                                      |             |
|---|----------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------|--------------|----------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
|   |                | Прямо                             | Обратно                            | $k_1 - k_2$ |              |                | Прямо                               | Обратно                              | $k_1 - k_2$ |
| 1   | 2              | 3                                 | 4                                  | 5           | 6            | 7              | 8                                   | 9                                    |             |
| 1-3   | I              | До изменения мерой                |                                    |             |              | 1-3            | После изменения мерой               |                                      |             |
|   |                | $a_1$                             | $b_1$                              | $\Delta_1$  |              |                | $a_1$                               | $b_1$                                | $\Delta_1$  |
|   |                | $a_2$                             | $b_2$                              |             |              |                | $a_2$                               | $b_2$                                |             |
|   |                | $a_3$                             | $b_3$                              |             |              |                | $a_3$                               | $b_3$                                |             |
|   |                | $L_1 = \frac{a_2 - b_1 - a_1}{2}$ | $L_1' = \frac{b_1 - b_2 - b_3}{2}$ | $\Delta_2$  |              |                | $L_1'' = \frac{a_1 - a_2 - a_3}{2}$ | $L_1''' = \frac{b_2 - b_3 - b_1}{2}$ | $\Delta_2$  |
| $L_1 = \frac{L_1 + L_1' + L_1'' + L_1'''}{4}$ |                |                                   |                                    |             |              |                |                                     |                                      |             |

|     |     |   |   |   |     |    |   |   |    |
|-----|-----|---|---|---|-----|----|---|---|----|
| I   | 2   | 3 | 4 | 5 | 6   | 7  | 8 | 9 | 10 |
| I-3 | II  |   |   |   | I-3 | У  |   |   |    |
| I-3 | III |   |   |   | I-3 | У1 |   |   |    |

$$L_{CP} = \frac{\sum L_i}{n} =$$

$$m_{\text{ин}} = \sqrt{\frac{[\Delta \Delta \Delta]}{n(n-1)}} = \dots$$

$$L_K = L_{CP} \pm m_{\text{ин}} = \dots$$

5. Определение расстояния между оптическими осями микроскопов ( $L_m$ )

| Номера<br>линий | Положение<br>вкладышей | Отсчеты по микроскопам |                |
|-----------------|------------------------|------------------------|----------------|
|                 |                        | правый                 | левый          |
|                 | 0°                     | П <sub>1</sub>         | Л <sub>1</sub> |
|                 |                        | П <sub>2</sub>         | Л <sub>2</sub> |
|                 | 90                     |                        |                |
|                 | 180                    |                        |                |
|                 | 210                    | П <sub>7</sub>         | Л <sub>7</sub> |
|                 |                        | П <sub>8</sub>         | Л <sub>8</sub> |
|                 | Среднее                | П <sub>м</sub>         | Л <sub>м</sub> |

$$L_m = L_{CP} + (П_m - Л_m) \times 0,002 =$$

6. Определение шкаловой мерой расстояния  
между оптическими осями микроскопов

| Номера<br>лупный   | Номера<br>микропов |                 | Отсчеты по микроскопам |                    | $\Delta L_{\text{шм}}$                | $t^\circ$       | $L_{\text{лп}}$ | $\Delta$ |
|--------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|----------|
|                    | правый, Лш         | левый, Лл       | правый, Пм             | левый, Лм          |                                       |                 |                 |          |
| П <sub>I</sub> - П | Пш <sub>I</sub>    | Лш <sub>I</sub> | Пм <sub>I</sub>        | Лм <sub>I</sub>    |                                       | $t_1^\circ$     |                 |          |
|                    |                    |                 | Пм <sub>2</sub>        | Лм <sub>2</sub>    |                                       |                 |                 |          |
|                    |                    |                 | Ср Лм <sub>2</sub>     | Ср Лм <sub>2</sub> |                                       |                 |                 |          |
|                    |                    |                 | Ср Пш - Ср Лл =        |                    | $\Delta L_{\text{шм}} \delta L_{t_1}$ | $L_{\text{лп}}$ | $\Delta_1$      |          |
|                    | Пш <sub>2</sub>    | Лш <sub>2</sub> |                        |                    |                                       |                 |                 |          |
|                    | Пш <sub>3</sub>    | Лш <sub>3</sub> |                        |                    |                                       |                 |                 |          |
|                    | Пш <sub>4</sub>    | Лш <sub>4</sub> | Пм <sub>7</sub>        | Лм <sub>7</sub>    |                                       | $t_4$           |                 |          |
|                    |                    |                 | Пм <sub>8</sub>        | Лм <sub>8</sub>    |                                       |                 |                 |          |
|                    |                    |                 | Ср Пш                  | Ср Пш - Ср Лл      | $\Delta L_{\text{шм}} \delta L_{t_4}$ | $L_{\text{лп}}$ | $\Delta_4$      |          |

