

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РАСХОДОМЕТРИИ - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»  
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора филиала ВНИИР-  
филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.  
Менделеева»  
М.П.  
«08 » 10 А.С. Тайбинский  
2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
Установки для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ  
Методика поверки  
МП 1699-7-2024

Начальник научно-  
исследовательского отдела  
Кондаков А.В. Кондаков  
Тел. отдела: (843) 272-54-55

г. Казань  
2024 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на установки для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ (далее – установки), предназначены для передачи единицы уровня (длины) средствам измерений уровня различного принципа действия имитацией изменения уровня жидкости или непосредственным изменением уровня жидкости. Установка может применяться в качестве рабочего эталона 1-го разряда (при кодах погрешности А и Б) и рабочего эталона единицы уровня жидкости 2-го разряда (при коде погрешности В) в соответствии с частью 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов.

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

Таблица 1

Диапазон измерений уровня <sup>1)</sup> , м	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня, мм, для кода погрешности		
	А	Б	В
от 0 до 50000 (исполнение 1)	± 0,3	± 0,5	± 1,0
от 0 до 6000 (исполнение 2)	± 0,3	± 0,5	± 1,0

<sup>1)</sup> - указан максимальный диапазон измерений. Фактический диапазон измерений указывается в формуляре на установку.

Настоящий документ устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Прослеживаемость установок к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3459.

В методике поверки реализован метод передачи единицы методом непосредственного сличения.

Допускается проведение поверки в диапазоне измерений, фактически обеспечивающимся при поверке с обязательной передачей сведений об объеме проведенной поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Фактический диапазон измерений уровня не может превышать диапазон измерений уровня, указанный в таблице 1.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 2

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

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первой поверке	периодической поверке	
Определение погрешности измерений уровня	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Предоставляемые на поверку установки комплектуются (по требованию поверителя) следующими документами:

- настоящей методикой поверки, утвержденной в установленном порядке;
- эксплуатационной и технической документацией;
- протоколами предшествующей поверки.

3.2 При поверке соблюдаются следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °C до плюс 25 °C;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- изменение температуры окружающего воздуха в помещении в течение часа не более 1 °C;
- максимальная разность температур в различных точках линейной части не более 2 °C.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К поверке допускают лиц, изучивших настоящий документ, эксплуатационную документацию на установки, а также прошедших инструктаж по технике безопасности.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.1.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °C до 25 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ±0,5 °C;</p> <p>Средства измерений температуры поверхностей в диапазоне измерений от 15 °C до 25 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ±0,5 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ±3%;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ±0,5 кПа;</p>	<p>Канал измерений температуры, прибора комбинированного Testo 622, рег. № 53505-13;</p> <p>Термометры цифровые малогабаритные ТЦМ 9410, рег. № 32156-06;</p> <p>Канал измерений относительной влажности, прибора комбинированного Testo 622, рег. № 53505-13;</p> <p>Канал измерений абсолютного давления, прибора комбинированного Testo 622, рег. № 53505-13;</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 Определение погрешности измерений уровня установки исполнения 1; 10.2 Определение погрешности измерений уровня установки исполнения 2.	<p>Эталоны единицы длины (измерители линейных перемещений лазерные), соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от <math>1 \cdot 10^{-9}</math> до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной Приказом Росстандарта от 29.12.2018 года № 2840, в диапазоне от 0 до 50 м<sup>(1)</sup>;</p> <p>Средства измерений длины (приборы для измерений наружных размеров) в диапазоне от 0 до 25 мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 4,0</math> мкм;</p> <p>Средства измерений длины (приборы для измерений наружных размеров) в диапазоне от 25 до 50 мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 4,0</math> мкм;</p> <p>Поплавок из пенополистирола или аналогичного материала высотой не более 50 мм диаметром не более (D-10) мм, где D - внутренний диаметр измерительной трубы установки исполнения 2, с двумя направляющими в виде нейлоновых тросов, проходящих сквозь поплавок, на отвесных грузах массой 1 кг каждый, для поверки установки исполнения 2, в соответствии с Приложением Б.</p>	<p>Система измерительная лазерная XL-80, рег.№ 35362-07</p> <p>Микрометр МК Ц25, рег.№ 50593-12</p> <p>Микрометр МК Ц50, рег.№ 50593-12</p>

<sup>(1)</sup> – верхний предел измерений эталона выбирается в зависимости от верхнего предела измерений поверяемой установки.

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также вспомогательные технические средства удовлетворяющие требованиям, указанным в таблице.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают требования правил техники безопасности, указанные в технической документации на поверяемое средство измерений, применяемые средства поверки и вспомогательные технические средства.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие установок требованиям технической документации в части маркировки, упаковки, транспортирования и хранения;
- соответствие внешнего вида установок описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- соблюдение требований по защите установок от несанкционированного вмешательства согласно описания типа (проверка наличия предусмотренных пломб);
- отсутствие повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид установок и препятствующих проведению поверки;
- целостность шнурков электропитания и кабелей.

