

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

Заместитель генерального директора

Е. П. Кривцов

Доверенность № 54/2021

А. Н. Пронин



31 «июля» 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки тахометрические УТ120-МГ4

Методика поверки  
МП 26.51.64.150-2022

Челябинск, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	4
3	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	4
4	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
5	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	5
6	ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	5
7	ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	5
8	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	5
9	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	6
10	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	6
11	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	9

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки установок тахометрических УТ120-МГ4 (далее – установки), изготовленных ООО «СКБ Стройприбор», г. Челябинск, используемых в качестве рабочих эталонов 1 и 2 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений угловой скорости и частоты вращения и устанавливает объем и порядок проведения поверки

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Диапазон измерений частоты вращения		Пределы допускаемой относительной погрешности, % при применении в качестве рабочего эталона
Вал первой ступени	Вал второй ступени	±0,05
от 10 (0,2) до 6000 (100) об/мин (Гц)	от 6000 (100) до 24000 (400) об/мин (Гц)	
Встроенный генератор		±0,005
от 10 (0,2) до 120000 (2000) об/мин (Гц)		

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы частоты вращения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01 сентября 2022 г., № 2183, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сравнения результата измерений поверяемого средства измерений со значением частоты вращения, определенного эталоном

1.4 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5 Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой поверки, эксплуатационной документацией, техническим описанием средств измерений и оборудования, используемых при проведении поверки.

1.6 При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

1.7 В тексте настоящей методики поверки имеются следующие сокращения:

- РЭ – руководство по эксплуатации;
- МП – методика поверки;
- ПО – программное обеспечение;
- ЭД – эксплуатационная документация



## 2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений обязательным метрологическим требованиям	10	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:  
температура окружающего воздуха, °С.....от плюс 15 до плюс 25  
относительная влажность воздуха, %, .....от 50 до 80  
атмосферное давление, кПа.....от 96 до 104

## 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень СИ, используемых при проведении поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более 3%;	Термогигрометр электронный CENTER мод. 315, регистрационный № 22129-09.

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия обязательным метрологическим требованиям	Рабочий эталон единиц времени и частоты пятого разряда по ГПС для средств измерений времени и частоты, утверждённой приказом Росстандарта № 2360 от 26 сентября 2022. Диапазон измерений от $10^{-4}$ до $10^4$ Гц. Относительная погрешность $\delta_0 = 10^{-12} \dots 10^{-5}$	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/3 (рег. № 32499-06) - диапазон измеряемых частот от 0,001 Гц до 1500 МГц
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

## **5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителями» и «Межотраслевыми правилами по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

5.2 При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны соблюдаться требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и руководствах по эксплуатации применяемых приборов.

## **6 Требования к специалистам, осуществляющим поверку**

6.1 К проведению поверки установок допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, аттестованные в качестве поверителей в области, ознакомленный с руководством по эксплуатации и настоящей методикой, и обладающие навыками работы на применяемых средствах поверки.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

При внешнем осмотре устанавливают соответствие установки следующим требованиям:

- описание и изображение установки должно соответствовать описанию типа;
- комплектность и маркировка установки должна соответствовать эксплуатационным документам;
- наличие предусмотренных пломб для защиты несанкционированного вмешательства;
- на установке не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих ее применению, разъемы и гнезда должны быть чистыми и исправными.

Результаты внешнего осмотра считают положительными при соответствии всех, указанных требований.

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

### **8.1 Контроль условий поверки.**

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:



- проверка наличия поверочного оборудования и вспомогательных устройств (приспособлений), перечисленных в п.4;
- проверка наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств измерений;
- проверка соблюдения условий п.3;
- проверка наличия на корпусе комплекса этикетки с товарным знаком фирмы-изготовителя;
- подготовка к работе поверяемого комплекса, средств измерений и вспомогательных устройств, входящих в состав поверочного оборудования, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

## 8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверяют наличие индикации, коммутации клавиатуры управления и ее функциональность.

## 9 Подтверждение соответствия программного обеспечения

9.1 Для проверки идентификационных данных ПО установки необходимо включить установку. В нижней части дисплея отобразится: идентификационное наименование ПО; идентификационный номер версии ПО; контрольная сумма исполняемого кода.

