

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»



Государственная система обеспечения единства измерений

ИЗМЕРИТЕЛЬ УГЛА ПОВОРОТА И УСИЛИЯ НА РУЛЕВОМ КОЛЕСЕ
SFA-E-150NMSA20

Методика поверки

МП-1078-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителя угла поворота и усилия на рулевом колесе SFA-E-150NMSA20 (далее - измеритель), и устанавливает методику его первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга России № 2907 от 28 августа 2020 г. «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений применяется метод прямых измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики (требования), приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений крутящего момента силы, Н·м	от 0 до 150
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений угла поворота	$\pm 1080^\circ$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла поворота	$\pm 0,5^\circ$

1.5 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы крутящего момента силы в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 6 сентября 2024 г. № 2152, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ149-2023.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы плоского угла в соответствии со структурой локальной поверочной схемы (Приложение А к настоящей методике поверки), подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ22-2014.

2 Перечень операций поверки средств измерений

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

Таблица 2 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений угла поворота	Да	Да	10.2

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны выполняться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80

Примечание - Условия проведения измерений также должны учитывать требования эксплуатационных документов на средства поверки.

3.2 При проведении поверки должны отсутствовать вибрации, тряска, удары, влияющие на работу измерителя.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки, и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

4.2 Для проведения поверки достаточно одного специалиста.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 - Средства 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 (при подготовке к поверке и опробование средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений температуры от -20 °C до +60 °C с абсолютной погрешностью не более 0,2 °C Средства измерений относительной влажности воздуха от 20 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более 2 %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М 5-Д, рег. №71394-18
п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробование средства измерений)	Специальное приспособление для поверки (далее - специальное приспособление)	Специальное приспособление для поверки из комплекта измерителя
п. 10.1 Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы	Рабочие эталоны единицы крутящего момента силы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Госстандарта № 2152 от 06.09.2024, в диапазоне измерений от 10 до 150 Нм с пределами относительной погрешности $\pm 0,25$ % - установки поверочные <u>Вспомогательное оборудование:</u> Специальное приспособление, требуемое для выполнения операций поверки по п. 8.2 Источник питания постоянного тока с выходным напряжением постоянного тока в диапазоне от 8 до 36 В (далее - источник питания) Персональный компьютер с установленным программным обеспечением (далее - ПО) DeweSoft (далее - ПК)	Установка для поверки датчиков крутящего момента силы 21428, рег. №67157-17 Источник питания постоянного тока GPR-76060D, рег. № 55898-13

Окончание таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений угла поворота	Рабочие эталоны единицы плоского угла, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда по Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Госстандарта № 2482 от 26.11.2018, в диапазоне измерений от 0° до 360° с пределами абсолютной погрешности $\pm 30''$ - квадранты оптические <u>Вспомогательное оборудование:</u> Пластина с крепежом для установки квадранта А также вспомогательное оборудование, требуемое для выполнения операций поверки по п. 10.1	Квадрант оптический КО-60М, рег. № 26905-15 Пластина с крепежом для установки квадранта из комплекта измерителя
<i>Примечание — Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности, приведённым в эксплуатационной документации на поверяемые средства измерений, эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, а также требованиям по технике безопасности, которые действуют на месте проведения испытаний.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре установить соответствие измерителя следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида измерителя, в том числе соответствие маркировочной таблички, указанному в описании типа средства измерений и эксплуатационной документации;
- комплектность измерителя соответствует руководству по эксплуатации;
- отсутствуют механические повреждения и коррозии корпуса и других конструктивных элементов измерителя.

7.2 Результаты внешнего осмотра средства измерений считать положительными, если измеритель соответствует вышеперечисленным требованиям.

При обнаружении несоответствий дальнейшие операции поверки прекратить до устранения выявленных несоответствий. В случае невозможности устранения выявленных несоответствий, измеритель признать непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производить.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**8.1 Подготовка к поверке**

8.1.1 Перед проведением работ измеритель и средства поверки подготовить к работе в соответствии с эксплуатационной документацией и выдержать не менее трех часов в условиях, приведённых в п. 3.1 настоящей методики поверки.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании необходимо закрепить измеритель в вертикальном положении, прикрепив его на специальное приспособление в положении для испытаний по каналу измерений крутящего момента силы, как показано на рис. 1, а далее собрать схему в соответствии с руководством по эксплуатации и подключить измеритель к источнику питания и ПК через USB-разъём.

