

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов



2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Нивелиры оптические Alpha

Методика поверки

МП-1286-2026

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки нивелиров оптических Alpha (далее – нивелиры, производства GUANGZHOU ALPHA SURVEYING TECHNOLOGY CO., LTD, Китай, применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

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

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы плоского угла методом непосредственного сличения от рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице А.1 Приложения А к настоящей методике поверки.

2 Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) 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	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
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	Да	Да	9
Определение угла i нивелира и среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода	Да	Да	9.1
Определение диапазона компенсации и систематической погрешности компенсатора	Да	Да	9.2

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от плюс 15 до плюс 25.
- относительная влажность воздуха, %, не более 80

Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 30 °С до плюс 45 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений до 80 % с абсолютной погрешностью измерений не более ± 3 %	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18
	Средство измерений длины – Линейка измерительная металлическая, допускаемые отклонения от номинальных значений длины шкалы и расстояний между любым штрихом и началом или концом шкалы не более $\pm 0,1$ мм	Линейки измерительные металлические, рег. № 20048-05
п. 9.1 Определение угла и нивелира и среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода при оптическом считывании	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482 – Компаратор эталонный для поверки нивелиров, предел допускаемого среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов $\pm 0,11''$;	Компаратор эталонный для поверки нивелиров ЭКПН, рег. № 48556-11
	Средство измерений 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» декабря 2018 г. № 2840 – Рейки нивелирные, длиной не менее 3 м, отклонение длины метровых интервалов шкалы не более 0,5 мм;	Рейки нивелирные телескопические TS3-3E, TS4-4E, рег. № 16156-97
	Вспомогательное оборудование: Средство измерений 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 – рулетка измерительная, КТ3 по ГОСТ 7502-98;	Рулетки измерительные металлические торговой марки "Калиброн", рег. № 71665-18
	Башмаки геодезические – 4 шт.;	Башмак геодезический RGK GB3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Высотный стенд;	Приложение Б.
п. 9.2 Определение систематической погрешности работы компенсатора на 1' наклона оси нивелира	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482 - Стенд универсальный коллиматорный, предел допускаемого среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов не более 0,3";	Стенды универсальные коллиматорные ВЕГА УКС, рег. № 85466-22
Примечание: Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средств измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений приведенному описанию и изображению;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результат внешнего осмотра считать положительным, если по результатам проверки средство измерений соответствует всем вышеперечисленным требованиям.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным 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 эталоны должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов;
- проверить правильность установки круглого установочного уровня. Подъёмными винтами подставки нивелира установить пузырёк круглого установочного уровня на середину,

повернуть нивелир вокруг вертикальной оси на 180° , при этом пузырёк уровня не должен отклоняться от среднего положения. Если условия не соблюдаются необходимо провести юстировку уровня, для этого половину отклонения устраняют юстировочными винтами уровня, другую половину — подъемными винтами нивелира. Проверку повторяют и при необходимости снова юстируют до тех пор, пока пузырек не будет фиксироваться в среднем положении.

- проверить правильность установки сетки нитей. На удалении 10 - 15 м от нивелира повесить нитяной отвес. Привести нивелир в рабочее положение и навести верхнюю часть вертикальной нити сетки на нить отвеса. Если нижний конец вертикальной нити сетки отклоняется от нити отвеса сетки более чем на 0,5 мм (определяется при помощи линейки измерительной), то установку сетки нитей исправляют. Для этого необходимо снять защитный кожух окуляра, используя юстировочную шпильку ослабить винты крепления оправки и повернуть её до совпадения вертикальной нити сетки с отвесом. После этого винты закрепить, установить защитный кожух на место и вновь выполнить проверку.

Результат опробования считать положительным, если при проверке средство измерений соответствует всем вышеперечисленным требованиям.

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 Определение угла i нивелира и среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода

9.1.1 Для определения среднего квадратического отклонения (далее – СКО) измерений превышений на 1 км двойного хода необходимо предварительно проконтролировать главное геометрическое условие нивелира – значение угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол i).

Угол i определяется на компараторе эталонном для поверки нивелиров ЭКПН (рисунок 1) по шкале автоколлиматора как среднее арифметическое из трёх результатов измерений, где $j=1 \dots n$ – номер измерения, по формуле (1):

$$\overline{i_{\text{ариф.}}} = \frac{\sum_{j=1}^n i_j}{n} \quad (1)$$

Для этого необходимо установить нивелир на плите напротив автоколлиматора («труба в трубу»). Зрительную трубу нивелира зафиксировать на бесконечность и установить соосно с автоколлиматором так, чтобы можно было видеть изображение сетки автоколлиматора. Ось автоколлиматора установить параллельно горизонту с помощью пентапризмы оптического блока и эталона горизонта. С помощью оптического блока установить автоколлимационное изображение сетки автоколлиматора примерно по центру поля зрения. Закрепить оптический блок. Подъемным винтом автоколлиматора горизонтальную нить автоколлимационного изображения установить на отсчёт, равный $(5' - \alpha)$, где α — сумма погрешностей автоколлиматора и пентапризмы.

