

**Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)**

Согласовано:



Директор УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

 Е.П. Собина

 2022 г.

**«ГСИ. Датчики угла поворота вихретоковые
торцевые ДПС-ВТ/Т. Методика поверки»**

МП 133-221-2021

Екатеринбург
2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева» (УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

2 ИСПОЛНИТЕЛЬ старший инженер лаб. 221 Е.В. Соколова.

3 СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1 Общие положения | 4 |
| 2 Нормативные ссылки | 4 |
| 3 Перечень операций поверки | 5 |
| 4 Требования к условиям проведения поверки | 5 |
| 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку | 5 |
| 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки | 5 |
| 7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки ... | 6 |
| 8 Внешний осмотр средства измерений | 6 |
| 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 6 |
| 10 Определение метрологических характеристик средства измерений | 8 |
| 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требо- ваниям | 11 |
| 12 Оформление результатов поверки | 11 |
| Приложение А Схема подключения при поверке датчика | 12 |

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики угла поворота вихретоковые торцевые ДПС-ВТ/Т (далее – датчики), изготовленные ООО «НПО САУТ», г. Екатеринбург, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок. Поверка датчиков должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки должны обеспечиваться прослеживаемость датчиков к ГЭТ 1-2018 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 года № 1621 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты.

1.3 В настоящей методике реализована поверка методом косвенных измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки датчиков угла поворота вихретоковых торцевых ДПС-ВТ/Т, используемых в качестве рабочих средств измерений.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|---|----------|
| Угол поворота оси модулятора датчика, соответствующий N периодам импульсов датчика, ° | 8,57·N* |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего N периодам импульсов, ° | ±1,30 |
| Угол поворота оси модулятора датчика, соответствующий длительности импульса, ° | 4,28 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего длительности импульса, ° | ±0,90 |
| Угол поворота оси модулятора датчика, соответствующий интервалу между фронтами импульсов первого и второго каналов датчика, ° | 2,14 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего интервалу между фронтами импульсов первого и второго каналов датчика, ° | ±0,80 |
| * – где N – натуральные числа от 1 до 42 включительно. | |

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы¹⁾:

Приказ Минтруда России от 15.12.2020 № 903н Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок

¹⁾ 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.

Приказ Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке

Приказ Минпромторга России от 28.08.2020 № 2906 Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.07.2018 года № 1621 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

3 Перечень операций поверки

3.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операций при | |
|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| Внешний осмотр средства измерений | 8 | да | да |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 9 | да | да |
| Определение метрологических характеристик СИ. Определение абсолютной погрешности при измерении угла поворота | 10 | да | да |
| Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям | 11 | да | да |

3.2 Если при выполнении операций поверки по 3.1 будут получены отрицательные результаты, датчик признают непригодным к применению и оформляют результаты поверки по пункту 12 настоящей методики поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 35;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению работ по поверке датчика допускаются лица, прошедшие специальное обучение в качестве поверителя и проверку знаний правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, имеющие право работать с электроустановками напряжением до 1000 В, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на поверяемый датчик и эксплуатационную документацию на средства поверки.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|--|
| раздел 10 Определение метрологических характеристик | Скорость вращения привода (100 – 2500) об/мин, диапазон измерений периода следования импульсов выходных сигналов датчика (570 – 14290) мкс, относительная погрешность $\pm 2\%$; диапазон измерения длительности импульсов выходных сигналов датчика (290 – 7140) мкс, относительная погрешность $\pm 4\%$; диапазон измерений сдвига между фронтами импульсов выходных сигналов датчика (140 – 3570) мкс, относительная погрешность $\pm 8\%$. | Пульт проверки ПП2-ДПС, рег. № 74826-19 |
| раздел 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | Диапазон измерений относительной влажности от 10 % до 100 %, абсолютная погрешность $\pm 2,5\%$; диапазон измерений температуры от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, абсолютная погрешность $\pm 0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ | Термогигрометр электронный «CENTER» мод. 310 |
| разделы 9, 10 | ПК типа IBM PC Стандартной комплектации, оснащенный специализированным программным обеспечением «DPS.exe», версия ПО не ниже 001_034 | |

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены, если представлены средствами измерений утвержденного типа или аттестованы, если представлены средствами измерений неутвержденного типа; средства измерений должны быть поверены, данные о их поверке должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

6.3 Допускается применение аналогичных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования Приказа Минтруда России от 15.12.2020 г. № 903н, ГОСТ 12.2.007.0 и требования безопасности, установленные в руководстве по эксплуатации на датчики и эксплуатационной документации на средства поверки.

