

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИМС»



Ф.В. Булыгин

М.П. «20» июня 2024 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Системы измерительные Триал-1

Методика поверки

**СТ01-022.01МП
с Изменением № 1**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки (МП) устанавливает порядок проведения и оформления результатов поверки систем измерительных Триал-1 (далее – система) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Системы предназначены для измерений линейного перемещения, момента силы, частоты вращения, силы, давления, объёмного расхода жидкости, массового расхода жидкостей и газов, виброускорения, динамического давления, разбаланса тензомоста, температуры, угла, силы постоянного и переменного электрического тока, напряжения постоянного и переменного электрического тока, частоты переменного тока, мощности, фазового сдвига между сигналами, интервалов времени, количества и частоты следования импульсов, а также для регистрации и отображения результатов измерений и расчетных величин.

Производство серийное.

Описание системы, основные метрологические характеристики (МХ) и технические характеристики системы приведены в описании типа средства измерений.

Состав ИК, конкретные значения МХ каждого ИК, а также перечень ИК приведен в эксплуатационной документации (формуляр на систему).

Система состоит из следующих уровней:

- а) первичные измерительные преобразователи (ПИП);
 - б) вторичные измерительные компоненты (ВИК);
 - в) ПЭВМ с установленным ПО «Гарис» в среде операционной системы «MS Windows».
- Все ИК, кроме ИК угла, подлежат покомпонентной (поэлементной) поверке:

1) проверяют наличие сведений о действующей поверке на все ПИП, входящие в состав ИК системы;

2) проверяют наличие сведений о действующей поверке на ВИК (если ВИК является средством измерения утвержденного типа);

3) проводят экспериментальную проверку погрешностей измерительного тракта (ИТ) измерительно-вычислительного комплекса (ИВК), входящего в состав ИК (если ВИК является частью ИВК на базе которого строятся ИК системы);

4) принимают решение о годности каждого отдельного ИК.

ИК угла подлежат покомпонентной (поэлементной), либо комплексной поверке.

Измерительные функции ПО измерительно-вычислительного комплекса подлежат комплексной поверке.

ПО «Гарис» подлежит проверке по идентификационным данным (признакам).

Допускается проведение поверки отдельных диапазонов измерения ИК, отдельных ИК и функций ПО системы в соответствии с письменным заявлением владельца системы с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении её результатов.

Периодическую поверку системы выполняют в процессе её эксплуатации. После ремонта системы, аварий, если эти события могли повлиять на метрологические характеристики ИК, а также после замены измерительных компонентов системы проводят её первичную поверку. Допускается проводить поверку только тех ИК, которые подверглись указанным выше воздействиям.

ПИП и ВИК (если ВИК является средством измерения утвержденного типа) системы проверяют с межповерочным интервалом, установленным при утверждении их типа. Если очередной срок поверки измерительного компонента наступает до очередного срока поверки системы, поверяется только этот компонент и поверка системы не проводится.

Система прослеживается к Государственным первичным эталонам, указанным в таблице 1.

Таблица 1 - Государственные первичные эталоны к которым прослеживается система

№	Номер по реестру	Наименование эталона
1	ГЭТ 13-2023	ГПЭ единицы электрического напряжения
2	ГЭТ 4-91	ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока
3	ГЭТ 22-2014	ГПЭ единицы плоского угла

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Подготовка к поверке и опробование	6	Да	Да
Внешний осмотр	7	Да	Да
Проверка ПИП и ВИК ИК системы	8	Да	Да
Проверка ПИП системы	8.1	Да	Да
Проверка ВИК системы, если ВИК является средством измерения утвержденного типа	8.2	Да	Да
Проверка МХ ВИК измерительно-вычислительного комплекса и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

3.1 Средства поверки приведены в таблице 3.

