

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель руководителя ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

«13» сентября 2023 г.

«ГСИ. Датчики линейных перемещений профильные MSI.  
Методика поверки.»

МП-595/05-2023

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки датчиков линейных перемещений профильных MSI (далее – датчики), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого датчика к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы длины методом прямых измерений датчикам с диапазоном измерений до 2000 мм включительно от рабочего эталона 4-го разряда – мер длины концевых плоскопараллельных, датчикам с диапазоном измерений свыше 2000 мм от рабочего эталона 3-го разряда – ленты измерительной, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-9}$  до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону (далее – ГПЭ):

ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице А.2 Приложения А к настоящей методике поверки.

## 2. Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – 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 средства измерений   | Да   | Да                    | 7  |
| Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)                                  | Да   | Да                    | 8.1  |
| Опробование   | Да   | Да                    | 8.2  |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да   | Да                    | 9  |
| Определение погрешности измерений линейных перемещений  | Да   | Да                    | 9.1  |

## 3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность, %, не более 80, без конденсации.

*Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталон) должны соответствовать требованиям, приведенным в их эксплуатационной документации.*

## 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

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

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – 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 опробовании средства измерений) | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 80 % с погрешностью не более 2 %   | Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)        |
| п. 9.1 Определение погрешности измерений линейных перемещений                               | Рабочие эталоны 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 – меры длины концевые плоскопараллельные, наборы № 2, 9, границы абсолютных погрешностей $\pm(0,2+2 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м;           | Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, (рег. № 51838-12) |
|   | Рабочие эталоны 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 – лента измерительная, диапазон измерений от 0,001 до 6 м, границы абсолютных погрешностей $\pm(20+30 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м;         | Ленты измерительные эталонные 3-го разряда, (рег. № 36469-07)     |
|   | Лупа с кратностью не менее 5×;  | Лупы измерительные ЛИ-3-10×, (рег. № 429-73)                      |
|   | Средство измерений силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения $\pm 0,01$ мА  | Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03                                 |
|   | Средство измерений напряжения постоянного тока от 0 до 10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения $\pm 0,01$ В  |   |
|   | Средство воспроизведения напряжения 12 (24) В (- 15 / +20) %, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm 0,1$ В  | Источник питания постоянного тока GPR-73060D, рег.№ 55898-13      |
|   | <p>Примечания:</p> <p>1) Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и поверены в установленном порядке.</p> <p>2) Допускается применение иных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p> |   |

## **6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

## **7. Внешний осмотр средства измерений**

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с эксплуатационной документацией.

Если хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции по поверке не производят.

## **8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

**8.1** Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

Перед проведением работ средство измерений и эталоны должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 4 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

### **8.2** Опробование

При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

Если хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции по поверке не производят.

## **9. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

### **9.1** Определение погрешности измерений линейных перемещений

**9.1.1** Подключить датчик линейных перемещений в соответствии со схемой, приведённой на рисунке Б-1 Приложения Б к настоящему документу. При подключении должны использоваться проводники с сечением от 0,25 до 1,00 мм<sup>2</sup> с применением кабельных наконечников.

**9.1.2** Источником питания постоянного тока подать на схему напряжение в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

**9.1.3** Выставить магнит датчика в начальное положение, соответствующее выходному сигналу:

- для датчиков с аналоговым интерфейсом по току - силы электрического тока  $I_0$ , указанному в паспорте датчика,  $\pm 0,01$  мА, что соответствует нижнему пределу измерений 0 мм;
- для датчиков с аналоговым интерфейсом по напряжению - напряжению электрического тока  $U_0$ , указанному в паспорте датчика,  $\pm 0,01$  В, что соответствует нижнему пределу измерений 0 мм;
- для датчиков с цифровым интерфейсом - 0 мм, что соответствует нижнему пределу измерений, отображаемом в программном обеспечении.

