

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д. И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

Утверждаю

И.О. генерального директора

ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»



А.Н. Пронин

«21» февраля 2020

г.

Государственная система обеспечения единства измерений

СТАНЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИЕ АПАТИТ

Методика поверки

МП 253-0295-2020

Two handwritten signatures in blue ink, one above the other, positioned to the left of the names of the officials.

Руководитель НИО
А. А. Янковский

Заместитель
руководителя НИО
Д. Б. Пухов

г. Санкт-Петербург

2020 г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ОПЕРАЦИЯ ПОВЕРКИ	4
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	5
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	6
5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	6
5.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения	6
5.3 Опробование	6
5.4 Проверка неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Проверка диапазона частот	7
5.5 Проверка нелинейности амплитудной характеристики. Проверка максимального значения амплитуды выходного сигнала	8
5.6 Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения.	9
5.7 Определение относительной погрешности измерений ускорения (скорости)	9
5.8 Определение абсолютной погрешности измерений угла. Проверка диапазон измерений угла	10
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10

ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящая методика поверки распространяется на станции сейсмические Апатит (далее по тексту – станции) и устанавливает объём и порядок проведения поверки.

2. Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3. Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на инклинометр, техническим описанием средства измерений и оборудования, используемых при проведении поверки.

1 ОПЕРАЦИЯ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	5.1	Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	5.2	Да	Да
Опробование	5.3	Да	Да
Проверка неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Проверка диапазона частот	5.4	Да	Да
Проверка нелинейности амплитудной характеристики. Проверка максимального значения амплитуды выходного сигнала	5.5	Да	Да
Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения	5.6	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений ускорения (скорости)	5.7	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений угла. Проверка диапазон измерений угла	5.8	Да	Да
Оформление результатов поверки	6	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2, имеющие свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия.

Таблица 2 – Перечень средств измерений

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
5.3-5.7	Рабочие эталоны 1 разряда единиц длины, скорости и ускорения по ГОСТ 8.852- 2013	Диапазон измерений ускорений от $4 \cdot 10^{-7}$ до 10 м/с^2 , диапазон измерений скорости от $4 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 1,5 \%$
5.8	Головки делительные оптические ОДГ-5Э	Диапазон измерений $0-360^\circ$, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (5 + 5 \sin \alpha/2)''$, где α – измеряемый угол. Регистрационный номер в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. № 2785-71.
5.4 – 5.6	Термогигрометр электронный CENTER модели 310	Диапазон измерений от минус 20 до плюс 60, пределы допускаемой абсолютной погрешности результата измерений температуры $\pm 0,7^\circ\text{C}$, пределы допускаемой абсолютной погрешности результата измерений относительной влажности $\pm 3 \%$. Регистрационный номер в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 22129-09.

Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих требуемый запас точности (не менее $1/3$), со свидетельствами о поверке с неистекшим сроком действия.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При поверке должны соблюдаться правила безопасности в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации (РЭ) и эксплуатационных документов (ЭД) применяемых средств поверки.

3.2 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на станцию и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20±5;
- относительная влажность воздуха, %, не более 90.

4.2 При подготовке к поверке, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

4.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка наличия поверочного оборудования и вспомогательных устройств (приспособлений), перечисленных в п.2;
- проверка наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств измерений;
- проверка соблюдения условий п.4;
- подготовка к работе станции, средств измерений и вспомогательных устройств, входящих в состав поверочного оборудования, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие маркировки;
- отсутствие механических повреждений на корпусе станции.

При проверке комплектности должно быть установлено её соответствие перечню, приведённому в эксплуатационной документации станции.

При проверке маркировки должно быть установлено её наличие на корпусе станции.

5.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

5.2.1 Включить станцию. После включения станции и запуска операционной системы с помощью веб-браузера зайти на главную страницу станции по адресу xxx.xxx.xxx.xxx:8888/index.html, где xxx.xxx.xxx.xxx – IP адрес станции.

5.2.2 В строке FW отобразится версия ПО. Сравнить наименование и версию встроенного программного обеспечения, отображённую на мониторе ПК, с приведённой в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные признаки	Значение
Идентификационное наименование ПО	sentinel_mipsel
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.13b

Станция считается прошедшей поверку по п. 5.2, если наименование и версия ПО соответствуют данным, приведённым в таблице 3.

5.3 Опробование

При проведении опробования должна быть установлена работоспособность станции.

5.3.1 Установить станцию на подвижную платформу рабочего эталона 1 разряда единиц длины, скорости и ускорения (далее по тексту – эталон). Включить станцию.

5.3.2 Подготовить к работе эталон в режиме воспроизведения скорости. Установить частоту колебания подвижной платформы эталона 1 Гц с амплитудой 1 мм/с. Включить эталон.

