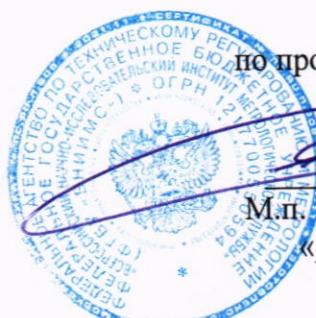


**Федеральное государственное бюджетное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологической службы (ФГБУ «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

М.П.

«19 » 09 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Комплексы программно-технические измерительные Апогей-М
Методика поверки

201-028-2023

Москва 2023

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок комплексов программно-технических Апогей-М (далее – ПТК), изготавливаемых ООО «Ракурс-инжиниринг», г. Санкт-Петербург.

Производство серийное.

ПТК предназначены для измерительных преобразований показаний силы и напряжения постоянного тока, частоты следования импульсов и сигналов от термопар и термометров сопротивлений.

ПТК является проектно-компонуемым устройством и относится к изделиям с переменным составом измерительных каналов (далее – ИК). Состав ПТК определяется заказом.

Допускается проведение поверки ПТК не в полном объеме измерительных каналов диапазонов преобразований и метрологических характеристик в соответствии с письменным заявлением владельца ПТК или лица предоставившего ПТК на поверку, с обязательным указанием информации об объеме проведённой поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России.

ПТК прослеживаются к Государственным первичным эталонам, указанным в таблице 1.

Таблица 1 — ГПЭ к которым прослеживается ПТК

Номер по реестру	Наименование эталона	Наименования поверочной схемы
ГЭТ 13-23	ГПЭ единицы электрического напряжения	ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы
ГЭТ 4-91	ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока	ГПС для средств измерений силы постоянного тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А
ГЭТ 14-2014	ГПЭ единицы электрического сопротивления	ГПС для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока
ГЭТ 1-2022	ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени	ГПС для средств измерений времени и частоты

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Перечень операций, которые проводят при поверке комплекса, приведен в таблице 2.

Таблица 2 — Перечень операций проводимые при поверке

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Номер пункта настоящей методики
	первичной	периодической	
Внешний осмотр	да	да	6
Опробование	да	да	7.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	8
Определение основной погрешности каналов при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока и напряжения постоянного тока в цифровой сигнал	да	да	9.1
Определение основной погрешности преобразования каналов при измерении и преобразовании частоты следования импульсов в цифровой сигнал	да	да	9.2
Определение основной погрешности преобразования каналов при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов термопреобразователей сопротивления в цифровой сигнал	да	да	9.3
Определение основной погрешности каналов при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов от термопар в цифровой сигнал	да	да	9.4
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	да	да	9.5
Оформление результатов поверки	да	да	10

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: $+ (20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха: от 30 % до 80 %;

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 В таблице 3 приведены рекомендуемые для поверки ПТК средства поверки.

Таблица 3 – Рекомендуемые средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств измерений	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
п.7.1.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более ± 1 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 15 % до 85 % с погрешностью не более ± 3 %;</p>	Прибор комбинированный 608-Н1, рег. № 53505-13
п. 9 Определение метрологических характеристик	<p>Рабочий эталон единицы постоянного тока, калибратор постоянного тока, 2-ого разряда согласно приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 в диапазоне значений от 0 до 20 mA</p> <p>Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения, 3-ого разряда согласно приказу Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазоне значений от 0 до 10 В</p> <p>Рабочий эталон единицы электрического сопротивления, 4-ого разряда согласно приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 в диапазоне значений от 0 до 400 Ом</p> <p>Рабочий эталон частоты импульсного сигнала, генератор, 5-го разряда согласно Приказ Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360 в диапазоне значений от 0,04 до 50000 Гц</p>	<p>Калибратор многофункциональный МСх-Р рег. № 22237-08</p> <p>Генератор сигналов произвольной формы AFG3151C, рег. № 63658-16</p> <p>Персональный компьютер с программным обеспечением «Epsilon LD/Astra.IDE»</p>

Примечание:

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.

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные документами «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ № 903н от 15.12.2020 г.), ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», указаниями по безопасности, изложенными в руководствах по эксплуатации на ПТК, применяемых средств поверки.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверяют целостность корпусов и отсутствие видимых повреждений ПТК.

6.1.2 Проверяют отсутствие следов коррозии и нагрева в местах подключения проводных линий.