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если маркировка установок соответствует эксплуатационным документам, внешний вид установок соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа, соблюдаются требования по защите установок от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа, на установках отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие ее применению, целостность шнурков электропитания и кабелей не нарушена, или отрицательным, если маркировка установок не соответствует эксплуатационным документам, внешний вид установок не соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа, не соблюдаются требований по защите установок от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа, на установках присутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие его применению, целостность шнурков электропитания и кабелей нарушена. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- подготавливают поверяемые средства измерений и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- выдерживают поверяемые средства измерений и средства поверки в течение 2-х часов в условиях, указанных в п 3.2;
- проверяют наличие, комплектность и состояние эксплуатационных документов;
- проверяют соблюдение условий п 3.2.

### 8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 Опробование установки исполнения 1 проводят путем перемещения подвижной части установки и считывания показаний из программного обеспечения установки. Результаты опробования считаются положительными, если в программном обеспечении установки корректно отображаются значения перемещения подвижной части установки согласно руководству по эксплуатации установки. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

8.2.2 Опробование установки исполнения 2 проводят путем заполнения жидкостью измерительных труб и считывания показаний уровня жидкости из программного обеспечения установки. Результаты опробования считаются положительными, если в программном обеспечении установки корректно отображаются значения уровня жидкости в установке согласно руководству по эксплуатации установки. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение идентификационных данных программного обеспечения проводят путем считывания данных, в меню программного обеспечения в пункте «О программе».

9.2 Результат считается положительным, если полученные идентификационные данные соответствуют данным, указанным в описании типа установок, или отрицательным, если полученные идентификационные данные не соответствуют данным, указанным в описании типа установок. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 10.1 Определение погрешности измерений уровня установки исполнения 1

10.1.1 Измеряют при помощи микрометра толщину установочной плиты установки в трех точках, в соответствии с рисунком 1  $L_{y\text{cm}(1)}$ , мм. Результаты измерений не должны отличаться более чем на 0,1 мм.

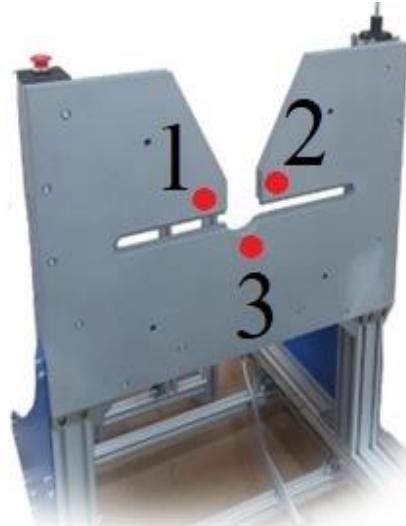


Рисунок 1 – точки измерений толщины установочной плиты

10.1.2 Измеряют при помощи микрометра толщину пластины на подвижной части установки исполнения 1 в трех точках, в соответствии с рисунком 2  $L_{omp}$ , мм. Результаты измерений не должны отличаться более чем на 0,1 мм.



Рисунок 2 – точки измерений толщины пластины на подвижной части установки

10.1.3 Перемещают подвижное основание установки исполнения 1 в нулевое положение и измеряют при помощи микрометра суммарную толщину установочной плиты и пластины на подвижной части установки исполнения 1 в трех точках, измеренных по 10.1.1 и 10.1.2  $L_{сум}$ , мм.

10.1.4 Измерения при помощи системы лазерной измерительной XL-80 (далее - лазерный интерферометр) проводят в следующем порядке:

- закрепляют лазерный интерферометр на установке за установочной плитой;
- устанавливают отражатель лазерного интерферометра в центральную часть пластины на подвижной части установки;
- перемещают подвижное основание установки в нулевое положение;
- производят сброс показаний лазерного интерферометра на «0»;
- перемещают подвижную часть установки относительно нулевой точки отсчета в пять контрольных точек, равномерно распределенных по диапазону измерений установки и фиксируют показания установки,  $H_i^y$ , мм;
- фиксируют показания лазерного интерферометра в контрольных точках,  $H_i^{изм}$ , мм.

10.1.5 Вычисляют максимальный зазор между установочной плитой и пластиной на подвижной части установки в нулевой точке установки  $L_i^{зазор}$ , мм, по формуле:

$$L_i^{зазор} = L_i^{сумм} - (L_i^{ycm(1)} + L_i^{omp}), \quad (1)$$

где  $L_i^{сумм}$  - суммарная толщина установочной плиты и пластины на подвижной части установки в i-ой точке измерения, мм;

$L_i^{ycm(1)}$  - значение толщины установочной плиты в i-ой точке измерения, мм;

$L_i^{omp}$  - значение пластины на подвижной части установки в i-ой точке измерения, мм;

i – точка измерений толщин.

