

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
« Д И А М Е X 2 0 0 0 »

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«15» 07 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Модули контрольно-измерительные КИМ 8108

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

КИМ 8108.000.000 МП

г. Москва

2022 г.

Модули контрольно-измерительные КИМ 8108

Методика поверки

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на модули контрольно-измерительные КИМ 8108 (далее – модули), изготовленные ООО «ДИАМЕХ 2000», и устанавливает методику их первичной поверки на стадии до ввода в эксплуатацию или после ремонта и периодической поверки.

Принцип действия модулей основан на осуществлении непрерывного преобразования входных сигналов, поступающих от первичных преобразователей (в состав модулей не входят), выполнении вычислительных операций, а также генерации дискретных и цифровых форм представления выходных сигналов.

Модули содержат 8 каналов преобразования и обработки аналоговой информации в виде сигналов переменного тока (далее – АС каналы) или в виде сигналов постоянного тока (далее – DC каналы), а также 8 каналов обработки сигналов фазовой метки, используемых для измерений частоты вращения (далее – N каналы). Обработка N каналов осуществляется независимо от опроса АС и DC каналов.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод косвенных измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772.

Используемые эталоны прослеживаются к ГЭТ 13-01 Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения и ГЭТ 1-2020 Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.

Методика поверки допускает возможность проведения поверки меньшего количества измерительных каналов (только запрограммированные) для меньшего числа измеряемых величин и поддиапазонов частот (при определении АЧХ) с обязательным указанием объема выполненной поверки.

Интервал между поверками – 2 года.

1. Операции поверки

1.1. При проведении первичной и периодической поверок модулей 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	да
Определение относительной погрешности измерений виброускорения, виброскорости и виброперемещения на базовых частотах (АС – каналы)	9.1	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно базовой частоты при измерении виброускорения, виброскорости и виброперемещения в диапазонах частот (АС - каналы)	9.2	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений относительного перемещения (смещения) (DC – каналы)	9.3	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений частоты вращения (N-каналы)	9.4	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10	да	да

1.2. При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с п. 11.2.

2. Требования к условиям проведения поверки

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха: 23 ± 5 °C
- относительная влажность окружающего воздуха до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение источника питания модулей должно соответствовать значению, указанному в технической документации.

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

2.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемый модуль 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 ознакомленными с эксплуатационной документацией на модули контрольно-измерительные КИМ 8108 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 3.

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
9.1, 9.2	Средства измерения и воспроизведения переменного напряжения синусоидальной формы в диапазоне значений переменного напряжения от 1 мВ до 10 В в диапазоне значений частот от 2 до 10000 Гц с погрешностью не более 0,1 %	Генератор сигналов сложной формы AFG31000 (№ 77294-20) Мультиметр 3458A (рег. № 25900-03)
9.3	Эталон постоянного напряжения в диапазоне измерений ± 10 В с погрешностью не более 0,1 %	Калибратор процессов многофункциональный Fluke 726 (№ 52221-12)
9.4	Эталон единицы времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621, в диапазоне значений частоты от 0,5 до 1000 Гц	Генератор сигналов сложной формы AFG31000 (№ 77294-20)

Примечания:

- 1) Все средства поверки должны иметь действующее свидетельство о поверке (запись в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений);
- 2) Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям;
- 3) Соотношение доверительных границ погрешности рабочего эталона и доверительных границ основной относительной погрешности средств измерений в одинаковых частотных диапазонах должно быть не более 0,5 (Приказ Росстандарта от 18.12.2018 г. № 2772).

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, модуль считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Устанавливают необходимое программное обеспечение на компьютер в соответствии с эксплуатационной документацией. Проверяют работоспособность модуля 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

Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения на соответствие таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Встроенное ПО	
Идентификационное наименование ПО	CM8A_AV_V2_XX.bin
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.40
Внешнее ПО	
Идентификационное наименование ПО	«АЛМАЗ-Монитор»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V8.0

9.1. Определение относительной погрешности измерений виброускорения, виброскорости и виброперемещения на базовых частотах (АС – каналы).

