

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

СОГЛАСОВАНО:

Зам. директора  
по производственной  
метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»

  
\_\_\_\_\_ А.Е. Коломин  
«28» февраля 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы обнаружения превышения частоты вращения

Guardian ODS

Методика поверки

МП 201-005-2022

## Содержание

1. Общие положения.....	3
2. Операции поверки.....	3
3. Требования к условиям проведения поверки.....	4
4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	4
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки .....	5
7. Внешний осмотр .....	5
8. Подготовка к проведению поверки и опробование .....	6
9. Проверка программного обеспечения.....	6
10. Проведение поверки.....	7
10.1. Определение основной погрешности каналов измерения частоты систем.....	7
10.2. Определение основной погрешности каналов измерения входного аналогового сигнала силы постоянного тока.....	8
10.3. Определение основной погрешности канала вывода аналогового сигнала силы постоянного тока .....	9
11. Подтверждение соответствия систем метрологическим требованиям.....	9
12. Оформление результатов поверки.....	10

## 1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на системы обнаружения превышения частоты вращения Guardian ODS, изготавливаемые «Compressor Controls Corporation», США, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Системы обнаружения превышения частоты вращения Guardian ODS (далее системы, системы Guardian ODS) предназначены для преобразования частоты синусоидального напряжения и импульсных последовательностей переменной частоты в показания частоты вращения вала с целью мониторинга и безопасного отключения различных вращающихся механизмов при превышении скорости их вращения, а также для измерений сигналов силы постоянного тока, воспроизведения выходных сигналов силы постоянного тока.

Системы состоят из трех идентичных модулей частоты вращения, каждый из которых измеряет и преобразует частотный сигнал от пассивного или активного магнитного датчика частоты вращения (МД), либо от вихретокового датчика (ДП), принимает дискретные и аналоговые входные сигналы, формирует аналоговый и дискретные релейные выходные сигналы. Каждый модуль оснащен блоком питания питаемым от двух сетей и индикационной панелью (дисплеем).

На поверку представляется полностью укомплектованная система с паспортом, руководством по эксплуатации.

## 2. Операции поверки

Перечень операций поверки приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Проведение операции при		Пункт МП
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр	Да	Да	7
2 Подготовка к проведению поверки и опробование	Да	Да	8
4 Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
5 Определение основных погрешностей систем			10
5.1 Определение основной погрешности каналов измерения частоты	Да	Да	10.1
5.2 Определение основной погрешности каналов измерения входного аналогового сигнала силы постоянного тока	Да	Да	10.2
5.3 Определение основной погрешности канала вывода аналогового сигнала силы постоянного тока	Да	Да	10.3
6 Подтверждение соответствия систем метрологическим требованиям	Да	Да	11
7 Оформление результатов поверки	Да	Да	12

При отрицательных результатах одной из операций поверки дальнейшая поверка изделия прекращается.

### 3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +22 до +28,
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80

Перед проведением поверки следует подготовить систему и средства поверки к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на них.

### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются поверители из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на поверяемое средство измерений и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При поверке следует применять средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 2. Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых систем с требуемой точностью.

Все средства поверки должны быть поверены.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование и тип средств поверки или вспомогательного оборудования
Средства поверки
1 Генератор сигналов произвольной формы AGF3151C, ФИФ № 63658-16 Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\delta_0 = \pm 1 \cdot 10^{-6}$ в диапазоне от 1 МГц до 150 МГц Диапазон установки амплитуды напряжения (п-п) на нагрузку 50 Ом: от 20 мВ до 20 В
2 Калибратор многофункциональный и коммуникатор МС6(-R), ФИФ № 52489-13 Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения и измерения силы постоянного электрического тока от $\Delta = \pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 1 \text{ мкА})$ в диапазоне от 0 до 25 мА и до $\Delta = \pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \text{ мкА})$ в диапазоне от 0 до 55 мА
3 Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A, ФИФ № 25984-14 Измерение силы постоянного тока в диапазоне 0-20 мА 0,0014 % I + 0,0002 % от верхнего предела измерений
4 Прибор комбинированный Testo 608-H2, рег. № 53505-13, пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ в диапазоне от 0 до +50 $^\circ\text{C}$ , пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении влажности $\pm 3 \text{ %}$ в диапазоне от 15 до 85 %
Примечание – ФИФ № - номер типа средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Продолжение таблицы 2

