



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «Автопрогресс – М»

А. С. Никитин

2016 г.

Нивелиры электронные
Spectra Precision FOCUS DL-15

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 31-16

Настоящая методика поверки распространяется на нивелиры электронные Spectra Precision FOCUS DL-15, производства «Trimble Inc.», США 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 поверки	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование, проверка работоспособности всех функциональных режимов	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
3.4	Определение средней квадратической погрешности установки линии визирования	7.3.3	Да	Да
3.5	Определение значения угла между визирной осью зрительной трубы и горизонтальной линией (угол i)	7.3.4	Да	Да
3.6	Определение коэффициента нитяного дальномера	7.3.5	Да	Да
3.7	Определение значения постоянного слагаемого нитяного дальномера	7.3.6	Да	Нет
3.8	Определение наименьшего расстояния визирования	7.3.7	Да	Нет
3.9	Определение средней квадратической погрешности измерений превышения на 1 км двойного хода	7.3.8	Да	Да
3.10	Определение средней квадратической погрешности измерений расстояний при электронном считывании	7.3.9	Да	Да

2 Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, 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, 7.3.2, 7.3.3	Экзаметатор модель 130, ПГ $\pm 4'$
7.3.4	Нивелир типа Н-05 ГОСТ 10528-90

7.3.7	Нивелирная рейка РН-3 ГОСТ 10528-90
7.3.8	Высотный стенд по ГОСТ 10528-90
7.3.9	Рулетка измерительная металлическая УС50/5 3кл, (рег. № 22003-07)
<p>Примечание – Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики.</p> <p>Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке, либо аттестованы в качестве эталонов.</p>	

3 Требования к квалификации поверителей

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

4 Требования безопасности

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации, правилам по технике безопасности, действующие 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

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С (20±5)
- относительная влажность воздуха, %, не более 80
- атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа) 630...800 (84,0...106,7)
- изменение температуры окружающей среды во время поверки, °С/ч, не более 2

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра, колебаний изображений в зрительной трубе и в условиях защиты нивелиров от прямых солнечных лучей и, а также при температуре окружающей среды от минус 20 до плюс 50 °С.

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства измерений;
- нивелир и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- нивелир и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.;
- нивелир и средства поверки 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;

- оптические системы должны иметь чистое и равномерно освещенное поле зрения.

Если перечисленные требования не выполняются, нивелир признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производятся.

7.2 Опробование, проверка работоспособности всех функциональных режимов

7.2.1 При опробовании должно быть установлено соответствие нивелира следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- определение правильности установки установочного уровня;
- определение правильности установки сетки нитей зрительной трубы.

7.2.2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) «FOCUS DL-15 Firmware» производится на стартовом экране, при включении нивелира.

На экране будет отображено наименование и версия ПО.

Данные, полученные по результатам идентификации ПО, должны соответствовать таблице 3.

Таблица 3

Идентификационное наименование ПО	FOCUS DL-15 Firmware
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	v2.67

Если перечисленные требования не выполняются, нивелир признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение цены деления установочного уровня

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

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

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 $\pm 12'$.

7.3.3 Определение средней квадратической погрешности установки линии визирования

Средняя квадратическая погрешность установки линии визирования определяется с помощью автоколлиматора. Установить нивелир на автоколлиматор по уровню в нуль-пункт. Винтами трегера наклонить нивелир вперед, а затем привести нивелир по уровню в нуль-пункт и провести измерения. Аналогичные операции провести, наклоняя нивелир назад, вправо, влево.

Средняя квадратическая погрешность установки линии визирования определяется по формуле:

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

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

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

n – число приемов (не менее 10).

Значения средней квадратической погрешности установки линии визирования не должны 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 эталонного теодолита типа ОТ-02. Поверяемый нивелир следует установить соосно с эталонным теодолитом, способом «труба в трубу», при этом фокусировку зрительных труб нивелира и теодолита установить на бесконечность. При «Круге лево» навести теодолитом на перекрестие нивелира, снять показания по теодолиту. Повторить измерений и снятие показания при «Круге право». По полученным результатам оценить несовмещение их горизонтальных нитей.