$$\Delta L_{\text{шм}} = (\text{Пш} - \text{Лш}) + (\text{Пш} - \text{Лл}) \times 0,002$$

ср.  $L_{\text{лп}}$

7. Вычисление поправки за компарирование и уравнения повернутой меры

$$\Delta L_K = L_M - L_{\text{лп}} = \dots$$

$$m_{\text{лп}} = \sqrt{\frac{\epsilon \Delta \Delta J}{n(n-1)}} = \dots$$

$$L = L_0 + \Delta L_K \pm t \sqrt{m_{\text{лп}}^2 + \sigma_{\text{лп}}^2} = \dots \text{ прот } \dots ^\circ \text{C}$$

## 8. Средства контроля условий поверки

| Наименование | Тип | Дата очередной поверки |
|--------------|-----|------------------------|
|              |     |                        |

Руководитель лаборатории

Поверку проводили

Федеральная служба  
геодезии и картографии России  
"СИБГЕОИНФОРМ"

ПРИЛОЖЕНИЕ 7  
Обязательное

630099, Новосибирск-99,  
Красный проспект 35,  
Тел. 22-34-10, телетайп-  
"Поиск"

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ №**

Срок действия по \_\_\_\_\_  
Поверяемая мера \_\_\_\_\_  
Пределы измерений \_\_\_\_\_

Изготовление \_\_\_\_\_

Принадлежит \_\_\_\_\_

На основании результатов поверки признана годной и допус-  
кается к применению \_\_\_\_\_  
(для каких работ)

Уравнение <sup>н</sup> длины меры

Натяжение осуществлялось \_\_\_\_\_  
(гирями..... , ВУДом №..... )

Зав.отделом \_\_\_\_\_  
Поверку проводили \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

" " \_\_\_\_\_ 199 г.



Федеральная служба  
геодезии и картографии России  
"СИБГЕОИНФОРМ"

ПРИЛОЖЕНИЕ 8  
Обязательное

630099, г.Новосибирск-99,  
Красный проспект, 35,  
тел.22-34-10, телетайп  
"Поиск"

ИЗВЕЩЕНИЕ О НЕПРИГОДНОСТИ №

(наименование прибора и тип)

( пределы измерений)

Изготовлен \_\_\_\_\_

Принадлежит \_\_\_\_\_

(обнаруженные дефекты)

На основании результатов поверки признан не пригодным к  
измерению длин линий

(требуемая погрешность

измерений)

Зав.отделом \_\_\_\_\_

Поверку проводит \_\_\_\_\_

" " \_\_\_\_\_ 199\_\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   | 32   |
|---|------|
|   | стр. |
| 1. Операции и средства поверки                | 3    |
| 2. Требования безопасности                    | 4    |
| 3. Условия поверки                            | 5    |
| 4. Подготовка к работе компаратора            | 5    |
| 5. Проведение поверки                         | 5    |
| 6. Обработка результатов измерений            | 13   |
| 7. Оформление результатов поверки             | 15   |
| Приложения:                                   |      |
| 1. Схема измерителя ленточного динамостатного | 16   |
| 2. Описание компаратора                       | 17   |
| 3. Вкладыш для линейных измерений, МИР-2      | 21   |
| 4. Уровень- вкладыш ,ЗГ                       | 22   |
| 5. Протокол поверки мер в комплекте с ВУДом   | 23   |
| 6. Протокол поверки штриховой меры длины      | 26   |
| 7. Свидетельство о поверке                    | 30   |
| 8. Извещение о непригодности                  | 31   |