

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



Утверждаю  
Директор ФГУП  
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»  
К.В. Гоголинский

« 21 » марта 2017 г.


Государственная система обеспечения единства измерений

**ДАТЧИКИ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ В УДАРНОЙ ВОЛНЕ  
ДИД-700, ДИД-3000**

**Методика поверки**

**МП 2520-067-2016**

И. о. руководителя НИЛ 2520

 А.А. Козляковский

Инженер 1 категории

 В.М. Полковников

Санкт-Петербург  
2017 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Операции поверки и средства поверки.....	4
2 Требования безопасности.....	5
3 Условия поверки.....	5
4 Проведение поверки.....	6
5 Оформление результатов поверки.....	10
Приложение А. Схемы подключений датчика при проведении поверки.....	11
Приложение Б. Форма протокола поверки датчика.....	13

## **Введение**

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на датчики избыточного давления в ударной волне ДИД-700 и ДИД-3000 (далее по тексту – датчики) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Датчики ДИД-700 и ДИД-3000 отличаются значениями номинального коэффициента преобразования и диапазонами измерения избыточного давления.

Допускается проведение периодической поверки датчиков в сокращенных диапазонах измерения амплитуд избыточного давления и рабочих частот в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Интервал между поверками – 2 года.

## 1. Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1:  
Таблица 1

№	Наименование операции	Номер пунктов МП	Проведение операции	
			Первичная поверка	Периодическая поверка
1.	Внешний осмотр	4.1	да	да
2.	Опробование	4.2	да	да
3.	Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от его номинального значения	4.3	да	да
4.	Проверка диапазона измерения избыточного давления и определение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд измерения избыточного давления	4.4	да	да
5.	Определение собственной резонансной частоты	4.5	да	да
6.	Проверка диапазона частот и определение неравномерности АЧХ в диапазоне рабочих частот преобразуемого избыточного давления	4.6	да	да
7.	Определение относительной погрешности измерений избыточного давления	4.7	да	да
8	Проверка уровня собственных шумов	4.8	да	нет

1.2 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2 .

Таблица 2 - Средства поверки, применяемые при проведении поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки	Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
4.3, 4.4	Эталонная установка УБК-2М*)	Воспроизводимое импульсное переменное давление $1 \cdot 10^4 - 25 \cdot 10^6$ Па, диапазон длительностей $5,0 \cdot 10^{-3} - 10,0$ с, постоянное избыточное импульсное давление $0 - 5,0 \cdot 10^6$ Па, погрешность измерения 3,0 %.
4.5	Эталонная установка для воспроизведения импульсного давления УУТ-4*)	Воспроизводимое импульсное давление до 0,1 МПа, диапазон длительностей $1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-3}$ с, погрешность измерения 3,0 %.
4.2-4.6	Осциллограф цифровой TDS1002B	Полоса 60,0 МГц, дискретизация 1,0 ГГц/канал в реальном времени, развертка по вертикали 2,0 мВ – 5,0 В/дел., по горизонтали 5 нс – 50,0 с/дел

## Окончание таблицы 2

4.8	Мультиметр 34401А	Диапазон измеряемых СКЗ переменных напряжений от 1,0 мВ до 750,0 В, погрешность $\pm 0,04$ %,
4.2-4.6	Источник питания постоянного тока регулируемый Б5-6003 ПРО	U вых. от 0 до 60 В, вых. ток от 0 до 3,0 А, погрешн. установки $U = \pm(0,005 \cdot U_{уст.} + 0,1)$
4.2-4.6, 4.8	Термогигрометр «CENTER 315»	Диапазон измер. темпер. воздуха от -20 до +60 °С с погрешн. $\pm 0,8$ °С, диапазон измер. отн. влажности от 10 до 100% с погрешн. $\pm 3,0$ %

### Примечания

\*) Входит в состав Государственного первичного специального эталона единицы давления для области переменных давлений ГЭТ-131-81.

1 Допускается применение средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

2 Все средства измерения должны иметь действующие свидетельства о поверке.

## 2. Требования безопасности

2.1 К поверке датчиков допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, прошедшие обучение в установленном порядке и изучившие руководство по эксплуатации датчиков.

2.2 При проведении поверки необходимо соблюдать требования, изложенные в ГОСТ 12.2.007.0-75 "Изделия электротехнические. Общие требования безопасности".