Таблица 3

Номер пункта МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
9.4-9.6	Рабочий эталон частоты, 5-го разряда согласно приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г. с функцией воспроизведения частоты переменного напряжения в диапазоне частот от 100 мГц до 5 МГц	Генератор сигналов специальной формы ГСС-05, рег. № 30405-05
9.7-9.10	Рабочий эталон частоты, 5-го разряда согласно приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г. с функцией измерения разности фаз в диапазоне от 0 до 360 ° Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения количества импульсов $\Delta_{\text{имп}} = \pm 1$ импульс, Пределы допускаемой относительной погрешности измерения интервалов времени $\delta_{\text{врем}} = \pm (1 \cdot 10^{-7}) \%$	Частотомер ЧЗ-85/5, рег. № 56478-14

Продолжение таблицы 3

1	2	3
9.1	Рабочий эталон силы постоянного тока, 2-го разряда согласно приказу Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г. с функцией воспроизведения силы постоянного тока от 0,001 до 22,000 мА	Калибратор АКИП-7301, рег. № 36814-08
9.2, 9.3	Рабочий эталон напряжения постоянного тока, 3-го разряда согласно приказу Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г. с функцией воспроизведения напряжения постоянного тока от 0,001 до 100 мВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока (U) $\pm (0,0002 \cdot U + 0,01)$, мВ	
9.11.2	Рабочий эталон плоского угла, 2-го разряда согласно приказу Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. с диапазоном измерений угла в горизонтальной плоскости в диапазоне от 0 до 360 °	Гониометр ГС-5, рег. № 57256-14
9.11.1	Рабочий эталон плоского угла, 4-го разряда согласно приказу Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. Диапазон измерений плоского угла от минус 120 до 120°; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоского угла $\pm 30'' (\pm 0,0083^\circ)$	Квадрант оптический КО-60М, рег. № 26905-15
<i>Вспомогательные средства поверки</i>		
5.1	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от -20 до +55 °С, предел абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,4$ °С; Средства измерений относительной влажности в диапазоне от 5 до 95 %, предел абсолютной погрешности измерения относительной влажности ± 2 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, предел основной допускаемой погрешности измерений атмосферного давления: ± 200 Па	Измеритель комбинированный «TESTO 175-H1», рег. № 48550-11 Барометр-анероид БАММ-1, рег. № 5738-76
<i>Вспомогательное оборудование</i>		
9.2	Генератор тест-сигнала СТ720.00.20.000	
9.8.1	Устройство для градуировки ДУ СТ000.00.10.000	
9.8.2	Устройство для поверки ИК угла СТ000.00.20.000	

3.2 Допускается использовать иные средства поверки, не приведенные в таблице 2, при соблюдении следующих условий: погрешность средств поверки, используемых для экспериментальных проверок погрешности, не должна быть более 1/3 предела контролируемого значения погрешности в условиях поверки;

3.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ. Эталоны единиц величин, должны быть аттестованы в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений». Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин и иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности государственных поверочных схем.

3.4 Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.091-2002 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Любые подключения приборов проводить только при отключенном напряжении питания системы.

ВНИМАНИЕ! На открытых контактах клеммных колодок системы напряжение опасное для жизни – 220 В.

4.3 К поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) на систему, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

4.4 К поверке допускаются лица, освоившие работу с используемыми средствами поверки, изучившие настоящую МП и имеющие достаточную квалификацию.

4.5 Лица, участвующие в поверке системы, должны проходить обучение и аттестацию по технике безопасности и производственной санитарии при работе в условиях её размещения.

5 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	от +10 до +35;
относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	от 30 до 95;

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При подготовке к поверке:

- проверить наличие сведений о действующей поверке средств поверки;
- проверить целостность электрических цепей измерительного канала (ИК);
- включить питание измерительных преобразователей и аппаратуры системы;
- перед началом поверки измерить и занести в протокол поверки условия окружающей среды (температура, влажность воздуха и атмосферное давление).

6.2 При опробовании системы необходимо:

- включить систему, подав напряжение питания на компоненты ВИК;
- запустить ПО Гарис.

Результаты опробования считать положительными, если ПО Гарис запускается и в окне «По текущим А и В» отображается информация с действующими значениями измеряемых величин.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений;
- исправность органов управления (четкость фиксации положения переключателей и кнопок);
- отсутствие нарушений экранировки линий связи;
- отсутствие обугливания изоляции на внешних токоведущих частях системы;
- отсутствие неудовлетворительного крепления разъемов;
- заземление стойки управления системы;
- наличие товарного знака изготовителя и заводского номера системы.

