

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



«04» мая 2016 г.

НИВЕЛИРЫ С КОМПЕНСАТОРОМ

Leica NA300, Leica NA500

МП АПМ 12-16

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

н.р. 64403-16

г. Москва
2016 г.

Настоящая методика поверки распространяется на нивелиры с компенсатором Leica NA300, Leica NA500 (далее – нивелиры), производства компании «Leica Geosystems AG», Швейцария и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками - 1 год.

1. Операции поверки

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

Таблица 1

№ п/п	Наименование операции	№ пункта документа по поверке	Проведение операций при	
			первичной проверке	периодической проверке
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 диапазона работы компенсатора	7.3.2	Да	Да
3.3	Определение систематической погрешности компенсации компенсатора	7.3.3	Да	Да
3.4	Определение СКО самоустановки линии визирования	7.3.4	Да	Да
3.5	Определение времени затухания колебаний компенсатора	7.3.5	Да	Нет
3.6	Определение значения угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол i)	7.3.6	Да	Да
3.7	Определение коэффициента нитяного дальномера	7.3.7	Да	Нет
3.8	Определение значения постоянного слагаемого дальномера	7.3.8	Да	Нет
3.9	Определение наименьшего расстояния визирования	7.3.9	Да	Нет
3.10	Определение СКП измерений превышений на 1 км двойного хода	7.3.10	Да	Да

2. Средства поверки

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

Таблица 2

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
7.3.1	Экзаменатор модель 130, ПГ $\pm 4''$
7.3.2	
7.3.3	Экзаменатор модель 130, ПГ $\pm 4''$ Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС, СКО $\pm 0,3''$
7.3.4	Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС, СКО $\pm 0,3''$
7.3.5	Секундомер СДСпр-1-2-000, КТ 2 по ГОСТ 5072-79
7.3.6	Нивелир типа Н-05 по ГОСТ 10528-90
7.3.7	Теодолит типа Т2 по ГОСТ 10529-96

Продолжение таблицы 2

7.3.8	Рулетка измерительная 5м, КТ 3 по ГОСТ 7502-98
7.3.9	Нивелирная рейка РН-3 по ГОСТ 10528-90
7.3.10	Высотный стенд по ГОСТ 10528-90

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики поверки.

3. Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на нивелиры, имеющие достаточные знания и опыт работы с ними.

4. Требования безопасности

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на нивелиры и поверочное оборудование, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки, и правилам по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ ПТБ-88 (Утверждены коллегией ГУГК при СМ СССР 09.02.1989 г., №2/21).

5. Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °C(20±5);
- относительная влажность воздуха, %не более 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)84,0...106,7 (630...800);
- изменение температуры окружающей среды во время поверки, °C.....не более 2;
- полевые измерения должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра и колебаний изображения в зрительной трубе;
- поверяемый нивелир должен быть защищен от прямых солнечных лучей.

6. Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- нивелир и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- нивелир должен быть выдержан в лабораторном помещении не менее 1ч.
- нивелир и эталоны должны быть установлены на специальных основаниях (фундаментах), не подвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги) и температурным воздействиям.

7. Проведение поверки

7.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие нивелира следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики нивелира;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на нивелир;
- оптические системы должны иметь чистое и равномерно освещенное поле зрения.

7.2. Опробование

При опробовании должно быть установлено соответствие нивелира следующим требованиям:

- отсутствие качки и смешений неподвижно соединенных деталей и элементов нивелира;

- плавность и равномерность движения подвижных частей нивелира;
- определение правильности установки установочного круглого уровня;
- определение правильности установки сетки нитей зрительной трубы.

7.3. Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение цены деления установочного уровня

Цена деления круглого уровня определяется следующим образом: пузырёк устанавливается ровно по центру круглого уровня, затем, путём вращения винта экзаменатора, край пузырька подводят к концентрической окружности, расположенной у края уровня. Ценой деления круглого уровня является угол отклонения, заданный экзаменатором, при котором пузырёк воздуха прошёл расстояние 2 мм между центром и концентрической окружностью круглого уровня. Проводят не менее трёх измерений и среднее арифметическое значение следует принять за окончательный результат.

Цена деления круглого установочного уровня должна составлять $8' / 2\text{мм}$.

7.3.2 Определение диапазона работы компенсатора

Диапазон работы компенсатора определяется на экзаменаторе путем определения наибольшего угла наклона оси нивелиров вперед, назад, вправо и влево от среднего положения, при котором компенсатор обеспечивает стабилизацию визирной оси.

Диапазон работы компенсатора должен быть не менее $\pm 15'$.

7.3.3 Определение систематической погрешности компенсации компенсатора

Систематическая погрешность компенсатора во всем его диапазоне определяется с помощью экзаменатора и коллиматорного стенда и вычисляется по формуле:

$$\sigma = \frac{b_1 - b_2}{v}$$

где σ - систематическая погрешность компенсации компенсатора нивелира, ...";

b_1 - отсчет по коллиматорному стенду при положении горизонтальной нити сетки нивелира до начала наклона при $v = 0$, ...";

b_2 - отсчет по коллиматорному стенду при положении горизонтальной нити сетки нивелира после наклона вертикальной оси нивелира, ...";

v – значение угла наклона оси нивелира, фиксируемое по экзаменатору, ...".