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

7.3.5 Определение коэффициента нитяного дальномера

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

$$K = \text{ctg} \beta, \quad (2)$$

где β - угол, измеренный теодолитом между дальномером и 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.

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.

Значение постоянного слагаемого дальномера должно быть не более 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.

Наименьшее расстояние визирования должно быть не более 1,5 м.

7.3.8 Определение средней квадратической погрешности превышений на 1 км двойного хода

ГОСТ 10528-90, приложение 5, или определяя среднюю квадратическую погрешность измерений превышений на станции ($m_{ст}$) и вычисляя среднюю квадратическую погрешность 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 среднюю квадратическую погрешность измерений превышений на 1 км двойного хода по формуле:

$$m_{км} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{пр}^2 + f_{обр}^2)}{4n}}, \quad (3)$$

где $m_{км}$ - средняя квадратическая погрешность измерений превышений на 1 км двойного хода;

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

n - количество нивелирных ходов (не менее 3).

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

$$m_{ст} = \sqrt{\frac{\sum \Delta h^2}{n}}, \quad (4)$$

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

n - количество приемов.

$$m_{км} = m_{ст} \sqrt{\frac{n}{2}}, \quad (5)$$

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

Средняя квадратическая погрешность измерений превышений на 1 км двойного хода не должна превышать:

- при электронном считывании - 1,5;
- при оптическом считывании - 2,0.

7.3.9 Определение средней квадратической погрешности измерений расстояний при электронном считывании

Средняя квадратическая погрешность расстояний при электронном считывании определяется с помощью ленты измерительной. Необходимо провести многократно (не менее 10 раз) измерений не менее 3-х значений расстояний, действительные длины которых расположены в заявляемом диапазоне измерений расстояний поверяемого нивелира.

Средняя квадратическая погрешность измерений каждой линии определяется по формуле:

$$m_{s_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (S_{0j} - S_{ij})^2}{n_j}}, \quad (6)$$

где m_{s_j} - средняя квадратическая погрешность измерений j -го расстояния;

S_{0j} – эталонное (действительное) значение j -го расстояний, м;

S_{ij} – измеренное значение j -го расстояния i -м приемом, м;

n – число приемов измерений j -го расстояния.

Средняя квадратическая погрешность измерений расстояний при электронном считывании должна быть не более:

- на расстоянии от 1,5 до 10,0 м включ. – 10 мм;

- на расстоянии св. 10 до 100 м включ. – $(1 \cdot 10^{-3} \cdot D)$ мм (где D – измеряемое расстояние, мм)

Если требование п.7.3 не выполняется, нивелир признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки 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.

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 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»



К. А. Ревин

Приложение (рекомендуемое)**Форма протокола поверки**

Протокол поверки № _____ « _____ » _____ 201__ г.
 Нивелир оптический _____, зав. № _____

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				Заявляемое требование
		1 приём	2 приём	3 приём	Среднее	
1	Цена деления круглого установочного уровня (...'/2мм)					10±1,5

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	± 15

5. Определение допускаемой средней квадратической погрешности установки линии визирования и допускаемой систематической погрешности компенсатора нивелира

Наклон	Прямо	Продольн.	Продольн.	Поперечн.	Поперечн.	Поперечн.	Продольн.	Продольн.	Поперечн.	Поперечн.
		Обратно	Δb	Прямо	Обратно	Δb	m	σ	m	σ
		$\sum \Delta b^2$			$\sum \Delta b^2$		m ср.			
							σ ср.			

Средняя квадратическая погрешность установки линии визирования: _____"; заявляемое требование: $0,5''$;

Систематическая погрешность компенсации компенсатора: _____"; заявляемое требование: $\pm 0,5''$.

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

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

7. Определение коэффициента нитяного дальномера

Наименование характеристики	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее значение	Заявляемое требование
Верхняя нить					100 \pm 1%
Нижняя. Нить					
Угол β					
$K = \text{ctg } \beta$					