10.1.6 Эталонное значение, в контрольной точке установки исполнения 1 вычисляют по формуле:

$$H_i^3 = L_{\max}^{\text{зазор}} + H_i^{\text{изм}}, \quad (2)$$

где  $L_{\max}^{\text{зазор}}$  - максимальный зазор между установочной плитой и пластины на подвижной части установки в нулевой точке установки, вычисленный по формуле (1), мм;  
 $H_i^{\text{изм}}$  - показания эталона в контрольной точке, мм.

10.1.7 При снятии показаний с установки в контрольных точках измеряют температуру линейной части установки, в месте расположения считывающей головки энкодера,  $T_{л.ч.}$ , °C.

10.1.8 Результаты измерений заносят в протокол поверки, форма которого приведена в Приложении А.

## 10.2 Определение погрешности измерений уровня установки исполнения 2

10.2.1 Измеряют при помощи микрометра толщину установочной плиты установки в четырех точках, в соответствии с рисунком 3, и принимают за результат измерений толщины установочной плиты наибольшее значение из ряда измерений  $L_{yct(2)}$ , мм. Результаты измерений не должны отличаться более чем на 0,1 мм.

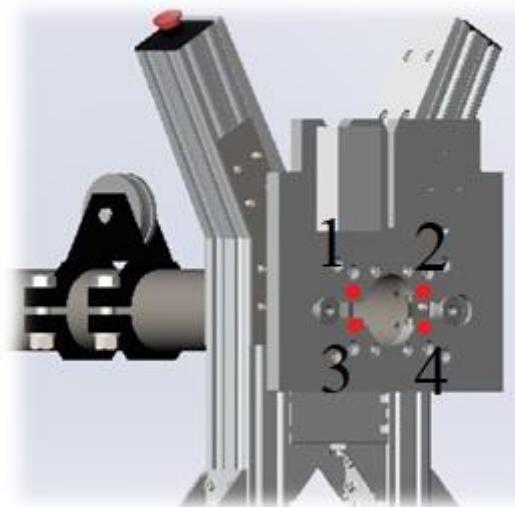


Рисунок 3 – точки измерений толщины установочной плиты

10.2.2 Измерения при помощи системы лазерной измерительной XL-80 (далее - лазерный интерферометр) проводят в следующем порядке:

- закрепляют лазерный интерферометр на установке над установочной плитой;
- монтируют в измерительную трубу установки, предназначенную для монтажа уровнемеров, поплавок с установленным на него уголковым отражателем лазерного интерферометра и заполняют установку до точки перелива, расположенной под установочной плитой, в соответствии с руководством по эксплуатации установки;
- производят сброс показаний лазерного интерферометра на «0»;
- изменяют уровень жидкости в установке в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений установки и фиксируют показания установки,  $H_i^y$ , мм;

– фиксируют показания лазерного интерферометра в контрольных точках,  $H_i^{uzm}$ , мм.

10.2.3 Эталонное значение, измеренное при помощи лазерного интерферометра, в контрольной точке установки исполнения 2 вычисляю по формуле:

$$H_i^3 = L_{yctm(2)}^{\max} + H_i^{uzm}, \quad (3)$$

где  $L_{yctm(2)}^{\max}$  - наибольшее значение толщины установочной плиты, мм;

$H_i^{uzm}$  - показания эталона в контрольной точке, мм.

10.2.4 При снятии показаний с установки в контрольных точках измеряют температуру линейной части установки, в месте расположения считывающей головки энкодера,  $T_{л.ч.}$ , °C.

10.2.5 Результаты измерений заносят в протокол поверки, форма которого приведена в Приложении А.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Значение абсолютной погрешности измерений уровня уровнемерной установкой в контрольной точке вычисляют по формуле:

$$\Delta H_i = H_i^y - H_i^3, \quad (4)$$

где  $H_i^y$  - показания уровнемерной установки, мм;

$H_i^3$  - эталонное значение, вычисленное по формуле 2 или 3, в зависимости от исполнения установки, мм

11.2 За абсолютную погрешность измерений уровня принимают наибольшее значение  $\Delta H_i$ , мм, вычисленное по формуле (4).

11.5 Установку считают выдержавшим поверку, если полученные значения абсолютной погрешности  $\Delta H_i$  не превышают значений, приведенных в таблице 1.

11.6 Вычисленные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А.

11.7 При положительных результатах поверки установка может применяться в качестве рабочего эталона единицы уровня жидкости 1-го разряда (при кодах погрешности А и Б) и рабочего эталона единицы уровня жидкости 2-го разряда (при коде погрешности В) в соответствии частью 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

12.1 При проведении поверки составляют протокол с указанием всех значений результатов измерений.

Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством РФ.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии).