9.1.1 Определение относительной погрешности измерения виброускорения

9.1.1.1 Определение основной относительной погрешности АС - каналов модулей проводят при помощи генератора и вольтметра на базовых частотах, выбранных для данного вида измерений (виброускорение, виброскорость, виброперемещение).

9.1.1.2 Проверку проводят путем поочередной подачи выходного напряжения генератора на входные контакты каждого АС - канала модуля и контролирования заданного значения с помощью вольтметра.

9.1.1.3 Предварительно перестраивают поверяемый канал модуля в режим АС - канала и

программируют значение коэффициента преобразования, например, $K = 10 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$.

9.1.1.4 На вход каждого АС - канала модуля подают сигнал от генератора с частотой 159,2 Гц и амплитудными значениями напряжения: 1, 10, 50, 100, 500, 1000, 2000, 5000, 8500 мВ, соответствующими заданному (образцовому) значению виброускорения ($A_{i \text{ обр.}}$): 0,1; 1,0; 5,0; 10,0; 50,0; 100; 200; 500, 850 $\text{м}/\text{с}^2$. Заданные значения напряжения фиксируют при помощи вольтметра.

Примечание - При осуществлении периодической поверки в условиях эксплуатации допускается производить измерения при амплитудных значениях: 1, 500, 8500 мВ, соответствующих виброускорению: 0,1; 50; 850 $\text{м}/\text{с}^2$.

9.1.1.5 На дисплее внешнего сервера считывают показания измеренного амплитудного значения виброускорения ($A_{i \text{ изм.}}$).

9.1.1.6 Вычисляют основную относительную погрешность каждого АС - канала модуля при измерении амплитудного значения виброускорения по формуле:

$$\delta_a = \frac{A_{i \text{ изм.}} - A_{i \text{ обр.}}}{A_{i \text{ обр.}}} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

9.1.2 Определение относительной погрешности измерения виброскорости

9.1.2.1 На вход каждого АС - канала модуля подают сигнал от генератора с частотой 159,2 Гц и амплитудными значениями напряжения: 1, 10, 50, 100, 500, 1000, 2000, 5000, 8500 мВ, соответствующими значениям виброускорения ($A_{i \text{ обр.}}$): 0,1; 1,0; 5,0; 10,0; 50,0; 100; 200; 500, 850 $\text{м}/\text{с}^2$ и заданными (образцовыми) значениями СКЗ виброскорости ($V_{i \text{ обр.}}$): 0,07; 0,71; 3,5; 7,1; 35,5; 70,9; 141,8; 354,6; 603 $\text{мм}/\text{с}$. Заданные значения напряжения фиксируют при помощи вольтметра.

Примечание - При осуществлении периодической поверки в условиях эксплуатации допускается производить измерения при задаваемых амплитудных значениях: 1; 500; 8500 мВ, что соответствует СКЗ виброскорости: 0,07; 35,5; 603 $\text{мм}/\text{с}$.

9.1.2.2 На дисплее внешнего сервера считывают показания измеренного значения виброскорости ($V_{i \text{ изм.}}$).

9.1.2.3 Вычисляют основную относительную погрешность каждого АС - канала при измерении СКЗ виброскорости по формуле (2):

$$\delta_v = \frac{V_{i \text{ изм.}} - V_{i \text{ обр.}}}{V_{i \text{ обр.}}} \cdot 100 (\%) \quad (2)$$

9.1.3 Определение относительной погрешности измерения виброперемещения

9.1.3.1 Предварительно в поверяемом АС - канале программируют значение коэффициента преобразования, например, $K=100 \text{ мВ}/\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$.

9.1.3.2 На вход каждого АС - канала модуля подают сигнал от генератора с частотой 39,8 Гц и амплитудными значениями напряжения: 7, 100, 500, 1000, 5000, 8500 мВ, что соответствует заданным амплитудным значениям виброускорения 0,07; 1; 5; 10; 50, 85 $\text{м}/\text{с}^2$ и заданным (образцовым) значениям размаха виброперемещения ($S_{i \text{ обр.}}$): 2,24; 32; 160; 320; 1600; 2720 $\mu\text{м}$. Заданные значения напряжения фиксируют при помощи вольтметра.

