



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

«29» сентября 2023 г.



«ГСИ. Система автоматизированная информационно-измерительная АИИС-6584.
Методика поверки»

МП 5.7-0262-2023

г. Омск
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему автоматизированную информационно-измерительную АИИС-6584 (далее – ИС) зав. № 001, изготовленную Филиалом АО «ОДК-Сервис» «Арамилъ», и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик ИС в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц величин в соответствии с Государственными поверочными схемами, подтверждающая прослеживаемость к:

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

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

- государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-01;

- государственному первичному эталону единицы давления-паскаля ГЭТ 23-2010;

- государственному первичному эталону единицы силы ГЭТ 32-2011

- государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020;

- государственному первичному эталону единицы температуры- кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К ГЭТ 35-2021;

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

- государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019.

1.3 При определении метрологических характеристик ИС применяется методы прямых и косвенных измерений.

1.4 Поверку измерительных каналов (далее – ИК) ИС № 93 проводят комплектным методом. Поверку остальных ИК ИС проводят поэлементным методом: отдельно поверяют первичные преобразователи и электрическую часть ИК ИС.

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

1.6 Первичные преобразователи ИК ИС поверяются в соответствии с интервалами между поверками, установленным при утверждении их типа. Если очередной срок поверки первичного преобразователя наступает до очередного срока поверки ИК ИС, поверяется только этот компонент, и поверка всего ИК ИС не проводится. После поверки первичного преобразователя и восстановления ИК ИС выполняется проверка работоспособности ИК ИС в той его части и в том объеме, который необходим для того, чтобы убедиться, что действия, связанные с поверкой первичного преобразователя, не нарушили метрологических характеристик ИК ИС.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 2.1.

Т а б л и ц а 2 . 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	Да	Да*	10
Определение метрологических характеристик ИК №№ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 25, 27, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 78, 79, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121			10.1
Определение метрологических характеристик ИК № 93	Да	Да*	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Оформление результатов поверки	Да	Да	12
* При условии наличия ИК в составе ИС, 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 от 84 до 106;
- напряжение питающей сети переменного тока, В от 187 до 242;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

П р и м е ч а н и е – При выполнении поверки ИС 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 ИС 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 ИС и средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Т а б л и ц а 5.1 – 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 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ кПа	
	Средство измерений СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 187 до 242 В с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 4 В	Мультиметр Agilent 34401A (рег. № 16500-97)
	Средство измерений частоты переменного тока в диапазоне измерений от 49 до 51 Гц с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,2$ Гц	
10.2 Определение метрологических характеристик ИК № 93	Средство измерений угла наклона плоскости к горизонтали с пределами допускаемой погрешности не более $\pm 3'$	Квадрант цифровой КО-10Ц (рег. № 58205-20)
	Динамометр с диапазоном измерений от 10 до 100 кН с пределами допускаемой относительной погрешность не более $\pm 0,12$ %	Динамометр электронный на растяжение, сжатие и универсальный ТМУ-100/0,5 (рег. № 53968-13)
	Набор гирь 1 г - 5 кг класса точности не хуже М ₁ по ГОСТ OIML R 111-2009	Гири классов точности E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ и M ₁ (рег. № 36068-07)
	Поверочное градуировочное устройство (далее – ПГУ) из состава ИК силы реактивной тяги	
	Гири из состава ИС номинальным значением массы 25 кг (20 шт.)	

Пр и м е ч а н и е – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, обеспечивающие определение метрологических характеристик ИК ИС с требуемой точностью.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

6.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования по обеспечению безопасности, изложенные в Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок, ГОСТ 12.2.091-2012, ГОСТ 12.1.019-2017.

6.3 Любые подключения проводить только при отключенном напряжении питания комплекса.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого ИК ИС следующим требованиям:

- комплектность ИК должна соответствовать приведенной в формуляре на ИС;
- измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т.д.) ИК не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены;
- соединительные линии (кабели, провода) не должны иметь повреждений изоляции и экранирования и должны быть надежно соединены с кабельными разъемами и клеммными колодками.

7.2 Проверяют в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений наличие сведений о положительных результатах поверки первичных преобразователей, входящих в состав ИК ИС (при наличии). Сведения о поверке первичных преобразователей должны быть действующими на момент поверки ИК ИС.

