



ФБУ «Омский ЦСМ»
Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии
и испытаний в Омской области»

644116, Омская обл., г. Омск,
ул. Северная 24-я, д. 117А
☎ (3812) 68-07-99, 68-22-28
🌐 <https://csm.omsk.ru>
✉ info@ocsm.omsk.ru

Уникальный номер записи
об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц

RA.RU.311670

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
по метрологии
ФБУ «Омский ЦСМ»

С.П. Волков

«14» августа 2024 г.

«ГСИ. Системы КОМПАКС®-ПАЗ 7211.
Методика поверки»

МП 5.2-0341-2024

г. Омск
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы КОМПАКС®-ПАЗ 7211 (далее – системы) и их измерительные каналы (далее – ИК), выпускаемые ООО НПЦ «Динамика», по КОВМ.421451.011 ТУ «Система КОМПАКС®-ПАЗ 7211. Технические условия», и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки применяется для поверки систем, используемых в качестве рабочих средств измерений в соответствии со следующими государственными поверочными схемами (далее – ГПС):

- государственная поверочная схема для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденная приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772;

- государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденная приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 (с изменениями, внесенными приказом Росстандарта от 15 августа 2022 г.);

- государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденная приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520;

- государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты, утвержденная приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360;

- государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденная приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706;

- государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденная приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091.

1.3 При определении метрологических характеристик систем в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц величин в соответствии с ГПС, подтверждающая прослеживаемость к:

- государственному первичному специальному эталону единицы единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела ГЭТ 58-2018;

- государственному первичному эталону единицы длины - метра ГЭТ 2-2021;

- государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023;

- государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022;

- государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот от 10 до $3 \cdot 10^7$ Гц ГЭТ 89-2008;

- государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики ИК систем, приведенные в Приложении А.

1.5 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений применяются метод непосредственного сличения и метод прямого измерения.

1.6 Допускается проведение поверки отдельных ИК из состава систем на основании письменного заявления владельца системы или лица, представившего ее на поверку, оформленного в произвольной форме.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
Определение метрологических характеристик ИК СКЗ параметров абсолютной вибрации	Да*	Да*	10.1
Определение метрологических характеристик ИК параметров относительной вибрации	Да*	Да*	10.2
Определение метрологических характеристик ИК расстояния до контролируемой поверхности	Да*	Да*	10.3
Определение метрологических характеристик ИК расстояния до контролируемой поверхности	Да*	Да*	10.4
Определение метрологических характеристик ИК силы постоянного тока	Да*	Да*	10.5
Определение метрологических характеристик ИК напряжения	Да*	Да*	10.6
Определение метрологических характеристик ИК частоты (частоты вращения)	Да*	Да*	10.7
Определение метрологических характеристик канала воспроизведения силы постоянного тока			
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
* При условии наличия ИК в составе системы, представленной на поверку			

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800);
- напряжение питающей сети переменного тока, В от 207 до 253;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

П р и м е ч а н и е – При выполнении поверки условия окружающей среды для основных и вспомогательных средств поверки должны соответствовать требованиям, указанным в их эксплуатационной документации.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверку систем осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, имеющие удостоверение на право работы на электроустановках напряжением до 1000 В и группу по электробезопасности не ниже II, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на систему и средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Основные и вспомогательные средства поверки

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне измерений от + 15 °С до + 25 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 3 %	
	Средство измерений абсолютного давления в диапазоне измерений от 84,0 до 106,7 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ кПа	
	Средство измерений СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 207 до 253 В с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 4 В	Вольтметр универсальный цифровой GDM-8642 (рег. № 34295-07)
	Средство измерений частоты переменного тока в диапазоне измерений от 49 до 51 Гц с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,2$ Гц	
п.10.1 Определение метрологических характеристик ИК СКЗ параметров абсолютной вибрации	Поверочная виброустановка 2-го разряда (по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2772) единиц виброускорения от 1 до 100 м/с ² в диапазоне частот от 5 до 3000 Гц и виброскорости от 1 до 100 мм/с в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц	Виброустановка поверочная АТ-9000 (рег. № 76471-19)
	Поверочная виброустановка 2-го разряда (по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2772) единиц виброускорения от 1 до 100 м/с ² в диапазоне частот от 10 до 3000 Гц и виброскорости от 1 до 100 мм/с в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц	Калибратор 8003 (рег. № 25732-03)

