

**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. Соби́на

2023 г.



**«ГСИ. Датчики угла поворота универсальные
вихретоковые ДПС-У/ВТ. Методика поверки»**

МП 55-221-2023

Екатеринбург
2023

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 УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» Соколова Е.В.

3 СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	4
2 Нормативные ссылки	5
3 Перечень операций поверки	5
4 Требования к условиям проведения поверки	5
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	6
6 Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки ...	6
8 Внешний осмотр средства измерений	7
9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	8
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требо- ваниям	10
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 универсальные вихретоковые ДПС-У/ВТ (далее – датчики), изготовленные ООО «Горизонт», г. Екатеринбург, и устанавливает методы и средства их первичной (до ввода в эксплуатацию и после ремонта) и периодической поверок. Поверка датчиков должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость датчиков к ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утверждённой Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360 «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 универсальных вихретоковых ДПС-У/ВТ, используемых в качестве средств измерений в соответствии с государственной поверочной схемой, приведённой в разделе 2 настоящей методики поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Угол поворота оси модулятора датчика, соответствующий периоду импульса датчика, °	8,57
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего периоду импульса, °	±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

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

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

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2360 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты

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

Примечание:

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

3 Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений (СИ) Определение абсолютной погрешности при измерении угла поворота оси модулятора датчика	да	да	10
Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	да	да	11

3.2 В случае невыполнения операций поверки по 3.1 настоящей методики поверка прекращается, датчик признают непригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с разделом 12 настоящей методики поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от 15 до 35;
- относительная влажность, % от 45 до 80.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению работ по поверке датчиков допускаются лица, прошедшие 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 поверяемые датчики, эксплуатационную документацию на средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право поверки средств измерений времени и частоты.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Подготовка к поверке и опробование средства измерений (раздел 9)	Средство измерений температуры и относительной влажности с диапазонами измерений, охватывающими условия по разделу 4 настоящей методики	Термогигрометр ИВА-6А-Д2, рег. № 82393-21
Определение метрологических характеристик (раздел 10)	Рабочий эталон 5-го разряда по приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 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. № 47749-11
разделы 9, 10	ПК типа IBM PC Стандартной комплектации, оснащённый специализированным программным обеспечением «DPS.exe», версия ПО не ниже 001_034	

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены, если представлены средствами измерений утверждённого типа или аттестованы, если представлены средствами измерений неутверждённого 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 устанавливают соответствие датчика следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида сведениям, приведённым в описании типа;
- наличие эксплуатационной документации;
- наличие документов о результатах предыдущей поверки;
- соответствие комплектности требованиям, приведённым 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 её качества требованиям руководства по эксплуатации;
- проверка наличия предусмотренных пломб;
- наличие заводского номера датчика;
- чёткость обозначений и маркировки с указанием типа, заводского номера и года выпуска 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 3;

- датчик выдерживают в условиях, указанных в разделе 4, 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 откроется окно программы «Стенд проверки ДПС» в соответствии с рисунком 1.

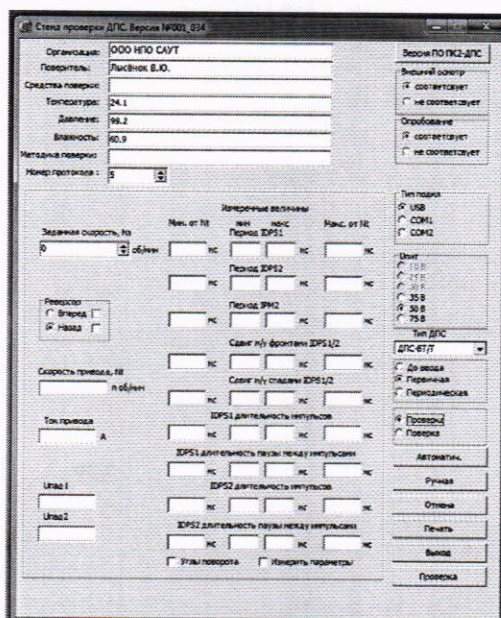


Рисунок 1 – Пример внешнего вида окна ПО «DPS.exe»

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_4 », 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», после чего 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 $U_{пит}$.