9.2 Сличить идентификационные данные ПО с данными, приведёнными в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО системы

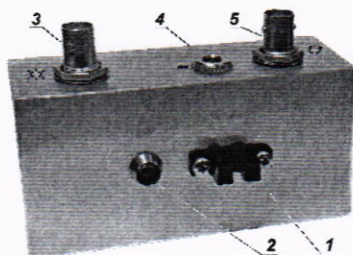
Идентификационные признаки	Значение
	Встроенное ПО
Идентификационное наименование ПО	ETU120_MG4
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v 1.01
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	0xD4C9
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC 16

9.3 Установка считается прошедшей поверку по пункту 9, если наименование и версия ПО соответствуют идентификационным данным программного обеспечения, приведённым в таблице 4.

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

10.1 Определение диапазона воспроизведения частоты вращения валов первой и второй степени и относительной погрешности измерений частоты вращения.

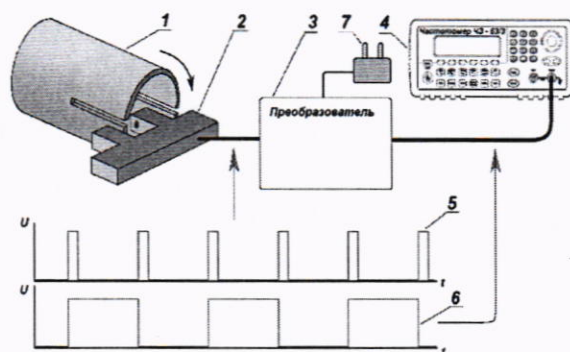
Для измерения частоты вращения валов используется щелевая цилиндрическая насадка и модуль-преобразователь БФС (далее БФС) с установленной в нем оптопарой. Общий вид БФС приведен на рисунке 1.



- 1 – оптопара; 2 – фотоприемник; 3 – разъем выхода импульсов с фотоприемника;  
4 – разъем для подключения блока питания БФС; 5 – разъем выхода импульсов с оптопары.

Рисунок 1 – Общий вид модуля-преобразователя БФС

Щелевая насадка крепится на вал. На цилиндрической стенке щелевой насадки имеются две симметрично расположенные щели. Оптопара устанавливается таким образом, чтобы при вращении вала световой поток открывался при прохождении щелей. За один оборот вала формируются два коротких импульса. Триггер БФС по передним фронтам двух поступающих импульсов формирует один импульс (меандр) скважностью 50 % и амплитудой 5 В (рисунок 2). Таким образом, при одном обороте вала формируется один импульс.



1 – щелевая насадка; 2 – оптопара; 3 – БФС; 4 – частотомер;  
5 – сигнал с оптопары; 6 – сигнал с БФС; 7 – блок питания БФС

Рисунок 2 – Схема для проведения измерений частоты вращения вала

10.1.1 Определение диапазона и относительной погрешности установки при использовании вала первой ступени (вал №1)

10.1.1.1 Установить на вал №1 щелевую насадку. Кронштейн для крепления БФС установить напротив вала №1 и установить на него БФС таким образом, чтобы стенка щелевой насадки входила в зазор оптопары. Вращая вручную вал убедиться в отсутствии касания оптопары щелевой насадки.

10.1.1.2 Подключить выход БФС к частотомеру ЧЗ-63/3 «Канал 1».

10.1.1.3 На частотомере ЧЗ-63/3 установить:

- канал 1, кнопка «X1»;
- режим «Измерение», кнопка «Частота»;
- время измерения 10 с;
- режим непрерывного измерения, нажав кнопку «Пуск».

10.1.1.4 Блок питания БФС подключить к сети переменного тока 220 В.

10.1.1.5 Активировать вал первой ступени, нажав на клавишу «Вал 1». Выбрать единицы измерения «Гц». С помощью цифровых клавиш ввести минимальное значение частоты вращения вала №1 – 0,2 Гц и нажать «ВВОД». Запустить привод вала, нажав клавишу «Пуск». Провести не менее десяти измерений частоты в точке 0,2 Гц.

10.1.1.6 Аналогично провести измерения частоты в следующих точках диапазона: 25,0 Гц, 50,0 Гц, 75,0 Гц, 100,0 Гц. Результаты измерений занести в протокол поверки.

10.1.1.7 Вычислить среднеарифметическое значение результатов измерений в каждой точке диапазона по формуле (1).

$$\bar{\nu} = \frac{\sum_{i=1}^n \nu_i}{n}, \quad (1)$$

где  $\nu_i$  – значение частоты по показаниям установки, Гц;

$n$  – количество измерений.