2.3 Проводить подключение средств поверки к поверяемому датчику при выключенном напряжении питания.

## 3 Условия поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С      15 – 25;
- относительная влажность воздуха, %          50 – 80;
- атмосферное давление, кПа                      90 – 104.

3.2 Перед проведением поверки средства измерений, используемые при поверке, должны быть включены и прогреты в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на соответствующие средства измерений.

## 4 Проведение поверки

### 4.1 Внешний осмотр

4.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов, влияющих на работоспособность датчика;
- соответствие покрытий корпуса и соединительных разъемов датчиков требованиям НТД;
- соответствие маркировки датчиков и соединительных разъемов требованиям НТД.

4.1.2 Датчик соответствует требованиям технических условий (далее – ТУ) и признается пригодным к применению, если выполняется п.4.1.1.

## 4.2 Опробование

4.2.1 При проведении опробования проверить наличие электрического сигнала на выходе датчика при воздействии на него механической нагрузки.

4.2.2 Испытуемый датчик соединить со входом осциллографа.

4.2.3 Воздействуя на мембрану датчика механическими колебаниями, например, легким постукиванием резиновым молоточком, наблюдать изменение сигнала с помощью осциллографа TDS 1002B.

4.2.4 Результаты опробования считаются удовлетворительными, а поверяемый датчик

пригодными для проведения поверки, если при механическом воздействии на него наблюдается изменение показаний осциллографа.

## 4.3 Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от его номинального значения

Схема подключения датчика для проведения поверки представлена в приложении А, рисунок А.1.

4.3.1 Поверку проводить на эталонной установке «Быстродействующий клапан» УБК-2М.

4.3.2 Установить датчик ДИД-700 на эталонной установке с помощью специальных элементов крепления, входящих в комплект установки.

4.3.3 Для определения действительного значения коэффициента преобразования воспроизвести импульсное давление значениями амплитуд из диапазона измерений давления (не менее 5 значений, при этом обязательно наличие верхнего и нижнего значений из диапазона измерений давления).

4.3.4 Установить режим запуска осциллографа TDS 1002B – «одиночный запуск»

4.3.5 Воспроизвести импульс давления амплитудой 30 кПа (2-й столбец таблицы 3).

Занести это показание ( $P_i$ , кПа) в таблицу 3.

Таблица 3 – Ряд задаваемых давлений для датчика ДИД-700

Рзад., кПа	30			100			200			500			700		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
№ измерения															
$P_i$ , кПа															
$U_{изм.i}$ , мВ															
$K_{пр.i}$ , мВ/кПа															
$K_{пр.ср.i}$ , мВ/кПа															
$K_{пр.действ.}$ , мВ/кПа															
$K_{ном.}$ , мВ/кПа										13,6					
$\delta_k$ , %															

4.3.6 После окончания переходного процесса снять с экрана запоминающего осциллографа значение напряжения измеренного импульса ( $U_{изм.i}$ , мВ) и занести его в соответствующую графу таблицы 3.

4.3.7 Повторить операции по п.4.3.4 – 4.3.6 настоящей МП еще 2 раза и полученные значения занести в таблицу 3.

4.3.8 Определить действительные  $i$ -тые значения коэффициента преобразования датчика для каждого из 3-х измерений,  $K_{пр.i}$ , мВ/кПа по формуле (1):

$$K_{пр.i} = \frac{U_{изм.i}}{P_i}, \text{ мВ/кПа} \quad (1)$$

Полученные расчетные значения занести в таблицу 3.

4.3.9 Вычислить среднее арифметическое значение действительного коэффициента преобразования датчика для уровня давления 30 кПа,  $K_{пр.ср.i}$ , мВ/кПа по формуле (2):

$$K_{пр.ср.i} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{пр.i}}{n} \quad (2)$$

где:  $n = 3$  — количество измерений для уровня давления 30 кПа.

Полученное расчетное значение занести в таблицу 3.

4.3.10 Повторить операции по п.4.3.6 – 4.3.9 настоящей МП для уровней давления 100, 200, 500 и 700 кПа, полученные значения занести в таблицу 3.