7.2 Контрольно-проверочная аппаратура должна быть заземлена перед началом работы.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре устанавливаются соответствие датчика следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида датчика сведениям, приведенным в описании типа;
- соответствие комплектности требованиям, приведенным в паспорте;
- отсутствие видимых механических повреждений в виде сколов, царапин и вмятин, а также следов коррозии материалов, влияющих на работоспособность и безопасность проведения поверки;
- соответствие маркировки и ее качества требованиям руководства по эксплуатации;
- проверка наличия предусмотренных пломб;
- наличие заводского номера датчика.

8.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются требования, указанные в 8.1.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

– проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с таблицей 4;

– датчик выдерживают в условиях, указанных в 4.1, не менее 2 ч;

– средства поверки подготавливают к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

9.2 Опробование средства измерений

9.2.1 При опробовании проверяют вывод на экран измеренных значений программой «DPS.exe».

9.2.2 Собирают схему в соответствии с Приложением А.

Устанавливают на привод ДПС поверяемый датчик согласно руководству по эксплуатации на пульт проверки ПП2-ДПС (далее – ПП2-ДПС). Включают питание ПП2-ДПС с помощью переключателя «СЕТЬ» на передней панели пульта контроля ПК2-ДПС (далее – ПК2-ДПС).

9.2.3 На персональном компьютере запускают программу «DPS.exe», при этом открывается окно программы «Стенд проверки ДПС» в соответствии с рисунком 1.

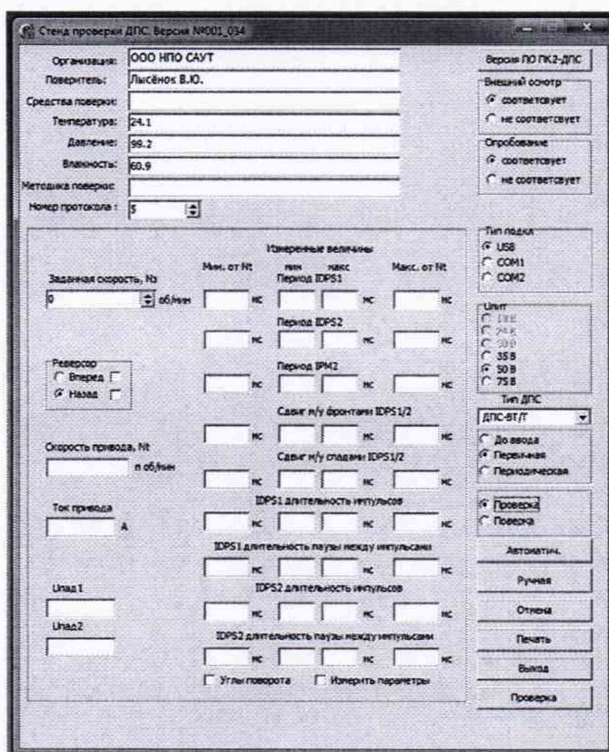


Рисунок 1 – Пример внешнего вида окна ПО «DPS.exe»

9.2.4 В открывшемся окне выбирают тип датчика; в поле «Тип подключения» выбирают «USB»; в поле « $U_{пит}$ » выбирают напряжение питания датчика 50 В.

В поле «Проверка» или «Поверка» выбирают «Поверка» и нажимают кнопку «Ручная».

Задают в строке «Заданная скорость, N_3 » скорость вращения вала 156 об/мин и в поле «Реверсор» направление вращения вала «Вперед», при этом в окне ПО «DPS.exe» должны наблюдаться показания.

9.2.5 Результаты опробования считают положительными, если установленное значение скорости вращения привода, отображаемое в ячейке «Скорость привода, N_1 », находится в интервале (156 ± 16) об/мин, а в ячейках «Измеренные величины» отображаются значения.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение метрологических характеристик датчиков проводят в автоматическом режиме.