Продолжение таблицы 2

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10.2 Определение метрологических характеристик ИК параметров относительной вибрации	Поверочная виброустановка 2-го разряда (по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2772) единиц виброускорения от 1 до 100 м/с ² на частотах 40 и 159.2 Гц	Калибратор 8003 (рег. № 25732-03)
	Генератор синусоидального сигнала частотой от 5 до 2000 Гц с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 2 \cdot 10^{-5}$ и диапазоном амплитуды выходного сигнала до 500 мВ с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,02 \cdot U_{pp} + 0,002)$	Генератор сигналов произвольной формы 33521А (рег. № 52150-12)
	Набор щупов с диапазоном, позволяющим получить значение в 1,8 мм	Щупы набора 3 (рег. № 369-73)
	Имитатор вала КОБМ.466211.001	
	Имитатор перемещений КОБМ.442269.002	
	Приспособление для крепления датчиков перемещения КОБМ.442253.001	
п.10.3 Определение метрологических характеристик ИК расстояния до контролируемой поверхности	Рабочий эталон 4-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840, для средств измерений длины в диапазоне измерений от 0,8 до 2,8 мм	Головки микрометрические МГ (рег. № 7422-79)
	Устройство для тарировки датчиков перемещения КОБМ.441465.004	
п.10.4 Определение метрологических характеристик ИК силы постоянного тока	Рабочий эталон 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091, для средств измерений силы постоянного тока в диапазоне измерений от 0,5 до 20 мА	Мультиметр цифровой 34465А (рег. № 63371-16)
	Калибратор, воспроизводящий сигналы напряжения постоянного тока в диапазоне от -1000 до +1000 мВ	Генератор сигналов произвольной формы 33521А (рег. № 52150-12)
	Приспособление для проверки блока ПАЗ КОБМ.441461.017	
п.10.5 Определение метрологических характеристик ИК напряжения	Рабочий эталон 3-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520, для средств измерений постоянного электрического напряжения в диапазоне от 0,5 до 20 В	Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 47717-11)

Продолжение таблицы 2

Продолжение таблицы 2

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10.5 Определение метрологических характеристик ИК напряжения	Рабочий эталон 3-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706, для средств измерений переменного электрического напряжения в диапазоне измерений от 0,035 до 7,070 В в диапазоне частот от 3 до 10000 Гц	Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 47717-11)
	Калибратор, воспроизводящий сигналы напряжения постоянного тока в диапазоне от -1000 до +1000 мВ	Генератор сигналов произвольной формы 33521А (рег. № 52150-12)
	Калибратор, воспроизводящий сигналы напряжения переменного тока в диапазоне от 10 до 1000 мВ частотой от 3 до 10000 Гц	
	Приспособление для проверки блока ПАЗ КОВМ.441461.017	
п.10.6 Определение метрологических характеристик ИК частоты (частоты вращения)	Рабочий эталон 5-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, для средств измерений времени и частоты с диапазоном измерений от 1 до 100000 Гц	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/6 (рег. № 56478-14)
	Генератор сигнала прямоугольной формы частотой от 1 до 10000 Гц амплитудой 10 В	Генератор сигналов произвольной формы 33521А (рег. № 52150-12)
п.10.7 Определение метрологических характеристик канала воспроизведения силы постоянного тока	Рабочий эталон 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091, для средств измерений силы постоянного тока с диапазоном измерений от 4 до 20 мА	Мультиметр цифровой 34465А (рег. № 63371-16)
	Калибратор, воспроизводящий сигналы напряжения постоянного тока в диапазоне от -1000 до +1000 мВ	Генератор сигналов произвольной формы 33521А (рег. № 52150-12)
	Приспособление для проверки блока ПАЗ КОВМ.441461.017	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Лица, проводящие поверку, должны быть ознакомлены с правилами (условиями) безопасной работы систем, оборудования и средств поверки, указанными в их эксплуатационной документации, и пройти инструктаж по технике безопасности.

6.2 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

6.3 Любые подключения проводить только при отключенном напряжении питания комплекса.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие поверяемого ИК системы следующим требованиям:

- корпуса первичных преобразователей (датчиков), адаптеров, измерительных модулей ИК системы не имеют механических повреждений;

- соединительных кабели и разъемы не имеют механических повреждений;

- все электрооборудование заземлено;

- контрольные пломбы завода-изготовителя компонентов ИК системы не нарушены;

- комплектность ИК должна соответствовать приведенной в формуляре на систему.

7.2 ИК системы, не соответствующий перечисленным требованиям, к дальнейшей поверке не допускается, результаты поверки считают отрицательными.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки и в процессе выполнения операций поверки проверяют и контролируют соответствие условий поверки требованиям, приведенным в п.3 настоящей методики поверки.

8.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с указаниями, приведенными в их эксплуатационной документации.

8.3 Собирают схемы для проверки ИК системы, приведенные в приложении Б.

8.4 Включают систему и подключаются к ней через Web-интерфейс.

8.5 В случае выявления нарушений при работе Web-интерфейса, система к дальнейшей поверке не допускается, результаты поверки считают отрицательными.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификация программного обеспечения проводится проверкой наименования, версии и цифрового идентификатора метрологически значимой части функционального программного обеспечения ИС. Проверка проводится в следующем порядке:

9.2 Программное обеспечение (далее – ПО) блока ПА3 является его неотъемлемой функциональной составляющей. ПО записывается на этапе производства предприятием-изготовителем и в процессе эксплуатации недоступно для пользователя. Идентификационные данные ПО приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение для ПО блока ПА3 2002 (системного контроллера 3066.1)
Идентификационное наименование ПО	3066.bin
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 3.1
Цифровой идентификатор ПО	недоступен

9.3 Для проверки ПО выбирают вкладку «Настройки» на главной странице Web-интерфейса и в открывшемся информационном окне считывают идентификационные данные ПО.

