

СОГЛАСОВАНО  
Главный метролог  
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«15» ноября 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Измерители вертикальных перемещений HSSG-D

Методика поверки

МП-579-2024

г. Чехов  
2024 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителей вертикальных перемещений HSSG-D (далее – измерители), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А к настоящей методике поверки.

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого средства измерений 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 в соответствии со структурой локальной поверочной схемы (Приложение В к настоящей методике поверки) от рабочего эталона 4-го разряда – мер длины концевых плоскопараллельных заимствованного из 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.

## 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 (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений перемещений	Да	Да	10.1

## 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от минус 50 до плюс 50
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 98

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



#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки. 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
8, 10	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 50 °С до плюс 50 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 98 % с погрешностью не более 2 %	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, (рег. № 71394-18)
10.1	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, 8, границы абсолютных погрешностей $\pm(0,2+2 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м;	Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, (рег. № 51838-12)
	Вспомогательное оборудование: Юстировочное устройство для задания эталонного перемещения в диапазоне измерений поверяемого средства измерений	Приведено в Приложении Б
Примечание: Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

#### 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 приведенному в описании типа описанию и изображению;
- маркировки требованиям описания типа;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на



эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;

- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

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

### **8.1 Контроль условий поверки**

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 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;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

## **9 Проверка программного обеспечения средства измерений**

### **9.1 Проверка микропрограммного обеспечения (далее – МПО).**

Для проверки МПО применяется программное обеспечение (далее – ПО) с функцией чтения показаний по протоколу ModBUS, например, ПО «TSGConfigurator», производства ООО «НТП «Горизонт-М» или иное. При идентификации МПО преобразователей, с помощью ПО по протоколу обмена данными ModBUS, версия МПО будет указана в регистре с адресом 20.

**9.2** Результат проверки считают положительным, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют значениям, указанным в описании типа.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

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

### **10.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений перемещений**

**10.1.1** Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений перемещений осуществляется методом сличения значений действительных длин мер длины концевых плоскопараллельных (далее – КМД) или блока КМД со значением относительного вертикального перемещения между рабочим и референсным преобразователями Измерителя.

**10.1.2** Для задания эталонного перемещения используется вспомогательное Юстировочное устройство (Приложение Б) к настоящему документу. Крепления Юстировочного устройства для референсного и рабочего преобразователя должны быть из диэлектрического материала, или иметь проставки из диэлектрика. Допускается использовать Юстировочное устройство иной конструкции, чем приведённое, при этом необходимо обеспечить расположение преобразователей аналогичное, описанному в настоящей методике.

**10.1.3** Оба преобразователя в Измерителе идентичны, но, при определении относительного перемещения, логически разделены на референсный и рабочий. Референсным выбирают преобразователь, закрепленный на референсной опоре Юстировочного устройства. Показания референсного преобразователя являются точкой отсчета при определении относительного перемещения.



10.1.4 Необходимо провести измерения не менее чем в 5 точках (включая нулевое значение), распределенных в диапазоне измерений относительного вертикального перемещения Измерителя.

#### **10.1.5 Проведение измерений в лабораторных условиях**

10.1.5.1 Расположить преобразователь в соответствии с рисунком Б.2 Приложения Б к настоящему документу. При проведении работ по данному методу поверка проводится только для Измерителя, смонтированного на Юстировочном устройстве. Монтаж осуществляется в последовательности, приведённой ниже.

10.1.5.2 Смонтируйте горизонтально Юстировочное устройство. Юстировочное устройство должно быть крепко зафиксировано и оставаться устойчивым. Контроль выставления относительно горизонта проводить уровнем. Очистите референсную и рабочие опоры (8, 9) от грязи, которая могла скопиться на них, и нанесите на опоры силиконовую смазку. Верхняя и нижняя каретки (3, 10), а также крепление (1) должны обеспечивать плавность хода.

10.1.5.3 Зафиксируйте, за нижнюю часть, один из преобразователей в креплении рабочего преобразователя (11) как это показано на Рисунке Б.2.

10.1.5.4 Зафиксируйте второй преобразователь в креплении референсного преобразователя (1) так, чтобы середина рабочей части преобразователя находилась у крепления (1).