Нажимают кнопку «Автоматич». Откроется окно «Введите номер и дату изготовления» (рисунок 2). В открывшемся окне вводят заводской номер поверяемого датчика, месяц и год изготовления, нажимают «ОК». На лицевой панели ПК2-ДПС включится индикатор, соответствующий выбранному значению напряжения питания $U_{пит}$.



Рисунок 2 – Окно для ввода номера и даты выпуска датчика

10.2 Процесс автоматической поверки параметров датчика проводится на значениях скорости вращения вала: (156 ± 16) , (312 ± 31) , (624 ± 62) , (1250 ± 125) , (2500 ± 250) об/мин.

10.3 При выполнении операции в нижней части поля рабочего окна программы «Стенд проверки ДПС» появится линейка прогресса, демонстрирующая ход выполнения операции. В рабочем окне программы появится сообщение «Проверка параметров ДПС на скорости 2500 об/мин», информирующее о скорости вращения датчика в соответствии с рисунком 3.

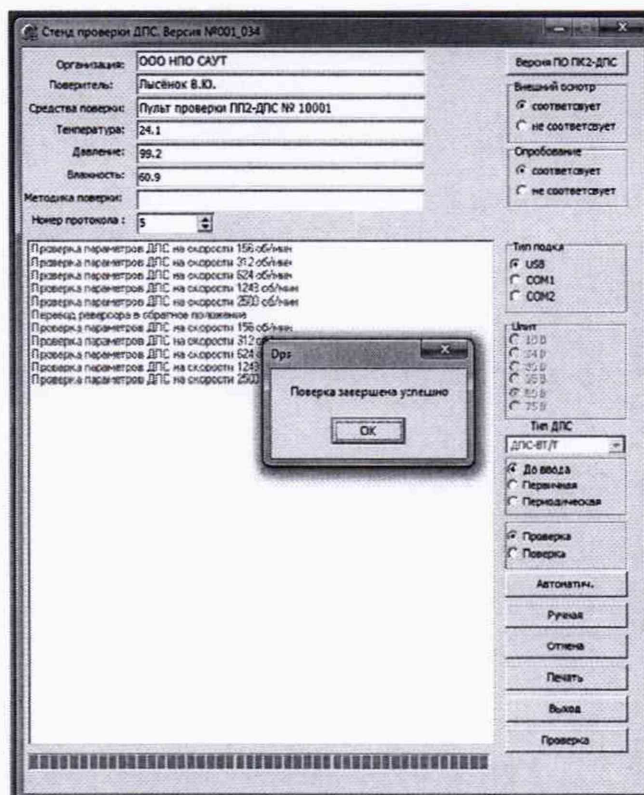


Рисунок 3 – Завершение процесса поверки

По окончании измерений на скорости вращения 2500 об/мин, ПП2-ДПС автоматически переходит к измерению на скоростях вращения 1248, 624, 312, 156 об/мин, при этом в окне программы «Стенд проверки ДПС» последовательно появляются сообщения в соответствии с рисунком 3.

10.4 По окончании измерений на скорости вращения 156 об/мин вал привода ДПС начнет постепенно уменьшать скорость вращения до полной остановки, после чего в рабочем окне программы «Стенд проверки ДПС» появится сообщение «Перевод реверсора в обратное положение», после чего ПК2-ДПС изменит направление вращения вала привода ДПС на противоположное и повторит измерения.

10.5 По окончании измерений на скорости вращения 156 об/мин вал привода ДПС начнет постепенно уменьшать скорость вращения до полной остановки, после чего на экране персонального компьютера всплывет окно «Dps» с сообщением «Проверка завершена успешно» в соответствии с рисунком 3, при этом на передней панели ПК2-ДПС, в поле «ПРОВЕРКА», загорится индикатор «ИСПРАВЕН».

Если в результате проверки выявлена неисправность, выводится сообщение «Проверка прервана. В устройстве выявлены неисправности», а на передней панели ПК2-ДПС включится индикатор «НЕИСПРАВЕН».

10.6 Обработка результатов измерений проводится автоматически по следующим формулам:

10.6.1 Угол поворота оси модулятора датчика α_1 , °, соответствующий N периодам импульсов, определяется по формуле

$$\alpha_1 = \frac{T_{\text{вых}} \cdot 360}{T_c}, \quad (1)$$

где, $T_{\text{вых}}$ – длительность N периодов импульсов датчика, мс;

T_c – период синхроимпульсов пульта контроля датчика, соответствующий одному обороту вращения оси модулятора датчика, мс;

360 – угол полного поворота оси модулятора датчика, °.