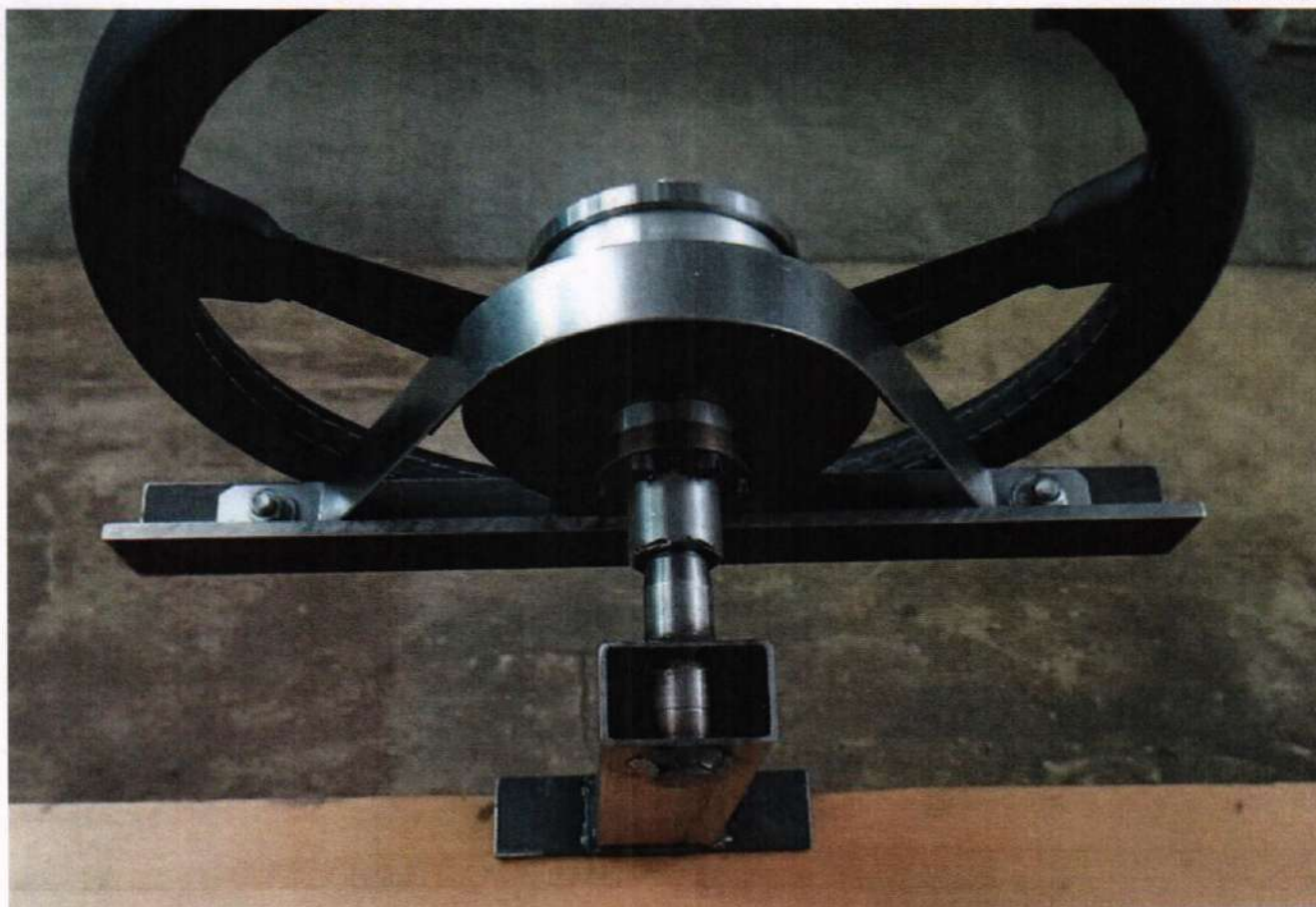


Рисунок 1 - Измеритель, закреплённый на специальном приспособлении в положении для испытаний по каналу измерений крутящего момента силы

8.2.2 Для корректного подключения измерителя к ПК и снятия показаний провести следующие операции:

- подать питание 12 В постоянного тока от источника питания;
- запустить ПО DeweSoft;
- в открывшемся окне запустить файл [Steering_wheel.d7s];
- если измеритель при первом запуске подключиться корректно, то в правом верхнем углу будет указано [Dewe-43A] (показано стрелкой на рисунке 2);



Рисунок 2 - Диалоговое окно ПО DeweSoft

- если подключение не произошло и выбрано [Отсутствует АЦП], как показано на рис. 2, то выбрать устройство вручную. Для этого в правом верхнем углу выбрать меню [Параметры] в выпадающем меню выбрать меню [Настройка оборудования]. В открывшемся окне выбрать [Dewesoft

USB] (показано стрелкой на рис. 3) и закрыть окно нажатием кнопки [OK]. После чего в правом верхнем углу будет указано [Dewe-43A], как показано на рис. 4 стрелкой [1];

- провести обнуление показаний значения крутящего момента силы. Для этого (здесь и при необходимости далее) перейти во вкладку [Настройка канала] и далее нажать левой клавишей мыши кнопку [Ноль] для активного канала измерений крутящего момента силы, при этом вокруг кнопки [Ноль] появится жирная окантовка чёрного цвета, как показано на рис. 4 стрелкой [2]. Чтобы отключить (завершить) обнуление нажать на кнопку [Ноль] правой клавишей мыши (жирная окантовка чёрного цвета при этом пропадёт);

Применение - Здесь и далее обнуление канала измерений угла поворота не требуется. Значения обнуляются автоматически при нажатии кнопки [Старт] при измерениях.

