

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«23» июля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Нивелиры электронные FOIF

Методика поверки

МП-367-2024

г. Чехов
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки нивелиров электронных FOIF (далее – нивелиры), производства Suzhou FOIF Co., Ltd., КНР, применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической 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
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение угла i нивелира и среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода при электронном считывании	Да	Да	10.1
Определение угла i нивелира и среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода при оптическом считывании	Да	Да	10.2

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от минус 20 до плюс 50.

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. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 20 °С до плюс 40 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18
п. 10.1 Определение угла i нивелира и среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода при электронном 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 - Стенд универсальный коллиматорный, предел допускаемого среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов не более 0,3";	Стенды универсальные коллиматорные ВЕГА УКС, рег. № 85466-22
	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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840 – рулетка измерительная, КТЗ по ГОСТ 7502-98;	Рулетки измерительные металлические торговой марки "Калиброн", рег. № 71665-18
	Башмак геодезический – 4 шт.;	Башмак геодезический RGK GB3
	Высотный стенд;	Высотный стенд в соответствии с приложением Б
п. 10.2 Определение угла i 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 - Стенд универсальный коллиматорный, предел допускаемого среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов не более 0,3";	Стенды универсальные коллиматорные ВЕГА УКС, рег. № 85466-22

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	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 интервала не более 0,5 мм;	Рейки нивелирные телескопические RGK TS-3, RGK TS-4, RGK TS-5, RGK TS-7, рег. № 74098-19
	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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840 – рулетка измерительная, КТЗ по ГОСТ 7502-98;	Рулетки измерительные металлические торговой марки "Калиброн", рег. № 71665-18
	Башмаки геодезические – 4 шт.;	Башмак геодезический RGK GB3;
	Высотный стенд;	Высотный стенд в соответствии с приложением Б.
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 средства измерений следующим требованиям:

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

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 — подъёмными винтами нивелира. Проверку повторяют и при необходимости снова юстируют до тех пор, пока пузырёк не будет фиксироваться в среднем положении.

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

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка встроенного микропрограммного обеспечения (МПО).

Включить средство измерений.

В главном меню выбрать раздел «Function», далее нажать кнопку « . ». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Результат проверки считают положительным, если

- наименование ПО соответствует указанному в описании типа
- номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

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

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение угла i нивелира и среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода при электронном считывании

10.1.1 Для определения среднего квадратического отклонения (далее – СКО) измерений превышений на 1 км двойного хода необходимо предварительно определить главное геометрическое условие нивелира значение угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол i). Угол i определяется на коллиматорном стенде в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, например, на стенде универсальном коллиматорном ВЕГА УКС (далее – стенд) по шкале автоколлиматора как среднее арифметическое из трёх результатов измерений, где $j=1...n$ – номер измерения, по формуле

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

Для этого необходимо привести нивелир в рабочее состояние в соответствии с руководством по эксплуатации. Установить нивелир на столик стенда соосно с трубой горизонтального автоколлиматора стенда. Подъёмными винтами подставки нивелира привести визирную ось нивелира в горизонтальное положение при этом пузырёк круглого установочного уровня должен быть выведен на середину. Сфокусировать зрительную трубу нивелира на

изображение сетки автоколлиматора. Для определения угла i необходимо использовать шкалы Р4 и Р5 автоколлиматора с сеткой нитей в соответствии с Рисунком 1. Цена деления шкал составляет $10''$.

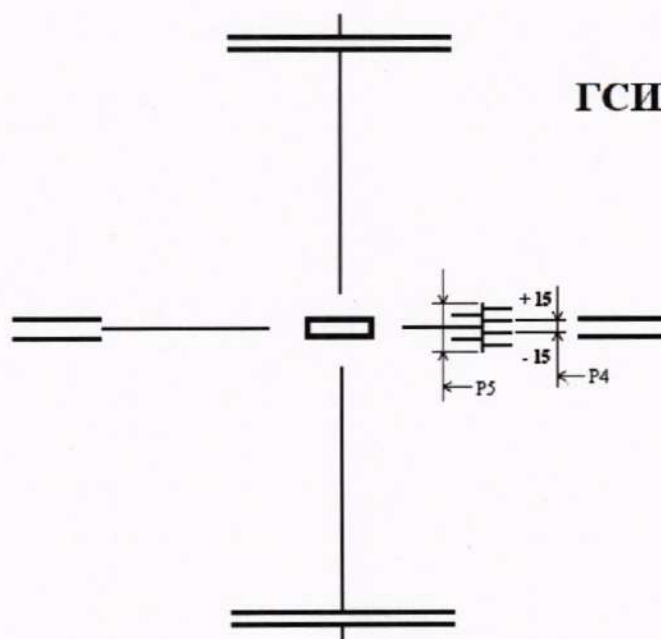


Рисунок 1 – Сетка нитей горизонтального автоколлиматора станда универсального коллиматорного ВЕГА УКС

Смещение средней горизонтальной нити сетки нитей нивелира относительно центра шкалы автоколлиматора характеризует главное геометрическое условие нивелира – угол i . Значение угла i не должно превышать $10''$.