10.1.5.5 Подключите соединительные трубки жидкостной линии (5) к преобразователям и Расширительной емкости (4). Удалите заглушки воздушной линии на преобразователях (при наличии) или отсоедините воздушную линию (при наличии).

10.1.5.6 Зафиксируйте нижнюю каретку (10), как показано на Рисунке Б.2. Необходимо учесть, что при перемещении верхней каретки вниз, до касания с нижней кареткой, соединительная трубка рабочего преобразователя (7) не должна сильно загигаться. Проверьте это путем опускания верхней каретки до контакта с нижней. Скорректируйте положение нижней каретки, при необходимости.

10.1.5.7 Соберите блок КМД, и разместите его на нижней каретке. Опустите верхнюю каретку, до касания с блоком КМД.

10.1.5.8 При необходимости, скорректируйте положение крепления референсного преобразователя (1) на уровне верхней каретки (3), как показано на рисунке Б.2.

10.1.5.9 Установите расширительную емкость, так чтобы её середина находилась на уровне каретки (3).

10.1.5.10 Подключите преобразователи в одну цифровую линию связи RS-485 в соответствии Руководством по эксплуатации. Далее подключите линию к преобразователю интерфейсов RS-485, а преобразователь интерфейсов к ПК и запустите утилиту «TSG\_AND3», производства ООО «НТП «Горизонт-М» или иное ПО с функцией чтения показаний по протоколу MODBUS.

10.1.5.11 Начните медленно заполнять жидкостную линию Измерителя через Расширительную емкость наблюдая за показаниями преобразователей. В процессе заполнения следите за тем, чтобы в жидкостной линии не оставались воздушные пузыри (для контроля заполнения, в качестве соединительных трубок жидкостной линии, рекомендуется использовать прозрачный шланг ПВХ).

10.1.5.12 Остановите заполнение, когда рабочая жидкость будет находиться в нижней границе собственного диапазона измерений рабочего преобразователя, указанного в паспорте (допускается отклонение уровня не более 1 мм).

10.1.5.13 Установите собранный блок КМД с защитными КМД в центре нижней каретки (10) и доведите верхнюю каретку (3) до соприкосновения с защитной КМД.

10.1.5.14 Разместите в близости с КМД средство измерений температуры окружающей среды для последующей температурной коррекции длин КМД.

10.1.5.15 Выждите не менее 2 часов для стекания остатков жидкости с ЧЭ и выравнивания уровня жидкости между преобразователями после проведения процедуры



опробования или любых других манипуляций, связанных с перемещением преобразователей при заполненной жидкостной линии.

10.1.5.16 Зафиксируйте начальные показания уровня преобразователей, суммарное значение номинальных длин КМД в собранном блоке и показания СИ температуры.

10.1.5.17 Извлеките верхнюю КМД из собранного блока, немного приподняв верхнюю каретку, затем плавно опустите каретку до соприкосновения со следующей КМД из блока. Выждите не менее 20 минут для выравнивания уровня в жидкостной линии.

10.1.5.18 Зафиксируйте показания уровня преобразователей, суммарное значение номинальных длин КМД, оставшихся в блоке, и показания СИ температуры.

10.1.5.19 Повторите операции по предыдущему пункту для оставшихся КМД в блоке.

10.1.5.20 После извлечения последней КМД из блока плавно опустите верхнюю каретку до соприкосновения с защитной КМД. Выждите не менее 20 минут для выравнивания уровня в жидкостной линии. Зафиксируйте показания уровня преобразователей.

#### **10.1.6 Проведение измерений по месту эксплуатации**

10.1.6.1 Расположить преобразователь в соответствии с рисунком Б.3 Приложении Б к настоящему документу. При проведении работ по данному методу проверка одновременно проводится для всех Измерителей из состава системы Нивелиров гидростатических многоточечных HSSG МПГТ.401266.026.00.00.000 ТУ, производства ООО «НПТ «Горизонт-М» (далее – Гидронивелир), то есть Измерителей, объединенных в одну гидростатическую линию. Монтаж осуществляется в последовательности, приведённой ниже.

10.1.6.2 Смонтируйте горизонтально Юстировочное устройство в непосредственной близости от референсного преобразователя и расширительной емкости Гидронивелира. Юстировочное устройство должно быть крепко зафиксировано и оставаться устойчивым. Контроль выставления относительно горизонта проводить уровнем.