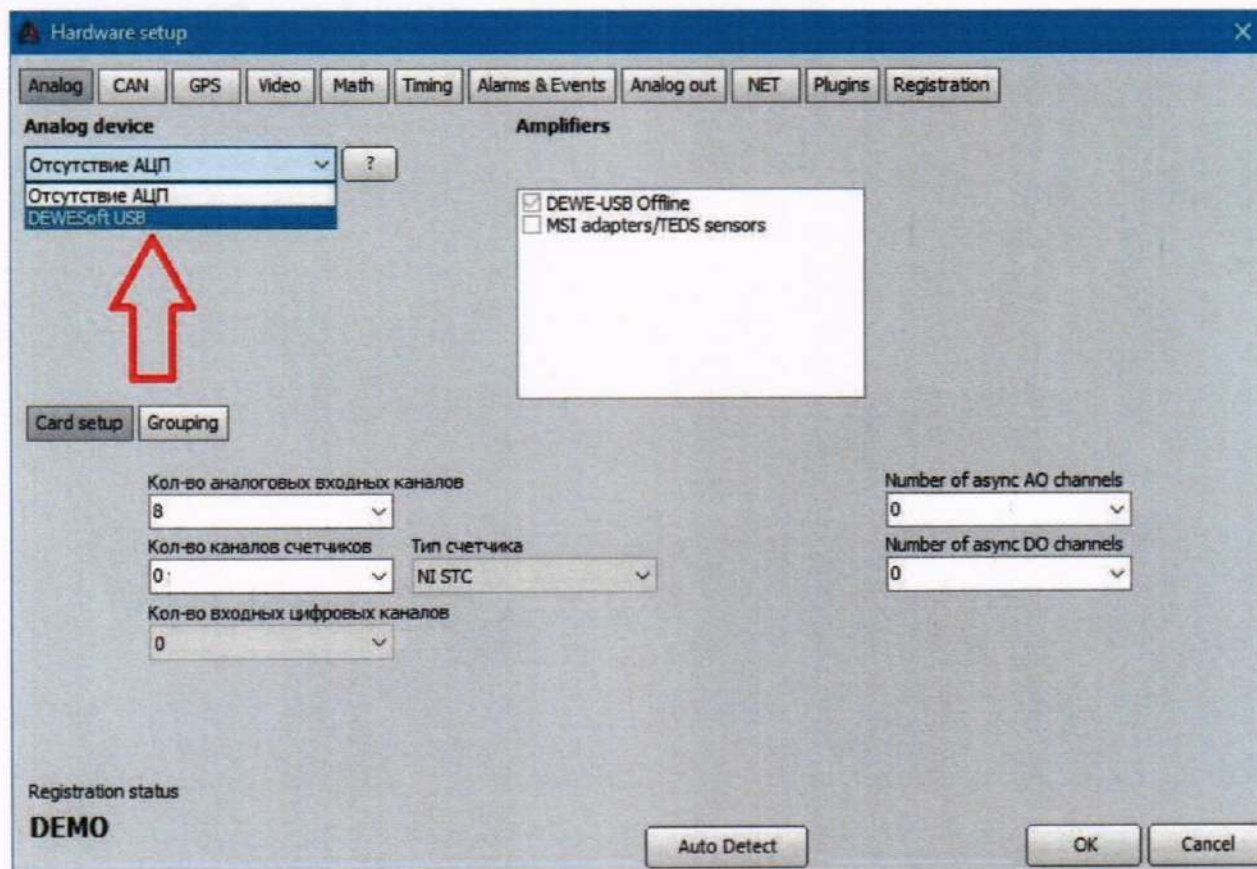


Рисунок 3 - Диалоговое окно меню [Настройка оборудования]