4.3.11 На основании полученных значений  $K_{пр.ср.i}$  рассчитать значение действительного коэффициента преобразования датчика ДИД-700 по формуле (3), мВ/кПа:

$$K_{пр.действ.} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{пр.ср.i}}{n}, \text{ мВ/кПа} \quad (3)$$

где:  $K_{пр.ср.i}$  — действительные средние значения коэффициента преобразования, полученные на каждом из 5-ти уровней давления (30, 100, 200, 500 и 700 кПа) измерений, (мВ/кПа);

$n = 5$  — количество уровней давления, заданных в таблице 3.

Полученное расчетное значение занести в таблицу 3.

4.3.12 Рассчитать относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования датчика от его номинального значения  $\delta_k$  по формуле (4)

$$\delta_k = \frac{K_{пр.действ.} - K_{ном}}{K_{ном}} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где  $K_{пр.действ.}$  — действительное значение коэффициента преобразования, рассчитанное по формуле 3, (мВ/кПа);

$K_{ном} = 13,6$  мВ/кПа – номинальное значение коэффициента преобразования датчика ДИД-700, указанное в НД.

Полученное расчетное значение занести в таблицу 3

4.3.13 На эталонной установке установить датчик ДИД-3000.

4.3.14 Произвести операции по п.4.3.3 – 4.3.12 настоящей МП для уровней давления 150, 500, 1000, 2000 и 3000 кПа, полученные значения занести в таблицу 4.

Таблица 4 – Ряд задаваемых давлений для датчика ДИД-3000

Рзад., кПа	150			500			1000			2000			3000		
№ измерения	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
$P_i$ , кПа															
$U_{изм.i}$ , мВ															
$K_{пр.i}$ , мВ/кПа															
$K_{пр.ср.i}$ , мВ/кПа															
$K_{пр.действ.}$ , мВ/кПа															
$K_{ном.}$ , мВ/кПа	3,26														
$\delta_k$ , %															

4.3.15 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если относительное отклонение действительного значения коэффициента преобразования от его номинального значения не более  $\pm 5,0\%$

4.4 Поверка диапазона измерения избыточного давления и определение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд измерения избыточного давления

4.4.1 Поверку проводить на эталонной установке УБК-2М по методике, аналогичной п. 4.3.

4.4.2 По формуле (5) для каждого значения давления ( $P_{\text{зад.}}$ ) из таблиц 3,4 определить относительное отклонение ( $\delta_{ki}$ , %) действительного среднего значения коэффициента преобразования ( $K_{\text{пр.ср.}i}$ ) от его номинального значения и занести их в таблицы 5 и 6.

$$\delta_{ki} = \frac{K_{\text{пр.ср.}i} - K_{\text{ном}}}{K_{\text{ном}}} \cdot 100, \% \quad (5)$$

где  $K_{\text{пр.ср.}i}$  — действительные средние значения коэффициента преобразования, полученные на каждом из 5-ти уровней давления (30, 100, 200, 500 и 700 кПа) измерений, (мВ/кПа);

$K_{\text{ном}} = 13,6$  мВ/кПа – номинальное значение коэффициента преобразования датчика ДИД-700, указанное в НД.

Полученные расчетные значения занести в таблицу 5.

Таблица 5 – Ряд задаваемых давлений для датчика ДИД-700

$P_{\text{зад.}}$ , МПа	30	100	200	500	700
$K_{\text{пр.ср.}i}$ , пКл/МПа					
$\delta_{ki}$ , %					

4.4.3 Произвести операции по п.4.4.1 – 4.4.2 настоящей МИ для датчика ДИД-3000.

Полученные расчетные значения занести в таблицу 6.

Таблица 6 – Ряд задаваемых давлений для датчика ДИД-3000

$P_{\text{зад.}}$ , МПа	150	500	1000	2000	3000
$K_{\text{пр.ср.}i}$ , пКл/МПа					
$\delta_{ki}$ , %					

4.4.4 В качестве нелинейности амплитудной характеристики датчиков ( $\delta_{\text{АХ}}$ , %) в диапазоне измерений избыточного давления принимается максимальное значение, рассчитанное по формуле (6).

$$\delta_{\text{АХ}} = |\delta_{ki}|_{\text{max}} \quad (6)$$

4.4.5 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если диапазон измерений избыточного давления находится в пределах 30 – 700 кПа для датчика ДИД-700 и 150 - 3000 кПа для датчика ДИД-3000, а нелинейность амплитудной характеристики датчиков не превышает пределов 5,0 % для ДИД-700 и 2,0 % для ДИД-3000.