9.4 Результаты проверки считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют приведенным в таблице 3. Результаты поверки считают отрицательными, если идентификационные данные программного обеспечения не соответствуют приведенным в таблице 3.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик ИК СКЗ параметров абсолютной вибрации

10.1.1 Для определения основной относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения и виброскорости собирают рабочее место по схеме, приведенной на рисунке Б.1 Приложения Б. Устанавливают эталонный вибропреобразователь и ВИП или датчик вибрации из состава ИК на виброустановке таким образом, чтобы ось чувствительности эталонного вибропреобразователя и ВИП или датчика вибрации совпадала с направлением колебаний.

10.1.2 Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ виброускорения и виброскорости в рабочем диапазоне значений на базовой частоте 159,2 Гц проводят при значениях СКЗ виброускорения: 1,0; 25; 50; 75; 100 м/с², задаваемых на виброустановке.

Примечания:

1 Величины СКЗ виброскорости V , мм/с, и СКЗ виброускорения a , м/с², связаны следующим уравнением:

$$V = \frac{a}{2 \cdot \pi \cdot f} \cdot 10^3, \quad (1)$$

где f – частота колебаний, Гц.

2 При частоте колебаний $f = 159,2$ Гц принимают, что значение СКЗ виброускорения, м/с², численно равно значению СКЗ виброскорости, мм/с.

10.1.3 Показания системы регистрируют на главной странице Web-интерфейса.

10.1.4 По результатам каждого измерения определяют основную относительную погрешность измерений СКЗ параметров абсолютной вибрации δ_{ai} , %, в рабочем диапазоне значений на базовой частоте 159,2 Гц по формуле:

$$\delta_{ai} = \frac{x_i - x_{di}}{x_{di}} \cdot 100, \quad (2)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении входного сигнала СКЗ виброускорения (мм/с) или СКЗ виброскорости (м/с²);

x_{di} – действительное значение СКЗ виброускорения (мм/с) или СКЗ виброскорости (м/с²), задаваемое на виброустановке и измеренное эталонным вибропреобразователем.

10.1.5 Определение основной относительной погрешности измерений СКЗ параметров абсолютной вибрации в рабочем диапазоне частот проводят при значениях, задаваемых на виброустановке, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Значения параметров, задаваемые на виброустановке при определении основной относительной погрешности измерений СКЗ параметров абсолютной вибрации в рабочем диапазоне частот

Частота колебаний f , Гц	СКЗ виброускорения a , м/с ²	СКЗ виброскорости V , мм/с (a , м/с ²)	Частота колебаний f , Гц	СКЗ виброускорения a , м/с ²	СКЗ виброскорости V , мм/с (a , м/с ²)
5	2	—	200	10	16 (20,10)
10	5	32 (2,00)	315	10	16 (31,65)
15	5	32 (3,00)	630	10	16 (63,30)
20	5	32 (4,00)	1000	10	16 (100,50)
40	10	16 (4,00)	1250	10	—
80	10	16 (8,00)	2500	10	—
159,2	10	16 (16,00)	3000	10	—

10.1.6 Показания системы регистрируют на главной странице Web-интерфейса.

10.1.7 По результатам каждого измерения определяют основную относительную погрешность измерений СКЗ параметров абсолютной вибрации δ_{fi} , %, в рабочем диапазоне частот по формуле:

$$\delta_{fi} = \frac{x_i - x_{di}}{x_{di}} \cdot 100, \quad (3)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении входного сигнала СКЗ виброускорения (мм/с) СКЗ виброскорости (м/с²),

x_{di} – действительное значение СКЗ виброускорения (мм/с) или СКЗ виброскорости (м/с²), задаваемое на виброустановке и измеренное эталонным вибропреобразователем.

10.1.8 Результаты поверки ИК системы считают положительными, если основные относительные погрешности измерений СКЗ параметров абсолютной вибрации δ_{ai} , %, в рабочем диапазоне значений на базовой частоте (159,2 Гц) и основные относительные погрешности измерений СКЗ параметров абсолютной вибрации в рабочем диапазоне частот δ_{fi} , %, не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице А.1 Приложения А. Результаты поверки ИК системы считают отрицательными, если основные относительные погрешности измерений СКЗ параметров абсолютной вибрации δ_{ai} , %, в рабочем диапазоне значений на базовой частоте (159,2 Гц) и основные относительные погрешности измерений СКЗ параметров абсолютной вибрации в рабочем диапазоне частот δ_{fi} , %, превышают допускаемые пределы, приведенных в таблице А.1 Приложения А.