10.1.1.8 Относительную погрешность измерений частоты вращения в каждой точке диапазона рассчитать по формуле:



$$\delta_i = \frac{\bar{v}_{изм.i} - v_{di}}{v_{di}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $\delta_i$  – относительная погрешность в  $i$  – той точке диапазона, %;

$\bar{v}_{изм.i}$  – среднее значение частоты по показаниям установки в  $i$  – той точке диапазона, Гц;

$v_{di}$  – значение частоты задаваемой частотомером в  $i$  – той точке диапазона, Гц.

10.1.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений частоты вращения при использовании вала второй ступени (вал №2)

10.1.2.1 Провести измерения в соответствии с п.п. 10.1.1, установив щелевую насадку на вал №2 и кронштейн для крепления ФБС напротив вала №2. Активировать вал второй ступени, нажав на клавишу «Вал 2».

10.1.2.2 Провести не менее десяти измерений частоты в следующих точках диапазона: 100 Гц, 175 Гц, 250 Гц, 325 Гц, 400 Гц. Результаты измерений занести в протокол поверки.

10.1.2.3 Вычислить среднеарифметическое значение результатов измерений в каждой точке диапазона по формуле (1). Относительную погрешность измерений частоты вращения в каждой точке диапазона рассчитать по формуле (2).

10.1.3 Определение диапазона и относительной погрешности измерений частоты вращения при использовании встроенного генератора

10.1.3.1 Установить фотоприемник БФС напротив светодиода генератора. Активировать генератор, нажав на клавишу «Генератор». Установить единицы измерения «Гц». Запустить генератор, нажав клавишу «Пуск». С помощью цифровых клавиш ввести минимальное значение частоты генератора – 0,2 Гц и нажать «ВВОД».

10.1.3.2 Провести не менее десяти измерений в следующих точках диапазона: 0,2 Гц, 500,0 Гц, 1000,0 Гц, 1500,0 Гц, 2000,0 Гц.

10.1.3.3 Вычислить среднеарифметическое значение результатов измерений в каждой точке диапазона по формуле (1). Относительную погрешность измерений частоты вращения в каждой точке диапазона рассчитать по формуле (2).

10.1.3.4 Провести измерения, выполняя операции по п.п. 10.1.3.1, подключив частотомер к коаксиальному выходу встроенного генератора.

10.1.3.5 Вычислить среднеарифметическое значение результатов измерений в каждой точке диапазона по формуле (1). Относительную погрешность измерений частоты вращения в каждой точке диапазона рассчитать по формуле (2).

10.2 Оценка соответствия установки обязательным метрологическим требованиям, установленным приказом Росстандарта № 2183 от 01.09.2022 для рабочих эталонов первого и второго разрядов.

10.2.1 Установку считают соответствующей метрологическим требованиям, если диапазон воспроизведения частоты вращения и относительная погрешность установки соответствуют требованиям, приведенным в таблице 1, настоящей методики поверки.

10.2.2 При положительных результатах поверки по п.п. 10.1.1, 10.1.2 и 10.1.3 настоящей методики поверки, нормированные характеристики установки сравнивают с обязательными метрологическими требованиями п.5 Государственной поверочной схемы для средств измерений угловой скорости и частоты вращения, утвержденной приказом Росстандарта от 01.09.2022, № 2183.

10.2.3 Установка соответствует требованиям, установленным для рабочих эталонов первого разряда, если относительная погрешность установки при применении встроенного генератора не превышает 0,005 %, соответствует требованиям, установленным для рабочих эталонов второго разряда, если относительная погрешность установки при применении валов первой и второй ступени не превышает 0,05 %.



## **11 Оформление результатов поверки**

11.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки произвольной формы.

11.2 При положительных результатах поверки установку признают пригодной к применению в качестве рабочего эталона, и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 или действующими на момент проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

11.3 При отрицательных результатах поверки установку признают непригодной к применению и выдают извещение о непригодности установленного образца с указанием причин непригодности.

11.4 Сведения о результатах поверки, в том числе об объеме проведенной поверки, передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

11.5 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средств измерений метрологическим требованиям) наносит знак поверки и выдает свидетельства о поверке, оформленные в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке и (или) в паспорт (формуляр) средств измерений вносит запись о проведенной поверке или в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средств измерений метрологическим требованиям) выдает извещения о непригодности к применению средства измерений