Привести нивелир в рабочее положение. Винтом поворота и элевационным винтом нивелира ввести автоколлимационное изображение сетки автоколлиматора в центр перекрестия нивелира.

Со стороны окуляра нивелира установить осветитель. По автоколлиматору зафиксировать положение средней нити сетки нивелира, удваивая цену деления шкалы автоколлиматора. Смещение средней горизонтальной нити сетки нитей нивелира относительно центра шкалы автоколлиматора характеризует главное геометрическое условие нивелира – угол i . Значение угла i не должно превышать $10''$.

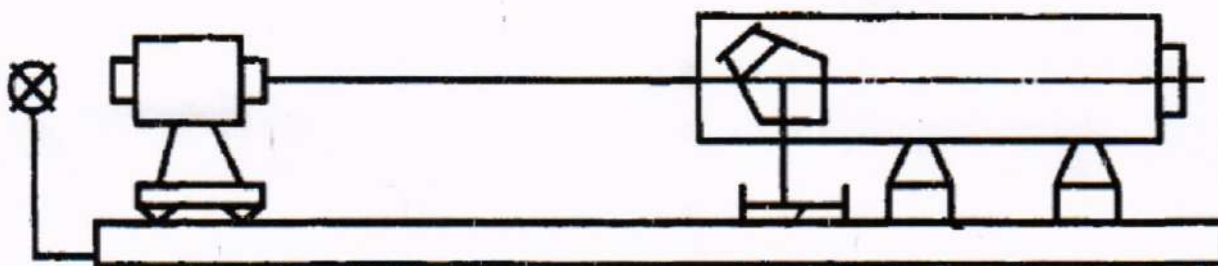


Рисунок 1 – Поверки нивелира на компараторе эталонном

, произвести юстировку сетки нитей нивелира в соответствии с руководством по эксплуатации нивелира.

9.1.2 СКО измерений превышений на 1 км двойного хода определяется на высотном полевым стенде.

Полевой стенд для проверки нивелиров включает в себя нивелирную сеть, образующую на местности фигуру в виде прямоугольника с размерами сторон $a \approx 100$ м и $b \approx 30$ м, вершины которого закреплены реперами. На каждом репере неподвижно и вертикально устанавливают нивелирные станции. Станцию II (рисунок Б.1а Приложения Б) располагают в центре фигуры, станции I и III — на продольной оси на расстоянии примерно 10 м по обе стороны от станции II. Станции IV и V (рисунок Б.1б Приложения Б) располагают на расстоянии примерно 50 м по обе стороны от станции II.

Со станций I, II, III и станций II, IV, V прокладывают два замкнутых нивелирных хода, нивелируя точки в последовательности 1—2—3—4—1, набирая прямой ход длиной около 1 км.

Затем в обратных ходах осуществляют нивелирование точек в последовательности 1—4—3—2—1.

Для определения СКО измерений превышений на 1 км двойного хода δ_h после проложения нивелирных ходов получить невязки в прямом $f_{пр.i}$ и в обратном $f_{обр.i}$ ходах. Под невязкой хода понимают отклонение измеренной нивелиром суммы превышений от теоретического значения, равного нулю. Рассчитать невязку f_i в двойном ходе. Провести измерения не менее 3 раз.

СКО измерений превышений на 1 км двойного хода δ_h определяется по формуле (2):

$$\delta_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

где δ_h – СКО измерений превышений на 1 км двойного хода, мм;

f_i – невязка в i -ом двойном ходе, мм;

$\bar{f} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n}$ – среднее арифметическое из n рассчитанных значений невязок в двойных ходах, мм;

n – число двойных ходов.

Значение среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода не должно превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

9.2 Определение систематической погрешности работы компенсатора на 1' наклона оси нивелира

Определение систематической погрешности работы компенсатора на 1' наклона оси нивелира определяется на экзаменаторе стенда универсального коллиматорного ВЕГА УКС.

Необходимо установить нивелир на предметный столик коллиматорного стенда и установить его по уровню (среднее положение). Далее, задавать экзаменатором столика наклон вперед и назад в пределах диапазона работы компенсатора, указанного в приложения А. Измерения в прямом и обратном направлении составляют один приём измерений. Необходимо выполнить два приёма.