10.1.2 СКО измерений превышений на 1 км двойного хода определяется на полевом высотном стенде.

Полевой стенд для поверки 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 цифровом режиме, после проложения нивелирных ходов получить невязки в прямом $f_{пр.i}$ и в обратном $f_{обр.i}$ ходах. Под невязки хода понимают отклонение измеренной нивелиром суммы превышений от теоретического значения, равного нулю. Рассчитать невязку f_i в двойном ходе как среднее значение между прямым и обратным ходом. Провести измерения не менее 3 раз.

СКО измерений превышений на 1 км двойного хода δ_h определяется по формуле

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

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 погрешности измерений не должно превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

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

10.2 Определение угла i нивелира и среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода при оптическом считывании

Определение среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода при оптическом считывании проводится аналогично определению среднего квадратического отклонения измерений превышений на 1 км двойного хода при электронном считывании при этом используются рейки нивелирные со штриховой шкалой, снятие отсчётов по рейкам осуществляется визуально.

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

11 Оформление результатов поверки

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

11.2 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.

11.3 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.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
 ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

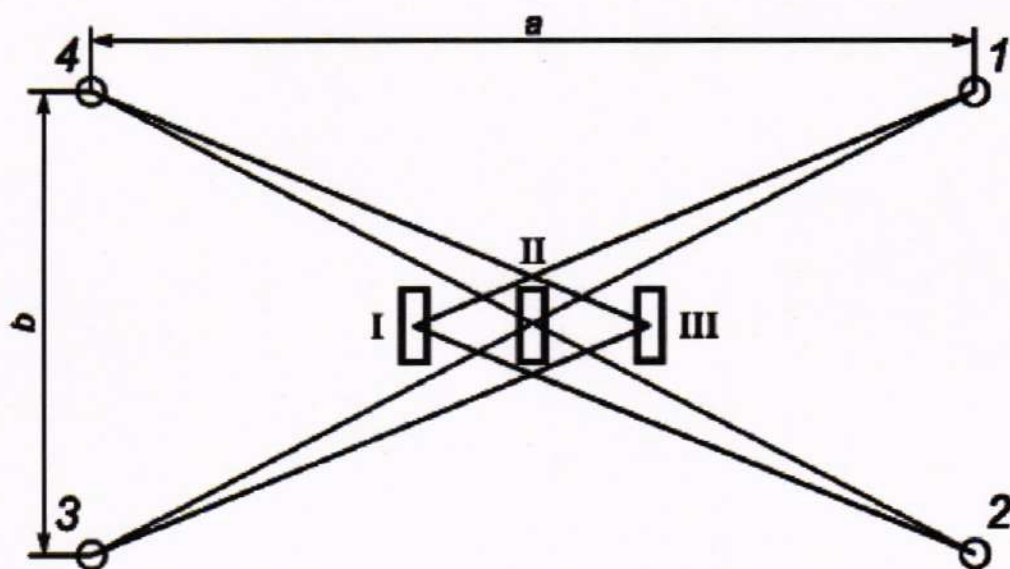
К.А. Ревин

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики

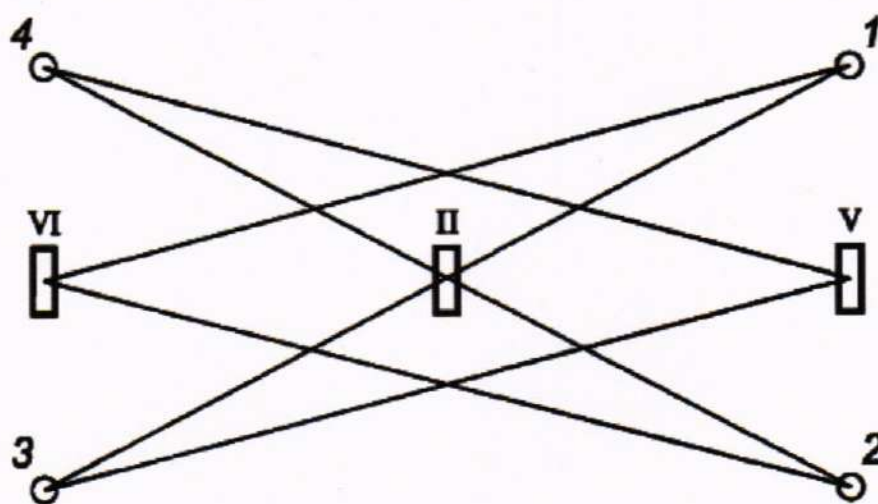
Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
	FOIF EL302A	FOIF EL03
Модификация		
Угол i нивелира (угол между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной плоскость), не более	10"	
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений превышений на 1 км двойного хода при электронном считывании, мм:		
- по кодовым инварным рейкам В3020, В3030	0,7	0,3
- по кодовым фиброгласовым рейкам В2620, В2630	1,0	1,0
- по кодовым алюминиевым рейкам В2650	1,0	1,0
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений превышений на 1 км двойного хода при оптическом считывании, мм	1,5	

Приложение Б
(обязательное)
Схема высотного стенда



a)



б)

Рисунок Б.1 – Схема полевого стенда