Для этого использовать концевую меру длины (блок концевых мер длины) КМД<sub>0</sub> необходимого размера, установив её в соответствии с рисунком Б-2 Приложения Б к настоящему документу.

9.1.4 Необходимо измерить значение перемещения не менее, чем в пяти точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая его крайние точки. Для датчиков с верхним пределом измерений до 2000 мм включительно перемещение задавать с применением концевых мер длины. Для датчиков с верхним пределом измерений свыше 2000 мм перемещение задавать с применением ленты измерительной эталонной 3-го разряда и компаратора для поверки рулеток, для увеличения точности снятия отсчёта по шкале ленты использовать лупу с кратностью не менее 5×.

9.1.5 Определить значение перемещения.

Для датчиков с аналоговым интерфейсом необходимо мультиметром измерить значение выходного сигнала при заданном перемещении и вычислить значение перемещения по формуле:  
- для датчиков с аналоговым интерфейсом по току

$$S_{изм.i} = (I_{изм.i} - I_0) \cdot K$$

Где  $S_{изм.i}$  – вычисленное значение  $i$ -го перемещения, мм;

$I_{изм.i}$  – измеренное значение выходного сигнала  $i$ -го перемещения, мА;

$I_0$  – начальное значение выходного сигнала, мА;

$K$  – коэффициент преобразования, приведённый в паспорте.

- для датчиков с аналоговым интерфейсом по напряжению

$$S_{изм.i} = (U_{изм.i} - U_0) \cdot K$$

Где  $S_{изм.i}$  – вычисленное значение  $i$ -го перемещения, мм;

$U_{изм.i}$  – измеренное значение выходного сигнала  $i$ -го перемещения, В;

$U_0$  – начальное значение выходного сигнала, В;

$K$  – коэффициент преобразования, приведённый в паспорте.

Для датчиков с цифровым интерфейсом значение перемещения отображается в программном обеспечении SSI клиента, например, «Конфигуратор SSI». (доступно для загрузки на официальном сайте производителя <https://www.msintegra.ru/> в разделе «Продукция» - «Программное обеспечение»).

9.1.6 Определить погрешность измерений линейных перемещений.

Для датчиков модификаций с верхним пределом измерений до 500 мм включительно вычислить абсолютную погрешность измерений линейных перемещений по формуле:

$$\Delta = S_{изм.i} - S_{эт.i}$$

Где  $S_{эт.i}$  – действительное значение  $i$ -го перемещения, мм;

$S_{изм.i}$  – измеренное значение  $i$ -го перемещения, мм;

Для датчиков модификаций с верхним пределом измерений свыше 500 мм, вычислить приведённую к диапазону измерений погрешность по формуле:

$$\gamma = \frac{(S_{изм.i} - S_{эт.i})}{D_{изм}} \times 100\%$$

Где  $S_{эт.i}$  – действительное значение  $i$ -го перемещения, мм;

$S_{изм.i}$  – измеренное значение  $i$ -го перемещения, мм;

$D_{изм}$  – диапазон измерения датчика, мм;

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значение погрешности измерения не должно превышать значения, указанного в таблице А.2 Приложения А к настоящей методике поверки.

## **10. Оформление результатов поверки**

10.1 Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке и (или) внесение записи о проведенной поверке в паспорт средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

10.3 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 ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



К.А. Ревин

## Приложение А

(обязательное)