7.2 Результаты осмотра считать положительными, если выполняются вышеперечисленные требования. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

8 ПРОВЕРКА ПИП И ВИК ИК СИСТЕМЫ

8.1 Проверка ПИП системы

Сведения о комплектности поверяемого ИК приведены в формуляре системы. Результаты проверки ПИП системы по данному пункту считаются положительными, если ПИП, входящие в состав поверяемого ИК, имеют действующие сведения о поверке.

8.2 Проверка ВИК системы, если ВИК является средством измерения утвержденного типа

Сведения о комплектности поверяемого ИК приведены в формуляре системы. Результаты проверки ВИК системы по данному пункту считаются положительными, если ВИК, входящие в состав поверяемого ИК, имеют действующие сведения о поверке.

Результаты проверки ИК считаются положительными, если ПИП и ВИК поверены на момент проведения поверки системы (обеспечена прослеживаемость к государственным первичным эталонам единиц величин).

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МХ ИТ ИВК СИСТЕМЫ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Проверка погрешностей ИТ силы постоянного тока (модули НПД, 420/64).

Для каждого ИТ системы выполнить следующие операции:

9.1.1 Подключить калибратор к поверяемому нормирующему преобразователю блока БНП-Е или БНП, в соответствии с вариантом исполнения системы.

9.1.2 Запустить ПО Гарис.

9.1.3 Открыть диалоговое окно с отображением измеряемого параметра.

9.1.4 Определение погрешности проводится в точках, указанных в таблице 4.

Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

– устанавливают значение входного сигнала X_i от соответствующего измеряемому параметру эталонного прибора и считывают в окне «По текущим А и В» измеренное значение входного сигнала Y_i , считанное значение заносят в таблицу 4

Таблица 4

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , мА	Измеренное значение входного сигнала Y_i , мА	Пределы допускаемой относительной погрешности δ_t , %	Относительная погрешность δ_i , %
1	4			
2	8			
3	12			
4	16			
5	20			
6	$1,0 \cdot \text{ДИ}$			

*- НПДИ – нижний предел диапазона измерений

9.2 Проверка погрешностей ИТ напряжения постоянного тока (модули НПТМ, УНТМ, НПП).

9.2.1 Подключить калибратор к поверяемому нормирующему преобразователю блока БНП-Е или БНП, в соответствии с вариантом исполнения системы.

9.2.2 Запустить ПО Гарис.

9.2.3 Открыть диалоговое окно с отображением измеряемого параметра.

9.2.4 Определение погрешности проводится в точках, указанных в таблицах 5 и 6 (количество поверяемых точек должно быть не менее пяти для каждого поддиапазона, точки в таблицах 5 и 6 приведены в качестве примера).

Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

– устанавливают значение входного сигнала X_i от соответствующего измеряемому параметру эталонного прибора и считывают в окне «По текущим А и В» измеренное значение

входного сигнала Y_i , считанное значение заносят в таблицу 5 и 6, в соответствии с поверяемым поддиапазоном;

Таблица 5

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , мВ, В	Измеренное значение входного сигнала Y_i , мВ, В	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности γ_T , %	Приведенная к ВП погрешность γ_i , %
1	НПДИ			
2	0,1 · ДИ			
3	0,2 · ДИ			
4	0,3 · ДИ			
5	0,4 · ДИ			
6	0,5 · ДИ			

Таблица 6

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , мВ, В	Измеренное значение входного сигнала Y_i , мВ, В	Пределы допускаемой относительной погрешности δ_T , %	Относительная погрешность δ_i , %
1	0,6 · ДИ			
2	0,7 · ДИ			
3	0,8 · ДИ			
4	0,9 · ДИ			
5	1,0 · ДИ			

*- НПДИ – нижний предел диапазона измерений

9.3 Проверка погрешностей ИТ напряжения постоянного тока (Комплект телеметрический СТ040.00.00.000, Комплект телеметрический СТ030.00.00.000).

9.3.1 Подключить калибратор на вход поверяемого канала комплекта телеметрического СТ040.00.00.000, СТ030.00.00.000, в соответствии с вариантом исполнения системы.

9.3.2 Запустить ПО Гарис.

9.3.3 Открыть диалоговое окно с отображением измеряемого параметра.