6.2 При обнаружении несоответствий по п. 6.1 дальнейшие операции по поверке прекращают до устранения выявленных несоответствий.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Подготовка к поверке

7.1.1 Перед проведением поверки необходимо изучить эксплуатационную документацию на поверяемый ПТК и на применяемые средства поверки.

7.1.2 Прогревают средства поверки и ПТК в течение необходимого количества времени, указанного в руководствах по эксплуатации на них.

7.1.3 Измеряют и заносят в протокол поверки значения температуры, влажности окружающего воздуха и атмосферного давления.

7.2 Опробование

7.2.1 Опробование ПТК проводят в соответствии с эксплуатационной документацией. Допускается совмещать опробование с процедурой проверки погрешности ПТК.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Сравнивают наименование и номер версии программного обеспечения (ПО) с данными, указанными в описании типа.

8.2 ПТК признают прошедшим идентификацию ПО, если полученные при проверке идентификационные данные соответствуют данным, указанным в описании типа.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение основной приведенной погрешности каналов, реализующих измерение сигналов силы и напряжения постоянного электрического тока.

9.1.1 Собирают схему согласно рисунку 1.

9.1.2 Для определения погрешности измерительного канала ПТК выбирают пять проверяемых точек Z_i , распределенных внутри диапазона входного сигнала, включая крайние точки.

9.1.3 В каждой проверяемой точке:

– на калибраторе устанавливают значения входного сигнала Z_i ;

– считывают с экрана компьютера соответствующие значения входного сигнала Y_i ;

Примечание - при нестабильности показаний Y_i проводят 10 отсчетов показаний и выбирают из них результат, наиболее отклоняющийся от заданного значения.

– вычисляют приведенную погрешность γ_i , %, от нормирующего значения по формуле

$$\gamma_i = \frac{Y_i - Z_i}{K_v - K_n} \times 100\%, \quad (1)$$

где K_v и K_n – верхняя и нижняя граница диапазона измерения.

За оценку основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерения принимают

$$\gamma = |\gamma_i|_{max} \quad (2)$$

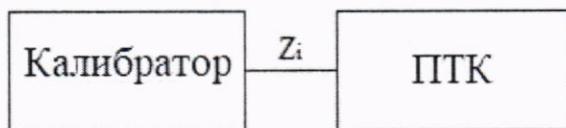


Рисунок 1 - Схема подключения для определения основной приведенной погрешности каналов, реализующих измерение сигналов силы и напряжения постоянного электрического тока, сопротивления

9.2 Определение основной приведенной погрешности каналов, реализующих измерение частоты следования импульсов

9.2.1 Собирают схему согласно рисунку 2.

9.2.2 Для определения погрешности измерительного канала ПТК выбирают пять проверяемых точек Z_i , равномерно распределенных по диапазону (10 %, 25 %, 50 %, 75 % и 100 % от диапазона).

9.2.3 В каждой проверяемой точке:

- на генераторе последовательно устанавливают значения входного сигнала Z_i ;
- считывают с экрана компьютера соответствующие значения входного сигнала Y_i ;

Примечание - при нестабильности показаний Y_i проводят 10 отсчетов показаний и выбирают из них результат, наиболее отклоняющийся от заданного значения.

– вычисляют приведенную погрешность γ_i , %, от нормирующего значения по формуле (1).

– при необходимости вычисляют относительную погрешность δ_i , %, по формуле

$$\delta_i = \frac{Y_i - Z_i}{Y_i} \times 100\%, \quad (3)$$

За оценку основной погрешности измерения принимают

$$\gamma = |\gamma_i|_{max} \quad (4)$$

$$\delta = |\delta_i|_{max} \quad (5)$$

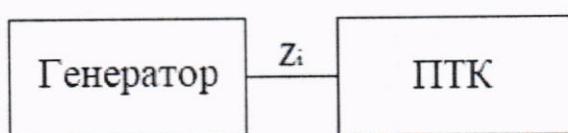


Рисунок 2 - Схема подключения для определения основной приведенной погрешности преобразования каналов, реализующих измерение частоты следования импульсов

9.3 Определение основной абсолютной погрешности преобразования каналов, реализующих линейное аналого-цифровое преобразование сигналов от термопреобразователей сопротивления

9.3.1 Для проверки погрешности поверяемого канала выбирают 5 проверяемых точек T_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ равномерно распределенных по диапазону измеряемой температуры (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона измерений), записывают значения T_i в градусах Цельсия.

9.3.2 Подключают калибратор к входу поверяемого канала согласно схеме, приведенной на рисунке 1.