10.6.2 Угол поворота оси диска-модулятора, α_2 , °, соответствующий длительности импульса, определяется по формуле

$$\alpha_2 = \frac{\tau_{\text{имп}} \cdot 360}{T_c}, \quad (2)$$

где $\tau_{\text{имп}}$ – время, соответствующее длительности импульса, мс;

T_c – период синхроимпульсов пульта контроля датчика, соответствующий одному обороту вращения оси модулятора датчика, мс;

360 – угол полного поворота оси модулятора датчика, °.

10.6.3 Угол поворота оси диска-модулятора, α_3 , °, соответствующий интервалу между фронтами импульсов первого и второго каналов датчика, определяется по формуле

$$\alpha_3 = \frac{\tau_c \cdot 360}{T_c}, \quad (3)$$

где τ_c – интервал времени между фронтами импульсов первого и второго каналов датчика, мс;

360 – угол полного поворота оси модулятора датчика, °.

По окончании проверки можно просмотреть, распечатать или сохранить отчет о результатах проверки.

10.7 Для печати протокола проверки в поле программы «DPS.exe» (рисунок 1) нажимают кнопку «Печать».

В появившемся окне «Выбор ДПС для печати» будет представлен перечень отчетов поверенных датчиков (рисунок 4).

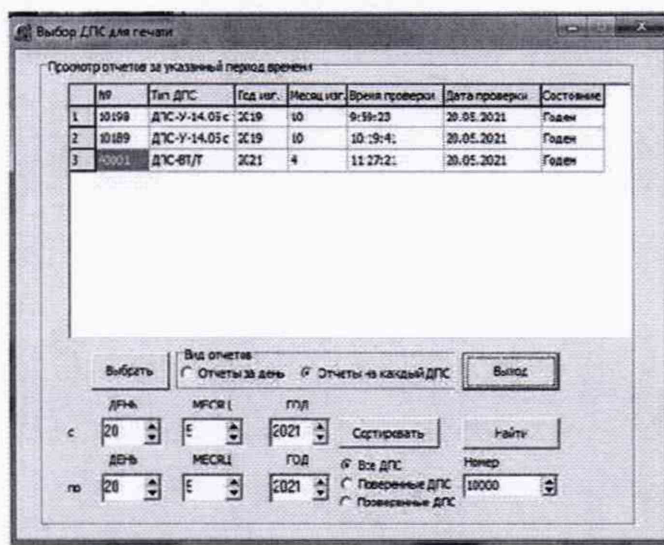


Рисунок 4 – Выбор датчика для печати протокола

Выбирают отчет поверки за день (сортировка отчетов по указанной дате), либо индивидуальный отчет о поверке датчика по его номеру в окне «Вид отчетов».

В предложенном перечне выделяют требуемый отчет и нажимают кнопку «Выбрать».

В появившемся диалоговом окне «Output Options» выбирают «Printer», нажимают «ОК» (рисунок 5).

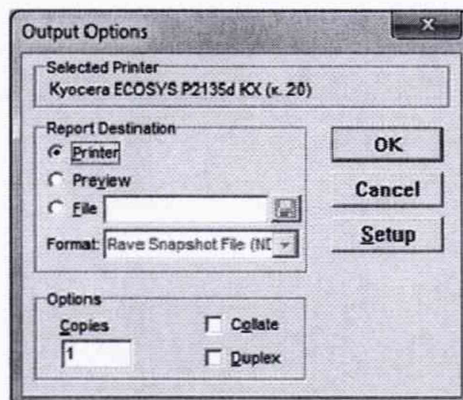


Рисунок 5 – Выбор принтера для печати протокола

10.8 Для завершения операции поверки закрывают программу «DPS.exe», выключают пульт ПП2-ДПС, отключают кабель датчика от схемы поверки и снимают поверенный датчик с привода ДПС.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Значение абсолютной погрешности (Δ_{01}) при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего N периодам импульсов, определить по формуле

$$\Delta_{01i} = a_i - a_{i13}, \quad (1)$$

где a_i – i-ый результат измерений датчиком угла поворота оси модулятора, соответствующего N периодам импульсов, °;

a_{i13} – i-ое рассчитанное пультом проверки значение угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего N периодам импульсов, °.