9.3.4 Для комплекта телеметрического СТ040.00.00.000, СТ030.00.00.000 определение погрешности проводится в точках, указанных в таблице 7.

Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

– устанавливают значение входного сигнала X_i от соответствующего измеряемому параметру эталонного прибора и считывают в окне «По текущим А и В» измеренное значение входного сигнала Y_i , считанное значение заносят в таблицу 7

Таблица 7

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , мВ	Измеренное значение входного сигнала Y_i , мВ	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности γ_T , %	Приведенная к ВП погрешность γ_i , %
1	НПДИ			
2	0,2 · ДИ			
3	0,4 · ДИ			
4	0,6 · ДИ			
5	0,8 · ДИ			
6	1,0 · ДИ			

*- НПДИ – нижний предел диапазона измерений

9.4 Проверка погрешностей ИТ частоты переменного тока (модули НПЧМ, НПЧ).

Для каждого ИТ системы выполнить следующие операции:

9.4.1 Подключить генератор к поверяемому нормирующему преобразователю блока БНП-Е или БНП, в соответствии с вариантом исполнения системы.

При поверке модуля НПЧ (ДИ от 50 до 500 Гц) на генераторе установить амплитуду колебаний от 4 до 10 Впп, форма сигнала - синус.

При поверке модуля НПЧМ на генераторе установить амплитуду колебаний 10 Впп, смещение 5 В, форма сигнала - меандр.

9.4.2 Запустить ПО Гарис.

9.4.3 Открыть диалоговое окно с отображением измеряемого параметра.

9.4.4 Определение погрешности проводится в точках, указанных в таблице 8 (количество поверяемых точек должно быть не менее пяти, точки в таблице 8 приведены в качестве примера).

Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

– устанавливают значение входного сигнала X_i от соответствующего измеряемому параметру эталонного прибора и считывают в окне «По текущим А и В» измеренное значение входного сигнала Y_i , считанное значение заносят в таблицу 8

Таблица 8

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , Гц	Измеренное значение входного сигнала Y_i , Гц	Пределы допускаемой относительной погрешности δ_t , %	Относительная погрешность δ_i , %
1	НПДИ			
2	0,2 · ДИ			
3	0,4 · ДИ			
4	0,6 · ДИ			
5	0,8 · ДИ			
6	1,0 · ДИ			

*- НПДИ – нижний предел диапазона измерений

9.5 Проверка погрешностей ИТ частоты переменного тока (модуль НПЧ с настраиваемым диапазоном).

9.5.1 Подключить генератор к поверяемому нормирующему преобразователю блока БНП-Е, в соответствии с вариантом исполнения системы.

При поверке модуля НПЧ с настраиваемым диапазоном на генераторе установить амплитуду колебаний 10 Впп, смещение 5 В, форма сигнала - меандр.

9.5.2 Запустить ПО Гарис.

9.5.3 Открыть диалоговое окно с отображением измеряемого параметра.

9.5.4 Определение погрешности проводится в точках, указанных в таблицах 9 и 10 (количество поверяемых точек должно быть не менее пяти для каждого поддиапазона, точки в таблицах 9 и 10 приведены в качестве примера).

Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

– устанавливают значение входного сигнала X_i от соответствующего измеряемому параметру эталонного прибора и считывают в окне «По текущим А и В» измеренное значение входного сигнала Y_i , считанное значение заносят в таблицу 9 и 10, в соответствии с поверяемым поддиапазоном;

Таблица 9

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , Гц	Измеренное значение входного сигнала Y_i , Гц	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности γ_t , %	Приведенная к ВП погрешность γ_i , %
1	0,01 · ДИ			
2	0,02 · ДИ			
3	0,04 · ДИ			
4	0,06 · ДИ			
5	0,08 · ДИ			

Таблица 10

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , Гц	Измеренное значение входного сигнала Y_i , Гц	Пределы допускаемой относительной погрешности δ_t , %	Относительная погрешность δ_i , %
1	0,1 · ДИ			
2	0,4 · ДИ			
3	0,6 · ДИ			
4	0,8 · ДИ			
5	1,0 · ДИ			

* - НПДИ – нижний предел диапазона измерений

9.6 Проверка погрешности ИТ напряжения переменного тока (модуль НПВ).