Примечание - При осуществлении периодической поверки в условиях эксплуатации допускается производить измерения при задаваемых амплитудных значениях: 7, 500, 8500 мВ, что соответствует значениям размаха виброперемещения: 2,24; 160; 2720 мкм (виброускорение: 0,07; 5; 85 м/с²).

9.1.3.3 На дисплее внешнего сервера считывают показания измеренного значения размаха виброперемещения ($S_{i \text{ изм.}}$).

9.1.3.4 Вычисляют основную относительную погрешность каждого АС-канала при измерении размаха виброперемещения по формуле (3):

$$\delta S = \frac{S_{i \text{ изм}} - S_{i \text{ обр}}}{S_{i \text{ обр}}} \cdot 100 (\%) \quad (3)$$

9.1.4 Операция поверки считается проведенной успешно, если вычисленные значения относительной погрешности каждого АС - канала модуля по характеристикам вибрации А, V, S не превышают $\pm 3 \%$.

9.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно базовой частоты при измерении виброускорения, виброскорости и виброперемещения в диапазонах частот (АС - каналы)

9.2.1 Определение неравномерности АЧХ при измерении виброускорения

9.2.1.1 Предварительно перестраивают поверяемый канал модуля в режим АС - канала и программируют значение коэффициента преобразования, например, $K=10 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$.

9.2.1.2 На вход каждого АС - канала модуля подают сигнал (напряжение) от генератора с амплитудным значением 100 мВ, соответствующим задаваемому амплитудному значению виброускорения ($A_{i \text{ обр.}}$) $10 \text{ м}/\text{с}^2$. Заданное значение напряжения контролируют при помощи вольтметра.

9.2.1.3 Измеряют амплитудное значение виброускорения ($A_{i \text{ изм. } 159,2}$) на базовой частоте 159,2 Гц.

9.2.1.4 Изменяя частоту подаваемого от генератора сигнала в диапазоне рабочих частот при измерении виброускорения и поддерживая заданное значение виброускорения постоянным (таблица 4), измеряют амплитудные значения виброускорения на соответствующих частотах ($A_{i \text{ изм.}}$).

Примечание - При осуществлении периодической поверки в условиях эксплуатации допускается сократить число проверяемых точек до 5.

Таблица 4 - Проверка диапазона частот и неравномерности АЧХ по виброускорению

f, Гц	2	5	40	159,2	320	640	2500	5000	8000	10000
$A_{i \text{ обр.}}, \text{ м}/\text{с}^2 \text{ ПИК}$	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$A_{i \text{ изм.}}, \text{ м}/\text{с}^2 \text{ ПИК}$										
$\gamma_a, \%$				—						

9.2.1.5 Вычисляют неравномерность АЧХ каждого АС - канала модуля при измерении амплитудного значения виброускорения по формуле (4):

$$\gamma_a = \frac{A_{i \text{ изм}} - A_{\text{изм } 159,2}}{A_{\text{изм } 159,2}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (4)$$

9.2.2 Определение неравномерности АЧХ при измерении виброскорости

9.2.2.1 На вход каждого АС-канала модуля подают сигнал (напряжение) от генератора U_i обр. ПИК, значение которого соответствует СКЗ виброускорения (A_i обр.) и задаваемого (образцового) значения виброскорости (V_i обр.).

9.2.2.2 Измеряют СКЗ виброскорости (V_i изм.159,2) на базовой частоте 159,2 Гц.

9.2.2.3 Изменяя частоту подаваемого от генератора сигнала в диапазоне рабочих частот и поддерживая заданное (образцовое) значение виброскорости постоянным (таблица 5), измеряют СКЗ виброскорости (V_i изм) на соответствующих частотах.

Примечание - При осуществлении периодической поверки в условиях эксплуатации допускается сократить число проверяемых точек до 5.