10.2 Определение метрологических характеристик ИК параметров относительной вибрации

10.2.1 Для определения основной приведенной погрешности измерений размаха относительного виброперемещения собирают рабочее место по схеме, приведенной на рисунке Б.2 Приложения Б. Датчик перемещения 5007 устанавливают в держатель таким образом, чтобы ось датчика совпадала с направлением колебаний. При помощи щупов устанавливают начальный зазор между датчиком и имитатором вала 1800 мкм.

Примечание – Величины размаха виброперемещения S_{2a} , мкм, и СКЗ виброускорения a , м/с², связаны следующим уравнением:

$$S_{2a} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot a}{(2\pi f)^2} \cdot 10^6, \quad (4)$$

где f – частота колебаний, Гц.

10.2.2 Определение основной относительной погрешности измерений размаха относительного виброперемещения проводят при значениях, задаваемых на виброустановке, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Значения параметров, задаваемые на виброустановке при определении основной приведенной погрешности измерений размаха относительного виброперемещения

Частота колебаний f , Гц	СКЗ виброускорения a , м/с ²	Размах относительного виброперемещения S_{2a} , мкм	Частота колебаний f , Гц	СКЗ виброускорения a , м/с ²	Размах относительного виброперемещения S_{2a} , мкм
159,2	17,68	50	40	11,17	500
159,2	35,37	100	40	22,34	1000
159,2	70,73	200	40	31,27	1400
40	8,93	400	—	—	—

10.2.3 Показания системы регистрируют на главной странице Web-интерфейса.

10.2.4 По результатам каждого измерения определяют основную приведенную погрешность измерений размаха относительного виброперемещения $\gamma_{SPR\ i}$, %, по формуле:

$$\gamma_{SPR\ i} = \frac{x_i - x_{di}}{x_n} \cdot 100, \quad (5)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении входного сигнала размаха относительного виброперемещения, мкм;

x_{di} – действительное значение размаха относительного виброперемещения, задаваемое на виброустановке, мкм;

x_n – нормирующее значение: верхний предел диапазона измерений ($x_n = 1400$), мкм.

10.2.5 Для определения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении относительного виброперемещения в рабочем диапазоне частот собирают рабочее место по схеме, приведенной на рисунке Б.3 Приложения Б. Устанавливают в приспособление для снятия статической характеристики датчик перемещения 5007 и имитатор перемещений. Торцы датчика и имитатора сводят на минимально возможное расстояние. Подключают имитатор перемещений к генератору сигналов.

10.2.6 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении относительного виброперемещения в рабочем диапазоне частот проводят при следующих значениях частоты синусоидального сигнала размахом 200 мкм: 5; 10; 20; 40; 80; 159,2; 320; 500; 1000; 2000 Гц.

10.2.7 Показания системы регистрируют на главной странице Web-интерфейса.

10.2.8 По результатам каждого измерения определяют неравномерность амплитудно-частотной характеристики при измерении относительного виброперемещения в рабочем диапазоне частот $\gamma_{SPRf\ i}$, %, по формуле:

$$\gamma_{SPRf\ i} = \frac{x_i - x_6}{x_6} \cdot 100, \quad (6)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении входного сигнала размаха относительного виброперемещения, мкм;

x_6 – показания системы при значении входного сигнала размаха относительного виброперемещения на базовой частоте 159,2 Гц, мкм.

10.2.9 Результаты поверки ИК системы считают положительными, если основные относительные погрешности измерений размаха относительного виброперемещения $\gamma_{SPR\ i}$, % и неравномерность амплитудно-частотной характеристики при измерении относительного виброперемещения в рабочем диапазоне частот $\gamma_{SPRf\ i}$, %, не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице А.2 Приложения А. Результаты поверки ИК системы считают отрицательными, если основные относительные погрешности измерений размаха относительного виброперемещения $\gamma_{SPR\ i}$, % и неравномерность амплитудно-частотной характеристики при измерении относительного виброперемещения в рабочем диапазоне частот $\gamma_{SPRf\ i}$, %, превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице А.2 Приложения А.

10.3 Определение метрологических характеристик ИК расстояния до контролируемой поверхности

10.3.1 Для определения основной приведенной погрешности измерений расстояния до контролируемой поверхности собирают рабочее место по схеме, приведенной на рисунке Б.4 Приложения Б.

10.3.2 Определение основной приведенной погрешности измерений расстояния до контролируемой поверхности проводят при пяти значениях расстояния от пластины до датчика: 800; 1300; 1800; 2300; 2800 мкм. Значения расстояния от пластины до датчика устанавливают, передвигая пластину вращением винта.

10.3.3 Показания системы регистрируют на главной странице Web-интерфейса.

10.3.4 По результатам каждого измерения определяют основную приведенную погрешность измерений расстояния до контролируемой поверхности $\gamma_{SPA i}$, %, по формуле:

$$\gamma_{SPA i} = \frac{x_i - x_{di}}{x_n} \cdot 100, \quad (7)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении расстояния до контролируемой поверхности, мкм;
 x_{di} – действительное расстояния до контролируемой поверхности, мкм;
 x_n – нормирующее значение: верхний предел диапазона измерений ($x_n = 2800$), мкм.