Следует выполнить определение систематической погрешности компенсатора во всем его диапазоне при наклоне оси нивелира вперед и назад от среднего положения и наибольшее значение принять за окончательный результат.

Систематическая погрешность компенсации компенсатора нивелира не должна превышать $\pm 0,5''$.

7.3.4 Определение СКО установки линии визирования

Средняя квадратическая погрешность (СКО) установки линии визирования определяется с помощью коллиматорного стенда и вычисляется по формуле:

$$m_{V_{\text{впр};\text{нз};\text{вп};\text{вл}}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_{\text{впр};\text{нз};\text{вп};\text{вл}}^2}{n-1}}$$

где $m_{V_{\text{впр};\text{нз};\text{вп};\text{вл}}}$ - СКО установки линии визирования после наклона нивелира

подъемными винтами трегера вперед, назад, вправо, влево и приведения пузырька круглого уровня в нуль-пункт;

$V_{\text{впр;нз;вп;вз}}$ - отклонение установки линии визирования от ее среднего арифметического значения;
 n - число приемов (не менее 10).

За окончательный результат следует принять наибольшее значение $m_{V_{\text{впр;нз;вп;вз}}}$.
СКО самоустановки линии визирования не должно превышать $0,5''$.

7.3.5 Определение времени затухания колебаний компенсатора

Время затухания колебаний компенсатора определяется секундомером путем измерения промежутка времени от начала колебаний изображения в поле зрения зрительной трубы нивелира, возникшее от небольшого ударного воздействия на корпус прибора, до его полного успокоения. Следует выполнить серию из 10 измерений и среднее арифметическое значение принять за окончательный результат.

Время затухания колебаний компенсатора не должно превышать 2 сек.

7.3.6 Определение значения угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол i)

Значение угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией определяется с помощью эталонного нивелира типа Н-05. Поверяемый нивелир следует установить соосно с эталонным нивелиром, способом «труба в трубу», и оценить несовмещение их горизонтальных нитей.

Значение угла i не должно быть более $10''$, с учётом погрешности эталонного нивелира.

7.3.7 Определение коэффициента нитяного дальномера

Коэффициент нитяного дальномера K определяется с помощью теодолита и вычисляется по формуле:

$$K = ctg\beta$$

где β - угол, измеренный теодолитом между дальномерными штрихами нивелира.

Следует выполнить не менее двух определений коэффициента нитяного дальномера и среднее арифметическое значение принять за окончательный результат.

Коэффициент нитяного дальномера должен быть 100 ± 1 .

7.3.8 Определение значения постоянного слагаемого дальномера

Значение постоянного слагаемого дальномера определяется с помощью рулетки измерительной. Следует растянуть рулетку, над нулевым штрихом установить штатив с нивелиром и, установив нивелирную рейку на отметку (3...5) м, измеряют это расстояние нивелиром. Разность между показанием нивелира и измеряемым отрезком по рулетке принимается за значение постоянного слагаемого дальномера.

Значение постоянного слагаемого дальномера должно быть не более 0 м.

7.3.9 Определение наименьшего расстояния визирования

Наименьшее расстояние визирования определяется 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 ещё чётко виден.

Наименьшее расстояние визирования должно быть не более 0,2 м.

7.3.10 Определение СКП измерений превышений на 1км двойного хода

Средняя квадратическая погрешность (СКП) измерений превышений на 1 км двойного хода определяется путем проложения замкнутого нивелирного хода на высотном стенде, ГОСТ

10528-90, приложение 5, или определяя СКП измерений превышений на станции (m_{ct}) и вычисляя СКП измерений превышений на 1 км двойного хода (m_{km}).

После проложения нивелирного хода, по ГОСТ 10528-90, определяют невязки (сумма превышений в нивелирном ходе) в прямом и обратном ходах и вычисляют СКП измерений превышений на 1 км двойного хода по формуле:

$$m_{km} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{pri}^2 + f_{obri}^2)}{4n}}, \text{ где}$$

где m_{km} - СКП измерений превышений на 1 км двойного хода;

f_{pri}, f_{obri} - невязки в прямом и обратном ходах i нивелирного двойного хода;

n - количество нивелирных двойных ходов (не менее 3).

СКП измерений превышений на 1 км двойного нивелирного хода, можно определить с помощью эталонного нивелира, определяя погрешность превышений на станции (m_{ct}) и вычисляя погрешность превышений на 1 км двойного хода (m_{km}) по формуле:

$$m_{cm} = \sqrt{\frac{\sum \Delta h^2}{n}}$$

где Δh – отклонение измеренных превышений от его образцового значения, полученного по эталонному нивелиру, мм;

n – количество приёмов.

$$m_{km} = m_{cm} \sqrt{\frac{n}{2}}$$

где n - число станций на 1 км хода (в зависимости от длины визирного луча).