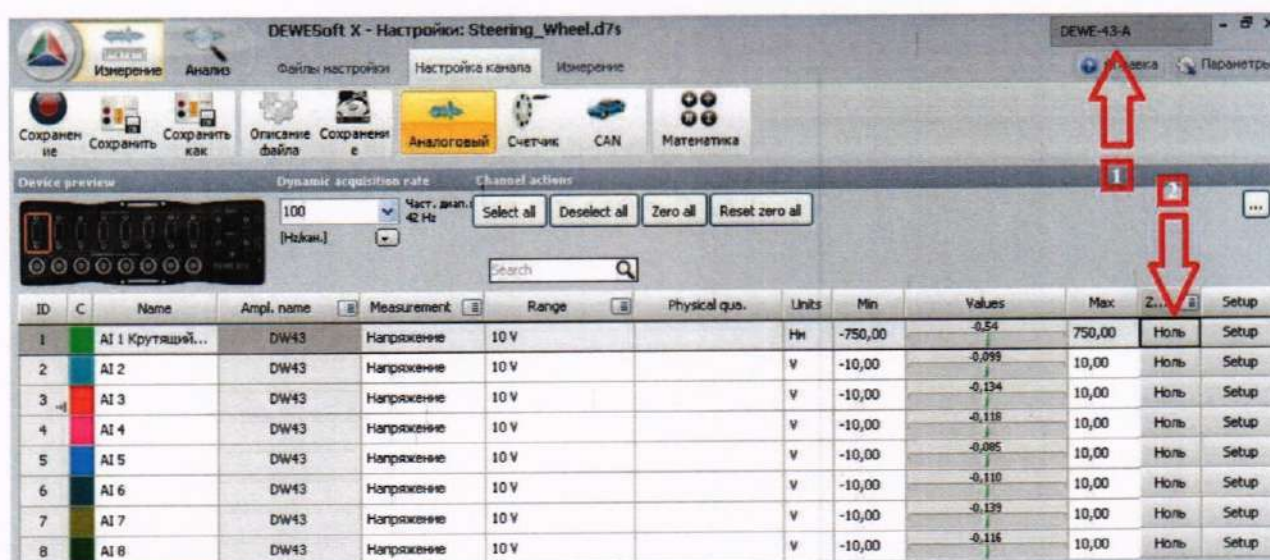


Рисунок 4 - Диалоговое окно ПО DeweSoft

- перейти из вкладки [Настройка канала] во вкладку [Измерение]. Нажать кнопку [Старт];
- приложить двумя руками хватом «на 9-15» или «на 10 - 14» небольшое усилие на рулевое колесо в направлении по, а затем против часовой стрелки. При приложении усилия контролировать показания по ПК;
- перемонтировать измеритель в специальном приспособлении в положении для испытаний по каналу измерений угла поворота, как показано на рис. 5. Рулевое колесо при этом должно свободно вращаться;
- провести вращение рулевого колеса в направлении по, а затем против часовой стрелки на небольшой угол. При вращении контролировать показания по ПК;

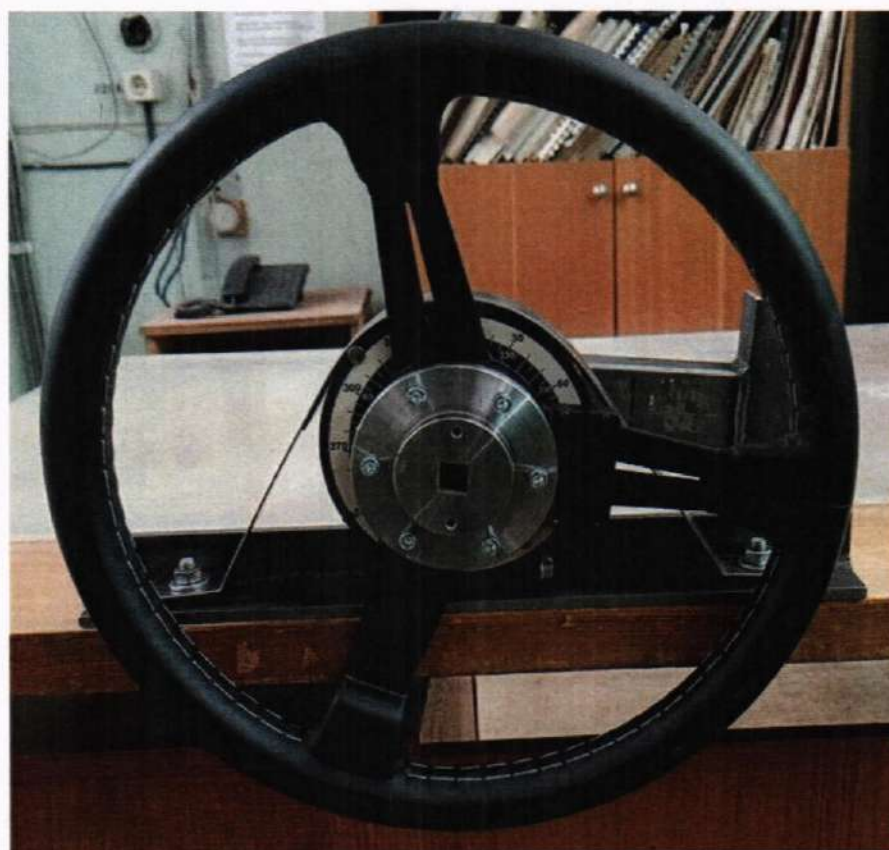


Рисунок 5 - Измеритель, закреплённый на специальном приспособлении в положении для испытаний по каналу измерений угла поворота

8.2.3 Результаты опробования считать положительными, если измеритель соответствует требованиям:

- отсутствуют люфты и смещения подвижных частей при прикладывании усилия и вращении рулевого колеса;
- движения при вращении рулевого колеса плавные и равномерные;
- при прикладывании усилия и вращении рулевого колеса происходит изменение показаний по каналам измерений крутящего момента силы и угла поворота соответственно.