7.3 ИК ИС, не соответствующий перечисленным требованиям, к дальнейшей поверке не допускается.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие операции:

- обеспечивают условия для поверки, приведенные в разделе 3 настоящей методики поверки;
- включают и подготавливают средства поверки к работе согласно их эксплуатационной документации;
- проверяют отсутствие аварийной индикации, свидетельствующей о нарушении линий связи, и наличие измерительной информации от поверяемых активных ИК ИС на мониторе автоматизированном рабочем месте оператора;
- включают и подготавливают поверяемые ИК ИС к работе согласно эксплуатационной документации на ИС.

8.2 Перед выполнением поверки ИК № 93 дополнительно выполняют следующие операции:

- устанавливают ПГУ в соответствии с требованиями проекта и ОСТ 1 02677-89;
- в силовую цепь ПГУ устанавливают эталонный динамометр;
- обеспечивают переговорную или световую (звуковую) связь между оператором ПГУ и оператором комплекса;
- проводят внешний осмотр элементов ПГУ: механические повреждения и ослабления элементов крепления не допускаются.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификацию программного обеспечения (далее – ПО) ИС проводят путем проверки идентификационных данных (признаков) метрологически значимых программных компонентов ПО.

9.2 Для проверки контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора) ПО запускают программную утилиту «Проверка подлинности метрологически значимой части ПО» двойным щелчком левой кнопки мыши по пиктограмме «Проверка подлинности» на рабочем столе АРМ. В открывшемся окне «Проверка подлинности метрологически значимой части ПО» будут перечислены:

- наименование модулей ПО;
- имя файла;
- номер версии ПО;
- данные о контрольных суммах метрологически значимой части ПО ИС, занесенные туда ранее из формуляра;
- рассчитанные по алгоритму MD5 контрольные суммы исполняемых файлов метрологически значимой части ПО;
- результаты сравнения рассчитанных контрольных суммах метрологически значимой части ПО с контрольными суммами, занесенными из формуляра, для каждого проверяемого файла.

9.3 Вид окна «Проверка подлинности метрологически значимой части ПО» в случае успешной проверки подлинности представлен на рисунке 9.1. Все строки таблицы окна и строковый индикатор «Результат проверки» имеют зеленый фон.

9.4 В случае, если посчитанная контрольная сумма указанного файла не совпадет с указанной в формуляре, или же сам файл будет недоступен для подсчета контрольной суммы по указанному пути, то в столбце «Результат сравнения» соответствующей строки таблицы отобразится сообщение об этом, а сама строка будет выделена красным фоном.

9.5 Результаты проверки считать положительными, если при проверке контрольной суммы исполняемого кода, значения рассчитанной контрольной суммы совпадают со значениями, приведенными в формуляре ИС.



Р и с у н о к 9 . 1 – Вид окна «Проверка подлинности метрологически значимой части ПО» в случае успешной проверки подлинности

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение метрологических характеристик ИК №№ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 25, 27, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 78, 79, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

10.1.1 Поверку ИК проводят поэлементным методом. При наличии в составе ИК первичного преобразователя, его отключают от измерительного модуля.

10.1.2 Вторичную часть ИК ИС (измерительный модуль системы информационно-измерительной автоматизированной СИАД, включая линии связи) поверяют на месте установки в соответствии с установленной на систему информационно-измерительную автоматизированную СИАД (рег. № 80979-21) методикой поверки.

10.2 Определение метрологических характеристик ИК № 93

10.2.1 Проверка чувствительности ИК ИС

10.2.1.1 Проверяют чувствительность ИК ИС при помощи ПГУ в следующем порядке:

- устанавливают ненагруженное ПГУ в горизонтальное положение: угол наклона не более $17'$ (не более 5 мм/м);
- нагружают ИК ИС через ПГУ силой, равной 0,1 от верхнего предела диапазона измерений;
- помещают на грузоприемное устройство ПГУ плавно (без толчков) такое количество дополнительных гирь, при котором появляется реагирование показаний ИК ИС;
- регистрируют значение массы гирь q_i , кг, и убирают дополнительные гири с грузоприемного устройства;
- повторяют нагружение дополнительными гирями не менее 2 раз;
- определяют порог чувствительности ИК r , кгс, по формуле:

$$r = J \cdot q_{\text{ср}} \cdot \frac{g}{g_{\text{н}}}, \quad (10.1)$$

где J – передаточное соотношение ПГУ, м;

