

**УТВЕРЖДАЮ**

**Начальник ГЦИ СИ «Воентест»  
Центральный НИИ МО РФ**



**С.И. Донченко**

**2009 г.**

## **ИНСТРУКЦИЯ**

**Нивелиры оптические  
ADA Prof-X20, ADA Prof-X32, ADA Range, ADA Basis, ADA Ruber-X32  
фирмы «Beijing Bofei Instrument Co., Ltd.», КНР**

**Методика поверки**

*и.р. 43704-10*

**2009 г.**

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на нивелиры оптические ADA Prof-X20, ADA Prof-X32, ADA Range, ADA Basis, ADA Ruber-X32 (далее – нивелиры) фирмы «Beijing Bofei Instrument Co., Ltd.», КНР, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Межповерочный интервал 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		ввозе импорта (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	7.3		
3.1 Определение цены деления установочного уровня	7.3.1	Да	Нет
3.2 Определение значения угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол $i$ )	7.3.2	Да	Да
3.3 Определение систематической погрешности компенсатора на $1'$ наклона оси нивелира	7.3.3	Да	Да
3.4 Определение диапазона работы компенсатора	7.3.4	Да	Да
3.5 Определение коэффициента нитяного дальномера	7.3.5	Да	Да
3.6 Определение наименьшего расстояния визирования	7.3.6	Да	Да
3.7 Определение средней квадратической погрешности измерений превышения на 1 км двойного хода	7.3.7	Да	Да

2.2 Рекомендуемые средства поверки приведены в таблице 2.

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма на приборе или технической документации.

Таблица 2

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) средства поверки и его метрологические характеристики
п. 7.3.1 Определение цены деления установочного уровня	Экзаменатор образцовый 1-го разряда ЭО-1 (предел измерений 1200", пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,15''$ ); автоколлиматор универсальный АК-0,2У (диапазон измерений от 0 до 10', пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений 1,5")
п. 7.3.2 Определение значения угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол $i$ )	
п. 7.3.3 Определение систематической погрешности компенсатора на 1' наклона оси нивелира	
п. 7.3.4 Определение диапазона работы компенсатора	
п. 7.3.5 Определение коэффициента нитяного дальномера	
п. 7.3.6 Определение наименьшего расстояния визирования	Рулетка измерительная Луноход (класс точности 3)
п. 7.3.7 Определение средней квадратической погрешности измерений превышения на 1 км двойного хода	Вспомогательное оборудование: полевой стенд по ГОСТ 10528-90

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки нивелиров допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на нивелиры, имеющие опыт работы с ними и аттестованные в качестве поверителя.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды,  $C^{\circ}$  ( $20 \pm 10$ );
- измерение температуры окружающей среды во время поверки,  $C^{\circ}/ч$  не более 2;
- полевые измерения должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра и колебаний изображения в зрительной трубе.

### 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого нивелира и используемых средств поверки.

6.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверить:

- комплектность нивелира;
- отсутствие механических повреждений и коррозии на корпусе нивелира;
- чистоту оптических деталей и зрительной трубы;
- чёткость изображений сетки нитей.

Нивелиры, имеющие дефекты (механические повреждения), бракуют и направляют в ремонт.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Подготовить нивелир к работе согласно руководству по эксплуатации к нему.

7.2.2 Нивелир считать готовым к работе, если пузырёк круглого уровня приведён в середину концентрических окружностей, нанесенных на стеклянной капсуле уровня.

### 7.3 Определение метрологических характеристик

#### 7.3.1 Определение цены деления установочного уровня

Цену деления установочного уровня определить на экзаменаторе. Необходимо задать экзаменатором угол наклона оси нивелира, при котором пузырёк уровня сместится на 2 мм.

Результаты поверки считать положительными, если цена деления установочного уровня составляет

- 8'/2 мм для ADA Prof-X20, ADA Prof-X32, ADA Basis, ADA Ruber -X32;
- 8'/1 мм для ADA Range.