#### 4.5 Определение собственной резонансной частоты

4.5.1 Действительное значение собственной резонансной частоты ( $f_{\text{с. рез}}$ ) определить на эталонной установке импульсного давления УУТ-4. Схема подключения датчика представлена в приложении А, рисунок А.2.

4.5.2 Для определения действительного значения собственной резонансной частоты ( $f_{\text{с. рез}}$ ) измерения проводятся в следующей последовательности:

а) Датчик ДИД-700 (7) закрепить в резьбовом отверстии торцевой поверхности камеры низкого давления (6) (в случае, если резьбовое отверстие не соответствует установочным размерам датчика использовать переходник через медную уплотнительную прокладку).

б) Подключить датчик к осциллографу TDS 1002В, с установленным на нем режимом одиночного запуска.

в) Между камерой высокого давления (4) и камерой низкого давления (6) установить мембрану (5) из комплекта УУТ-4.

г) Плавно открыть вентиль (2) и создать в камере высокого давления (4) давление воздуха от 15 до 30 кПа для ДИД-700 и от 75 до 150 кПа для ДИД-3000 (величина давления в камере высокого давления (4) определяется типом установленной мембраны (5)) до момента срабатывания (разрыва) мембраны.



- д) Закрыть вентиль (2).
- е) Снять показания импульсной характеристики с осциллографа .
- ж) Записанный на осциллографе сигнал направить в ПК.
- з) Операции по п. б) – ж) повторить не менее 3 раз.
- и) Записанный в ПК сигнал, являющийся переходной характеристикой датчика, обработать по программе дифференцирования и получить импульсную характеристику датчика.
- к) Обработывая импульсную характеристику с помощью преобразования Фурье получить собственную резонансную частоту датчика как максимальную амплитуду на наименьшей частоте спектра.

4.5.3 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если действительное значение собственной резонансной частоты датчиков составляет не менее 50 кГц.

4.6 Поверка диапазона рабочих частот и определение неравномерности амплитудно–частотной характеристики в диапазоне рабочих частот преобразуемого избыточного давления

4.6.1 Неравномерность АЧХ в диапазоне рабочих частот преобразуемого давления ( $\delta_{АЧХ}$ ) датчиков определяют расчётным методом по формуле (7), %:

$$\delta_{АЧХ} = \left| \frac{1}{1 - \left(\frac{f_{max}}{f_{с.рез}}\right)^2} \right| \quad (7)$$

где  $f_{max} = 10000$  Гц — верхнее значение частоты рабочего диапазона давлений датчиков;

$f_{с.рез}$  — определенное по методу п. 4.5 настоящей ПИ значение частоты собственного резонанса датчиков, (кГц).

4.6.2 Верхнее значение диапазона рабочих частот датчиков определяется на основании частоты собственного резонанса датчиков по формуле (8), Гц:

$$f_{верхн.} = f_{с.рез} \cdot 0,22 \quad (8)$$

4.6.3 За нижнее значение диапазона рабочих частот датчиков принимается величина нижней границы фильтра верхних частот встроенного усилителя, определяемая заказчиком и составляющая 0,5 Гц.

4.6.4 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если диапазон рабочих частот датчика составляет 0,5 – 10000 Гц, а неравномерность амплитудно–частотной характеристики в рабочем диапазоне частот преобразуемого избыточного давления не превышает пределов 10%.

4.7 Определение относительной погрешности измерений давления

4.7.1 Относительная погрешность измерений давления ( $\delta$ ) датчиков определяется по формуле (9), %:

$$\delta = \pm 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{э.т.})^2 + (\delta_{АХ})^2 + (\delta_{АЧХ})^2} \quad (9)$$

где 1,1 — коэффициент, определяемый доверительной вероятностью 0,95;

$\delta_{э.т.} = 3,0\%$  — относительная погрешность эталонной установки УБК-2М из состава ГЭТ 131-81 при определении действительного значения коэффициента преобразования датчиков;

$\delta_{\text{ах}}$  — нелинейность амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд преобразуемых избыточных давлений датчиков, (%);

$\delta_{\text{ачх}}$  — неравномерность амплитудно– частотной характеристики в диапазоне частот преобразуемых избыточных давлений датчиков, (%);

4.7.2 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность измерений давления датчиков ДИД-700 и ДИД-3000 в рабочем диапазоне частот и амплитуд не превышает пределов  $\pm 10\%$ .

