

**УТВЕРЖДАЮ**

**Начальник ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИ МО РФ**



**А.Ю.Кузин**

« 16 » января 2006 г.

**ИНСТРУКЦИЯ**

**Нивелиры с компенсатором NL 20, NL 24, NL 28, NL 32  
фирмы «SOUTH SURVEYING & MAPPING INSTRUMENT CO., LTD.»,  
Китай**

**Методика поверки**

**г. Мытищи,  
2006 г.**

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на нивелиры с компенсатором NL 20, NL 24, NL 28, NL 32 (далее - нивелиры), изготавливаемые фирмой «SOUTH SURVEYING & MAPPING INSTRUMENT CO., LTD.», Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 1.

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование (проверка работоспособности)	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 диапазона работы компенсатора	7.3.2	Да	Да
3.3	Определение систематической погрешности компенсатора на 1' наклона оси нивелира	7.3.3	Да	Да
3.4	Определение значения угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол $i$ )	7.3.4	Да	Да
3.5	Определение коэффициента нитяного дальномера	7.3.5	Да	Да
3.6	Определение значения постоянного слагаемого нитяного дальномера	7.3.6	Да	Да

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
3.7	Определение наименьшего расстояния визирования	7.3.7	Да	Да
3.8	Определение средней квадратической погрешности измерений превышения на 1 км двойного хода	7.3.8	Да	Да
3.9	Определение изменения угла $i$ нивелира при изменении температуры на $1^\circ\text{C}$	7.3.9	Да	Да

2.2 Рекомендуемые средства поверки приведены в табл. 2.

Вместо указанных в табл. 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 ЭО-1 (предел измерений $1200''$ , погрешность $0,2''$ ); автоколлиматор АКУ-0,2 (диапазон измерений от 0 до $10'$ , погрешность измерений $0,28''$ )
п. 7.3.2 Определение диапазона работы компенсатора	
п. 7.3.3 Определение систематической погрешности компенсатора на $1'$ наклона оси нивелира	
п. 7.3.4 Определение значения угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол $i$ )	Автоколлиматор АКУ-0,2 (диапазон измерений от 0 до $10'$ , погрешность измерений $0,28''$ )
п. 7.3.5 Определение коэффициента нитяного дальномера	
п. 7.3.6 Определение значения постоянного слагаемого нитяного дальномера	Рулетка измерительная Луноход (класс точности 3), рейки РН-3 (по-



Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) средства поверки и его метрологические характеристики
	грешность от $\pm 0,2$ мм до $\pm 0,5$ мм)
п. 7.3.7 Определение наименьшего расстояния визирования	Рулетка измерительная Луноход (класс точности 3)
п. 7.3.8 Определение средней квадратической погрешности измерений превышения на 1 км двойного хода	Полевой стенд по ГОСТ 10528-90
п. 7.3.9 Проверка изменения угла $i$ нивелира при изменении температуры на $1^\circ\text{C}$	Термобарокамера типа ТВV-1000 (диапазон воспроизводимых температур от минус $60$ до $120^\circ\text{C}$ с погрешностью не более $\pm 0,8^\circ\text{C}$ ), две нивелирные рейки РН-3 (погрешность от $\pm 0,2$ мм до $\pm 0,5$ мм)

### 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 органом Государственной метрологической службы.

### 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,  $^\circ\text{C}$  ( $20 \pm 10$ );
- измерение температуры окружающей среды во время поверки,  $^\circ\text{C}/\text{ч}$  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 техническое описание и инструкцию по эксплуатации поверяемого нивелира и используемых средств поверки.

6.2 Перед проведением операций поверки необходимо:



- произвести внешний осмотр нивелира;
- 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 нивелире;
- чистоту оптических деталей и зрительной трубы;
- чёткость изображений сетки нитей.

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

### 7.2 Опробование (проверка работоспособности).

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.

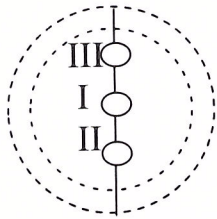
Цену деления установочного уровня определить на экзаменаторе. Необходимо задать экзаменатором угол наклона оси нивелира, при котором пузырёк уровня сместится на 2 мм.

Результаты поверки считать положительными если цена деления установочного уровня составляет  $(8 \pm 1,5)'/2$  мм.

#### 7.3.2 Определение диапазона работы компенсатора.

Нивелир устанавливают на столике экзаменатора вдоль его штанги. Зрительная труба нивелира направляется на зрительную трубу автоколлиматора («труба в трубу»). Микровинтом автоколлиматора наводят ближайший штрих вертикальной шкалы автоколлиматора на среднюю нить сетки нивелира в его рабочем положении (при отсутствии наклона и установки окуляра на 0 дптр.) и снимают отсчет, удваивая цену деления шкалы автоколлиматора (то есть определяют угол  $i$ ), операцию повторяют трижды. Подъемным винтом экзаменатора нивелир наклоняют 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 проводят 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 определяют угол  $i$  в соответствии с 7.3.4.



- 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  $\pm 15'$ .

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 7.3.2 и  $\gamma_{k_i}, \dots$ , 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,  $\dots$ !

$$\gamma_{k_i} = |B_i - B_0|,$$

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 ( $v=0'$ ),  $\dots$ !

Результат поверки считать положительным если значения систематической погрешности компенсатора на  $1'$  наклона оси нивелира находятся в пределах:

$\pm 0,8''$  для NL 20, NL 24;

$\pm 0,5''$  для NL 28;

$\pm 0,3''$  для NL 32.

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

Нивелир устанавливают на столике экзаменатора вдоль его штанги. Зрительная труба нивелира направляется на зрительную трубу автоколлиматора («труба в трубу»).