#### 7.3.2 Определение значения угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол $i$ )

Нивелир установить на столике экзаменатора вдоль его штанги. Зрительную трубу нивелира направить на зрительную трубу автоколлиматора («труба в трубу»).

По вертикальной шкале автоколлиматора определить смещение средней нити сетки нивелира относительно центра, что характеризует угол  $i$ . При этом цену деления шкалы автоколлиматора удваивают. Сделать три наведения, снимая каждый раз отсчет, и вычисляя угол  $i$  как среднее арифметическое из трех результатов.

Результат поверки считать положительным если значение угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол  $i$ ) составляет не более 10".

#### 7.3.3 Определение систематической погрешности компенсатора на 1' наклона оси нивелира

Систематическую погрешность работы компенсатора  $\gamma_k$ , на 1' наклона оси нивелира определить следующим образом. Измерения провести по п. 7.3.4 и  $\gamma_{k, \dots}$ ", вычислить по формуле:

$$\gamma_k = \gamma_{k i} / v_i,$$

где  $\gamma_{k i}$  – систематическая погрешность работы компенсатора при наклоне оси нивелира на угол  $v_i, \dots$ ";

$v_i$  – рабочий угол компенсатора, ...'.

$$\gamma_{k i} = |B_i - B_0|,$$

где  $B_i$  – среднее арифметическое отчетов по автоколлиматору при наклоне оси нивелира на угол  $v_i, \dots$ ";

$B_0$  – среднее арифметическое отчетов по автоколлиматору при отсутствии наклона оси нивелира ( $v=0'$ ), ...".

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверить:

- комплектность нивелира;
- отсутствие механических повреждений и коррозии на корпусе нивелира;
- чистоту оптических деталей и зрительной трубы;
- чёткость изображений сетки нитей.

Нивелиры, имеющие дефекты (механические повреждения), бракуют и направляют в ремонт.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Подготовить нивелир к работе согласно руководству по эксплуатации к нему.

7.2.2 Нивелир считать готовым к работе, если пузырёк круглого уровня приведён в середину концентрических окружностей, нанесенных на стеклянной капсуле уровня.

### 7.3 Определение метрологических характеристик

#### 7.3.1 Определение цены деления установочного уровня

Цену деления установочного уровня определить на экзаменаторе. Необходимо задать экзаменатором угол наклона оси нивелира, при котором пузырёк уровня сместится на 2 мм.

Результаты поверки считать положительными, если цена деления установочного уровня составляет

- 8'/2 мм для ADA Prof-X20, ADA Prof-X32, ADA Basis, ADA Ruber -X32;
- 8'/1 мм для ADA Range.

#### 7.3.2 Определение значения угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол $i$ )

Нивелир установить на столике экзаменатора вдоль его штанги. Зрительную трубу нивелира направить на зрительную трубу автоколлиматора («труба в трубу»).

По вертикальной шкале автоколлиматора определить смещение средней нити сетки нивелира относительно центра, что характеризует угол  $i$ . При этом цену деления шкалы автоколлиматора удваивают. Сделать три наведения, снимая каждый раз отсчет, и вычисляя угол  $i$  как среднее арифметическое из трех результатов.

Результат поверки считать положительным если значение угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол  $i$ ) составляет не более 10".

#### 7.3.3 Определение систематической погрешности компенсатора на 1' наклона оси нивелира

Систематическую погрешность работы компенсатора  $\gamma_k$ , на 1' наклона оси нивелира определить следующим образом. Измерения провести по п. 7.3.4 и  $\gamma_{k, \dots}$ , вычислить по формуле:

$$\gamma_k = \gamma_{k i} / v_i,$$

где  $\gamma_{k i}$  – систематическая погрешность работы компенсатора при наклоне оси нивелира на угол  $v_i, \dots$ ;

$v_i$  – рабочий угол компенсатора, ...'.

$$\gamma_{k i} = |B_i - B_0|,$$

где  $B_i$  – среднее арифметическое отчетов по автоколлиматору при наклоне оси нивелира на угол  $v_i, \dots$ ;

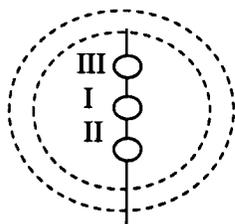
$B_0$  – среднее арифметическое отчетов по автоколлиматору при отсутствии наклона оси нивелира ( $v=0'$ ), ...".