При обнаружении несоответствий дальнейшие операции поверки прекратить до устранения выявленных несоответствий. В случае невозможности устранения выявленных несоответствий, измеритель признать непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производить.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку ПО провести в следующем порядке:

- запустить ПО DeweSoft;
- в окне главного меню выбрать вкладку «Справка»;
- далее выбрать пункт «О программе»;

- в появившемся окне (см. рис. 6) считать наименование и номер версии ПО;
- сравнить полученные данные о наименовании и номере версии ПО с данными, приведёнными в таблице 4

Таблица 4 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	DEWESoft
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	XI SP5

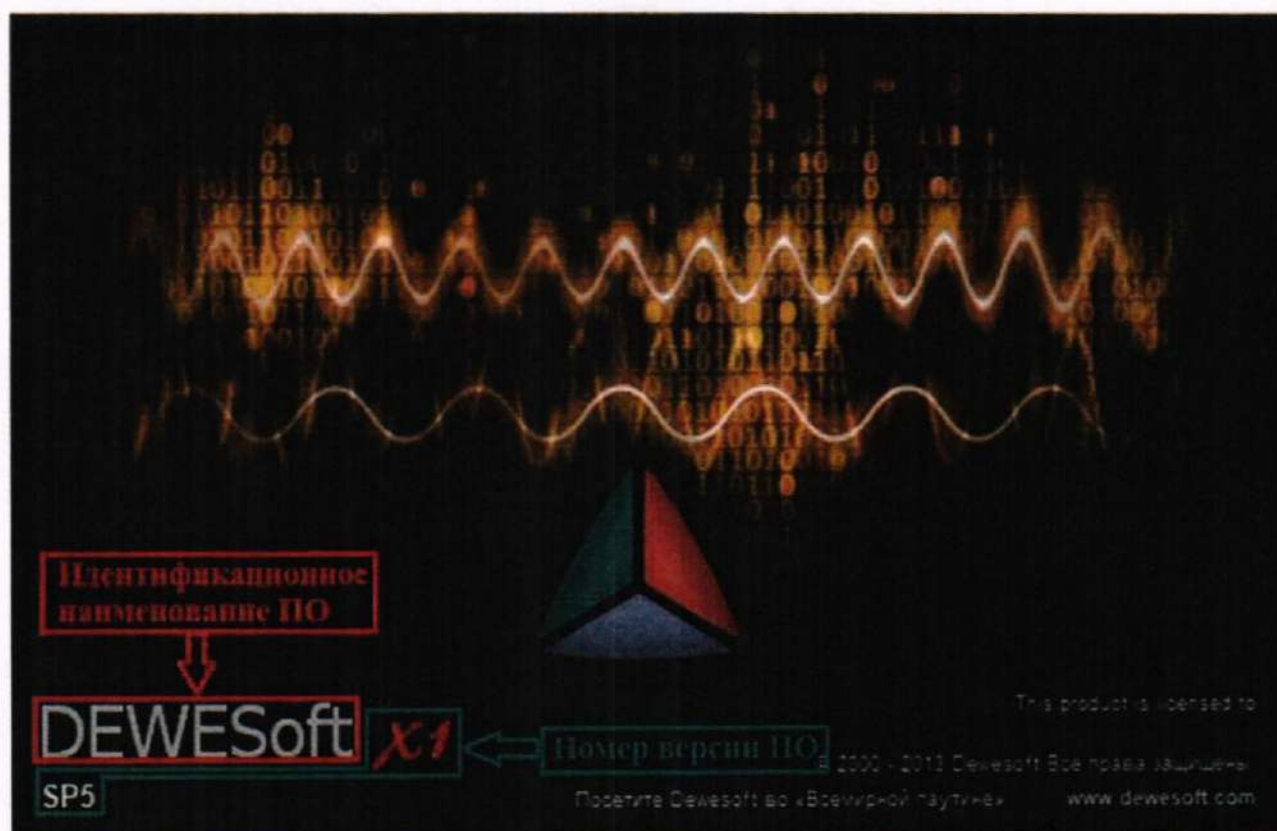


Рисунок 6 - Окно с идентификационными данными ПО

9.2 Результаты проверки ПО считать положительными, если наименование и номер версии ПО соответствуют указанным в таблице 4. При несоответствии измеритель признать непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производить.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы

10.1.1 Закрепить измеритель в вертикальном положении, прикрепив его на специальное приспособление в положении для испытаний по каналу измерений крутящего момента силы, как показано на рис. 1, и привести измеритель в режим измерений (см. операции, изложенные в п. 8.2.1).

10.1.2 Смонтировать установку поверочную на измерителе через присоединительный квадрат.

10.1.3 Задать нагрузку 150 Нм по или против часовой стрелки.

10.1.4 Выдержать измеритель под нагрузкой не менее 30 минут.

10.1.5 Полностью снять нагрузку и выдержать измеритель в разгруженном состоянии 2-3 минуты.

П р и м е ч а н и е - Здесь и далее выдержку в разгруженном состоянии проводить каждый раз после полного снятия нагрузки.

10.1.6 Повторить дважды операции по п.п. 10.1.3 - 10.1.5, задавая нагрузку в том же направлении, при этом снизив время выдержки под нагрузкой до 10 минут. После чего измеритель готов к операциям по данному пункту методики поверки.

10.1.7 Обнулить показания значения крутящего момента силы

10.1.8 Задать с помощью установки значение крутящего момента силы (нагрузку) 10 Нм в направлении по часовой стрелке;

10.1.9 Дождаться устойчивых показаний значений крутящего момента силы по ПК и зафиксировать полученные результаты измерений.