$q_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое значение массы дополнительных гирь, помещенных на грузоприемное устройство ПГУ, при котором появляется реагирование показаний ИК ИС, кг;

g – ускорение свободного падения в месте проведения измерений ($g = 9,816$), м/с²;

$g_{\text{н}}$ – нормальное ускорение свободного падения ($g_{\text{н}} = 9,807$ м/с²), м/с².

10.2.1.2 Повторяют проверку при нагружении ИК ИС через ПГУ силой, равной 1,0 от верхнего предела диапазона измерений.

10.2.1.3 Чувствительность ИК ИС не должна превышать 0,10 % от верхнего предела диапазона измерений.

10.2.2 Определение погрешности ИК ИС

10.2.2.1 Выполняют градуировку ИК ИС в следующем порядке:

- нагружают ИК ИС через ПГУ силой, равной n 1,0 от верхнего предела диапазона измерений, и выдерживают при этой нагрузке не менее трех минут;
- разгружают ИК ИС и определяют нулевое показание ИК ИС (оно не должно отличаться от нулевого показания до нагружения более чем на 0,10 %);
- задают от ПГУ последовательность из значений силы от нуля до максимального значения (прямой ход) и от максимального значения до нуля (обратный ход) с шагом, равным не менее 0,06 от верхнего предела диапазона измерений. На каждой ступени нагружения-разгружения производят регистрацию показаний ИК ИС. Выполняют не менее 3 серий нагружений-разгрузений.

10.2.2.2 Определяют и исключают грубые погрешности, используя статистический критерий Граббса. Вычисляют критерии Граббса для нагружения и разгружения, предполагая, что наибольший и наименьший результат измерений на каждой ступени вызван грубыми погрешностями:

$$G'_1 = \frac{X'_{k \max} - X'_k}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n'} (X_{ki} - X'_k)^2}{n' - 1}}}, \quad G'_2 = \frac{X'_k - X'_{k \min}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n'} (X_{ki} - X'_k)^2}{n' - 1}}}, \quad (10.2), (10.3)$$

$$G''_1 = \frac{X''_{k \max} - X''_k}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n''} (X_{kj} - X''_k)^2}{n'' - 1}}}, \quad G''_2 = \frac{X''_k - X''_{k \min}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n''} (X_{kj} - X''_k)^2}{n'' - 1}}}, \quad (10.4), (10.5)$$

где $X'_{k \max}$, $X''_{k \max}$, $X'_{k \min}$, $X''_{k \min}$ – наибольший результат измерений ИК ИС при нагружении или разгружении на k -ой ступени, кгс;

X_{ki} , X_{kj} – единичные значения показаний ИК ИС при i -ом нагружении или j -ом разгружении на k -ой ступени, кгс;

X_k', X_k'' – средние арифметические значения показаний ИК ИС для прямого и обратного ходов градуировочной характеристики для k -ой ступени нагружения-разгружения, кгс;

n', n'' – число наблюдений в k -ом ряду измерений нагружения-разгружения.

Значения G_1', G_2', G_1'', G_2'' сравнивают с теоретическим значением критерия Граббса G_T (при уровне значимости 0,05), значения которого приведены в таблице 10.1.

Т а б л и ц а 10.1 – Теоретические значения критерия Граббса

Объем выборки n	Значение G_T	Объем выборки n	Значение G_T
3	1,155	7	2,020
4	1,481	8	2,126
5	1,715	9	2,215
6	1,887	10	2,290

Если значение G_1', G_2', G_1'', G_2'' больше G_T , то соответствующий результат исключают как маловероятный. В противном случае результат не исключают и сохраняют в ряду результатов измерений.