Результаты поверки считать положительными если значения систематической погрешности компенсатора на 1' наклона оси нивелира находятся в пределах:

- $\pm 0,3''$  с для ADA Range, ADA Prof-X20, ADA Prof-X32, ADA Ruber -X32;
- $\pm 0,5''$  с для ADA Basis.

#### 7.3.4 Определение диапазона работы компенсатора

Нивелир установить на столике экзаменатора вдоль его штанги. Зрительную трубу нивелира направить на зрительную трубу автоколлиматора («труба в трубу»). Микровинтом автоколлиматора навести ближайший штрих вертикальной шкалы автоколлиматора на среднюю нить сетки нивелира в его рабочем положении (при отсутствии наклона и установки окуляра на 0 дптр.) и снимать отсчет, удваивая цену деления шкалы автоколлиматора (то есть определяя угол  $i$ ), операцию повторить трижды. Подъемным винтом экзаменатора нивелир наклонить в продольном (в вертикальной плоскости, проходящей через ось зрительной трубы) направлении на углы  $v_{(+)} i$ ,  $v_{(-)} i$ , равные  $2'$ ,  $4''$ , ...,  $n$  до тех пор, пока работает компенсатор. Измерения проводить в прямом (винт экзаменатора ввинчивают) и в обратном (винт экзаменатора вывинчивают) направлениях (прямой и обратный ход), что составляет один прием измерений. Пузырек установочного уровня при этом перемещается в соответствии с рисунком 1. Для каждого наклонного положения нивелира определить угол  $i$  в соответствии с п.7.3.2.



- I – рабочее положение нивелира;
- II – наклонное положение нивелира на угол  $v_{(+)}$ ;
- III - наклонное положение нивелира на угол  $v_{(-)}$ .

Рисунок 1 – Положение пузырька уровня при наклоне оси нивелира

Результат поверки считать положительным, если диапазон работы компенсатора составляет не менее:

- $\pm 15'$  для ADA Prof-X20, ADA Prof-X32, ADA Basis, ADA Ruber -X32;
- $\pm 5'$  для ADA Range.

#### 7.3.5 Определение коэффициента нитяного дальномера

Нивелир установить на столике экзаменатора вдоль его штанги. Зрительную трубу нивелира направить на зрительную трубу автоколлиматора («труба в трубу»).

По шкале автоколлиматора определить угловое расстояние  $A_B$  – между верхней и средней нитью дальномера, а затем расстояние  $A_H$  – между нижней и средней. Например,  $A_B = 8,59'$ ;  $A_H = 8,55'$ . Сравнить полученные значения. Расхождение (асимметрия) не должно превышать 0,2%. Далее найти сумму  $C$  и удвоить результат.

$$C = A_B + A_H = (8,59' + 8,55') \times 2 = 34,28'$$

Перевести результат в радианы.

$$C = (C \times \pi) / 10800 = (34,28 \times 3,14) / 10800 = 0,009967;$$

Коэффициент нитяного дальномера  $\mu$  вычислить по формуле:

$$\mu = 1 / C_{\text{рад}} = 100,3.$$

Результаты поверки считать положительными если коэффициент нитяного дальномера составляет  $100 \pm 1$ .

### 7.3.6 Определение наименьшего расстояния визирования

Наименьшее расстояние визирования определить измерением отрезка горизонтальной линии от оси вращения нивелира до объекта, расположенного на предельно минимальном от нивелира расстоянии, т.е. на таком расстоянии, когда объект через зрительную трубу нивелира еще четко виден. Указанный отрезок измерить рулеткой 3-го класса точности по ГОСТ 7502-98 и номинальной длиной не менее 10 м.

