

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии  
им. Д. И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ  
И. О. генерального директора ФГУП  
«ВНИИМ  
им. Д. И. Менделеева»  
А. Н. Пронин  
20 октября 2020 г.  
ЗАМЕСТИТЕЛЬ  
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА  
КРИВЦОВ Е. П. М.п.  
ДОВЕРЕННОСТЬ № 17  
ОТ 26 ЯНВАРЯ 2020

Государственная система обеспечения единства измерений

ДАТЧИКИ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ GE 007

Методика поверки  
МП 253-897-2020



Руководитель НИО  
А. А. Янковский

Заместитель  
руководителя НИО  
Д. Б. Пухов

Санкт-Петербург  
2020 г.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	5
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	6
5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	6
5.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения	6
5.3 Опробование	6
5.4 Проверка смещения нуля выходного сигнала датчика	7
5.5 Определение коэффициента преобразования. Проверка отклонения коэффициента преобразования от номинального значения	8
5.6 Определение основной приведённой погрешности измерений угловой скорости в диапазоне измерений	9
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	9

## ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящая методика поверки распространяется на датчики угловой скорости ГЕ 007 (далее по тексту- датчик) и устанавливает объём и порядок проведения поверки.

2. 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.

3. Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на датчик, техническим описанием средства измерений и оборудования, используемых при проведении поверки.

4 В тексте настоящей методики поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСОЕИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»;

- МП – методика поверки;

- ЭД – эксплуатационная документация;

- установка - Государственный вторичный эталон единицы частоты вращения в диапазоне от 0,1 до 600000 об/мин., № 2.1.ZZB.0272.2018

## 1 ОПЕРАЦИЯ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	5.1	Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	5.2	Да	Да
Опробование	5.3	Да	Да
Проверка смещения нуля выходного сигнала датчика	5.4	Да	Да
Определение коэффициента преобразования. Проверка отклонения коэффициента преобразования от номинального значения	5.5	Да	Да
Определение основной приведённой погрешности измерений угловой скорости в диапазоне измерений	5.6	Да	Да
Оформление результатов поверки	6	Да	Да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться эталоны и средства измерений, указанные в таблице 2, имеющие действующие аттестаты и свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия.

Таблица 2 – Перечень средств измерений

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
5.3-5.6	Государственный вторичный эталон единицы частоты вращения в диапазоне от 0,1 до 600000 об/мин., № 2.1.ZZB.0272.2018	Диапазон значений угловой скорости, в котором эталон хранит и передает единицу составляет от $1 \cdot 10^{-2}$ до $6 \cdot 10^4$ рад/с. Доверительная относительная погрешность эталона $\delta_0$ при доверительной вероятности 0,95 не более 0,01 %
5.4 – 5.6	Термогигрометр электронный CENTER модели 310	Диапазон измерений температуры воздуха от $-20^{\circ}\text{C}$ до $60^{\circ}\text{C}$ , погрешность $\pm 0,8^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от 0 до $60^{\circ}\text{C}$ . Диапазон измерений относительной влажности от 10 до 100 %, погрешность $\pm 3$ % Регистрационный номер в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 22129-09.

Допускается применение других средств измерений (эталонов), обеспечивающих требуемый запас точности (не менее  $1/3$ ).

## 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Во время подготовки к поверке и при её проведении необходимо соблюдать «Правила техники безопасности и производственной санитарии в электронной промышленности».

3.2 При проведении поверки необходимо соблюдать «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», требования, установленные ГОСТ 12.2.007.0 и специальные требования, изложенные в ЭД на поверяемый датчик.

3.3 Сотрудники, проводящие поверку, должны изучить правила работы с поверяемым средством измерений и обладать соответствующей квалификацией для работы с эталонным и испытательным оборудованием.

#### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20±3;
- относительная влажность воздуха, % от 45 до 75;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106

4.2 При подготовке к поверке, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

4.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка наличия поверочного оборудования и вспомогательных устройств (приспособлений), перечисленных в п.2;
- проверка наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств измерений;
- проверка соблюдения условий п.4;
- подготовка к работе датчика, средств измерений и вспомогательных устройств, входящих в состав поверочного оборудования, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

#### 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие маркировки;
- отсутствие механических повреждений на корпусе датчика.

При проверке комплектности должно быть установлено её соответствие перечню, приведённому в эксплуатационной документации акселерометра.

При проверке маркировки должно быть установлено её наличие на корпусе станции.

5.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

5.2.1 Для проверки идентификационных данных автономного ПО необходимо собрать схему в соответствии с рисунком 1, войти на вкладку «Свойства» программы GE007.exe и сравнить наименование и версию автономного программного обеспечения, отображённую на мониторе ПК, с приведённой в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные признаки	Значение
Идентификационное наименование ПО	GE007.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 0.0.0.1

5.2.2. Проверка встроенного ПО осуществляется путём сличения данных, приведённых на шильдике датчика, с данными, приведёнными в формуляре, и наличием целостности пломбы.

Датчик считается прошедшей поверку по п. 5.2, если наименование и версия ПО соответствуют данным, приведённым в таблице 3.

5.3 Опробование

При проведении опробования должна быть установлена работоспособность датчика.

5.3.1 Установить датчик на поворотную платформу установки так, чтобы его измерительная ось была параллельна вектору воспроизводимой поворотной платформой угловой скорости.

5.3.2 Собрать схему в соответствии с рисунком 1. Установить выходное напряжение источника питания G1 ( $27,0 \pm 0,1$ ) В.

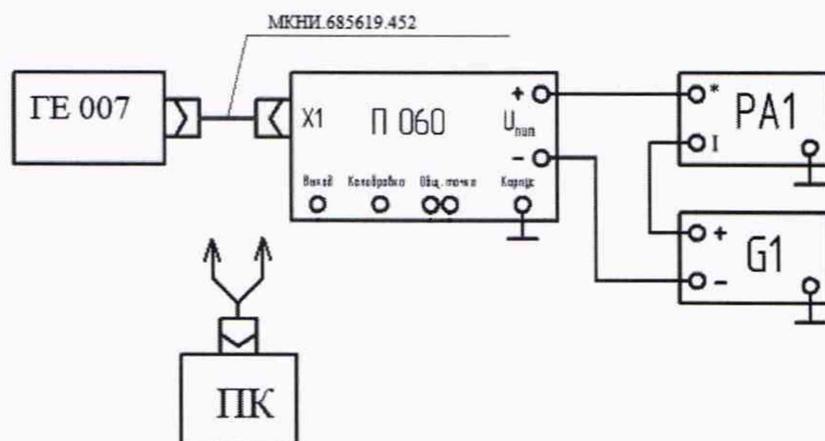


Рисунок 1. Схема контроля параметров датчика.  
1. PV1 – мультиметр. 2. G1 – источники питания.

Подготовить ЭВМ к работе следующим образом:

- включить ЭВМ;
- запустить файл программы ГЕ 007.exe;
- выбрать порт подключения;

- нажать кнопку «Открыть порт». При этом в поле дисплея «Датчик» должны появиться результаты измерений в °/с.

5.3.3 Включить питание датчика. При этом на экране компьютера должен отобразить выходной сигнал с датчика.

5.3.3 Выключить питание датчика

Датчик считается прошедшим поверку по пункту 5.3, если подтверждена его работоспособность.

5.4 Проверка смещения нуля выходного сигнала датчика

5.4.1 Выполнить пункты 5.3.1-5.3.2.

5.4.2 Включить питание датчика и выдержать в течение 90 с во включённом состоянии. Нажать кнопку «Измерение». Записать измеренные значения выходного сигнала  $\omega_j$  4 раза подряд. Полученные результаты занести в таблицу 4. Выключить питание датчика. Нажать кнопку «Остановить».