### Технические характеристики

Таблица А.1 - Тип выхода для датчиков с аналоговым интерфейсом

| Описание   | Тип выхода    | Диапазон выходного сигнала |                |
|--|---------------|----------------------------|----------------|
|  |               | Выход 1                    | Выход 2        |
| 1 выход с 1 позиционным магнитом                         | V01           | от 0 до 10 В               | -              |
|  | V11           | от 10 до 0 В               |                |
|  | V21           | от -10 до 10 В             |                |
|  | V31           | от 10 до -10 В             |                |
|  | V41           | от 0 до 5 В                |                |
|  | V51           | от 5 до 0 В                |                |
|  | V61           | от -5 до 5 В               |                |
|  | A01*          | от 4 до 20 мА              |                |
|  | A11*          | от 20 до 4 мА              |                |
|  | A21*          | от 0 до 20 мА              |                |
|  | A31           | от 20 до 0 мА              |                |
|  | A41           | от 0 до 24 мА              |                |
| A51  | от 24 до 0 мА |                            |                |
| 2 выхода с 2 позиционными магнитами                      | V02           | от 0 до 10 В               | от 0 до 10 В   |
|  | V12           | от 10 до 0 В               | от 10 до 0 В   |
|  | V22           | от -10 до 10 В             | от -10 до 10 В |
|  | V32           | от 10 до -10 В             | от 10 до -10 В |
|  | V42           | от 0 до 5 В                | от 0 до 5 В    |
|  | V52           | от 5 до 0 В                | от 5 до 0 В    |
|  | V62           | от -5 до 5 В               | от -5 до 5 В   |
|  | A02           | от 4 до 20 мА              | от 4 до 20 мА  |
|  | A12           | от 20 до 4 мА              | от 20 до 4 мА  |
|  | A22           | от 0 до 20 мА              | от 0 до 20 мА  |
|  | A32           | от 20 до 0 мА              | от 20 до 0 мА  |
|  | A42           | от 0 до 24 мА              | от 0 до 24 мА  |
| A52  | от 24 до 0 мА | от 24 до 0 мА              |                |
| 2 выхода с 1 позиционным магнитом                        | V03*          | от 10 до 0 В               | от 10 до 0 В   |
|  | V04           | от 10 до -10 В             | от -10 до 10 В |
|  | A03           | от 4 до 20 мА              | от 20 до 4 мА  |
|  | A04           | от 4 до 20 мА              | от 0 до 10 В   |
| 2 выхода с 1 позиционным магнитом (положение + скорость) | V01 xxxx      | от 0 до 10 В               | от 0 до 10 В   |
|  | V11 xxxx      | от 10 до 0 В               | от 10 до 0 В   |
|  | A01 xxxx      | от 4 до 20 мА              | от 4 до 20 мА  |
|  | A11 xxxx      | от 20 до 4 мА              | от 20 до 4 мА  |
| * Только для модификаций MSI-PB                          |               |                            |                |

Таблица А.2 - Метрологические характеристики

| Наименование характеристики   |   | Значение  |        |
|---|---|---|--------|
| Модификация   |   | MSI-P   | MSI-PB |
| Нижний предел измерений, мм   |   | От 0  |        |
| Верхний предел измерений *, мм  |   | От 25 до 4000   |        |
| Пределы допускаемой погрешности измерений   | абсолютной для датчиков модификаций с ДИ до 500 мм включ., мм | ±0,05   | ±0,09  |
|   | приведенной для датчиков модификаций с ДИ св. 500 мм, % от ДИ | ±0,01   | ±0,02  |
| Коэффициент преобразования, ** мм/мА (мм/В)   |   | $K = \frac{D_{\text{изм.}}}{\Omega_{\text{в.п.с.}} - \Omega_{\text{н.п.с.}}}$ |        |
| <p>* Верхний предел измерений определяется заказом потребителя с шагом 5 мм. Действительное значение указано в паспорте.</p> <p>** Фактическое значение приведено в паспорте средства измерений</p> <p><math>D_{\text{изм.}}</math> – диапазон измерений датчика, мм</p> <p><math>\Omega_{\text{в.п.с.}}</math> – верхний предел диапазона выходного сигнала в соответствии с таб. А.1, мА (В)</p> <p><math>\Omega_{\text{н.п.с.}}</math> – нижний предел диапазона выходного сигнала в соответствии с таб. А.1, мА (В)</p> |   |   |        |