Вспомогательное оборудование	
1	Персональный компьютер - тактовая частота не менее – 1 ГГц ; - объем оперативной памяти не менее – 512 Мбайт; - количество USB входов, не менее 2; - количество интерфейсов ETHERNET 10/100 Base-T, не менее – 1; - ОС WINDOWS – не ниже версии 10
2	Преобразователь последовательный порт – USB: - преобразователь интерфейса с одним портом RS232, одним портом RS485 и одним портом USB для подключения к компьютеру; - кабель-удлиннитель для RS232 для подключения к сервисному порту модуля Guardian ODS; - специальный кабель для подключения к порту Modbus модуля Guardian ODS.
3	ПО в составе: - средства конфигурации Guardian ODS, версия 9927-2910 Revision A или выше; - файлы конфигурации Guardian ODS; - ПО для чтения параметров по протоколу Modbus; - проектная документация.

## **6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки**

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также правила безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации на систему.

Персонал, проводящий поверку, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу по технике электробезопасности не ниже II-ой.

## **7. Внешний осмотр**

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие внешнего вида системы следующим требованиям:

- на корпус системы должен быть нанесен заводской номер;
- на корпусе не должно быть механических повреждений и дефектов покрытий, препятствующих чтению надписей, ухудшающих технические характеристики и влияющих на работоспособность;
- комплектность системы и заводской номер должны соответствовать указанным в паспорте.

По результатам осмотра делают отметку о соответствии в протоколе поверки.

## **8. Подготовка к проведению поверки и опробование**

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка наличия поверочного оборудования в соответствии с п. 5 методики поверки;
- проверка наличия действующей поверки на средства измерения и контроля;
- проверка соблюдения условий п. 3 настоящей методики.

Перед проведением поверки должна быть проведена подготовка к работе каждого прибора, входящего в состав поверочного оборудования, в соответствии с его эксплуатационной документацией.

Перед проведением поверки необходимо убедиться, что в Guardian ODS загружена конфигурация каналов системы, обеспечивающая поверку системы с требуемой точностью. На время поверки Диспетчер резервирования должен быть отключен.

Опробование и проверку функционирования системы следует проводить в следующем порядке:

- подсоединить систему к источнику питания и вход измерения частоты одного из модулей системы к генератору сигнала,
- задать на генераторе фиксированное значение частотного сигнала из предусмотренного частотного и амплитудного диапазона;
- убедиться в том, что в окне индикации параметров появилось измеренное значение сигнала.

В процессе поверки не должно быть предупреждений от функции контроля обрыва провода, аварийного сигнала об отказе частоты вращения и потери частоты вращения.

Результат опробования считают положительным, если измерение частоты прошло успешно.

## **9. Проверка программного обеспечения**

Метрологически значимое встроенное программное обеспечение (ВПО) систем устанавливается в энергонезависимую память на заводе-изготовителе во время производственного цикла. Оно недоступно пользователю и не подлежит изменению на протяжении всего времени функционирования систем, соответствует уровню защиты «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Проверка идентификационных данных прикладного программного обеспечения (ПО) заключается в проверке номера его версии. ВПО модуля частоты вращения Guardian ODS отображается в меню каждого модуля.

Систему признают годной по этому пункту методики поверки, если номер версии ПО соответствует данным, приведённым в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО систем

Идентификационные данные	Значения
Идентификационное наименование ПО	ВПО модуля частоты вращения Guardian ODS
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Version 10 или выше
Цифровой идентификатор ПО	Номер версии

## 10. Проведение поверки

### 10.1. Определение основной погрешности каналов измерения частоты систем

Определение основной погрешности измерения частоты систем проводят поканально в изложенной ниже последовательности:

- собирают схему измерений согласно рисунку 1;