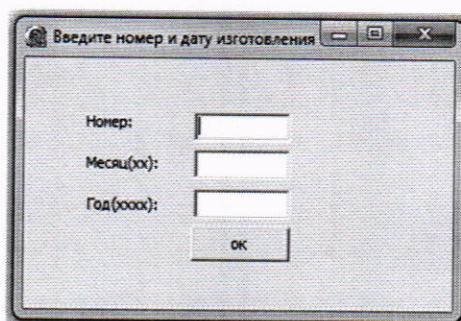


Рисунок 2 – Окно для ввода номера и даты выпуска датчика

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.

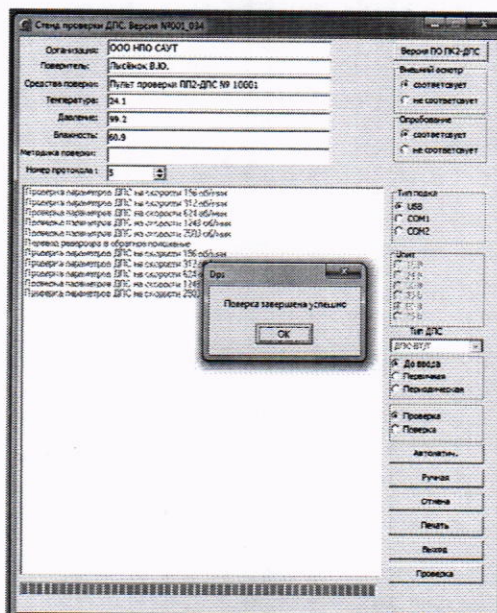


Рисунок 3 – Завершение процесса поверки

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 ПП2-ДПС начнёт постепенно уменьшать скорость вращения до полной остановки, в рабочем окне программы «Стенд проверки ДПС» появится сообщение «Перевод реверсора в обратное положение», после чего ПП2-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 ПП2-ДПС начнёт постепенно уменьшать скорость вращения до полной остановки, на экране персонального компьютера всплывёт окно «Dps» с сообщением «Поверка завершена успешно» в соответствии с рисунком 3, при этом на передней панели ПК2-ДПС, в поле «ПРОВЕРКА», загорится индикатор «ИСПРАВЕН».

Если в результате поверки выявлена неисправность, выводится сообщение «Поверка 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 периоду импульса, определяется по формуле

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

где, $T_{\text{вых}}$ – длительность периода импульса 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 модулятора датчика, 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 модулятора датчика, 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 поверки можно просмотреть, распечатать или сохранить отчёт о результатах проверки.

