

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИМС»

Ф.В. Булыгин

М.П.

« 11 » / 07 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
**Системы защиты и мониторинга механического состояния
ВН9000**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-37-2024

г. Москва
2024 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на системы защиты и мониторинга механического состояния ВН9000 (далее – системы), изготавливаемые «Beijing Bohua Xinzhi Technology, Inc.», Китай и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Системы представляют собой многоуровневый модульный и масштабируемый программно-аппаратный комплекс, состоящий из измерительных каналов с распределенной параллельно-последовательной структурой. Количество и виды измерительных каналов входящих в системы определяются проектом.

Системы ВН9000 предназначены для измерений виброускорения, виброскорости, виброперемещения, температуры, частоты вращения и постоянного тока.

Принцип действия систем основан на измерении и обработке сигналов, поступающих от датчиков и сравнении полученных значений с установленными уровнями срабатывания (уставками).

Системы состоят из:

- шасси ВН9090, предназначенного для обеспечения работы всех установленных в него модулей;
- модуля управления ВН9010, предназначенного для питания системы и контроля ее работоспособности;
- модулей мониторинга состояния и связи ВН9020 и ВН9024, предназначенных для обеспечения сопряжения системы с другими внешними устройствами и передачи сигналов измерительной информации внешним потребителям. Модули имеют выходы с цифровыми интерфейсами Ethernet и 485. Модули отличаются протоколом передачи информации;
- релейных модулей ВН9054 и ВН9056, предназначенных для воспроизведения дискретных сигналов управления;
- измерительных модулей ВН9030, предназначенных для измерений выходных сигналов датчиков вибрации или датчиков с унифицированным выходом по постоянному току. Каждый модуль имеет 4 входных измерительных канала.
- измерительных модулей ВН9032, предназначенных для измерений и преобразований сигналов, поступающих от датчиков температуры (термопреобразователей сопротивления (ТС) с номинальной статической характеристикой (НСХ) преобразования типа «Pt100», «Pt1000» (3-х, 4-х проводная схема подключения) и преобразователей термоэлектрических (ТП) с НСХ типов «Е», «J», «K», «Т»). Каждый модуль имеет 8 входных измерительных каналов.
- измерительных модулей ВН9034, предназначенных для измерения выходных сигналов от датчиков частоты вращения. Каждый модуль имеет 4 входных измерительных канала.

На одно шасси ВН9000 может быть установлено до 14 измерительных модулей.

Измерительные модули представляют собой автономные электронные блоки с клеммником для подключения выходных сигналов от датчиков на задней стороне модулей.

При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость системы к:

- ГЭТ 89-2008 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 года № 1706;
- ГЭТ 14-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3456;

- ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г. № 2091;

- ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, указанные в Приложении А.

Методика поверки допускает возможность проведения поканальной поверки, а также проведение поверки на меньшем числе поддиапазонов амплитуд с указанием объема выполненной поверки в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и в свидетельстве о поверке.

1. Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении первичной и периодической поверок систем ВН9000 выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер раздела МП	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверки
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	нет
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	9	да	да
Определение основной относительной погрешности измерений параметров вибрации (виброускорение, виброскорость, виброперемещение) для модуля ВН9030	9.1	да	да
Определение основной относительной погрешности измерений значений постоянного тока для модуля ВН9030	9.2	да	да
Определение основной приведенной погрешности формирования выходного сигнала для модуля ВН9030	9.3	да	да
Определение основной приведенной погрешности измерений сигналов ТС и ТП (включая погрешность внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары для сигналов ТП) для модуля ВН9032	9.4	да	да
Определение приведенной погрешности формирования выходного сигнала для модуля ВН9032	9.5	да	да
Определение основной относительной погрешности измерений частоты вращения для модуля ВН9034	9.6	да	да

Определение приведенной погрешности формирования выходного сигнала для модуля ВН9034	9.7	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	9.8	да	да

1.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с п. 10.2.

2. Требования к условиям проведения поверки

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %.

2.2 Перед проведением поверки оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

2.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемая система должны иметь защитное заземление.

3. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1. К поверке допускаются лица имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленные с эксплуатационной документацией на системы и данной методикой поверки.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
7.3	Средства измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с погрешностью не более ± 3 %	Прибор комбинированный Testo 622 (пер. № 53505-13)

9.1-9.3, 9.6-9.7	РЭ единиц времени и частоты 5 разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 г. (в диапазоне в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-3}$ до $3,3 \cdot 10^{11}$ Гц) Рабочий эталон переменного напряжения 2 разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1706 от 18.08.2023 г. (в диапазоне от $3 \cdot 10^{-6}$ В до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ Гц до 10 МГц) Эталон 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 01.10.2018 г. (в диапазоне измерений от 0 до 20 мА с погрешность не более 0,01 %)	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS 360 (рег. № 45344-10) Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03) Калибратор процессов многофункциональный Fluke 726 (рег. № 52221-12)
9.4-9.5	Эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда (и выше) в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (рег. № 52489-13)
Примечания: 1) Все средства поверки должны быть поверены (запись в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений) или аттестованы; 2) Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям		

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5.2. При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», указаниями по безопасности эксплуатации эталонов, средств измерений и оборудования, изложенными в паспортах и руководствах по эксплуатации.

6. Внешний осмотр средства измерений

6.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектности и маркировки, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов.

6.2. В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, система считается непригодной к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Проверяют работоспособность системы в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.2. Все средства измерений должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

7.3. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 2.

8. Проверка программного обеспечения средства измерений

Подтверждение соответствия программного обеспечения проводится в следующей последовательности:

- 1) включить и подключить систему и ПК;
- 2) установить связь системой с ПК при помощи ПО ВН9000;
- 3) в разделе software information ПО ВН9000 определить идентификационные данные ПО.

Результат считается положительным, если наименование и номер версии ПО соответствуют идентификационным данным ПО, представленных в описании типа.

9. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение основной относительной погрешности измерений параметров вибрации (виброускорение, виброскорость, виброперемещение) для модуля ВН9030.

Подключить систему к персональному компьютеру (далее – ПК) с установленным на него программным обеспечением.

Для каждого из каналов установить коэффициент преобразования измерительного канала, равный $10 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ - при проверке измерений виброускорения ($10 \text{ мВ}/\text{мкм}$ – при проверке измерений виброперемещения, $10 \text{ мВ}/(\text{мм} \cdot \text{с}^{-1})$ – при проверке измерений виброскорости).

Подключить выход генератора к соответствующим клеммам модуля в соответствии с руководством по эксплуатации. Контролируя выходной сигнал генератора при помощи эталонного мультиметра, воспроизвести переменное напряжение синусоидальной формы, равное 0,1; 5; 10; 15; 20 В, поочередно при значении частоты сигнала генератора 1; 2500; 5000; 7500 и 10000 Гц. В каждой точке измерений зафиксировать значения по монитору компьютера.

Рассчитать основную относительную погрешность измерений параметров вибрации для каждой испытываемой точки по формуле (1):

$$\delta = \frac{X_{\text{изм}} - X_3}{X_3} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где: $X_{\text{изм}}$ – показания испытываемой системы;

X_3 – заданное значение параметра вибрации, определяемое по формуле (2):

$$X_3 = \frac{U}{K_n}, \text{ м/с}^2 \text{ (мм/с или мкм)} \quad (2)$$

где: U – воспроизводимое генератором значение напряжения;

K_n – коэффициент преобразования измерительного канала.

9.2. Определение основной относительной погрешности измерений значений постоянного тока для модуля ВН9030.

Подключить выход калибратора процессов многофункционального Fluke 726 в режиме генерирования сигналов постоянного тока к соответствующим клеммам модуля в соответствии с руководством по эксплуатации. Контролируя выходной сигнал калибратора при помощи эталонного мультиметра, воспроизвести значение постоянного тока, равное 4; 8; 12; 16; 20 мА. В каждой точке измерений зафиксировать значения по монитору компьютера.

Рассчитать основную относительную погрешность измерений значений постоянного тока для каждой испытываемой точки по формуле (3):

$$\delta = \frac{X_{изм} - X_3}{X_3} \cdot 100, \% \quad (3)$$

где: $X_{изм}$ – измеренное значение параметра вибрации (виброускорение, виброскорость, виброперемещение), для данного канала модуля;

X_3 – заданное значение параметра вибрации, пересчитанное из значения входного тока воспроизведенного калибратором и определяемое по формуле (4):

$$X_3 = \frac{X_{max} - X_{min}}{I_{max} - I_{min}} \cdot (I_3 - I_{min}), \text{ м/с}^2 \text{ (мм/с или мкм)} \quad (4)$$

где: X_{min}, X_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений параметра вибрации (виброускорение, виброскорость, виброперемещение), для данного канала модуля;

I_{min}, I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений тока;

I_3 – заданное значение тока.