По вертикальной шкале автоколлиматора определяют смещение средней нити сетки нивелира относительно центра, что характеризует угол  $i$ . При этом цену деления шкалы автоколлиматора удваивают. Делают три наведе-



ния, 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  $i$ ) не более  $10''$ .

### 7.3.5 Определение коэффициента нитяного дальномера.

Нивелир устанавливают на столике экзаменатора вдоль его штанги. Зрительная труба нивелира направляется на зрительную трубу автоколлиматора («труба в трубу»).

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

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

Переводят результат в радианы.

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

Коэффициент нитяного дальномера  $\mu$  вычислить по формуле:

$$\mu = 1/C_{\text{рад}} = 100,3.$$

Результат поверки считать положительным если коэффициент нитяного дальномера составляет  $100 \pm 1$ .

### 7.3.6 Определение значения постоянного слагаемого нитяного дальномера.

Значение постоянного слагаемого нитяного дальномера определяется с помощью рулетки измерительной. Следует растянуть рулетку, над нулевым штрихом установить штатив с нивелиром и, установив нивелирную рейку на отметку  $3 \div 5$  м, измеряют это расстояние нивелиром. Разность между показаниями нивелира и измеряемым отрезком по рулетке принимается за значение постоянного слагаемого нивелира. Значение постоянного слагаемого дальномера не должно превышать  $0 \pm 0,01$  м.

### 7.3.7 Определение наименьшего расстояния визирования.

Наименьшее расстояние визирования определяют 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 измеряют 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  $0,5$  м.

### 7.3.8 Определение средней квадратической погрешности измерений превышения на $1$ км двойного хода.

Среднюю квадратическую погрешность измерений превышения на  $1$  км двойного хода проводят 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* (рис. 2) располагают в центре фигуры, станции *I* и *III* — на продольной оси примерно в 10 м по обе стороны от станции *II*. Станции *IV* и *V* (рис. 3) располагают примерно в 50 м по обе стороны от станции *II*.

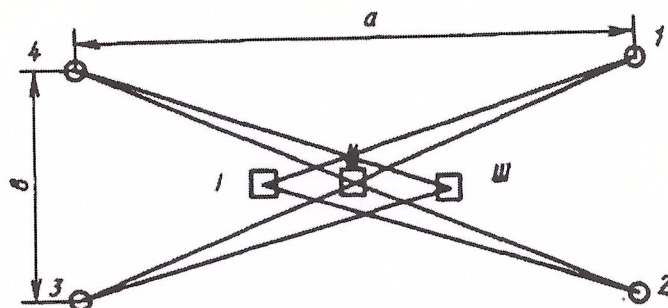


Рисунок 2.

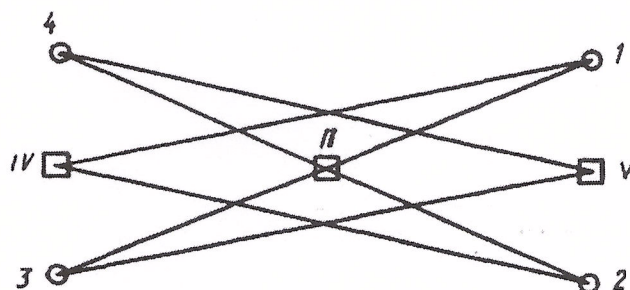


Рисунок 3.

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 обратном  $f_{обр}$  ходах и вычисляют среднюю квадратическую погрешность измерения превышений на 1 км двойного хода  $\overline{m}_{км}$  по формуле:

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

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 мм для NL 20;

± 2 мм для NL 24;

± 1,5 мм для NL 28;

± 1 мм для NL 32.

7.3.9 Определение изменения угла  $i$  нивелира при изменении температуры на 1 °С.

Определение изменения угла  $i$  нивелира при изменении температуры на 1°С проводят с использованием термокамеры и двух нивелирных реек или двух линеек с длиной деления шкалы 1 мм.

Рейки закрепляют вертикально на расстоянии 5-15 м друг от друга. Выбирают станцию для установки нивелира так, чтобы длина визирного луча до одной рейки была не менее чем в три раза больше длины визирного луча до другой рейки. Нивелир помещают в термокамеру, доводят в ней температуру до нижнего значения диапазона рабочих температур  $t_1$  и выдерживают

прибор при данной температуре 0,5 ч. Извлекают нивелир из термокамеры и с выбранной станции определяют превышение между точками установки рейек  $h_1$ , как среднее арифметическое значение не менее чем трех измерений превышений.

Помещают нивелир в термокамеру, доводят температуру в ней до верхнего предела диапазона рабочих температур  $t_2$  и выдерживают нивелир при данной температуре в течение 0,5 ч. Извлекают нивелир из камеры и повторно определяют превышение  $h_2$ , как среднее арифметическое значение не менее чем трех измерений превышений.

Значение изменения угла  $i$  при изменении температуры на  $1^\circ\text{C}$  ( $\Delta i$ ) определяют по формуле:

$$\Delta i = \frac{(h_2 - h_1)\rho}{(t_2 - t_1)(S_1 - S_2)},$$

где  $\rho$  – градусная мера одного радиана ( $\rho = 206265''$ );

$S_1$  и  $S_2$  – расстояние от нивелира до ближней и дальней рейки соответственно, мм.

Результаты поверки считать положительными если изменение угла  $i$  при изменении температуры на  $1^\circ\text{C}$  составляет не более:

1,5" для NL 20, NL 24;

0,8" для NL 28, NL 32.

## 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

Научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИИ МО РФ

Младший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИИ МО РФ



А.Н. Щипунов



А.В. Плотников



К.Б. Савкин