

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ООО «Автопрогресс-М»



А.С. Никитин

«06» апреля 2018 г.

НИВЕЛИРЫ С КОМПЕНСАТОРОМ

Leica NA730 plus

МП АПМ 18-18

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Москва  
2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на нивелиры с компенсатором Leica NA730 plus (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 поверке	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 диапазона работы компенсатора	7.3.2	Да	Да
3.3	Определение СКО самоустановки линии визирования	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	Нет
3.6	Определение значения постоянного слагаемого дальномера	7.3.6	Да	Нет
3.7	Определение наименьшего расстояния визирования	7.3.7	Да	Нет
3.8	Определение СКП измерений превышений на 1 км двойного хода	7.3.8	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 (рег № 2411-69)
7.3.2	
7.3.3 7.3.4 7.3.5	Теодолит оптический ОТ-02 (рег. № 772-52)
7.3.6 7.3.7	Рулетка измерительная металлическая UM5M (рег. № 67910-17)
7.3.8	Нивелир Н-05 (рег. № 7212-79) Высотный стенд по ГОСТ 10528-90 (вспомогательное средство поверки)

*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, °С .....(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, °С.....не более 2;
- полевые измерения должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра и колебаний изображения в зрительной трубе при температуре от -20 до +50 °С;
- 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 или штативах), 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 смещений 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 пу-

зырька 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  $10' / 2\text{мм}$ .

### 7.3.2 Определение диапазона работы компенсатора

Диапазон работы компенсатора определяется на экзаменаторе.

Необходимо установить поверяемый нивелир на экзаменатор и установить его по уровню (среднее положение). Далее, задавая наклон вперёд/назад по экзаменатору, определить угол наклона нивелира от среднего положения, при котором компенсатор обеспечивает стабилизацию визирной оси. Определение угла наклона проводить не менее 3-х раз. За окончательный результат принять среднее значение всех измерений.

Также необходимо провести вышеописанные операции при отклонении нивелира вправо/влево на угол, при котором пузырёк круглого установочного подведён (слегка касается) к концентрической окружности, расположенной у края уровня. Наклон вправо/влево можно задавать подъёмными винтами трегера.

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

### 7.3.3 Определение СКО самоустановки линии визирования

Среднее квадратическое отклонение (СКО) самоустановки линии визирования определяется с помощью теодолита.

Поверяемый нивелир выставить по уровню и установить соосно с теодолитом, способом «труба в трубу». Далее отклонить нивелир подъёмными винтами трегера вперед и затем снова привести пузырёк круглого уровня в нуль-пункт. После этого навести теодолит на перекрестие сетки нитей нивелира и снять значение угла по вертикальному кругу теодолита ( $V_{\text{впр;из};i}$ ). Операцию повторить не менее 5-ти.

Затем повторить вышеописанные операции не менее 5-ти раз при наклоне назад.

Вычислить СКО самоустановки линии визирования по формуле:

$$m_{V_{\text{впр;из};\text{вп};\text{вл}}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{\text{впр;из};i} - V_{\text{впр;из};\text{ср}})^2}{n-1}},$$

где  $m_{V_{\text{впр;из}}}$  - СКО самоустановки линии визирования, ";

$V_{\text{впр;из};i}$ ; -  $i$ -ое значение угла по вертикальному кругу теодолита, ";

$V_{\text{впр;из};\text{ср}}$ ; - среднее значение угла по вертикальному кругу теодолита, ";

$n$  - число приемов (не менее 10).

За окончательный результат следует принять наибольшее значение  $m_{V_{\text{впр;из};\text{вп};\text{вл}}}$ .

СКО самоустановки линии визирования не должно превышать 0,3".

### 7.3.4 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 теодолита. Поверяемый нивелир следует установить соосно с теодолитом, способом «труба в трубу». После этого навести теодолит на перекрестие сетки нитей нивелира и снять значение угла по вертикальному кругу теодолита. Операцию повторить не менее трёх раз.

За окончательный результат угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угла  $i$ ) принять среднее значение отклонения измеренного угла по вертикальному кругу теодолита от горизонтальной линии.

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

### 7.3.5 Определение коэффициента нитяного дальномера

Коэффициент нитяного дальномера  $K$  определяется с помощью теодолита.

Поверяемый нивелир следует установить соосно с теодолитом, способом «труба в трубу». Далее необходимо навести теодолит на дальномерные штрихи нивелира, записав при этом значения угла по вертикальному кругу теодолита, и вычислить коэффициент нитяного дальномера  $K$  по формуле:

$$K = ctg\beta$$

где  $\beta$  - угол между дальномерными штрихами нивелира, ".

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

Коэффициент нитяного дальномера должен быть  $100 \pm 1$ .

### 7.3.6 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. Операцию проводить не менее 3х раз, за окончательный результат принять среднее значение.

Значение постоянного слагаемого дальномера должно быть 0 м.

### 7.3.7 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. Операцию проводить не менее 3х раз, за окончательный результат принять среднее значение.

Наименьшее расстояние визирования должно быть не более 0,7 м.

### 7.3.8 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 ( $m_{ст}$ ) и вычисляя СКП измерений превышений на 1 км двойного хода ( $m_{км}$ ).

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:

$$m_{км} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{при}^2 + f_{обри}^2)}{4n}}, \text{ где}$$

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

$f_{при}, f_{обри}$  - 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 ( $m_{ст}$ ) и вычисля погрешность превышений на 1 км двойного хода ( $m_{км}$ ) по формуле:

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

где  $\Delta h$  – отклонение измеренных превышений от его образцового значения, полученного по эталонному нивелиру, мм;  
 $n$  – количество приёмов.

$$m_{км} = m_{ст} \sqrt{\frac{n}{2}}$$

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

СКП измерений превышений на 1 км двойного нивелирного хода не должна превышать 0,7 мм.

Если требование по любому из подпунктов 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  
 ООО «Автопрогресс-М»



Ревин К.А.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Протокол поверки № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ г.

Нивелир с компенсатором \_\_\_\_\_, серийный номер \_\_\_\_\_

Условия поверки: температура окружающей среды \_\_\_\_\_ °С, 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)

Наименование Характеристики	Результаты измерений				Допустимое значение
	1 приём	2 приём	3 приём	Среднее	
Цена деления круглого установочного уровня ( $1/2$ мм)					<b>10</b>

## 4. Определение диапазона работы компенсатора

Наклон	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Ср. отсчёт	
Наклон вперёд					
Наклон назад					
Наклон вперёд при откл. вправо					
Наклон назад при откл. вправо					
Наклон вперёд при откл. влево					
Наклон назад при откл. влево					
<b>Заявляемое требование</b>					<b>не менее <math>\pm 15'</math></b>

## 5. Определение СКО самоустановки линии визирования

Наклон	Угол по теодолиту, $V_{пр,из,i}$ ° ' "				
	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Измерение 4	Измерение 5
Вперёд					
Назад					

Среднее значение: \_\_\_\_ ° \_\_\_\_ ' \_\_\_\_ "

СКО самоустановки линии визирования: \_\_\_\_\_ "

Допустимое значение: **0,3"**6. 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
Угол $i$					<b>не более <math>\pm 10</math></b>

## 7. Определение коэффициента нитяного дальномера (только при первичной поверке)

Наименование характеристики	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее значение	Заявляемое требование
Верхняя нить					<b>100</b>
Нижняя. Нить					
Угол $\beta$					
$K = \text{ctg } \beta$					

## 8. 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					<b>0</b>