10.3.5 Результаты поверки ИК системы считают положительными, если основные приведенные погрешности измерений расстояния до контролируемой поверхности $\gamma_{SPA i}$, %, не превышают допустимых пределов, приведенных в таблице А.3 Приложения А. Результаты поверки ИК системы считают отрицательными, если основные приведенные погрешности измерений расстояния до контролируемой поверхности $\gamma_{SPA i}$, %, превышают допустимых пределов, приведенных в таблице А.3 Приложения А.

10.4 Определение метрологических характеристик ИК силы постоянного тока

10.4.1 Для определения основной приведенной погрешности измерений силы постоянного тока собирают рабочее место по схеме, приведенной на рисунке Б.5 Приложения Б.

10.4.2 Определение основной приведенной погрешности измерений силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА проводят при значениях силы тока: 4,0; 8,0; 12,0; 16,0; 20,0 мА. Определение основной приведенной погрешности измерений силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА проводят при значениях силы тока: 0,5; 4,0; 8,0; 12,0; 16,0; 20,0 мА. Значения силы постоянного тока задают при помощи генератора и приспособления для проверки блока ПАЗ и контролируют с помощью мультиметра.

10.4.3 Показания системы регистрируют на главной странице Web-интерфейса.

10.4.4 По результатам каждого измерения определяют основную приведенную погрешность измерений силы постоянного тока $\gamma_{I i}$, %, по формуле:

$$\gamma_{I i} = \frac{x_i - x_{di}}{x_n} \cdot 100, \quad (8)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении входного сигнала силы постоянного тока, мА;
 x_{di} – значение силы постоянного тока, измеренное мультиметром, мА;
 x_n – нормирующее значение: диапазон измерений, мА.

10.4.5 Результаты поверки ИК системы считают положительными, если основные приведенные погрешности измерений силы постоянного тока $\gamma_{I i}$, %, не превышают допустимых пределов, приведенных в таблице А.4 Приложения А. Результаты поверки ИК системы считают отрицательными, если основные приведенные погрешности измерений силы постоянного тока $\gamma_{I i}$, %, превышают допустимых пределов, приведенных в таблице А.4 Приложения А.

10.5 Определение метрологических характеристик ИК напряжения

10.5.1 Для определения основной приведенной погрешности измерений напряжения собирают рабочее место по схеме, приведенной на рисунке Б.5 Приложения Б.

10.5.2 Определение основной приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока в диапазоне от -20 до 0 В проводят при значениях напряжения: -20,0; -18,0; -12,0; -6,0; -0,5 В. Определение основной приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 В проводят при значениях напряжения: 0,5; 6,0; 12,0; 18,0; 20,0 В. Определение основной приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 10 В проводят при значениях напряжения: 0,5; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 В. Значения напряжения задают при помощи генератора и приспособления для проверки блока ПАЗ, а контролируют с помощью мультиметра.

10.5.3 Показания системы регистрируют на главной странице Web-интерфейса.

10.5.4 По результатам каждого измерения определяют основную приведенную погрешность измерений напряжения постоянного тока $\gamma_{U_{\text{пост } i}}$, %, по формуле:

$$\gamma_{U_{\text{пост } i}} = \frac{x_i - x_{di}}{x_n} \cdot 100, \quad (9)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении входного сигнала напряжения постоянного тока, В;

x_{di} – значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром, В;

x_n – нормирующее значение: верхний (нижний при обратной полярности) предел диапазона измерений, В.

10.5.5 Определение основной приведенной погрешности измерений СКЗ и размаха напряжения переменного тока в диапазоне от -20 до 0 В проводят при значениях СКЗ напряжения переменного тока: 0,071; 2,120; 4,240; 7,070 В, при уровне постоянной составляющей -10 В, и частоте сигнала: 3; 10; 160; 2000; 10000 Гц. Определение основной приведенной погрешности измерений СКЗ и размаха напряжения переменного тока в диапазоне от 0 до 20 В проводят при значениях СКЗ напряжения переменного тока 0,071; 2,120; 4,240; 7,070 В, при уровне постоянной составляющей 10 В, и частоте сигнала: 3; 10; 160; 2000; 10000 Гц. Определение основной приведенной погрешности измерений СКЗ и размаха напряжения переменного тока в диапазоне от 0 до 10 В проводят при значениях СКЗ напряжения переменного тока: 0,035; 0,880; 1,770; 3,530 В, при уровне постоянной составляющей 5 В, и частоте сигнала: 3; 10; 160; 2000; 10000 Гц. Значения СКЗ напряжения задают при помощи генератора и приспособления для проверки блока ПА3 и контролируют с помощью мультиметра.

10.5.6 Показания системы регистрируют на главной странице Web-интерфейса.