Для каждого ИТ системы выполнить следующие операции:

9.6.1 Подключить выход генератора (эталона) ко входу генератора тест-сигнала СТ720.00.20.000, выход генератора тест-сигнала СТ720.00.20.000 подключить к поверяемому нормирующему преобразователю НПВ в блоке БНП-Е.

9.6.2 Запустить ПО Гарис.

9.6.3 Запустить (двойным нажатием курсора) файл «Поверка НПВ». В диалоговом окне измеряемого параметра отображаются значения напряжения переменного тока, измеренные системой.

9.6.4 Определение погрешности проводится в точках, указанных в таблице 6 (количество поверяемых точек должно быть не менее пяти, точки в таблице 6 приведены в качестве примера).

Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

– устанавливают значение входного сигнала X_i от соответствующего измеряемому параметру эталонного прибора и считывают в диалоговом окне измеряемого параметра измеренное значение входного сигнала Y_i , считанное значение заносят в таблицу 6;

9.6.5 За оценку приведенной погрешности γ_i ИТ в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\gamma_i = \frac{Y_i - X_i}{R} \cdot 100\%$$

здесь R - верхний предел диапазона измерений.

ИТ считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство $|\gamma_i| < |\gamma_t|$, где γ_t – пределы допускаемой приведенной погрешности, нормируемые в технической документации;

– за оценку относительной погрешности γ_i ИТ в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\delta_i = \frac{Y_i - X_i}{R_i} \cdot 100\%$$

здесь R_i – значение измеряемого параметра, задаваемое эталоном в i -й поверяемой точке.

ИТ считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство $|\delta_i| < |\delta_{пр}|$, где $\delta_{пр}$ – пределы допускаемой относительной погрешности, нормируемые в технической документации.

9.7 Проверка погрешностей измерительной функции ПО ИВК при измерении фазового сдвига между сигналами

Поверка функции по данному пункту проводится методом сличения, при этом синусоидальный сигнал заданной частоты от встроенного цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) (метрологические характеристики ЦАП не нормируются) системы подается на эталонный частотомер и одновременно отображается в диалоговом окне измеряемого параметра. Функция измерения фазового сдвига может быть сформирована из любых 2 входных сигналов ИК системы.

В одной системе может быть реализовано несколько измерений фазового сдвига между сигналами (для разных ИТ ИВК) с помощью этой функции.

Для поверяемой функции системы выполняют следующие операции:

9.7.1 Подключить выход ЦАП системы на эталонный частотомер в режиме измерения фазового сдвига.

9.7.2 Запустить ПО Гарис.

9.7.3 Запустить файл «Поверка фазы». В диалоговом окне измеряемого параметра отображаются значения фазового сдвига, измеренные системой.

9.7.4 Определение погрешности проводится в 5 точках диапазона разности фаз, $\varphi = -180, -90, 0, +90, +180^\circ$, и для 4 значений частоты входных сигналов, $f = 1, 5, 10, 50$ Гц.

Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

– устанавливают значение выходного сигнала ЦАП φ_i и считывают в диалоговом окне ПО Гарис измеренное системой значение фазового сдвига $\varphi_{ком}$ и измеренное частотомером значение фазового сдвига $\varphi_{част}$, считанное значение заносят в таблицу 11;

Таблица 11

i	Номинальное значение фазового сдвига $\varphi, ^\circ$	Измеренное системой значение фазового сдвига $\varphi_{ком}, ^\circ$	Измеренное частотомером значение фазового сдвига $\varphi_{част}, ^\circ$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения фазового сдвига, $^\circ$	Абсолютная погрешность, $^\circ$
Частота входного сигнала: 1 Гц					
1	-180				
2	-90				
3	0				
4	90				
5	180				

– повторяют измерения для остальных значений частоты входных сигналов, $f = 5, 10, 50$ Гц и заносят результаты в таблицу 11;

– за оценку абсолютной погрешности Δ_i функции измерения фазового сдвига в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = \varphi_{ком} - \varphi_{част}$$

Функцию измерения считают прошедшей поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta_{пр}|$, где $\Delta_{пр}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности, нормируемые в технической документации.