Результат поверки считать положительным, если наименьшее расстояние визирования составляет не более:

- 0,3 м для ADA Prof-X20, ADA Prof-X32, ADA Basis;
- 1,0 м для ADA Ruber -X32;
- 2,0 м для ADA Range.

### 7.3.7 Определение средней квадратической погрешности измерений превышения на 1 км двойного хода

Среднюю квадратическую погрешность измерений превышения на 1 км двойного хода провести на полевом стенде.

Полевой стенд для испытаний 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 2) расположить в центре фигуры, станции I и III — на продольной оси примерно в 10 м по обе стороны от станции II. Станции IV и V (рисунок 3) расположить примерно в 50 м по обе стороны от станции II.

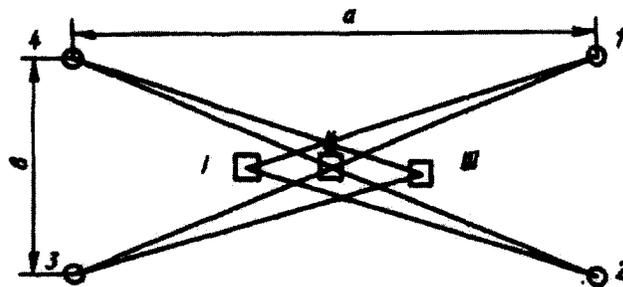


Рисунок 2

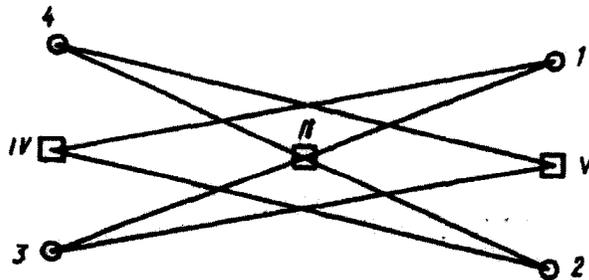


Рисунок 3

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

Затем в обратных ходах осуществляют нивелирование точек в последовательности 1-4-3-2-1. Последовательность измерений в прямых и обратных ходах представлена в табл. 3.

После проложения нивелирных ходов получают невязки в прямом  $f_{пр}$  и в обрат-

ном  $f_{обр}$  ходах и вычислить среднюю квадратическую погрешность измерений превышений на 1 км двойного хода  $\overline{m_{км}}$  по формуле:

$$\overline{m_{км}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (f_{npj}^2 + f_{обpj}^2)}{4n}},$$

где  $n$  – количество двойных ходов ( $n \geq 10$ ).

Под невязкой хода понимают отклонение измеренной нивелиром суммы превышений от теоретического значения, равного нулю.

Таблица 3

Ход	Номер станции	Номера точек визирования	Длина визирных лучей, м	Сумма длин визирных лучей, м
Прямой	Первый замкнутый ход			1040
	I	1-2	120	
	II	2-3	100	
	III	3-4	120	
	II	4-1	100	
	Второй замкнутый ход			
	IV	1-2	200	
	II	2-3	100	
Обратный	Первый замкнутый ход			1040
	II	1-4	100	
	V	4-3	200	
	II	3-2	100	
	IV	2-1	200	
	Второй замкнутый ход			
	II	1-4	100	
	III	4-3	120	
II	3-2	100		
I	2-1	120		

Результат поверки считать положительным если значения средней квадратической погрешности измерений превышения на 1 км двойного хода находятся в пределах:

2,5" для ADA Prof-X20, ADA Basis;

1,5" для ADA Prof-X32, ADA Ruber -X32;

3,0" для ADA Range.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 7 настоящей методики с указанием предельных числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с предъявленными требованиями.

8.2 При положительных результатах поверки (нивелир удовлетворяет требованиям настоящей методики) нивелир признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием фактических результатов определения метрологических характеристик.

8.3 При отрицательных результатах поверки (нивелир не удовлетворяет требованиям настоящей методики) нивелир признается непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием причин.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

Начальник лаборатории  
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ


А.В. Мазуркевич

А.В. Плотников