#### 4.8 Проверка уровня собственных шумов

Схема подключения датчика для проведения поверки представлена в приложении А, рисунок А.3.

4.8.1 Поверяемый датчик подключить с помощью технологического жгута к входу мультиметра 34401А и запитать от источника питания постоянного тока Б5-6003 ПРО.

4.8.2 Заземлить корпус поверяемого датчика, при этом максимально возможно защитить его от вибрационного, электромагнитного и акустического воздействия.

4.8.3 Произвести измерение выходного напряжения с помощью мультиметра 34401А .

4.8.4 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если уровень собственных шумов датчика не более 5,0 мВ.

#### 5 Оформление результатов поверки

5.1 Результаты измерения метрологических характеристик датчика оформляются протоколом по форме (Приложение В).

5.2 При положительных результатах поверки на датчик оформляют «Свидетельство о поверке» установленной формы. На оборотной стороне свидетельства записывают результаты измерений его метрологических характеристик. Знак поверки наносится на «Свидетельство о поверке» и в паспорт.

5.3 При отрицательных результатах поверки датчик к применению не допускают, оформляют извещение о непригодности с указанием причины

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

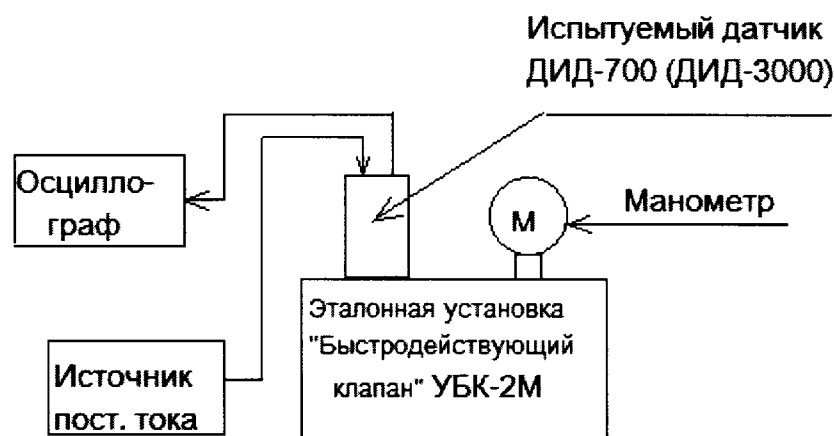
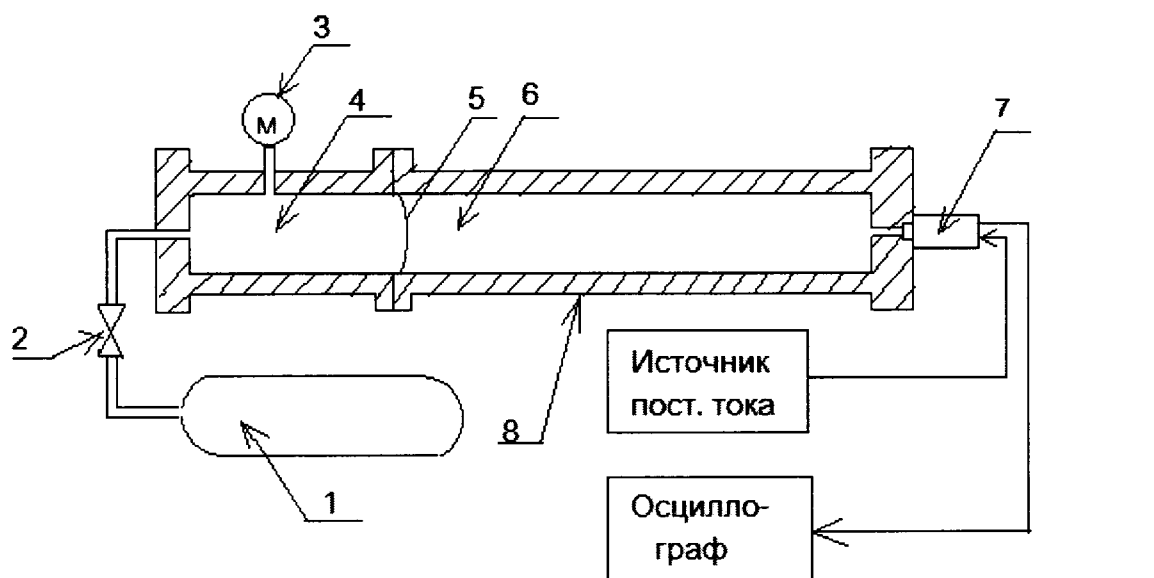