Таблица 5 - Проверка диапазона частот и неравномерности АЧХ по виброскорости

f, Гц	10	40	80	159,2	320	640	1000
A_i обр., м/с ² СКЗ	1,88	7,5	15	30	60	120	187,5
U_i обр. мВ ПИК	26,6	106,3	212,6	423	846	1992	2644
V_i обр., мм/с СКЗ	30	30	30	30	30	30	30
V_i изм., мм/с СКЗ							
γ_v , %				—			

9.2.2.4 Вычисляют неравномерность АЧХ АС - канала модуля при измерении СКЗ виброскорости по формуле (5):

$$\gamma_v = \frac{V_{i \text{ изм}} - V_{\text{изм } 159,2}}{V_{\text{изм } 159,2}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (5)$$

9.2.3 Определение неравномерности АЧХ при измерении виброперемещения

9.2.3.1 На вход каждого АС-канала модуля подают сигнал (напряжение) от генератора U_i обр. ПИК, значение которого соответствует амплитуде виброускорения (A_i обр.) и амплитуде и размаху задаваемого (образцового) значения виброперемещения (S_i обр.). Заданные значения напряжения фиксируют при помощи вольтметра.

9.2.3.2 Измеряют размах виброперемещения (S_i изм 39,8) на базовой частоте 39,8 Гц.

9.2.3.3 Изменяя частоту подаваемого от генератора сигнала в диапазоне рабочих частот и поддерживая заданное (образцовое) значение размаха виброперемещения постоянным (таблица 6), измеряют размах виброперемещения (S_i изм) на соответствующих частотах.

Примечание - При осуществлении периодической поверки в условиях эксплуатации допускается сократить число проверяемых точек до 5.

Таблица 6 - Проверка диапазона частот и неравномерности АЧХ по виброперемещению

f, Гц	2	5	10	39,8	79,6	159,2	500
Ai обр., м/с ² ПИК	0,28	0,7	1,56	25	25	25	25
U i обр. мВ ПИК	2,8	7	15,6	250	250	250	250
Si обр., мкм ПИК	1795	718	400	400	100	25	2,53
Si обр., мкм Размах	3590	1436	800	800	200	50	5,06
Si изм., мкм Размах							
γs, %			—				

9.2.3.4 Вычисляют неравномерность АЧХ каждого АС - канала при измерении размаха виброперемещения по формуле (6):

$$\gamma_s = \frac{S_{i \text{ изм}} - S_{\text{изм } 39,8}}{S_{\text{изм } 39,8}} \cdot 100 (\%) \quad (6)$$

Примечание - При вычислении γs на частоте 5 Гц измеренное значение перемещения Si изм. (5) следует разделить на коэффициент, равный 1,8. При вычислении γs на частотах 79,6; 159,2 и 500 Гц измеренные значения перемещений Si изм. следует умножить на коэффициент, равный отношению (7):

$$\frac{S_{\text{обр } 39,8}}{S_{i \text{ обр}}} \quad (7)$$

9.2.4 Операция поверки считается проведенной успешно, если:

- значения неравномерности АЧХ АС - каналов для характеристики вибрации А не превышает:

- ±2 % – в диапазоне частот от 5 Гц до 2500 Гц;
- ±4 % – в диапазоне частот от 5 Гц до 5000 Гц;
- ±6 % – в диапазоне частот от 2 Гц до 5000 Гц;
- ±15 % – в диапазоне частот от 2 Гц до 10000 Гц;

- значения неравномерности АЧХ АС - каналов для характеристики вибрации V не превышает 2 % в диапазоне частот от 10 Гц до 1000 Гц.

- значения неравномерности АЧХ АС - каналов для характеристики вибрации S не превышает:

- ±3 % – в диапазоне частот от 5 Гц до 500 Гц;
- ±6 % – в диапазоне частот от 2 Гц до 500 Гц.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерений относительного перемещения (смещения) (DC – каналы)

9.3.1 Предварительно перестраивают поверяемый канал модуля в режим DC - канала и

программируют значение коэффициента преобразования, например, $K = 1 \text{ В/мм}$.