Таблица 4-Результаты измерений нулевого сигнала датчика

Наименование параметра	Порядковый номер измерения, j				
	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	$\omega_4$	$\omega_0$
Выходное напряжение $U_{0,i}$ , В					

5.4.3 Определить смещение нуля выходного сигнала с датчика по формуле

$$\omega_0 = \sum_{j=1}^4 \frac{\omega_j}{4}$$

Датчик считается прошедшим поверку по пункту 5.4, если смещение нуля выходного сигнала датчика находится в диапазоне  $\pm 0,1$  °/с.

5.5 Определение коэффициента преобразования. Проверка отклонения коэффициента преобразования от номинального значения

5.5.1. Установить датчик на поворотную платформу установки так, чтобы его измерительная ось была параллельна вектору воспроизводимой поворотной платформой угловой скорости.

5.5.2. Выполнить пункты 5.3.2.

5.5.3. Подготовить установку к работе в режиме воспроизведения угловой скорости.

5.5.4. Включить питание датчика и выдержать в течение 90 с во включённом состоянии. Нажать кнопку «Измерение». Провести измерение выходного сигнала  $\omega_0$ . Полученный результаты занести в таблицу 3.

5.5.5. Задать первое значение угловой скорости  $\omega_{зад,1} = 300$  °/с и провести измерение выходного сигнала с датчика. Полученный результат занести в таблицу 5.

5.5.6 Выполнить пункт 5.5.5. для всех значений угловых скоростей из ряда:

- 300, - 240, - 180, -120, -60, -30, -10, -5, -1, 0, 1, 5, 10, 30, 60, 120, 240 и 300.

Измерения провести не менее трёх раз ( $n=3$ ) для каждого заданного значения. Результаты измерений занести в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты измерений угловой скорости

$i$	Заданное значение угловой скорости, $\omega_{зад,i}$ , °/с	Измеренное значение угловой скорости, $\omega_{изм,i}$ , °/с			$\bar{\omega}_{изм,i}$ °/с	$K_0$
		$n=1$	$n=2$	$n=3$		
1	300					
2	240					
	.....					
10	0					
	.....					
19	- 300					

5.5.7. По результатам измерений для каждого заданного значения угловой скорости определить среднее значение выходного сигнала с датчика

$$\bar{\omega}_{изм,i} = \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 \omega_{изм,n}$$

5.5.8. По данным таблицы 5 построить градуировочную характеристику (ГХ) датчика  $\bar{\omega}_{изм,i}(\omega_{зад,i})$ . Методом наименьших квадратов аппроксимировать ГХ полиномом третьей степени  $\bar{\omega}_{изм,i} = K_2 \cdot \omega_{зад,i}^3 + K_1 \cdot \omega_{зад,i}^2 + K_0 \cdot \omega_{зад,i} + \omega_0$  и определить его коэффициенты  $K_0$ ,  $K_1$  и  $K_3$ , где:

$K_0$  – коэффициент преобразования датчика,

$K_1$  и  $K_2$  – коэффициенты нелинейности первого и второго порядка соответственно.

5.5.9 Определить отклонение коэффициента преобразования  $K_0$  от номинального значения

$$\Delta = K_0 - 1$$

Датчик считается прошедшим поверку по пункту 5.5, если значение коэффициента преобразования составляет  $1 \pm 0,1$

5.6 Определение основной приведённой погрешности измерений угловой скорости в диапазоне измерений

5.6.1 По результатам измерений п 5.5 определить основную приведённую погрешность измерений угловой скорости

$$\gamma_i = \frac{(\bar{\omega}_{\text{изм.},i} - \omega_{\text{зад.},i})}{6}, \%$$

5.6.2 Из всех полученных значений  $\gamma_i$  выбрать максимальное из соотношения

$$\gamma = \max|\gamma_i|$$

Датчик считается прошедшим поверку по пункту 5.6, если основная приведённая к диапазону измерений погрешность не более 0,1 %, при этом диапазон измерений составляет  $\pm 300$  °/с.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> – диапазон измерений датчика зависит от его исполнения.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки и выдаётся свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки датчик к применению не допускается и на него оформляется извещение о непригодности.