9.8 Проверка погрешностей функции измерения количества импульсов

Поверка функции измерения по данному пункту проводится методом сличения, при этом синусоидальный сигнал заданной частоты от встроенного цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) (метрологические характеристики ЦАП не нормируются) системы подается на эталонный частотомер и одновременно отображается в диалоговом окне измеряемого параметра. Функция измерения количества импульсов может быть сформирована на входном сигнале любого ИТ ИВК.

Для проверки выполняют следующие операции:

9.8.1 Подключить выход ЦАП системы на эталонный частотомер в режиме счёта импульсов.

9.8.2 Запустить ПО Гарис.

9.8.3 Запустить файл «Поверка импульсов». В диалоговом окне измеряемого параметра отображаются значения просуммированных импульсов, измеренные системой.

9.8.4 Определение погрешности проводится в 3 точках диапазона счёта импульсов, $N = 100, 1000, 10000$ импульсов при частоте входного сигнала 50 Гц.

Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

- обнуляют счётчик импульсов на комплексе и на частотомере;
 - запускают счёт импульсов на комплексе и на частотомере;
 - устанавливают значение количества импульсов на ЦАП N и считывают в диалоговом окне ПО Гарис измеренное системой значение количества импульсов $N_{\text{ком}}$ и измеренное частотомером значение количества импульсов $N_{\text{част}}$, считанное значение заносят в таблицу 12;
- Таблица 12

i	Номинальное значение количества импульсов N , имп	Измеренное системой значение количества импульсов $N_{\text{ком}}$, имп	Измеренное частотомером значение количества импульсов $N_{\text{част}}$, имп	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения количества импульсов, имп	Абсолютная погрешность, имп
1	100				
2	1000				
3	10000				

– за оценку абсолютной погрешности Δ_i ИК количества импульсов в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = N_{\text{ком}} - N_{\text{част}}$$

Функцию измерения считают прошедшей поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta_{\text{пр}}|$, где $\Delta_{\text{пр}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности, нормируемые в технической документации.

9.9 Проверка погрешности функции измерения интервалов времени

Поверка функции по данному пункту проводится методом сличения, при этом два события с определенным интервалом времени между ними задаются от встроенного цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) (метрологические характеристики ЦАП не нормируются) системы, сигнал подается на эталонный частотомер и одновременно отображается в диалоговом окне измеряемого параметра. Функция измерения интервалов времени может быть сформирована из любых 2 входных сигналов ИТ ИВК.

В одной системе может быть реализовано несколько измерений интервалов времени между сигналами (для разных ИТ ИВК) с помощью этой функции.

Для каждой функции системы выполняют следующие операции:

9.9.1 Подключить выход ЦАП системы на эталонный частотомер в режиме измерения счета времени между двумя событиями.

9.9.2 Запустить ПО Гарис.

9.9.3 Запустить файл «Поверка времени». В диалоговом окне измеряемого параметра отображаются значения счета времени, измеренные системой.

9.9.4 В ПО Гарис для операций проверки не предусмотрена возможность автоматизированного задания двух событий через определенный интервал времени, поэтому события по данному пункту устанавливаются вручную. Измеренные значения при этом будут отличаться от номинальных на время реакции и нажатия кнопки остановки оператором.

Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

- переводят значение выходного сигнала первого ЦАП в верхний уровень;
- по истечении заданного времени переводят значение выходного сигнала второго ЦАП в верхний уровень;
- считывают измеренное системой значение временного интервала $T_{\text{ком}}$ и измеренное частотомером значение временного интервала $T_{\text{част}}$, считанное значение заносят в таблицу 13 и 14, в соответствии с проверяемым поддиапазоном;

Таблица 13

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , с	Измеренное значение входного сигнала Y_i , с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности Δ_T , %	Абсолютная погрешность Δ_i , %
1	1			
2	3			
3	5			
4	7			
5	10			

Таблица 14

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , с	Измеренное значение входного сигнала Y_i , с	Пределы допускаемой относительной погрешности δ_T , %	Относительная погрешность δ_i , %
1	10			
2	60			
3	600			

- за оценку абсолютной погрешности Δ_T функции в i-й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = T_{\text{ком}} - T_{\text{част}}$$

функцию считают прошедшей поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta_T|$, где Δ_T – пределы допускаемой абсолютной погрешности, нормируемые в технической документации;

– за оценку относительной погрешности δ_i функции в i-й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\delta_i = \frac{T_{\text{ком}} - T_{\text{част}}}{T_{\text{част}}} \cdot 100\%$$

Функцию считают прошедшей поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство $|\delta_i| < |\delta_{\text{пр}}|$, где $\delta_{\text{пр}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности, нормируемые в технической документации.