10.2.2.3 Определяют среднее квадратическое отклонение случайной составляющей абсолютной погрешности ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\sigma[\Delta_o]_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n'} (X_{ki} - X_k')^2 + \sum_{j=1}^{n''} (X_{kj} - X_k'')^2}{n' + n'' - 1}}, \quad (10.6)$$

где X_{ki}, X_{kj} – единичные значения показаний ИК ИС при i -ом нагружении или j -ом разгружении на k -ой ступени, оставшиеся после исключения результатов, содержащих грубые погрешности, кгс;

X_k', X_k'' – средние арифметические значения показаний ИК ИС для прямого и обратного ходов градуировочной характеристики для k -ой ступени нагружения-разгружения, кгс;

n', n'' – число наблюдений в k -ом ряду измерений нагружения-разгружения, оставшееся после исключения результатов, содержащих грубые погрешности.

10.2.2.4 Определяют среднее квадратическое отклонение случайной составляющей абсолютной погрешности ИК ИС от гистерезиса для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\sigma[\Delta_n]_k = \frac{X_k' - X_k''}{2\sqrt{3}}. \quad (10.7)$$

10.2.2.5 Определяют случайную составляющую абсолютной погрешности ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\Delta_{ок} = t_\alpha \cdot \sqrt{(\sigma[\Delta_o]_k)^2 + (\sigma[\Delta_n]_k)^2}, \quad (10.8)$$

где t_α – коэффициент Стьюдента-Фишера (см. таблицу 10.2).

Т а б л и ц а 10.2 – Значения коэффициента Стьюдента-Фишера при доверительной вероятности $P = 0,95$

Число степеней свободы $f = n' + n'' - 1$	Значение t_α	Число степеней свободы $f = n' + n'' - 1$	Значение t_α
1	12,706	11	2,201
2	4,303	12	2,179
3	3,182	13	2,160
4	2,776	14	2,145
5	2,571	15	2,131
6	2,447	16	2,120
7	2,365	17	2,110
8	2,306	18	2,103
9	2,262	19	2,093
10	2,228	20	2,086

10.2.2.6 Определяют систематическую составляющую абсолютной погрешности ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\Delta_{ос\ k} = X_k - R_k, \quad (10.9)$$

где X_k – среднее арифметическое значение показаний ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения, кгс;

R_k – значение силы, воспроизведенное через ПГУ для k -ой ступени нагружения-разгружения, кгс.

Среднее арифметическое значение показаний ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения определяют по формуле:

$$X_k = \frac{X_k' + X_k''}{2}. \quad (10.10)$$

Значение силы, воспроизведенное через ПГУ для k -ой ступени нагружения-разгружения, определяют по динамометру электронному.

10.2.2.7 Определяют абсолютную погрешность ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\Delta_k = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{о\ k}^2 + \Delta_{ос\ k}^2}. \quad (10.11)$$

10.2.2.8 Определяют относительную погрешность ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\delta_k = \frac{\Delta_k}{R_k} \cdot 100. \quad (10.12)$$

10.2.2.9 Определяют приведенную (к 0,5 от верхнего предела диапазона измерений) погрешность ИК ИС для k -ой ступени нагружения-разгружения по формуле:

$$\gamma_k = \frac{\Delta_k}{0,5 \cdot R_{\max}} \cdot 100, \quad (10.13)$$

где R_{\max} – значение силы, равное верхнему пределу диапазона измерений, кгс.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 ИК ИС считают соответствующим метрологическим требованиям, а результаты поверки – положительными, если:

- ИК ИС соответствует установленным требованиям, приведенным в п.п.7, 8, 9 настоящей методики поверки;

- результаты поверки вторичной части ИК на месте установки ИС положительные;

- приведенная (к 0,5 от верхнего предела диапазона измерений) погрешность ИК № 5 в диапазоне от 0,1 до 0,5 включительно от верхнего предела диапазона измерений не превышает $\pm 0,5 \%$;

- относительная погрешность ИК № 5 в диапазоне свыше 0,5 до 1,0 от верхнего предела диапазона измерений не превышает $\pm 0,5 \%$.

11.2 Результаты поверки считают отрицательными, если ИК ИС не соответствует вышеперечисленным требованиям.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

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

12.3 В случае положительных результатов первичной или периодической поверок, по заявлению владельца ИС или лица, представившего ее на поверку, на ИС выдается свидетельство о поверке установленного образца.

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

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



Д.А. Воробьев