Рисунок А.1 – Схема подключения датчика при опробовании, определении отклонения действительного значения коэффициента преобразования от его номинального значения, проверки диапазона измерения избыточного давления и определение нелинейности амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд измерения избыточного давления



1. Баллон сжатого воздуха.
2. Вентиль.
3. Эталонный манометр.
4. Камера высокого давления.
5. Мембрана.
6. Камера низкого давления.
7. Испытуемый датчик ДИД-700 (ДИД-3000).
8. Эталонная установка для воспроизведения импульсного давления УУТ-4.

Рисунок А.2 – Схема подключения датчика при проверке собственной резонансной частоты датчика, диапазона рабочих частот и определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики в диапазоне рабочих частот преобразуемого избыточного давления

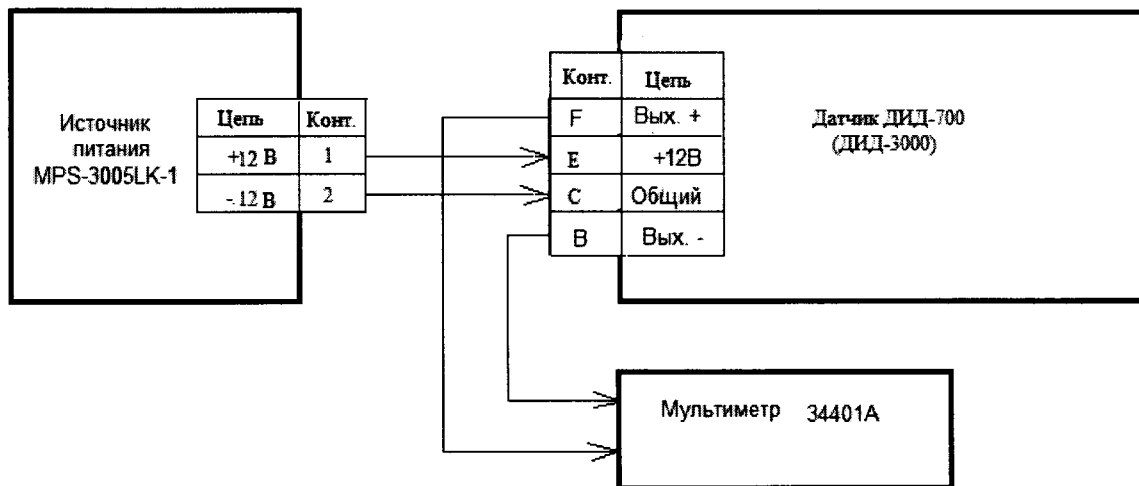


Рисунок А.3 – Схема подключения датчика при определении уровня собственных шумов

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки датчика

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**  
№ XXX от XX. XX.20XX г.

Всего листов \_\_\_ Лист \_\_\_

Наименование прибора, тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ	
Заводской номер (если имеется)	
Изготовитель (если имеется информация)	
Год выпуска (если имеется информация)	
Заказчик (наименование и адрес)	
Серия, номер и дата знака предыдущей поверки	
Место выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	-

**Вид поверки:** \_\_\_\_\_

**Методика поверки:** \_\_\_\_\_

**Средства поверки:**

Наименование и регистрационный номер эталона, тип СИ, заводской номер, идентификационные данные ГСО (номер партии, заводской номер, срок годности и т.д.)	Метрологические характеристики

**Условия поверки:**

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С	15-25	
Относительная влажность воздуха, %	40-80	
Атмосферное давление, кПа	96-104	

**Результаты поверки:**

1. Внешний осмотр: \_\_\_\_\_
2. Опробование: \_\_\_\_\_
3. Определение метрологических характеристик ( в соответствии с требованиями НД на методы и средства поверки)
4. Дополнительная информация (сост. объекта поверки, сведения о ремонте и юстировке)

**На основании результатов поверки выдано:**

свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

извещение о непригодности № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Причина непригодности \_\_\_\_\_

**Поверку произвел** \_\_\_\_\_

ФИО

подпись

Дата