10.1.10 Повторить операции по 10.1.8 - 10.1.9, последовательно задавая значения крутящего момента силы 50, 75, 100, 125, 150 Н м.

10.1.11 Провести разгрузку по тем же точкам диапазона измерений, фиксируя полученные результаты измерений. Затем полностью снять нагрузку.

10.1.12 Обнулить показания значения крутящего момента силы.

10.1.13 Повторить операции по 10.1.8 - 10.1.12 ещё два раза.

10.1.15 Повторить операции по п.п. 10.1.8 - 10.1.13 в направлении против часовой стрелки.

П р и м е ч а н и е - Для выполнения операций в направлении против часовой стрелки нет необходимости проведения операций по п.п. 10.1.2 - 10.1.6, т.к. датчик крутящего момента силы измерителя уже находится в «прогретом» состоянии.

10.1.16 Вычислить приведенную к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы по формуле:

$$\Delta_{кр.м.i} = \frac{|\overline{T_{изм.i}} - T_{эт.i}|}{150} \cdot 100 \quad (1)$$

где $\Delta_{кр.м.i}$ - значение приведённой к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы на i -ой ступени нагружения, %;

$\overline{T_{изм.i}}$ - среднее арифметическое значение крутящего момента силы по модулю, измеренное измерителем на i -ой ступени нагружения, Н м;

$T_{эт.i}$ - эталонное значение крутящего момента силы, заданное установкой, на i -ой ступени нагружения, Н м;

150 - верхний предел измерений крутящего момента силы, Н м.

10.1.17 Результаты операции поверки считать положительными, если полученные значения приведённой к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы не превышают значений, указанных в Таблице 1.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений угла поворота

10.2.1 Закрепить измеритель в вертикальном положении, прикрепив его на специальное приспособление в положении для испытаний по каналу измерений угла поворота и привести измеритель в режим измерений (см. операции, изложенные в п. 8.2.1).

10.2.2 Открутить 6 винтов, которые держат крышку, прикреплённую к измерителю (к датчику крутящего момента силы), (см. рисунок 7, винты показаны стрелками [1]).

10.2.3 С обратной стороны крышки вставить в отверстия винты и жёстко закрепить с помощью них пластину для установки квадранта с внешней стороны крышки.

10.2.4 Прикрепить крышку обратно к измерителю с помощью шести винтов. После чего измеритель готов к поверке по данному пункту методики.