10.5.7 По результатам каждого измерения определяют основную приведенную погрешность измерений СКЗ напряжения переменного тока $\gamma_{U_{\text{скз } i}}$, %, по формуле:

$$\gamma_{U_{\text{скз } i}} = \frac{x_i - x_{di}}{x_n} \cdot 100, \quad (10)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении входного сигнала СКЗ напряжения переменного тока, В;

x_{di} – значение СКЗ напряжения переменного тока, измеренное мультиметром, В;

x_n – нормирующее значение: верхний предел диапазона измерений СКЗ напряжения переменного тока, В.

10.5.8 По результатам каждого измерения определяют основную приведенную погрешность измерений размаха напряжения переменного тока $\gamma_{U_p i}$, %, по формуле:

$$\gamma_{U_p i} = \frac{x_i - 2 \cdot \sqrt{2} \cdot x_{di}}{\frac{x_{\text{max}}}{2 \cdot \sqrt{2}}} \cdot 100, \quad (11)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении входного сигнала размаха напряжения переменного тока, В;

x_{di} – значение СКЗ напряжения переменного тока, измеренное мультиметром, В;

x_{max} – верхний предел диапазона измерений размаха напряжения переменного тока, В.

10.5.9 Результаты поверки ИК системы считают положительными, если основные приведенные погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока $\gamma_{U_{\text{скз } i}}$, %, и (или) основные приведенные погрешности измерений размаха напряжения переменного тока $\gamma_{U_p i}$, %, не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице А.5 Приложения А. Результаты поверки ИК системы считают отрицательными, если основные приведенные погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока $\gamma_{U_{\text{скз } i}}$, %, и (или) основные приведенные погрешности измерений размаха напряжения переменного тока $\gamma_{U_p i}$, %, превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице А.5 Приложения А.

10.6 Определение метрологических характеристик ИК частоты (частоты вращения)

10.6.1 Для определения основной относительной погрешности измерений частоты вращения собирают рабочее место по схеме, приведенной на рисунке Б.6 Приложения Б. Датчик перемещения 5007 устанавливают при помощи держателя напротив паза, шпонки или зубчатого колеса, размещенных на валу двигателя. Расстояние от торца датчика перемещения до вала, шпонки или зубчатого колеса должно быть от 1,8 до 2,0 мм. Включают двигатель с регулируемой частотой вращения и по частотомеру задают частоту вращения двигателя 400 об/мин. Регистрируют сигнал от датчика перемещения на главной странице Web-интерфейса – измеренное значение частоты вращения ($6,667 \pm 0,006$) Гц.

Примечание – Величины частота оборотов N , об/мин, и частота, измеренная частотомером, F , Гц, связаны следующим уравнением:

$$F = \frac{N}{60} \quad (12)$$

10.6.2 Переводят переключатель в положение подачи сигнала от генератора на вход измерительного модуля. Определение основной относительной погрешности измерений частоты вращения проводят при следующих значениях частоты прямоугольного сигнала (значение размаха (200 ± 20) мВ при уровне постоянной составляющей (300 ± 30) мВ): 1; 10; 100; 1000; 5000; 10000 Гц, задаваемых генератором. Значение установленной частоты сигнала контролируют с помощью частотомера.

10.6.3 Показания системы регистрируют на главной странице Web-интерфейса.

10.6.4 По результатам каждого измерения определяют основную относительную погрешность измерений частоты вращения δ_{Fi} , %, по формуле:

$$\delta_{Fi} = \frac{x_i - x_{di}}{x_{di}} \cdot 100, \quad (13)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении входного сигнала частоты вращения, Гц;
 x_{di} – значение частоты вращения, измеренное частотомером, Гц.

10.6.5 Результаты поверки ИК системы считают положительными, если основные относительные погрешности измерений частоты вращения δ_{Fi} , %, не превышают допустимых пределов, приведенных в таблице А.6 Приложения А. Результаты поверки ИК системы считают отрицательными, если основные относительные погрешности измерений частоты вращения δ_{Fi} , %, превышают допустимых пределов, приведенных в таблице А.6 Приложения А.

10.7 Определение метрологических характеристик канала воспроизведения силы постоянного тока

10.7.1 Для определения основной приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока собирают рабочее место по схеме, приведенной на рисунке Б.7 Приложения Б. В настройках блока ПА3 2002 в качестве измеряемого параметра выбрать силу постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА.

10.7.2 Определение основной приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА проводят при значениях силы тока: 4; 8; 12; 16; 20 мА. Значения параметра задают при помощи генератора и приспособления для проверки блока ПА3, и контролируют на главной странице Web-интерфейса.

10.7.3 Воспроизводимые значения силы постоянного тока измеряют с помощью мультиметра.