9.3.2 На вход каждого DC-канала модуля последовательно подают ряд значений напряжения постоянного тока, соответствующих типу первичного преобразователя, с которым работает данный DC - канал, на уровнях 10, 30, 50, 80 и 100 % от верхнего предела диапазона измерений. Так для коэффициента преобразования $K = 1 \text{ В/мм}$ это будет ряд значений: 1; 2; 3; 5; 8,5 В, что соответствует задаваемому ряду значений ($S_i \text{ зад}$) относительного перемещения (смещения), зазора: 1; 2; 3; 5; 8,5 мм и осуществляют измерение ($S_i \text{ изм}$).

9.3.3 Для каждого DC - канала модуля вычисляют основную абсолютную погрешность измерений относительного перемещения (смещения) (Δ_{DC}), в режиме измерений зазора по формуле (8):

$$\Delta_{\text{DC}} = S_i \text{ изм} - S_i \text{ зад} \quad (8)$$

9.3.4 Операция поверки считается проведенной успешно, если вычисленные значения основной абсолютной погрешности каждого DC - канала не превышает $\pm 5 \text{ мкм}$.

9.4 Определение абсолютной погрешности измерений частоты вращения (N-каналы)

9.4.1 Проверке подвергаются N - каналы модуля.

9.4.2 На вход каждого N - канала модуля в соответствии с таблицей 7 последовательно подают сигналы от генератора с амплитудой 3 – 5 В и частотами ($f_{\text{зад.}i}$), которым соответствуют значения частоты вращения, выраженные в об/мин ($n_{\text{зад.}i}$).

Таблица 7 - Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности измерений частоты вращения

$f_{\text{зад.}i}, \text{ Гц}$	0,5	1	5	10	40	50	83,3	166,6	333,3
$n_{\text{зад.}i}, \text{ об/мин}$	30	60	300	600	2400	3000	5000	10000	20000
$f_{\text{изм.}i}, \text{ Гц}$									
$n_{\text{изм.}i}, \text{ об/мин}$									
$\Delta \text{ обор.}, \text{ Гц}$									
$\Delta \text{ обор.}, \text{ об/мин}$									

9.4.3 Измеряют частоту вращения, выраженную в об/мин ($n_{\text{изм.}i}$) либо в Гц ($f_{\text{изм.}i}$).

9.4.4 Вычисляют основную абсолютную погрешность измерений частоты вращения по формуле (9):

$$\Delta \text{ обор.} = (n_{\text{изм.}i} - n_{\text{зад.}i}), \text{ (об/мин)} \quad (9)$$

Примечание - Допускается осуществлять вычисление погрешности измерений частоты вращения по формуле (10):

$$\Delta \text{ обор.} = (f_{\text{изм.}i} - f_{\text{зад.}i}), \text{ (Гц)} \quad (10)$$

9.4.5 Результат операции поверки считается положительным, если значение основной абсолютной погрешности измерений частоты вращения, полученное по результатам экспериментальной проверки, не превысило наибольшее значения, вычисленного по формуле (11):

$$\pm (1,2 + 0,0025 \cdot n), \text{ об/мин} \quad (11)$$

где n – частота вращения, об/мин

Примечание - Допускается осуществлять оценку погрешности измерений частоты вращения по формуле (12):

$$\pm (0,02 + 0,0025 \cdot f), \text{ Гц} \quad (12)$$

где f – частота вращения, Гц

10. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Модуль считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если он прошел поверку по каждому пункту данной методики поверки и все максимальные значения погрешностей измерений не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Модуль, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным и допускается к применению.

Результаты поверки модулей 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.

При проведении поверки в сокращенном объеме обязательно должен указываться объем проведенной поверки.

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

11.3. Протокол поверки оформляется в произвольном виде.

Зам. начальника отдела 204
ФГБУ «ВНИИМС»

 В.П. Кывыржик

Начальник лаборатории 204/3
ФГБУ «ВНИИМС»

 А.Г. Волченко

Инженер 1 категории лаборатории 204/3
ФГБУ «ВНИИМС»

 Н.В. Лункин