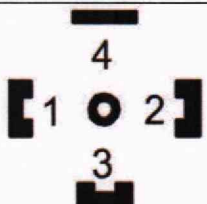
Таблица А.3 – Основные технические характеристики

| Наименование характеристики                         |  | Значение                        |               |
|---|--|---------------------------------|---------------|
| Модификация   |  | MSI-P                           | MSI-PB        |
| Напряжение питания от источника постоянного тока, В |  | +24 (- 15 / +20) %              |               |
| Условия эксплуатации:                               |  |                                 |               |
| - температура окружающей среды, °С                  |  | от -40 до +85                   | от -40 до +75 |
| - относительная влажность, не более                 |  | 90%, без образования конденсата |               |

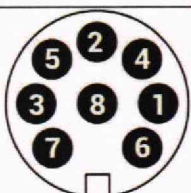


## Приложение Б

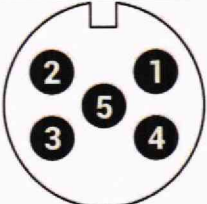
(обязательное)

| Схема контактов GDM  | Контакт | Для датчика с аналоговым интерфейсом по току | Для датчика с аналоговым интерфейсом по напряжению |
|--|---------|--|--|
|  <p>Прямоугольный разъём<br/>(вид со стороны датчика)</p> | 1       | + 24 В пост. тока                            | + 24 В пост. тока                                  |
|  | 2       | 0 В пост. тока (ист. пит.)                   | 0 В пост. тока (ист. пит.)                         |
|  | 3       | Выход по току                                | Выход по напряжению                                |
|  | 4       | 0 В пост. тока                               | Выход по напряжению                                |

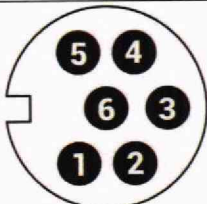
а) GDM – прямоугольный разъём 4 контакта HIRSCHMANN

| Схема контактов S32  | Контакт | Для датчика с аналоговым интерфейсом | Для датчика с цифровым интерфейсом SSI |
|--|---------|--------------------------------------|--|
|  <p>Вилка M16<br/>(вид со стороны датчика)</p> | 1       | Выход по току                        | Такт (+)                               |
|  | 2       | 0 В пост. тока                       | Данные (+)                             |
|  | 3       | Выход по напряжению                  | Такт (-)                               |
|  | 4       | Резерв                               | Резерв                                 |
|  | 5       | Выход по напряжению                  | Данные (-)                             |
|  | 6       | 0 В пост. тока (ист. пит.)           | 0 В пост. тока (ист. пит.)             |
|  | 7       | + 24 В пост. тока                    | + 24 В пост. тока                      |
|  | 8       | Резерв                               | Резерв                                 |

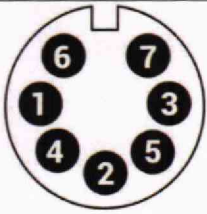
б) S32 – вилка 8 контактная, M16

| Схема контактов D34   | Контакт | Для датчика с аналоговым интерфейсом |
|---|---------|--------------------------------------|
|  <p>Вилка M12<br/>(вид со стороны датчика)</p> | 1       | + 24 В пост. тока                    |
|   | 2       | Выход универсальный                  |
|   | 3       | 0 В пост. тока (ист. пит.)           |
|   | 4       | Выход универсальный                  |
|   | 5       | 0 В пост. тока                       |

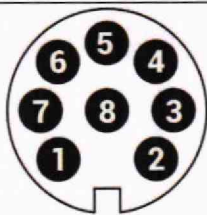
в) D34 - вилка 5 контактная, M12

| Схема контактов D60   | Контакт | Для датчика с аналоговым интерфейсом |
|---|---------|--------------------------------------|
|  <p>Вилка M16<br/>(вид со стороны датчика)</p> | 1       | Выход универсальный                  |
|   | 2       | 0 В пост. тока                       |
|   | 3       | Выход универсальный                  |
|   | 4       | 0 В пост. тока                       |
|   | 5       | + 24 В пост. тока                    |
|   | 6       | 0 В пост. тока (ист. пит.)           |