10.7.4 По результатам каждого измерения определяют основную приведенную погрешность воспроизведения силы постоянного тока $\gamma_{Iвсп\ i}$, %, по формуле:

$$\gamma_{Iвсп\ i} = \frac{x_i - x_{di}}{x_n} \cdot 100, \quad (15)$$

где x_i – показания системы при i -ом значении входного сигнала силы постоянного тока, мА;
 x_{di} – значение силы постоянного тока, измеренное мультиметром, мА;
 x_n – нормирующее значение: диапазон воспроизведения ($\gamma_{Iвсп\ i} = 16$), мА.

10.7.5 Результаты поверки ИК системы считают положительными, если основные приведенные погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\gamma_{I_{восп} i}$, %, не превышают допустимых пределов, приведенных в таблице А.7 Приложения А. Результаты поверки ИК системы считают отрицательными, если основные приведенные погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\gamma_{I_{восп} i}$, %, превышают допустимых пределов, приведенных в таблице А.7 Приложения А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. В случае проведения поверки отдельных ИК из состава системы, в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются сведения об объеме проведенной поверки.

11.3 В случае положительных результатов первичной или периодической поверок систему считают соответствующей установленным метрологическим требованиям и пригодной к дальнейшему применению. По заявлению владельца системы или лица, представившего ее на поверку, на систему выдается свидетельство о поверке установленного образца.

11.4 В случае отрицательных результатов первичной или периодической поверок, по заявлению владельца системы или лица, представившего ее на поверку, на систему выдается извещение о непригодности к применению установленного образца с указанием причин непригодности.

Начальник отдела поверки и калибровки средств измерений
геометрических величин ФБУ «Омский ЦСМ»



П.А. Мокеев

Начальник отдела поверки и калибровки средств измерений
электромагнитных величин ФБУ «Омский ЦСМ»



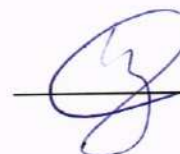
О.Н. Авласенок

Начальник отдела поверки и калибровки средств измерений
теплотехнических и физико-химических величин
и испытаний средств измерений ФБУ «Омский ЦСМ»



Д.А. Воробьев

Инженер по метрологии отдела поверки и калибровки
средств измерений теплотехнических и физико-химических
величин и испытаний средств измерений ФБУ «Омский ЦСМ»



И.О. Богданов

Приложение А
(справочное)

Метрологические характеристики ИК систем

Таблица А.1 – Метрологические характеристики каналов измерений СКЗ параметров абсолютной вибрации (с ВИП АВ-311FR, датчиками вибрации 5150, 5160)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений СКЗ виброускорения, м/с ²	от 1 до 100
Диапазон измерений СКЗ виброскорости, мм/с	от 1 до 100
Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброускорения, Гц	от 5 до 3000 от 10 до 3000
Диапазон рабочих частот при измерении СКЗ виброскорости, Гц	от 10 до 1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности в рабочем диапазоне значений на базовой частоте 159,2 Гц при измерении, %:	
- СКЗ виброускорения	± 2,5
- СКЗ виброскорости	± 3,5
Пределы допускаемой относительной погрешности в рабочем диапазоне частот при измерении, %:	
- СКЗ виброускорения в диапазоне:	
- от 5 до 10 Гц	±5,0
- от 10 до 3000 Гц	±3,5
- СКЗ виброскорости	±4,0

Таблица А.2 – Метрологические характеристики каналов измерений параметров относительной вибрации (с датчиком перемещения 5007)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений размаха относительного виброперемещения, мкм, при начальном зазоре 1800 мкм	от 50 до 1400
Диапазон рабочих частот при измерении относительного виброперемещения, Гц	от 5 до 2000
Пределы допускаемой основной приведенной (к верхнему пределу диапазона измерений) погрешности измерений размаха относительного виброперемещения, %	± 5,0
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики при измерении относительного виброперемещения в рабочем диапазоне частот, %, не более	± 5,0

Таблица А.3 – Метрологические характеристики каналов измерений расстояния до контролируемой поверхности (с датчиком перемещения 5007)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений расстояния до контролируемой поверхности, мкм	от 800 до 2800
Пределы допускаемой основной приведенной (к верхнему пределу диапазона измерений) погрешности измерений расстояния до контролируемой поверхности, %	± 5,0

Таблица А.4 – Метрологические характеристики каналов измерений силы постоянного тока

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений силы постоянного тока, мА*	от 4 до 20 от 0 до 20
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений силы постоянного тока, %	± 0,6
* Диапазон измерений зависит от типа подключаемого датчика.	

Т а б л и ц а А . 5 – Метрологические характеристики каналов измерений напряжения

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В*	от 0 до 10 от 0 до 20
Диапазон измерений размаха напряжения переменного тока (Пик-Пик)**, В	от 0 до 10 от 0 до 20
Диапазон частот напряжения переменного тока, Гц	от 3 до 10000
Пределы допускаемой основной приведенной (к верхнему пределу диапазона измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой основной приведенной (к верхнему пределу диапазона измерений) погрешности измерений СКЗ и размаха напряжения переменного тока в диапазоне частот, %	$\pm 1,5$
*Диапазон измерений зависит от типа подключаемого датчика. При подключении датчика может использоваться обратная полярность. ** Диапазон измерений зависит от типа подключаемого датчика.	