12.3 При отрицательных результатах поверки уровнемер к применению не допускают, по заявлению заказчика выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

(рекомендуемое)

**Форма протокола поверки****ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № \_\_\_\_\_ Стр. из****Наименование средства измерений:****Тип, модель, изготовитель:****Заводской номер:****Наименование и адрес заказчика:****Методика поверки:****Место проведения поверки:****Проверка выполнена с применением:****Предел измерения:****Условия проведения поверки:****Внешний осмотр:****Опробование:****Проверка программного обеспечения:****Определение погрешности измерений уровня установки исполнения 1**

Таблица А.1

$L_{ycm(1)}$ , мм	$L_{omp}$ , мм	$L_{сум}$ , мм	$L^{зазор}$ , мм	$L^{зазор}_{max}$ , мм

Таблица А.2

Показание эталона $H_i^{изм}$ , мм	Эталонное значение $H_i^e$ , мм	Показание установки $H_i^y$ , мм	Абсолютная погрешность $\Delta H_i$ , мм	Температура линейной части $T_{л.ч.}$ , °C

**Определение погрешности измерений уровня установки исполнения 2**

Таблица А.3

$L_{ycm(2)}$ , мм	$L_{ycm(2)}^{max}$ , мм

Таблица А.4

Показание эталона $H_i^{изм}$ , мм	Эталонное значение $H_i^e$ , мм	Показание установки $H_i^y$ , мм	Абсолютная погрешность $\Delta H_i$ , мм	Температура линейной части $T_{л.ч.}$ , °C

должность лица, проводившего поверку

подпись

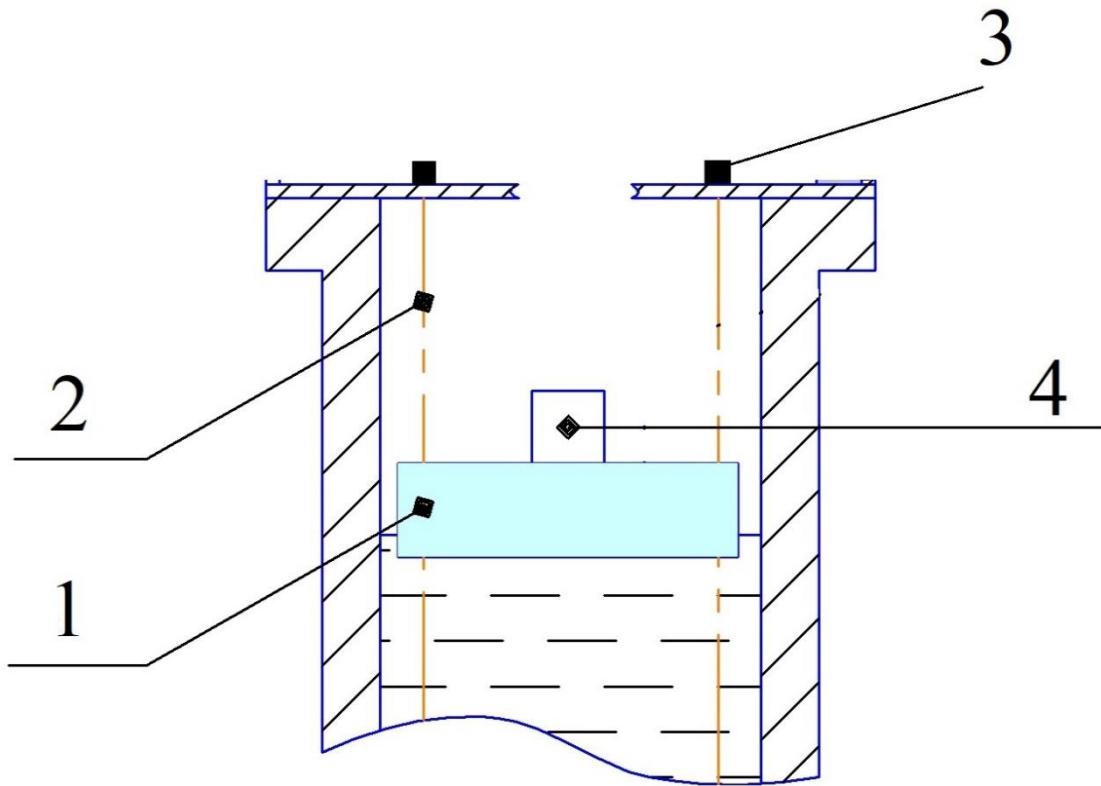
Ф.И.О.

Дата поверки \_\_\_\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

**Схема поплавка, предназначенного для монтажа в измерительную трубу установки исполнения 2**



1 – поплавок, 2 – направляющие поплавка, 3 – крепление направляющих на верхней части установочной плиты, 4 – место монтажа уголкового отражателя лазерного интерферометра