9.10 Проверка погрешностей функции измерения частоты следования импульсов

Поверка функции по данному пункту проводится методом сличения, при этом синусоидальный сигнал заданной частоты от (ЦАП) (метрологические характеристики ЦАП не нормируются) системы подается на эталонный частотомер и одновременно отображается в диалоговом окне измеряемого параметра. Функция измерения частоты может быть сформирована из любого входного сигнала ИТ ИВК.

В одной системе может быть реализовано несколько измерений частоты (для разных ИК) с помощью этой функции.

Для каждой функции системы выполняют следующие операции:

9.10.1 Подключить выход ЦАП системы на-эталонный частотомер.

9.10.2 Запустить ПО Гарис.

9.10.3 Запустить файл «Проверка частота следования импульсов». В диалоговом окне измеряемого параметра отображаются значения фазового сдвига, измеренные системой.

9.10.4 Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

– считывают измеренное системой значение частоты следования импульсов $F_{\text{ком}}$ и значение частоты сигнала, установленное на генераторе $F_{\text{ген}}$, считанные значения заносят в таблицу 15 и 16, в соответствии с проверяемым поддиапазоном;

Таблица 15

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , Гц	Измеренное значение входного сигнала Y_i , Гц	Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности γ_t , %	Приведенная к ВП погрешность γ_i , %
1	НПДИ			
2	0,1 · ДИ			
3	0,2 · ДИ			
4	0,3 · ДИ			
5	0,4 · ДИ			
6	0,5 · ДИ			

Таблица 16

i	Номинальное значение входного сигнала X_i , с	Измеренное значение входного сигнала Y_i , с	Пределы допускаемой относительной погрешности δ_t , %	Относительная погрешность δ_i , %
1	0,5 · ДИ			
2	0,6 · ДИ			
3	0,7 · ДИ			
4	0,8 · ДИ			
5	0,9 · ДИ			
6	1,0 · ДИ			

- за оценку приведенной погрешности γ_i функции в i-й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\gamma_i = \frac{F_{\text{ком}} - F_{\text{ген}}}{R} \cdot 100\%$$

здесь R - верхний предел диапазона измерений.

функцию считают прошедшей поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство $|\gamma_i| < |\gamma_t|$, где γ_t – пределы допускаемой приведенной погрешности, нормируемые в технической документации;

– за оценку относительной погрешности δ_i функции в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\delta_i = \frac{F_{\text{ком}} - F_{\text{ген}}}{F_{\text{ген}}} \cdot 100\%$$

функцию считают прошедшей поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство $|\delta_i| < |\delta_{\text{пр}}|$, где $\delta_{\text{пр}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности, нормируемые в технической документации.

9.11 Проверка погрешности измерений угла ИК угла

9.11.1 При проверке погрешности измерений угла комплектным методом для каждого ИК системы выполнить следующие операции:

- установить ПИП проверяемого ИК в устройство для градуировки ДУ СТ000.00.10.000;
- установить квадрант оптический на площадку устройства для градуировки ДУ СТ000.00.10.000.

9.11.1.1 Запустить ПО Гарис.

9.11.1.2 Открыть диалоговое окно с отображением измеряемого параметра.

9.11.1.3 Определение погрешности измерений проводить в точках, указанных в таблице 17 (количество проверяемых точек должно быть не менее пяти для каждого поддиапазона, точки в таблице 17).