г) D60 - вилка 6 контактная, M16

| Схема контактов D70   | Контакт | Для датчика с цифровым интерфейсом SSI |
|---|---------|--|
|  <p>Вилка M16<br/>(вид со стороны датчика)</p> | 1       | Данные (-)                             |
|   | 2       | Данные (+)                             |
|   | 3       | Такт (+)                               |
|   | 4       | Такт (-)                               |
|   | 5       | + 24 В пост. тока                      |
|   | 6       | 0 В пост. тока (ист. пит.)             |
|   | 7       | Резерв                                 |

д) D70 - вилка 7 контактная, M16

| Схема контактов D84   | Контакт | Для датчика с цифровым интерфейсом SSI |
|---|---------|--|
|  <p>Вилка M12<br/>(вид со стороны датчика)</p> | 1       | Такт (+)                               |
|   | 2       | Такт (-)                               |
|   | 3       | Данные (+)                             |
|   | 4       | Данные (-)                             |
|   | 5       | Резерв                                 |
|   | 6       | Резерв                                 |
|   | 7       | + 24 В пост. тока                      |
|   | 8       | 0 В пост. тока (ист. пит.)             |

е) D84 - вилка 8 контактная, M12

| Цвет жилы | Для датчика с аналоговым интерфейсом  | Для датчика с цифровым интерфейсом SSI |
|-----------|---|--|
|           | R01...R30 – PVC кабель от 1 до 30м;<br>H01...H30 – PUR кабель от 1 до 30м;<br>T01...T30 – тефлоновый кабель от 1 до 30м;<br>S01...S30 – силиконовый кабель от 1 до 30м; |  |
| Черный    | Выход универсальный   | Данные (-)                             |
| Белый     | 0 В пост. тока  | Данные (+)                             |
| Жёлтый    | Выход универсальный   | Такт (+)                               |
| Зелёный   | 0 В пост. тока  | Такт (-)                               |
| Красный   | + 24 В пост. тока   | + 24 В пост. тока                      |
| Синий     | 0 В пост. тока (ист. пит.)  | 0 В пост. тока (ист. пит.)             |

ж) R01...R30 – PVC кабель от 1 до 30м; H01...H30 – PUR кабель от 1 до 30м; T01...T30 – тефлоновый кабель от 1 до 30м; S01...S30 – силиконовый кабель от 1 до 30м;

Рисунок - Б-1 Схемы подключения датчиков с разъёмами:  
 а) GDM; б) S32; в) D34; г) D60; д) D70; е) D84;  
 ж) R01...R30 – PVC, H01...H30 – PUR, T01...T30, S01...S30

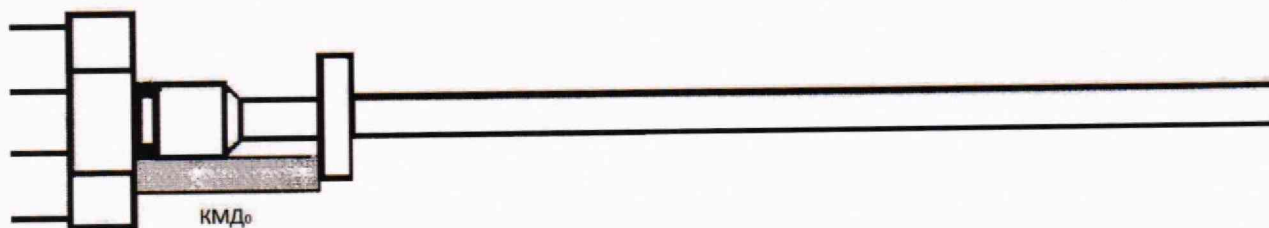


Рисунок Б-2 – Схема установки КМДо