5.3.3 Проконтролировать изменение текущего значения амплитуды скорости (ускорения).

Станция считается прошедшей поверку по п. 5.3, если подтверждена её работоспособность.

5.4 Проверка неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).

Проверка диапазона частот

5.4.1. Установить станцию на подвижную платформу эталона. Изменяя угловое положение станции относительно оси колебаний подвижной платформы, провести точную ориентацию станции по минимуму выходного сигнала. Повернуть станцию на угол $90 \pm 1^\circ$.

5.4.2. Подготовить станцию к работе в соответствии с РЭ.

5.4.3. Установить частоту колебания подвижной платформы установки и номинальную амплитуду скорости платформы $V_{ном}$ в соответствии с таблицей 4 или амплитуду ускорения платформы $A_{ном}$ в соответствии с таблицей 5.

5.4.4. При помощи ИВК эталона провести измерение амплитуды X перемещения подвижной платформы установки и амплитуды выходного сигнала исследуемой станции.

5.4.5. Рассчитать фактическое значение амплитуды воспроизводимой скорости V_y при испытании станции модификации Апатит-OBS и амплитуды воспроизводимого ускорения при испытании станции модификации Апатит-АН по формулам

$$\begin{aligned} V_{уст.} &= 2 \cdot \pi \cdot f \cdot X \\ A_{уст.} &= 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot X \end{aligned} \quad (1)$$

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 4 (5).

5.4.6. Повторить измерения для всех значений частот и амплитуд скоростей и ускорений, приведённых в таблицах 4 и 5.

5.4.7. Выполнить пункты 5.4.2-5.4.6. для трёх осей станции.

5.4.8. По данным таблиц 2 и 3 рассчитать неравномерность $K_{нер.f}$ амплитудно-частотной характеристики для трёх осей станции по формуле:

$$K_{нер.f} = 20 \cdot \lg \left(\frac{K_{max}}{K_{min}} \right) \quad (2)$$

где:

K_{min} , K_{max} - минимальные и максимальные значения коэффициента преобразования станции $K_{i,j}$, определённые по формулам

$$\begin{aligned} K_{i,V} &= \frac{V_{уст.,i}}{V_{уст.,i}} \\ K_{i,A} &= \frac{A_{уст.,i}}{A_{уст.,i}} \end{aligned} \quad (3)$$

где:

$V_{уст.,i}$ - измеренное значение заданной амплитуды скорости с помощью ИВК эталона;

$A_{уст.,i}$ - измеренное значение заданной амплитуды ускорения с помощью ИВК эталона;

$V_{уст.,i}$ - измеренные значения амплитуды скорости (для станции модификации Апатит- OBS).

$A_{уст.,i}$ - измеренные значения амплитуды ускорения (для станции модификации Апатит- АН)

Таблица 4 – Результаты измерений для станции модификации Апатит-OBS

f_i , Гц	X , мм	$V_{ном.}$, мм/с	$V_{уст.,i}$, мм/с	$V_{ст.,i}$, мм/с	K_i
0,3		2			
1		2			
2		5			
3		10			
5		10			
10		10			
20		10			
30		10			

Таблица 5 – Результаты измерений для станции модификации Апатит-АН

f_i , Гц	X , мм	$A_{ном.}$, м/с ²	$A_{уст.,i}$, м/с ²	$A_{ст.,i}$, м/с ²	K_i
0,3		0,05			
1		0,5			
2		1			
3		2			
5		2			
10		2			
20		2			
30		2			

Станция считается прошедшей поверку по пункту 5.4 если неравномерность амплитудной характеристики $K_{нер.f.}$ не более 3 дБ в диапазоне частот от 0,3 до 30 Гц.

5.5 Проверка нелинейности амплитудной характеристики. Проверка максимального значения амплитуды выходного сигнала

5.5.1. Выполнить п. 5.5.1-5.5.3.

5.5.2. Установить параметры движения в соответствии с таблицей 6 для проведения измерений станции модификации Апатит-OBS и в соответствии с таблицей 7 для проведения измерений для станции модификации Апатит-АН.

Таблица 6 - Результаты измерений для станции модификации Апатит-OBS

f_i , Гц	X , мм	$V_{ном.}$, мм/с	$V_{уст.}$, мм/с	$V_{ст.}$, мм/с	$K_{ср.}$
5		0,015			
		0,1			
		1			
		2			
		3			
		5			
		10			
	15				

Таблица 7 – Результаты измерений для станции модификации Апатит-АН

f_i , Гц	X , мм	$A_{ном.}$, м/с ²	$A_{уст.}$, м/с ²	$A_{ст.}$, м/с ²	$K_{ср.}$
5		0,0005			
		0,003			
		0,02			
		0,1			

		1			
		5			
		7			
		9,81			

5.5.3. При помощи ИВК эталона провести измерение амплитуды перемещения подвижной платформы X и амплитуды выходного сигнала исследуемой станции.