9.3. Определение основной приведенной погрешности формирования выходного сигнала для модуля ВН9030.

Используя результаты, полученные в п. 9.1, рассчитать значения основной приведенной погрешности формирования выходного сигнала по формуле (5):

$$\delta = \frac{I_{изм} - I_3}{I_{max} - I_{min}} \cdot 100, \% \quad (5)$$

где: $I_{изм}$ – значение тока, измеренное калибратором на выходе канала;

I_3 – заданное значение тока, пересчитанное из значения, воспроизведенного генератором и рассчитанное по формуле (6);

I_{min}, I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона выходного тока.

$$I_3 = I_{min} + \frac{X_{изм} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \cdot (I_{max} - I_{min}), \text{ мА} \quad (6)$$

где: $X_{изм}$ – измеренное значение параметра вибрации (виброускорение, виброскорость, виброперемещение), для данного канала модуля;

X_{min}, X_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений параметра вибрации (виброускорение, виброскорость, виброперемещение), для данного канала модуля.

9.4. Определение основной приведенной погрешности измерений сигналов ТС и ТП (включая погрешность внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары для сигналов ТП) для модуля ВН9032.

9.4.1. Определение основной приведенной погрешности измерений сигналов ТС.

Погрешность определяют в пяти контрольных точках, соответствующих 2, 25, 50, 75 и 98 % от настроенного диапазона измерений.

В соответствии с руководством по эксплуатации подключают калибратор

многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) к соответствующим клеммам модуля.

С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке в соответствии с типом НСХ по ГОСТ 6651-2009.

После стабилизации показаний, снимают их с монитора компьютера.

Повторяют операции для остальных контрольных точек.

После снятия показаний рассчитать погрешность измерений температуры от сигналов ТС для каждой контрольной точки по формуле (7)

$$\gamma = \frac{t_{изм} - t_э}{t_{max} - t_{min}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где $t_э$ – значение сигнала, воспроизводимого эталонным прибором в температурном эквиваленте, °С;

$t_{изм}$ – значение измеренного выходного сигнала, °С ;

t_{min}, t_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений температуры, °С.

9.4.2. Определение основной приведенной погрешности измерений сигналов ТП (включая погрешность внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары)

Погрешность определяют в пяти точках, соответствующих 2, 25, 50, 75 и 98 % от настроенного диапазона измерений.

В соответствии с руководством по эксплуатации подключают калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) к соответствующим клеммам модуля с использованием удлиняющих компенсационных проводов (тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001).

С эталонного прибора воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке в соответствии с типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001.

После стабилизации показаний, снимают их с монитора компьютера.

Повторяют операции для остальных контрольных точек.

После снятия показаний рассчитать погрешность измерений температуры от сигналов ТС для каждой контрольной точки по формуле (7).

9.5. Определение основной приведенной погрешности формирования выходного сигнала для модуля ВН9032.

Используя результаты, полученные в п. 9.4, рассчитать значения приведенной погрешности формирования выходного сигнала для каждой контрольной точки по формуле (8):

$$\gamma = \frac{I_{изм} - I_{вых}}{I_{max} - I_{min}} \cdot 100, \% \quad (8)$$

где: $I_{изм}$ – значение тока, измеренное BEAMEX MC6 на выходе канала;

$I_{вых}$ – заданное значение тока, пересчитанное из значения, воспроизведенного BEAMEX MC6 и рассчитанное по формуле (9);

I_{min}, I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона выходного тока.

$$I_{\text{вых}} = I_{\text{min}} + \frac{t_{\text{изм}} - t_{\text{min}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \cdot (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}), \text{ мА} \quad (9)$$

где: t_{min} , t_{max} – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений температуры, °С.

9.6. Определение основной относительной погрешности измерений частоты вращения для модуля ВН9034.

Подключить выход генератора к соответствующим клеммам модуля в соответствии с руководством по эксплуатации. Воспроизвести последовательность прямоугольных импульсов амплитудой 5 В поочередно при значении частоты сигнала генератора, соответствующих значениям 5; 100; 1000; 50 000 и 100 000 об/мин. В каждой точке измерений зафиксировать значения по монитору компьютера.