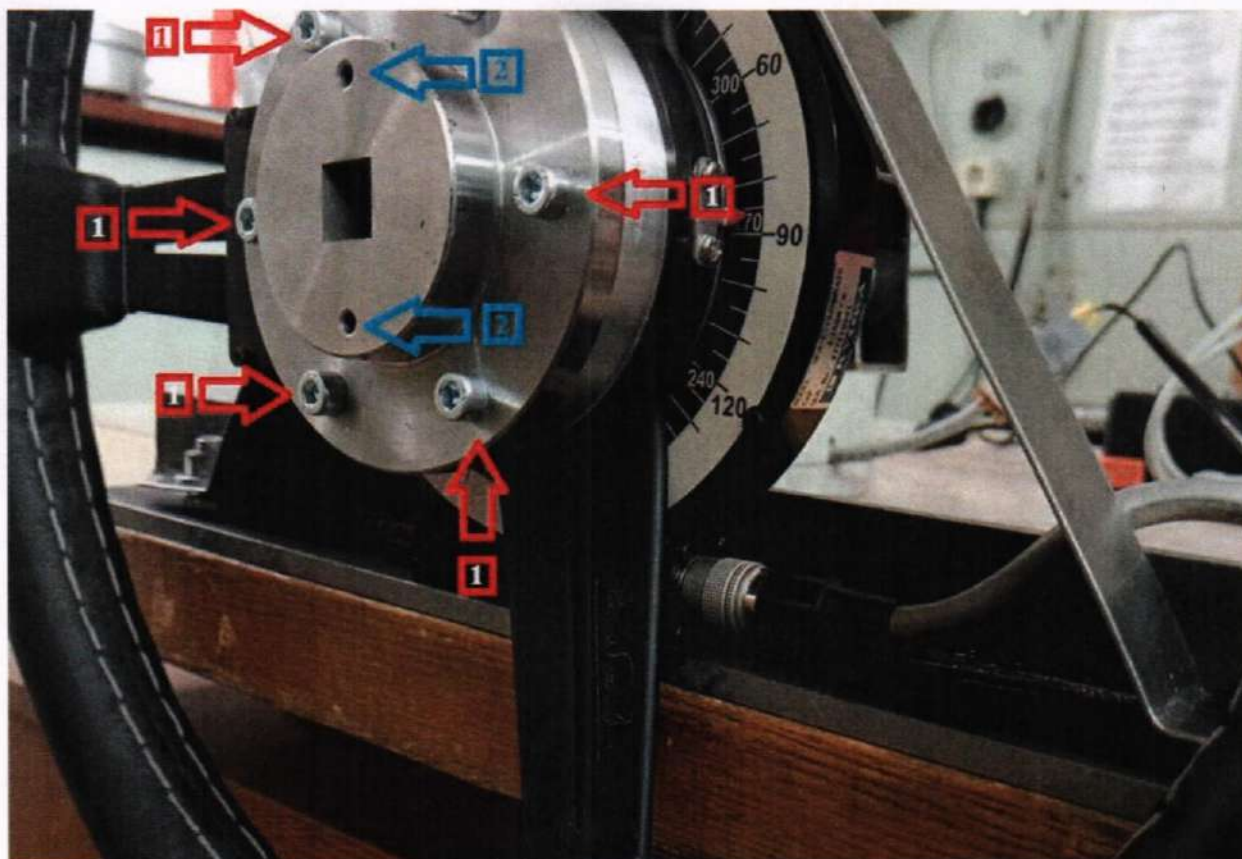


Рисунок 7 — Схема отверстий для крепления крышки и пластины

10.2.5 Вращением рулевого колеса довести измеренное значение угла поворота до $>1000^\circ$. Убедиться, что измеренное значение угла поворота отображается как минимум до одного знака после запятой. Если значение угла поворота отображается в экспоненциальном формате (« 10^3 ») или в любом другом формате, который не позволяет провести снятие показаний измеренного значения угла поворота с дискретностью одного знака после запятой, то провести нижеследующие операции.

10.2.5.1 Остановить режим измерений, если измеритель находится в нём.

10.2.5.2 Нажать кнопку, чтобы открыть Панель настроек (см. рис. 8, кнопка появится если подвинуть курсор мышки в зону ее расположения).

10.2.5.3 Курсором мыши выделить элемент, для которого требуется изменить свойства (см. рис. 9, элемент выделиться белой рамкой)



Рисунок 8 - Кнопка, отрывающая панель настроек

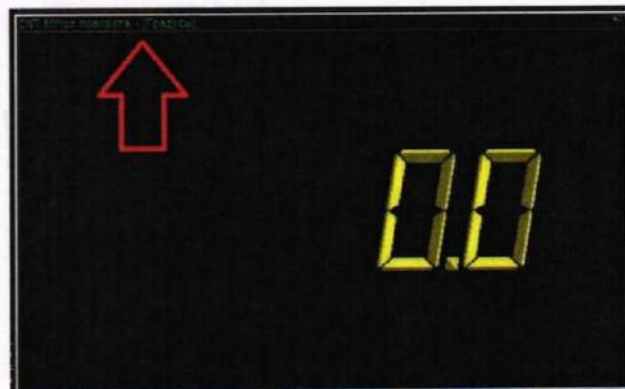


Рисунок 9 - Скриншот с выделенным элементом

10.2.5.4 Нажать на значок [Отвертка], чтобы он стал темным, для снятия блокировки случайного изменения свойств (см. рис. 10).

10.2.5.5 Изменить параметр количество знаков до запятой на 4. Убедиться, что количество знаков после запятой указано не менее 1, при необходимости, скорректировать этот параметр (см. рис. 11).

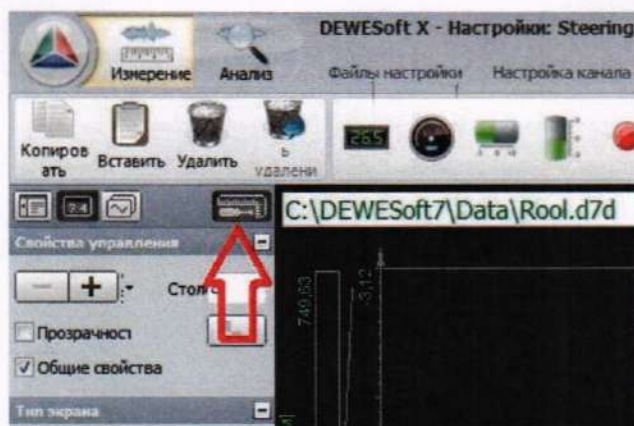


Рисунок 10 - Кнопка блокировки случайного изменения свойств

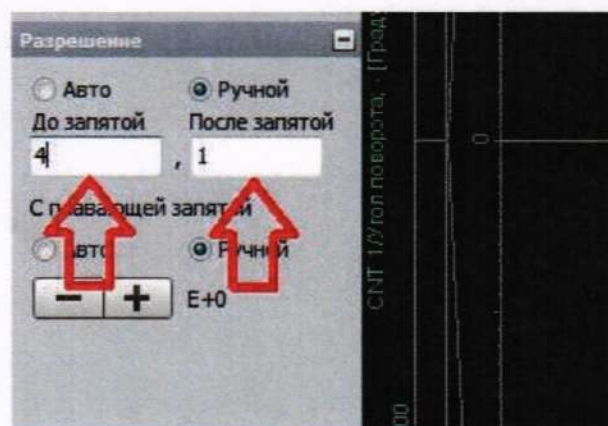


Рисунок 11 - Поля для изменения количества отображаемых знаков до/после запятой

10.2.5.6 Нажать на значок [Отвертка], чтобы он стал светлым, чтобы включить блокировку случайного изменения свойств.