СКП измерений превышений на 1км двойного нивелирного хода не должна превышать:

- 2,5 мм – для нивелиров Leica NA320, Leica NA520;
- 2,0 мм – для нивелиров Leica NA324, Leica NA524;
- 1,8 мм – для нивелиров Leica NA332, Leica NA532.

Если требование по любому из п.п. 7.3. не выполняется, нивелир признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки на любом из этапов не производят.

8. Оформление результатов поверки

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

8.2. При положительных результатах поверки нивелир признается годным к применению, и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и (или) оттиска поверительного клейма.

8.3. При отрицательных результатах поверки нивелир признается непригодным к применению, и на него выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель отдела координации работ по
обеспечению единства измерений
ООО «Автопрогресс-М»

Лапшинов В.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Протокол поверки №_____ от _____._____._____. г.

Нивелир с компенсатором _____, серийный номер _____

Владелец: _____
ИИН _____

Условия поверки: температура окружающей среды _____ °C, относительная влажность _____ %

Средства поверки

Наименование средств поверки	Основные метрологические характеристики

Результаты поверки

1. Внешний осмотр

Наименование операции	Результат	Примечание
Отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на его эксплуатационные и метрологические характеристики		
Наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации		
Оптические системы должны иметь чистое и равномерно освещенное поле зрения.		

2. Опробование

Наименование операции	Результат	Примечание
Отсутствие качки и смещения неподвижно закрепленных элементов		
Подъемные и наводящие винты исправны, работают надежно и движутся плавно и равномерно		
Вращение вокруг вертикальной оси происходит легко, плавно, без задержек		
Фокусирующие устройства зрительной трубы работоспособны, кремальеры вращаются плавно		
Взаимодействие с комплектом принадлежностей осуществляется без замечаний		
Все функциональные режимы и узлы работоспособны		
Имеющиеся уровни установлены правильно		
Сетка нитей зрительной трубы установлена правильно		

3. Определение цены деления установочного уровня (только при первичной поверке)

№ п/п	Наименование Характеристики	Результаты измерений				Допустимое значение
		1 приём	2 приём	3 приём	Среднее	
1	Цена деления круглого уста- новочного уровня (...' / 2мм)					10

4. Определение диапазона работы компенсатора

Наименование характеристик	Результаты измерений
Ср. отсчёт	
Наклон вперёд	
СР. – Вперёд	
Наклон назад	
Ср. – Назад	
Наклон влево	
Ср. – Влево	
Наклон вправо	
Ср. – Вправо	
Мин. Диапазон	
Заявляемое требование	

5. Определение СКО самоустановки линии визирования и систематической погрешности компенсатора нивелира

		Про- дольн.	Про- дольн.	Поперечн.	Поперечн.	Поперечн.	Поперечн.	Продольн.	Продольн.	Поперечн.	Поперечн.
Наклон	Прямо	Обратно	Δb	Прямо	Обратно	Δb	m	σ	m	σ	
			$\Sigma \Delta b^2$			$\Sigma \Delta b^2$		$m_{ср.}$			
								$\sigma_{ср.}$			

СКО самоустановки линии визирования: _____"; допустимое значение: _____";

Систематическая погрешность компенсатора на 1' наклона нивелира: _____"; допустимое значение: _____".

6. Определение времени затухания колебаний компенсатора (только при первичной поверке)

№ п/п	Время затухания, сек
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

№ п/п	Время затухания, сек
8	
9	
10	
Среднее	

Время затухания колебаний компенсатора: _____ сек; допустимое значение: 2 сек.

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

Наименование характеристики	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее значение	Допустимое значение
Разность углов между визирной осью зрительной трубы нивелира и осью зрительной трубы эталонного нивелира, ..."					не более ±10

8. Определение коэффициента нитяного дальномера

Наименование характеристики	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее значение
Верхняя нить				
Нижняя. Нить				
Угол β				
$K = \operatorname{ctg} \beta$				

9. Определение значения постоянного слагаемого дальномера (только при первичной поверке)

Наименование характеристики	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее значение	Допустимое значение
Расстояние по рулетке, м					
Расстояние по дальномеру, м					
Разность, м					

10. Определение наименьшего расстояния визирования (только при первичной поверке)

Наименование характеристики	Результаты измерений				Допустимое значение
	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее значение	
Наименьшее расстояние визирования, м					

11. Определение СКП измерений превышений на 1 км двойного хода

Длина визирного луча – м.

№ приёма	$h_{изм}$, мм	$h_{ст}$, мм	Δh^2 , мм
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			$\sum \Delta h^2$

СКП измерений превышений на станции, $m_{ст} =$ мм;

СКП измерений превышений на 1 км двойного хода, $m_{км} =$ мм;

Допустимое значение: не более мм.