

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
Руководитель ГЦИ СИ
ООО «Автопрогресс-М»



НИВЕЛИРЫ С КОМПЕНСАТОРОМ

В20, В30, В40

МП АПМ 26-15

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г.р. 45563-15

г. Москва
2015 г

Настоящая методика поверки распространяется на нивелиры с компенсатором В20, В30, В40 и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между периодическими 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	Да	Нет
3.1	Определение цены деления установочного уровня	7.3.1		
3.2	Определение диапазона работы компенсатора	7.3.2	Да	Да
3.3	Определение систематической погрешности компенсатора на 1' наклона нивелира	7.3.3	Да	Да
3.4	Определение допустимой СКП 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	Да
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 допустимой СКП измерения горизонтальных углов	7.3.10	Да	Да
3.11	Определение допустимой СКП измерения превышения на 1 км двойного хода	7.3.11	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 геодезический многодиапазонный ЭГЕМ, ПГ $\pm 0,5''$
7.3.2	
7.3.3	
7.3.4	Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС, СКО $\pm 0,3''$
7.3.5	Секундомер СДСпр-1-2-000 2кл. ГОСТ 5072-79
7.3.6	Нивелир типа Н-05 ГОСТ 10528-90
7.3.7	Теодолит типа Т2 ГОСТ 10529-96

7.3.8	Рулетка измерительная 5м 3кл ГОСТ 7502-98
7.3.9	Нивелирная рейка РН-3 ГОСТ 10528-90
7.3.10	Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС, СКО $\pm 0,3''$
7.3.11	Высотный стенд ГОСТ 10528-90

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящих методических указаний.

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 \pm 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;
- приборы должны быть защищены 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 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 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 среднеарифметическое значение принять за окончательный результат.

Цена деления установочного круглого уровня должна составлять $10 \pm 1,5' / 2\text{мм}$.

7.3.2 Определение диапазона работы компенсатора

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

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

7.3.3 Определение систематической погрешности компенсатора на $1'$ наклона нивелира

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

$$\sigma = (b_1 - b_2) / v ;$$

где σ - систематическая погрешность компенсатора, [..."];

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

b_2 - отсчет по автоколлиматору 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 компенсатора на $1'$ наклона оси нивелира не должна превышать $\pm 0,5''$.

7.3.4 Определение допустимой СКП установки линии визирования

СКП установки линии визирования определяется с помощью автоколлиматора и вычисляется по формуле:

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

$m_{V_{\text{впр;нз;вп;вл}}}$ - СКП установки линии визирования после наклона нивелира подъемными винтами трегера вперед, назад, вправо, влево и приведения пузырька круглого уровня в нуль-пункт;

$V_{\text{впр;нз;вп;вл}}$ - отклонение установки линии визирования от ее среднего арифметического значения;

n - число приемов (не менее 10).

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

СКП самоустановки линии визирования не должно превышать $\pm 0,5''$.

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 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 a определяется с помощью теодолита и вычисляется по выражению:

$$K = ctg\beta, \text{ где}$$

β - угол, измеренный теодолитом между дальномерными штрихами нивелира с погрешностью не более $2''$.

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

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

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 допустимой СКП измерения горизонтального угла

Допустимая СКП измерения горизонтального угла определяется на коллиматорном стенде путем многократного измерения горизонтального угла $(90 \pm 30)^\circ$ шестью приемами с перестановкой лимба нивелира через 60° . Обработка результатов измерений проводится в соответствии с ГОСТ 8.207-76 "Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений". СКП измерения горизонтального угла не должна превышать $0,1^\circ$.

7.3.11 Определение допустимой СКП измерения превышения на 1км двойного хода

Допустимая СКП измерения превышения на 1 км двойного хода определяется путем проложения замкнутого нивелирного хода на высотном стенде, ГОСТ 10528-90, приложение 5, или

определяя СКП измерения превышения на станции ($m_{ст}$) и вычисляя допускаемую СКП измерения превышения 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 измерения превышения на 1 км двойного хода по формуле:

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

$m_{км}$ - СКП измерения превышения на 1 км двойного хода;

$f_{нпр}, f_{обр}$ - невязки в прямом и обратном ходах i нивелирного двойного хода;

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

СКП измерения превышения на 1 км двойного нивелирного хода, можно определить с помощью образцового высокоточного нивелира, определяя погрешность превышения на станции ($m_{ст}$) и вычисляя погрешность превышения на 1 км двойного хода ($m_{км}$).

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

где Δh – отклонение измеренных превышений от его образцового значения, полученного более точным аттестованным нивелиром, 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 измерения превышения на 1 км двойного нивелирного хода не должна превышать $\pm 0,7$ мм (В20), $\pm 0,5$ мм (В20 со съёмным оптическим микрометром ОМ5), $\pm 1,5$ мм (В30), $\pm 2,0$ мм (В40).

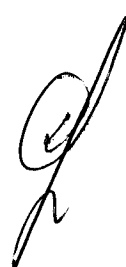
8. Оформление результатов поверки

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 с указанием фактических результатов определения метрологических характеристик.

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

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



Лапшинов В.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Протокол поверки № _____ от _____._____ г.

Нивелир с компенсатором _____, серийный номер _____

Владелец: _____,
ИНН _____

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)

№ п/п	Наименование Характеристики	Результаты измерений				Допустимое значение
		1 приём	2 приём	3 приём	Среднее	
1	Цена деления круглого установочного 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 допустимой СКП самоустановки линии визирования и систематической погрешности компенсатора на 1' наклона нивелира

		Продольн.	Продольн.	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.			
							σ ср.			

СКП 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				
$K = \text{ctg } \beta$				

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 допустимой СКП измерения горизонтальных углов

Наименование характеристики	Изм. 1	Изм. 2	Изм. 3	Изм. 4	Изм. 5	Изм. 6
Отсчёт слева ...°						
Отсчёт справа, ...°						
Измеренный угол, ...°						
Эталонное значение угла, ...°						

СКП измерения горизонтального угла: _____°; допустимое значение: не более _____°.

12. Определение допустимой СКП измерения превышения на 1 км двойного хода

Длина визирного луча – 25 м.

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

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

СКП измерения превышения на 1 км двойного хода, $m_{км} =$ _____ мм;

Допустимое значение: не более _____ мм.