10.2.5.7 Нажать на кнопку, чтобы закрыть Панель настроек.

10.2.5.8 Перейти на закладку [Настройки канала] (см. рис. 12).

10.2.5.9 Нажать на кнопку [Сохранить], чтобы сохранить настройки в файл. После чего появится возможность провести снятие показаний измеренного значения угла поворота с дискретностью одного знака после запятой.

10.2.5.10 Вернуться во вкладку [Измерение].

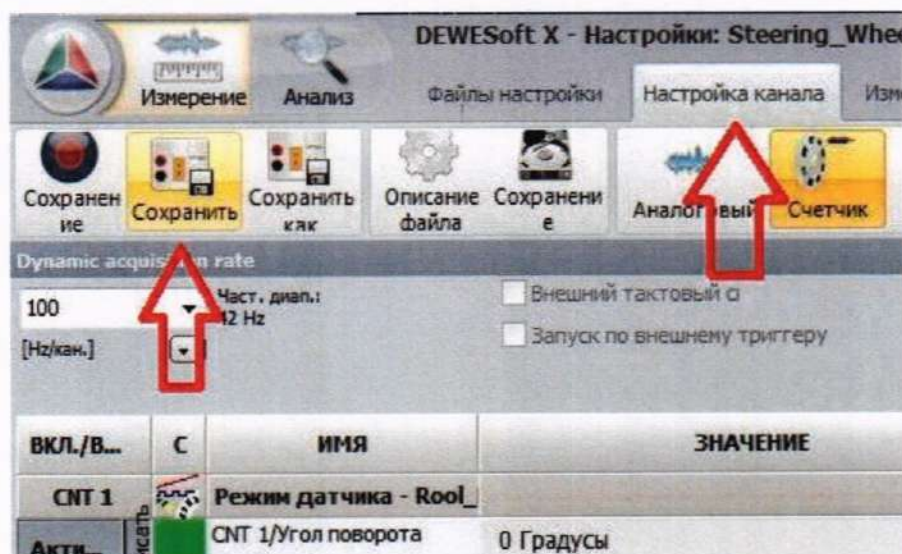


Рисунок 12 - Скриншот вкладки «Настройка канала»

10.2.6 Установить на квадранте значение угла 0° .

10.2.7 Установить квадрант на пластину.

10.2.8 Вращением рулевого колеса привести пузырек продольной ампулы квадранта в среднее положение.

10.2.9 Обнулить показания по каналу измерений угла поворота, нажатием кнопки [Старт].

10.2.10 Снять квадрант и установить по нему значение 30° .

10.2.11 Повторить операции по п.п. 10.2.7- 10.2.8.

10.2.12 Дождаться устойчивых показаний значений угла поворота по ПК и зафиксировать полученные результаты измерений.

10.2.13 Повторить операции по 10.2.10 - 10.2.12, последовательно устанавливая значения угла по квадранту 60° , 90° , 120° , 150° , 180° , 210° , 240° , 270° , 300° , 330° , 360° (0°)

Примечания:

1. Для задания значений угла по квадранту свыше 120° устанавливать его с обратной стороны

пластины.

2. В связи с тем, что для измерения угла поворота используется инкрементальный энкодер, то для определения погрешности измерений угла поворота на всём диапазоне измерений достаточно провести определение погрешности измерений угла поворота на одном полном, обороте рулевого колеса в одном направлении.

10.2.14 Для определения погрешности измерений на верхнем пределе измерений сделать ещё два полных оборота и привести пузырек продольной ампулы квадранта в среднее положение (исходя из п. 10.2.13, по квадранту должно быть выставлено значение угла 0°).

10.2.15 Дождаться устойчивых показаний значений угла поворота по ПК и зафиксировать полученные результаты измерений.

10.2.16 Повторить операции по п.п. 10.2.6 - 10.2.15 ещё два раза.

10.2.17 Вычислить абсолютную погрешность измерений угла поворота по формуле:

$$\Delta_{\text{уг.}i} = |\alpha_{\text{изм.}i}| - \alpha_{\text{эт.}i} \quad (2)$$

где $\Delta_{\text{уг.}i}$ - значение абсолютной погрешности измерений угла поворота на i -ой ступени поворота, $^\circ$;
 $|\alpha_{\text{изм.}i}|$ - среднее арифметическое значение угла поворота, измеренное измерителем на i -ой ступени поворота, $^\circ$;

$\alpha_{\text{эт.}i}$ - эталонное значение угла поворота, заданное по квадранту, на i -ой ступени поворота, $^\circ$.

10.2.18 Результаты операции поверки считать положительными, если полученные значения абсолютной погрешности измерений угла не превышают значений, указанных в Таблице 1. При несоответствии измеритель признать непригодным к применению.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результате поверки средств измерений в целях подтверждения поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению. Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

11.3 Нанесение знака поверки на средство измерений не выполняется. Пломбирование средства измерений не производится.

11.4 При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению. Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии
 ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



П.А. Беляева

Приложение А

(справочное)

Структура локальной поверочной схемы для канала измерений угла поворота