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

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

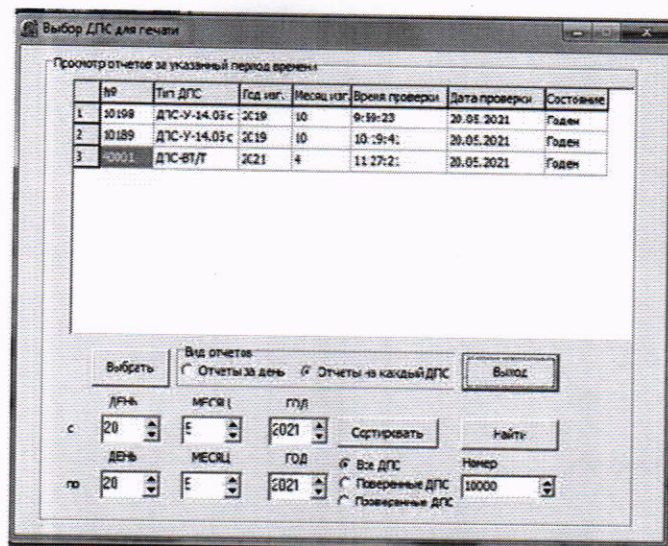


Рисунок 4 – Выбор датчика для печати протокола

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

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

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

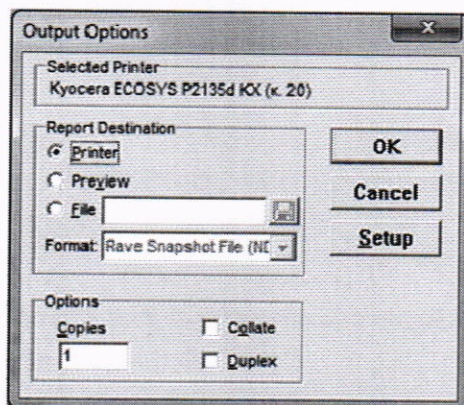


Рисунок 5 – Выбор принтера для печати протокола

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_{01i}) при измерении угла поворота оси модулятора датчика, соответствующего периоду импульса, определяют по формуле

$$\Delta_{01i} = a_i - a_{i13}, \quad (4)$$

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

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

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

$$\Delta_{02i} = a_i - a_{i2э}, \quad (5)$$

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

$a_{i2э}$ – 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, определяют по формуле

$$\Delta_{03i} = a_i - a_{i3э}, \quad (6)$$

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

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки средство измерений признают пригодным к применению. Нанесение знака поверки на датчики не предусмотрено.

12.3 При отрицательных результатах поверки средство измерений признают непригодным к применению.

12.4 По заявке заказчика при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных – извещение о непригодности.

12.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком.

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



Е.В. Соколова

Приложение А
(обязательное)
Схема подключения при поверке датчика

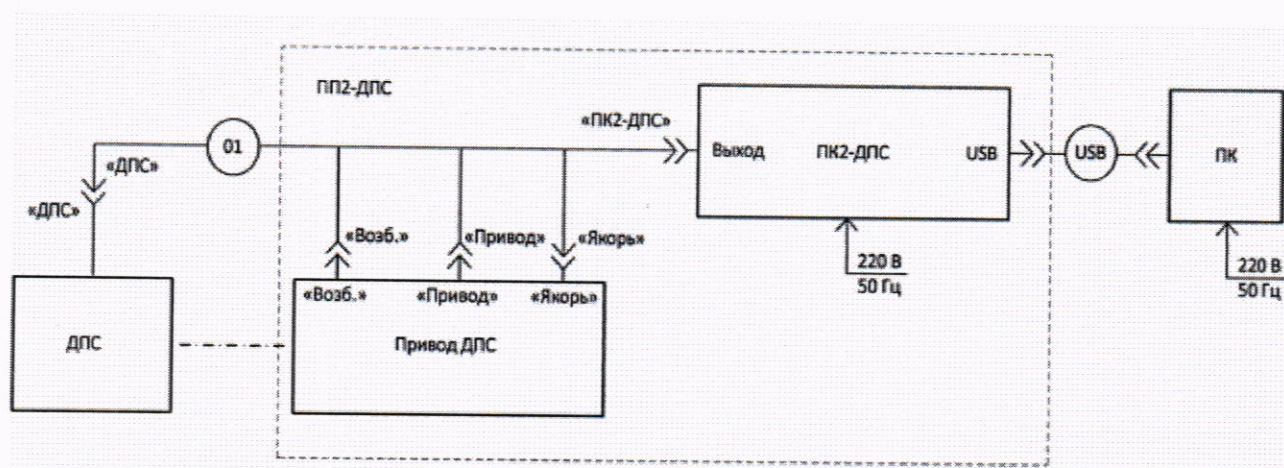


Рисунок А.1 – Схема подключения при поверке датчика

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 A-B	из состава ПП2-ДПС