Для каждой проверяемой точки выполнить следующие операции:

- установить по квадранту значение угла $\alpha_{\text{эт}}$ и считывают в окне «По текущим А и В» измеренное значение угла $\alpha_{\text{ком}}$, измеренное значение занести в таблицу 17, в соответствии с проверяемым диапазоном;

Таблица 17 - Проверка погрешности измерений угла комплектным методом

i	Угол по квадранту $\alpha_{\text{эт}}$, °	Измеренное значение входного сигнала $\alpha_{\text{ком}}$, °	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_{\text{пр}}$, °	Абсолютная погрешность Δ_i , °
1	НПДИ			
2	0,2 · ДИ			
3	0,4 · ДИ			
4	0,6 · ДИ			
5	0,8 · ДИ			
6	1,0 · ДИ			

– за оценку абсолютной погрешности Δ_i ИК угла в i -й проверяемой точке принять значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = \alpha_{\text{ком}} - \alpha_{\text{эт}}$$

ИК угла считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек измерений угла выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta_{\text{пр}}|$, где $\Delta_{\text{пр}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла, нормируемые в описании типа измерительных систем Триал 1.

9.11.2 Проверка погрешности измерений угла ИК угла поэлементным методом

Для каждого ИК системы выполнить следующие операции:

9.11.2.1 ПИП проверяемого ИК отключить от системы и установить на гониометр ГС-5. Выход ПИП подключить ко входу устройства для поверки ИК угла СТ000.00.20.000.

9.11.2.2 Устанавливать значения угла ПИП по показаниям гониометра в точках согласно таблицы 18 и проверяемого диапазона измерений. Для каждой проверяемой точки ПИП генерирует 12-битный код, который отображается на индикаторе устройства для поверки ИК угла СТ000.00.20.000.

Таблица 18 - Проверка погрешности измерений угла поэлементным методом

i	Угол по гониометру $\alpha_{\text{эт}}, ^\circ$	Код угла (бит) на устройстве для поверки ИК угла СТ000.00.20.000												Угол измеренн ый $\alpha_{\text{ком}}, ^\circ$	Абсолют ная погрешн ость $\Delta_i,$ $^\circ$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	-5,54														
2	-2,9														
3	-1,45														
4	0														
5	1,45														
6	2,9														
7	5,54														
1	-22,5														
2	-18,02														
3	-10,77														
4	0														
5	10,77														
6	18,02														
7	22,5														
1	-45														
2	-30,85														
3	-15,12														
4	0														
5	15,12														
6	30,85														
7	45														

9.11.2.3 Для каждой проверяемой точки записать в таблицу 18 код измеренного угла в соответствии с индикацией на устройстве для поверки ИК угла СТ000.00.20.000.

9.11.2.4 Отключить ПИП проверяемого ИК от устройства для поверки ИК угла СТ000.00.20.000.

9.11.2.5 Подключить устройство для поверки ИК угла СТ000.00.20.000 ко входу проверяемого ИК (модуль НПУЦ).

9.11.2.5 Для каждой проверяемой точки переключателями на устройстве для поверки ИК угла СТ000.00.20.000 установить код соответствующий значению угла из таблицы 18.

9.11.2.6 Записать измеренное системой значение угла в таблицу 18.

– за оценку абсолютной погрешности измерений угла Δ_i в i -й проверяемой точке принять значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = \alpha_{\text{ком}} - \alpha_{\text{эт}},$$

ИК считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta_{\text{пр}}|$, где $\Delta_{\text{пр}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла, нормируемые в описании типа измерительных систем Триап 1.

10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

На ПЭВМ системы запустить файл Garis.exe и открыть окно ? «О программе» (меню Справка → О программе Гарис). Идентификационные наименования отображаются в верхней части окна «О программе».

Метрологически значимая часть ПО системы представляет собой:

- модуль GarisGrad.dll – фильтрация, градуировочные расчеты;

- модуль GarisAspf.dll – вычисление амплитуды, статики, фазы, частоты и других интегральных параметров сигнала;
- модуль GarisInterpreter.dll – интерпретатор формул для вычисляемых каналов.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО указаны в разделе 17 формуляра.

Для вычисления цифрового идентификатора (хеш-суммы) файла метрологически значимого программного компонента использовать данные ПО Гарис, которое само вычисляет хеш-суммы по алгоритму md5.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют в соответствии с приказом Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020 г. «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Зам. начальника центра 201 ФГБУ «ВНИИМС»

Ю.А. Шатохина

Начальник отдела 201/2 ФГБУ «ВНИИМС»

А.С. Смирнов