Рассчитать основную относительную погрешность измерений частоты вращения для каждой испытываемой точки по формуле (8):

$$\delta = \frac{X_{\text{изм}} - X_3}{X_3} \cdot 100, \% \quad (10)$$

где: $X_{\text{изм}}$ – показания испытываемой системы.

X_3 – заданное значение частоты вращения, определяемое по формуле (11):

$$X_3 = f \cdot 60, \text{ об/мин} \quad (11)$$

где: f – значение частоты следования прямоугольных импульсов.

9.7. Определение основной приведенной погрешности формирования выходного сигнала для модуля ВН9034.

Используя результаты, полученные в п. 9.6, рассчитать значения относительной погрешности формирования выходного сигнала по формуле (12):

$$\delta = \frac{I_{\text{изм}} - I_3}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100, \% \quad (12)$$

где: $I_{\text{изм}}$ – значение тока, измеренное мультиметром на выходе канала;

I_3 – заданное значение тока, пересчитанное из значения, воспроизведенного генератором и рассчитанное по формуле (13);

I_{min} , I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона выходного тока.

$$I_3 = I_{\text{min}} + \frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}), \text{ мА} \quad (13)$$

где: $X_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты вращения;

X_{min} , X_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений частоты вращения.

9.8. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

Система считается пригодной к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если она:

- соответствует требованиям каждого пункта данной методики поверки;
- значения полученных метрологических характеристик не превышают значений, указанных в Приложении А.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Система, прошедшая поверку с положительным результатом, признается пригодной и допускается к применению.

Результаты поверки системы передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

10.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на систему оформляется извещение о непригодности к применению.

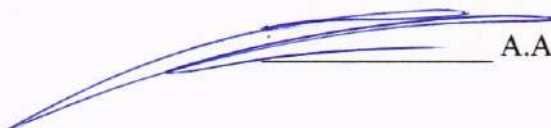
10.3. Протокол поверки оформляется в произвольном виде.

Начальник отдела 204



А.Г. Волченко

Начальник отдела 207



А.А. Игнатов

Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Модуль ВН9030	
Диапазоны измерений:	
- виброускорения (при коэффициенте преобразования, равном 10 мВ/(м·с ⁻²)), м/с ²	от 0,1 до 2000
- виброскорости (при коэффициенте преобразования, равном 10 мВ/(мм·с ⁻¹)), мм/с	от 0,1 до 2000
- виброперемещения (при коэффициенте преобразования, равном 10 мВ/мкм), мкм	от 0,1 до 2000
Диапазон изменений коэффициента преобразования:	
- при измерении виброускорения, мВ/(м·с ⁻²)	от 1 до 99999
- при измерении виброскорости, мВ/(мм·с ⁻¹)	от 1 до 99999
- при измерении виброперемещения, мВ/мкм	от 1 до 99999
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,1 до 10000
Диапазон входного напряжения, В	20
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений параметров вибрации (виброускорение, виброскорость, виброперемещение), %	±5
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений параметров вибрации (виброускорение, виброскорость, виброперемещение), вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений, %/°C	±0,01
Диапазон измерений значений постоянного тока, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений значений постоянного тока, %	±1
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений значений постоянного тока, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений, %/°C	±0,01
Диапазон выходного сигнала, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной погрешности формирования выходного сигнала, %	±1
Модуль ВН9032	
Диапазоны измерений температуры в зависимости от типа НСХ ТС ⁽¹⁾ , °C:	
- для Pt100	от -180 до +760
- для Pt1000	от -180 до +760
Диапазоны измерений температуры в зависимости от типа НСХ ТП ⁽¹⁾ , °C:	
	от -200 до +900
	от -180 до +1100

- для «Е» - для «J» - для «K» - для «T»	от -200 до +1300 от -180 до +380
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений сигналов ТС и ТП (включая погрешность внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары для сигналов ТП), % (от диапазона измерений)	± 1
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений температуры при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий измерений, %/°C	$\pm 0,01$
Диапазон выходного сигнала, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной погрешности формирования выходного сигнала (от диапазона выходного сигнала), %	± 1
Модуль ВН9034	
Диапазоны измерений частоты вращения, об/мин	от 1 до 100000
Диапазон входного напряжения, В	20
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений частоты вращения, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений частоты вращения, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений, %/°C	$\pm 0,01$
Диапазон выходного сигнала, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной погрешности формирования выходного сигнала, %	± 1
Примечание: (1) Типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009 и ГОСТ Р 8.585-2001 соответственно.	