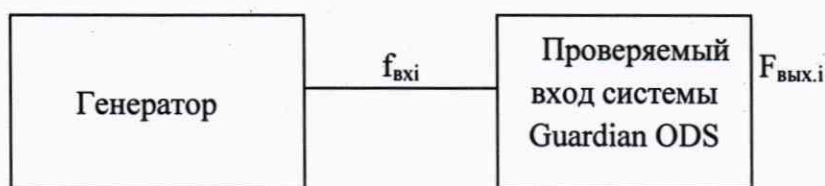


Рисунок 1 - Электрическая схема измерения частоты

- выбирают 5 проверяемых точек  $f_{вх.i}$ , Гц, равномерно распределенных по диапазону измерений, например, 5, 25, 50, 75 и 95 % диапазона;
- исходя из заданной конфигурации системы рассчитывают значение  $N_i$  в об/мин по формуле

$$N_i = f_{вх.i} * 60 / (z * K) \quad (1)$$

где  $N_i$  – частота вращения турбины, об/мин;

$f_{вх.i}$  – частота входного электрического сигнала, Гц;

$z$  – число зубцов звездочки (от 10 до 120),

$K$  – передаточное число.

Примечание - на дисплее модуля может отображаться до 6 значащих цифр, при этом значения  $N$  выше 1000 об/мин отображаются без знаков после запятой, а значения  $N$  ниже 1000 об/мин отображаются с одним знаком после запятой. Значения  $N$ , передаваемые по протоколу Modbus, отображаются с тремя знаками после запятой при  $N < 32,767$  об/мин, с двумя знаками после запятой при  $N < 327,67$  об/мин и с одним знаком после запятой при  $N < 3276,7$  об/мин. Поэтому значения  $z$  и  $K$  должны быть выбраны для каждого проверяемого значения частоты  $f$  таким образом, чтобы значение частоты  $N$  об/мин имело достаточное количество значащих цифр, в зависимости от допустимой погрешности.

- для каждой проверяемой точки  $N_i$  рассчитывают пределы допускаемой абсолютной погрешности  $D_{pNi}$ , выраженные в об/мин

$$D_{pNi} = 0,04 \cdot 0,01 \cdot N_i, \quad (2)$$

- на вход системы для каждой проверяемой точки подают от эталона значение сигнала  $f_{вх.i}$  от генератора;
- считывают значение выходного сигнала  $N_{вых.i}$  системы, выраженное в об/мин. Значения  $N_{вых.i}$  ниже 3276,7 об/мин считываются компьютером, подключенным к Modbus

- считывают значение выходного сигнала  $N_{\text{вых},i}$  системы, выраженное в об/мин. Значения  $N_{\text{вых},i}$  ниже 3276,7 об/мин считываются компьютером, подключенным к Modbus порту системы Guardian ODS. Значения выше 3276,7 об/мин считываются с дисплея модуля системы Guardian ODS;

- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение погрешности

$$D_{Ni} = N_{\text{вых},i} - N_{i,i}; \quad (3)$$

- если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство

$$|D_{Ni}| \leq |D_{pNi}|, \quad (4)$$

где  $D_{pNi}$  – предел основной погрешности, выраженный в об/мин, то систему признают прошедшей испытания.

Если хотя бы в одной из проверяемых точек данное условие не выполняется, измерительный канал признают непригодными для дальнейшего применения в составе системы.

## 10.2. Определение основной погрешности каналов измерения входного аналогового сигнала силы постоянного тока

Для определения основной погрешности каналов измерения силы постоянного тока собирают схему измерений согласно рисунку 2.

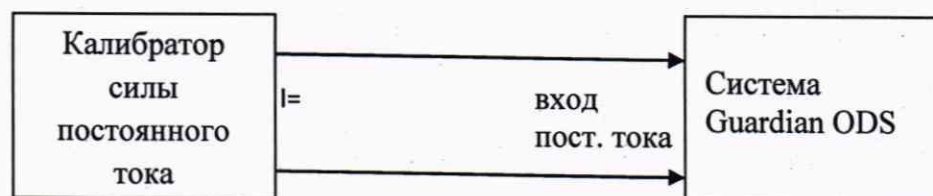


Рисунок 2 – Схема определения погрешности измерения входного аналогового сигнала силы постоянного тока

Для каждой проверяемой точки  $i = 1...5$  выполняют следующие операции:

- устанавливают значение входного сигнала  $I_{\text{вх}i}$  от калибратора силы постоянного тока и делают несколько отсчетов показаний выходного кода  $Z_{ij}$ , испытываемого измерительного канала;

- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_i$  измерительного канала в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = \max \{ |Z_{ij} - I_{\text{вх}i}| \}, \quad (5)$$

здесь  $Z_{ij}$  выражено в единицах подаваемого входного сигнала.