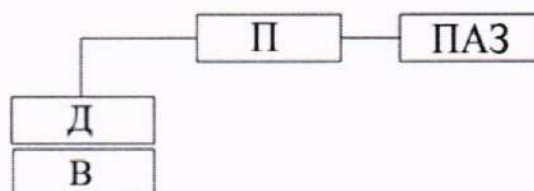
Т а б л и ц а А . 6 – Метрологические характеристики каналов измерений частоты (и частоты вращения с датчиком перемещения 5007)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений частоты (частоты вращения), Гц	от 1 до 10000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений частоты (частоты вращения), %	$\pm 0,1$

Т а б л и ц а А . 7 – Метрологические характеристики каналов воспроизведения силы постоянного тока

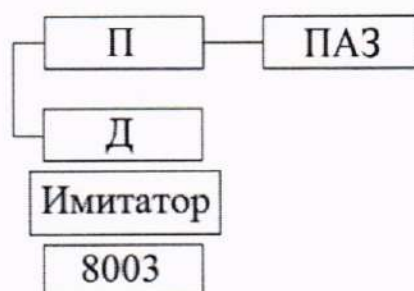
Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону воспроизведения) погрешности воспроизведения силы постоянного тока, %	$\pm 0,6$

Приложение Б
(справочное)
Типовые схемы проверки ИК системы



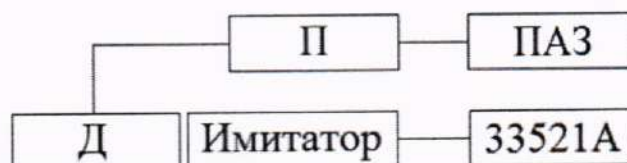
Д – ВИП АВ-311FR или датчик вибрации 5150, 5160;
 П – преобразователь 4503.21;
 ПАЗ – блок ПАЗ;
 В – виброустановка поверочная

Р и с у н о к Б . 1 – Схема проверки ИК СКЗ параметров абсолютной вибрации



Д – датчик перемещения 5007;
 П – преобразователь 4517;
 ПАЗ – блок ПАЗ;
 Имитатор – имитатор вала КОБМ.466211.001;
 8003 – калибратор 8003

Р и с у н о к Б . 2 – Схема проверки ИК параметров относительной вибрации



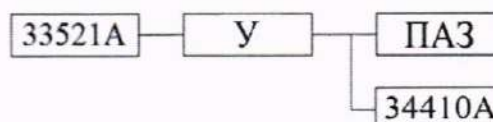
Д – датчик перемещения 5007;
 П – преобразователь 4517;
 ПАЗ – блок ПАЗ;
 Имитатор – имитатор перемещений КОБМ.442269.002;
 33521А – генератор сигналов 33521А

Р и с у н о к Б . 3 – Схема проверки для определения неравномерности АЧХ ИК относительной вибрации



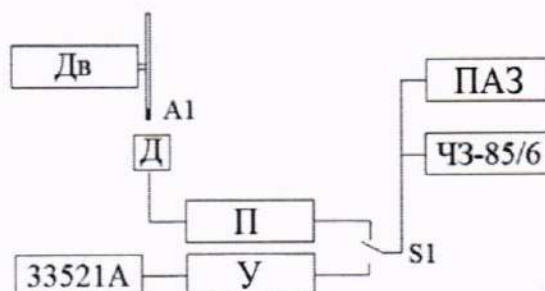
Д – датчик перемещения 5007;
 П – преобразователь 4517;
 ПАЗ – блок ПАЗ;
 Имитатор – устройство для тарировки датчиков перемещения
 КОВМ.441465.004;
 МГ – головка метрометрическая

Р и с у н о к Б . 4 – Схема проверки ИК расстояния до контролируемой поверхности



ПАЗ – блок ПАЗ;
 У – приспособление для проверки блока ПАЗ КОВМ.441461.017;
 33521А – генератор сигналов 33521А;
 34410А – мультиметр 34410А

Р и с у н о к Б . 5 – Схема проверки ИК силы тока и напряжения



Д – датчик перемещения 5007;
 П – преобразователь 4517;
 ПАЗ – блок ПАЗ;
 А1 – диск;
 Дв – двигатель;
 S1 – переключатель;
 У – приспособление для проверки блока ПАЗ КОВМ.441461.017;
 33521А – генератор сигналов 33521А;
 ЧЗ-85/6 – частотомер ЧЗ-85/6

Р и с у н о к Б . 6 – Схема проверки ИК частоты вращения



ПАЗ – блок ПАЗ;
 У – приспособление для проверки блока ПАЗ КОВМ.441461.017;
 33521А – генератор сигналов 33521А;
 34410А – мультиметр 34410А

Р и с у н о к Б . 7 – Схема проверки каналов воспроизведения силы тока