9.3.3 Для каждой точки T_i проводят операции в следующей последовательности:

– устанавливают на калибраторе в режим воспроизведения сигналов от термопреобразователей сопротивления последовательно значения T_i . Если калибратор не имеет функции воспроизведения сигналов от термопреобразователей сопротивления, то для типа термопреобразователя сопротивления, на прием сигналов от которой настроен проверяемый канал, находят значения сопротивления по R_i в Омах, соответствующие значениям температур T_i с номинальными статическими характеристиками согласно ГОСТ 6651-2009 (для гр.23 — ГОСТ 6651-78 ТС 50М $\alpha = 0,00426 \text{ } 1/\text{ }^{\circ}\text{C}$). Устанавливают на калибраторе значение выходного сигнала R_i ;

– считывают значение входного сигнала Y_i с экрана компьютера;

Примечание - при нестабильности показаний Y_i проводят 10 отсчетов показаний и выбирают из них результат, наиболее отклоняющийся от заданного значения.

– вычисляют приведенную погрешность γ_i , %, от нормирующего значения по формуле:

$$\gamma_i = \frac{Y_i - \frac{L_b(T_i - K_h) - L_h(T_i - K_b)}{K_b - K_h}}{L_b - L_h} \times 100\%, \quad (6)$$

где K_b и K_h – верхняя и нижняя границы диапазона измерения на входе измерительного канала;

L_b и L_h – верхняя и нижняя границы диапазона измерения на выходе измерительного канала.

За оценку основной абсолютной погрешности измерения принимают

$$\gamma = |\gamma_i|_{max} \quad (7)$$

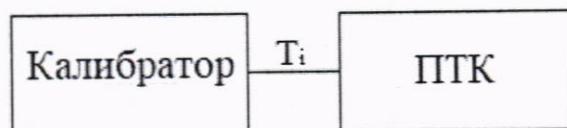


Рисунок 3 - Схема подключения для определения основной приведенной погрешности каналов, реализующих измерение сигналов силы и напряжения постоянного электрического тока, сопротивления

9.4 Определение основной абсолютной погрешности преобразования каналов, реализующих линейное аналого-цифровое преобразование сигналов от термопар

9.4.1 Для проверки погрешности поверяемого канала выбирают 5 проверяемых точек T_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ равномерно распределенных по диапазону измеряемой температуры (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона измерений), записывают значения T_i в градусах Цельсия.

9.4.2 Подключают калибратор к входу поверяемого канала согласно схеме, приведенной на рисунке 3.

9.4.3 Для каждой точки T_i проводят операции в следующей последовательности:

– считывают в ПТК значение температуры холодного спая;

– устанавливают на калибраторе в режим воспроизведения сигналов от термопар последовательно значения T_i с учетом температуры холодного спая. Если калибратор не имеет функции воспроизведения сигналов от термопар, то для типа термопары, на прием сигналов от которой настроен проверяемый канал, находят значения напряжения по U_i в мВ, соответствующие значениям температур T_i с учетом температуры холодного спая с номинальными статистическими характеристиками согласно ГОСТ Р 8.585-2001, устанавливают на калибраторе значение выходного сигнала U_i ;

– считывают значение входного сигнала Y_i с экрана компьютера;

Примечание - при нестабильности показаний Y_i проводят 10 отсчетов показаний и выбирают из них результат, наиболее отклоняющийся от заданного значения.

– вычисляют приведенную погрешность γ_i , %, от нормирующего значения по формуле (6).

За оценку основной абсолютной погрешности измерения принимают

$$\gamma = |\gamma_i|_{max} \quad (8)$$

9.5 Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям.

Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик по п. 9 не превышают нормированных значений, указанных в Описании типа, полученные при проверке по п. 8 идентификационные данные соответствуют данным, указанным в описании типа и результаты опробования по п. 7.2 и результаты внешнего осмотра по п. 6 положительны.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с приказом №2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России.

10.2 Результаты поверки ПТК передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3 По заявлению владельца ПТК или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством и внесением в паспорт ПТК записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

10.4 По заявлению владельца ПТК или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством и внесением в паспорт ПТК соответствующей записи.

10.5 Протокол поверки ПТК оформляется в произвольной форме.

Начальник отдела 201

«Отдел метрологического обеспечения измерительных систем»

ФГБУ «ВНИИМС»

И.М. Каширкина

Инженер отдела 201

«Отдел метрологического обеспечения измерительных систем»

ФГБУ «ВНИИМС»

П.И. Кузленков