Системы считают выдержавшими испытание, если в каждой из проверяемых точек входного аналогового сигнала силы постоянного тока выполняется неравенство

$$|\Delta_i| \leq |\Delta_{pi}|, \quad (6)$$

где  $\Delta_{pi}$  – предел допускаемой основной абсолютной погрешности,  $\Delta_{pi} = 0,25 \cdot 0,01 \cdot 25 \text{ мА} = 0,0625 \text{ (мА)}$



### 10.3. Определение основной погрешности канала вывода аналогового сигнала силы постоянного тока

Для определения основной погрешности канала вывода аналогового сигнала силы постоянного тока собирают схему измерений согласно рисунку 3.

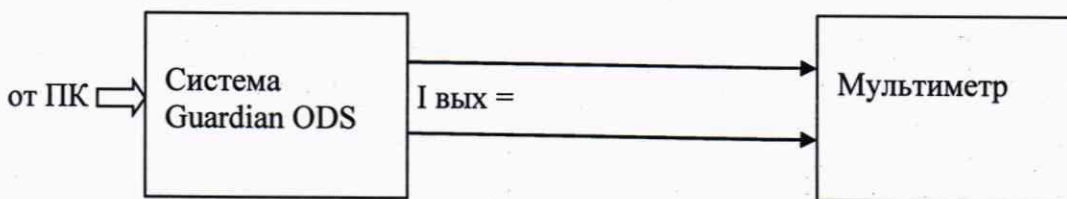


Рисунок 3 – Схема определения погрешности измерения входного аналогового сигнала силы постоянного тока

Для каждой проверяемой точки  $i = 1 \dots 5$  выполняют следующие операции:

- устанавливают входной код  $N_i$ , соответствующий  $i$ -й проверяемой точке и измеряют эталонным мультиметром значение выходного сигнала  $I_{\text{вых}i}$ ;
- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_i$  в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_i = I_{\text{вых}i} - I(N_i), \quad (7)$$

где  $I(N_i)$  - номинальное значение выходного тока, соответствующее входному коду.

Системы считают выдержавшими испытание, если в каждой из проверяемых точек выходного аналогового сигнала силы постоянного тока выполняется неравенство

$$|\Delta_i| \leq |\Delta_{\text{р}|\text{вых}}|, \quad (8)$$

где  $\Delta_{\text{р}|\text{вых}}$  - предел допускаемой абсолютной погрешности проверяемого диапазона выходного аналогового сигнала системы,  $\Delta_{\text{р}|\text{вых}} = 0,1 \cdot 0,01 \cdot 20 \text{ мА} = 0,02 \text{ мА}$ .

Если хотя бы в одной из проверяемых точек данное условие не выполняется, измерительный канал признают непригодными для дальнейшего применения в составе системы.

## 11. Подтверждение соответствия систем метрологическим требованиям

11.1 Система считается годной по результатам проверки основной погрешности измерения частоты, если для каждого из 3 модулей для каждой проверяемой точки диапазона выполняется неравенство (4).

11.2 Система считается годной по результатам проверки основной погрешности каналов измерения аналогового сигнала силы постоянного тока, если для всех каналов каждого из 3 модулей для каждой проверяемой точки диапазона выполняется неравенство (6).

11.3 Система считается годной по результатам проверки основной погрешности каналов вывода аналогового сигнала силы постоянного тока, если для каждого из 3 модулей для каждой проверяемой точки диапазона выполняется неравенство (8).

Измерительные каналы, не соответствующие всем вышеперечисленным требованиям, признают непригодными для дальнейшего применения в составе системы. Результаты поверки таких ИК считаются отрицательными.


## 12. Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки система признается годной к эксплуатации, оформляются результаты поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020г. Минпромторга России, наносится оттиск поверительного клейма в паспорте на систему.


При отрицательных результатах поверки система признается непригодной к эксплуатации, результаты поверки оформляются согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020г. Минпромторга России.

Разработали:

Зам. нач. отдела 201 ФГБУ «ВНИИМС»

 Ю.А. Шатохина

Вед. инженер отд. 201 ФГБУ «ВНИИМС»

 И.Г. Средина