Систематическую погрешность работы компенсатора Y_k на $1'$ наклона оси нивелира вычислить по формуле

$$Y_k = \frac{|B_i - B_0|}{V_i}$$

где B_i – среднее арифметическое отсчетов по автоколлиматору при наклоне оси нивелира на угол $V_i, \dots''$;

B_0 – среднее арифметическое отсчетов по автоколлиматору при отсутствии наклона оси нивелира ($V = 0$), $\dots''$;

V_i – рабочий угол компенсатора, фиксируемый по шкале экзаменатора, $\dots'$.

Систематическая погрешность не должна превышать значений, указанных в приложения А к настоящей методике поверки.

10 Оформление результатов поверки

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

10.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

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

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

10.3 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.

Инженер по метрологии
ЛОЕИ ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



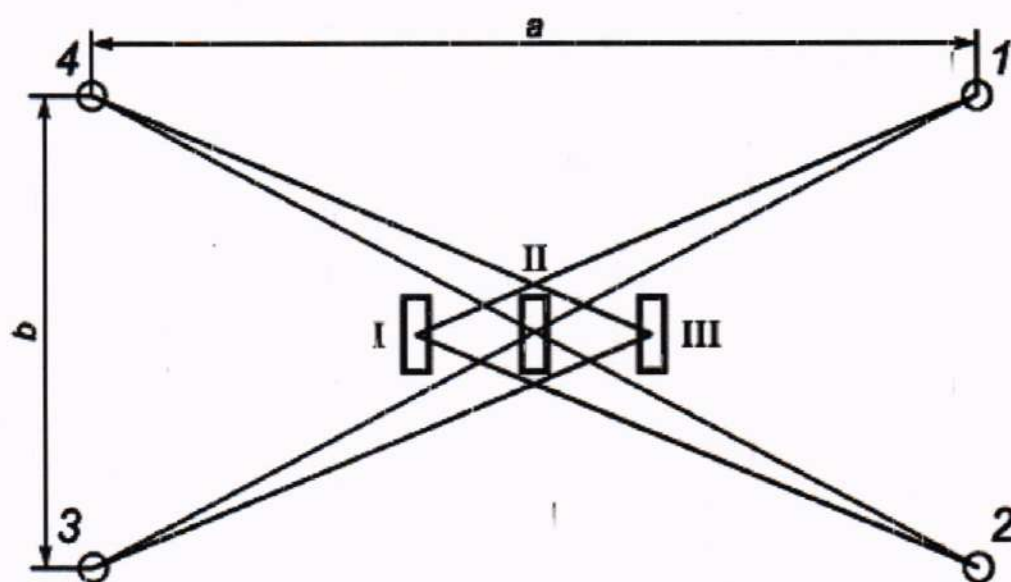
В.Г. Шагаев

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики

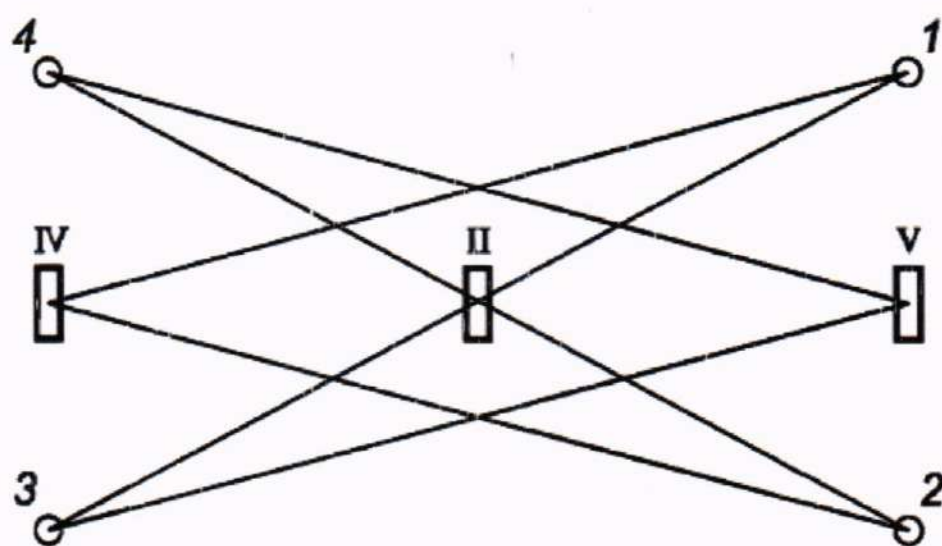
Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристик для модели	
	Alpha Li	Alpha L
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений превышений на 1 км двойного хода, мм, не более	1,0	1,5
Угол i нивелира (угол между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной плоскостью), не более	10"	
Систематическая погрешность работы компенсатора на 1' наклона оси нивелира, не более	$\pm 0,5''$	
Диапазон работы компенсатора, не менее	$\pm 15'$	

Приложение Б
(обязательное)
Схема полевого стенда



а)



б)

Рисунок Б.1 – Схема полевого стенда