5.5.4. Рассчитать фактическое значение амплитуды воспроизводимой скорости (ускорения) по формуле 1.

5.5.5. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 4 (5).

5.5.6. Повторить измерения для всех значений амплитуды, указанных в таблицах 4 (5).

5.5.7. Выполнить пункты 5.5.1-5.5.6 для трёх осей станции.

5.5.8 По данным таблиц 4 (5) рассчитать коэффициент нелинейности амплитудной характеристики выходного сигнала станции $K_{a,i}$ по формуле:

$$K_{a,i} = \frac{|(K_i - K_{cp})|}{K_{cp}} \cdot 100 \quad (4)$$

где

K_i и K_{cp} - текущее и среднее значения коэффициента преобразования

Из всех полученных значений $K_{a,i}$ выбрать максимальное K_a

Станция считается прошедшей поверку по пункту 5.5, если нелинейность амплитудной характеристики выходного сигнала не превышает 5 %, при этом максимальная амплитуда ускорений для станции апатит-АН составляет 10 м/с², а максимальная амплитуда скорости для станции апатит- OBS составляет 0,015 м/с.

5.6 Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения.

По результатам измерений пункта 5.6 сравнить полученное значение коэффициента преобразования K_{cp} со значением, приведённом в Паспорте станции.

Станция считается прошедшей поверку по пункту 5.6 если полученное значение коэффициента преобразования не отличается более чем на $\pm 5\%$ от номинального значения, приведённого в Паспорте станции.

5.7 Определение относительной погрешности измерений ускорения (скорости)

5.7.1 По результатам измерений пункта 5.5 для каждого заданного значения ускорения (скорости) определить относительную погрешность по формулам

$$\delta_{Vi} = \frac{(V_{уст.,i} - V_{ст.,i})}{V_{ст.,i}} \cdot 100 \quad (5)$$

$$\delta_{Ai} = \frac{(A_{уст.,i} - A_{ст.,i})}{A_{ст.,i}} \cdot 100 \quad (6)$$

5.7.2 Из всех рассчитанных значений δ_{Vi} и δ_{Ai} определить максимальное значение относительной погрешности измерений из условия:

$$\delta_V = \max\{\delta_{Vi}\} \quad (7)$$

$$\delta_A = \max\{\delta_{Ai}\} \quad (8)$$

Станция считается прошедшей поверку по пункту 5.7, если относительная погрешность измерений скорости (ускорения) не более 5 %.

5.8 Определение абсолютной погрешности измерений угла. Проверка диапазон измерений угла

5.8.1 Установить станцию на головку делительную оптическую ОДГ-5Э (далее по тексту – ОДГ) так, чтобы её измерительная ось ОХ была направлена параллельно плоскости наклона площадки поворотной платформы.

5.8.2 Подготовить станцию к работе, в соответствии с требованиями, указанными в ЭД. Включить станцию.

5.8.3 Подготовить ОДГ к работе в режиме измерений углов.

5.8.4 Провести измерение текущего значения угла β_0 , соответствующее горизонтальному положению рабочей площадки ОДГ. Полученный результат измерений занести в таблицу 6.

5.8.5 Задать угол наклона ОДГ $\alpha_{n=1} = 0,5^\circ$. Провести измерение заданного угла. Полученный результат измерений $\beta_{n=1}$ занести в таблицу 6.

Таблица 6 - Результаты измерений

п	α_n , градус	β_0 , градус	β_n , градус	$\Delta\beta_i$, градус
1				
2				
...
9				

5.8.6 Выполнить пункт 5.8.5 не менее чем для девяти точек, равномерно распределённых по диапазону измерений, включая их максимальное и минимальное значения. Результаты измерений занести в таблицу 6.

5.8.7 По данным таблицы 6 определить абсолютную погрешность измерений $\Delta\beta_n$ для каждого заданного угла:

$$\Delta\beta_n = \beta_n - \alpha_n - \beta_0$$

Результаты расчёта занести в таблицу 6.

5.8.8 Из всех рассчитанных значений $\Delta\beta_n$ определить абсолютную погрешность измерений из условия:

$$\Delta\beta = \max\{|\Delta\beta_n|\} \quad (9)$$

5.8.9 Выполнить операции п.п. 5.8.1 – 5.8.8 для оси ОУ.

Станция считается прошедшей поверку по пункту 5.8, если абсолютная погрешность измерений угла не более $0,06^\circ$ в диапазоне измерений $\pm 5^\circ$.

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки и выдаётся свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки станция к применению не допускается и на неё оформляется извещение о непригодности.