11.2 Значение абсолютной погрешности (Δ_{02}) при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего длительности импульса определить по формуле

$$\Delta_{02i} = a_i - a_{i23}, \quad (2)$$

где a_i – i -ый результат измерений датчиком угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего длительности импульса, °;

$a_{i3э}$ – i -ое рассчитанное пультом проверки значение угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего длительности импульса, °.

11.3 Значение абсолютной погрешности (Δ_{03i}) при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего интервалу между фронтами импульсов первого и второго каналов датчика, определить по формуле

$$\Delta_{03i} = a_i - a_{i3э}, \quad (3)$$

где a_i – i -ый результат измерений датчиком угла поворота оси модулятора, соответствующего интервалу между фронтами импульсов первого и второго каналов датчика, °;

$a_{i3э}$ – i -ое рассчитанное пультом проверки значение угла поворота оси модулятора, соответствующего интервалу между фронтами импульсов первого и второго каналов датчика, °.

11.4 Результаты поверки считают положительными, если:

- полученные значения абсолютной погрешности при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего N периодам импульсов, находятся в интервале $\pm 1,30$ °;
- полученные значения абсолютной погрешности при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего длительности импульса находятся в интервале $\pm 0,90$ °;
- полученные значения абсолютной погрешности при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего интервалу между фронтами импульсов первого и второго каналов датчика, находятся в интервале $\pm 0,80$ °.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки датчик признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений. Конструкцией датчиков не предусмотрена возможность нанесения знака поверки.

12.3 При отрицательных результатах поверки датчик признают непригодным к применению и оформляют результаты в соответствии с действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

12.4 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906.

Старший инженер лаборатории 221
УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



Е.В. Соколова

Приложение А
(обязательное)
Схема подключения при поверке датчика

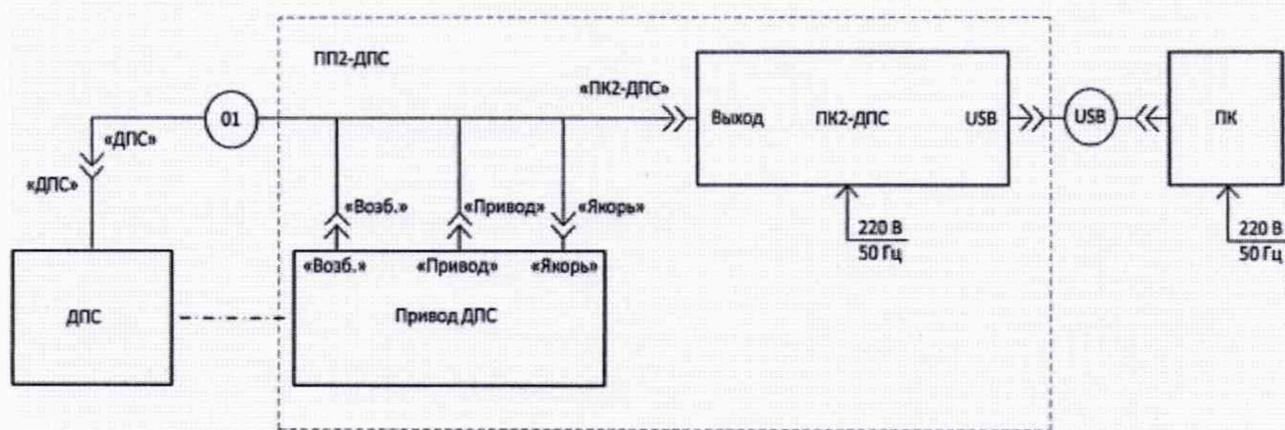


Рисунок А.1 – Схема подключения при поверке датчика

Таблица А.1 – Перечень наименований и обозначений блоков и кабелей на схеме поверки

| Обозначение | Расшифровка | Примечание |
|-------------|---|--------------------|
| ДПС | Датчик угла поворота | |
| ПП2-ДПС | Пульт проверки ПП2-ДПС (в составе: привод ДПС и пульт контроля ПК2-ДПС) | |
| ПК | Персональный компьютер | |
| 01 | Кабель ДПС ВР4.855.308-01 | Из состава ПП2-ДПС |
| USB | Кабель USB А-В | из состава ПП2-ДПС |