Очистите рабочие опоры Юстировочного устройства от грязи, которая могла скопиться на них, и нанесите на опоры силиконовую смазку. Верхняя и нижняя каретки Юстировочного устройства должны обеспечивать плавность хода.

10.1.6.3 Для исключения разлива рабочей жидкости при последующем демонтаже референсного преобразователя и расширительной емкости – опустите расширительную емкость Гидронивелира так, чтобы уровень жидкости в емкости был на уровне шарового крана референсного преобразователя (3).

10.1.6.4 Перекройте шаровой кран под референсным преобразователем (3) и демонтируйте преобразователь из Гидронивелира.

10.1.6.5 Перекройте шаровой кран у расширительной емкости (9) и демонтируйте емкость из Гидронивелира.

10.1.6.6 Смонтируйте референсный преобразователь в креплении (4) верхней каретки Юстировочного устройства закрепив его за середину рабочей части преобразователя, как это показано на Рисунке Б.3.

10.1.6.7 Смонтируйте расширительную емкость в креплении верхней каретки Юстировочного устройства, как это показано на Рисунке Б.3.

10.1.6.8 Удалите заглушку воздушной линии (5) на крайнем преобразователе Гидронивелира и заливную крышку расширительной емкости.

10.1.6.9 Подключите гибкие шланги (6) от жидкостной линии Гидронивелира (7) к референсному преобразователю и расширительной емкости. Длины гибких шлангов должно хватать для последующего перемещения референсного преобразователя с емкостью на высоту равную ВПИ Измерителя. Снимите крышку заливного отверстия расширительной емкости (8).

10.1.6.10 Расположите защитную КМД (10), описанную в п.11, на нижней каретке Юстировочного устройства. Опустите верхнюю каретку до соприкосновения с защитной КМД.

10.1.6.11 Подключите референсный к цифровой линии связи RS-485 Гидронивелира. Далее подключите линию к преобразователю интерфейсов RS-485, а преобразователь интерфейсов к ПК и запустите утилиту «TSG\_AND3», производства ООО «НПТ «Горизонт-М» или иное ПО с функцией чтения показаний по протоколу MODBUS.



10.1.6.12 Наблюдая за показаниями преобразователей, измените положение кареток так, чтобы уровень жидкости в Гидронивелира оказался в нижней границе собственного диапазона измерений самого низкорасположенного рабочего преобразователя (2). Допускается отклонение уровня не более 1 мм.

10.1.6.13 Зафиксируйте нижнюю каретку Юстировочного устройства. Необходимо учесть, что выше нижней каретки должно оставаться пространство для свободного перемещения верхней каретки, с закрепленными на ней референсным преобразователем и емкостью, на величину ВПИ Измерителя.

10.1.6.14 Выждите не менее 2 часов (для жидкостных линий менее 10 м) для стекания остатков жидкости с ЧЭ и выравнивания уровня жидкости между преобразователями после проведения процедуры опробования или любых других манипуляций, связанных с перемещением преобразователей при заполненной жидкостной линии.

10.1.6.15 Время стартового выжидания, для жидкостных линий более 10 м, увеличивается на 2 минуты на каждые дополнительные 10 метров.

10.1.6.16 Разместите в близости с КМД средство измерений температуры окружающей среды для последующей температурной коррекции длин КМД.

10.1.6.17 Зафиксируйте начальные показания уровня преобразователей.

10.1.6.18 Установите первую КМД из блока на защитную КМД, расположенную на нижней каретке, и доведите верхнюю каретку до соприкосновения с КМД. Выждите не менее 20 минут (для жидкостных линий менее 10 м) для выравнивания уровня в жидкостной линии. Время выжидания в точках, для жидкостных линий более 10 м, увеличивается на 1 минуты на каждые дополнительные 10 метров.

10.1.6.19 Зафиксируйте показания уровня преобразователей, суммарное значение номинальных длин КМД, в блоке, и показания СИ температуры.

10.1.6.20 Повторите операции по предыдущему пункту добавляя следующие КМД в блок.

10.1.7 Определение начальной разницы показаний, между референсным и рабочим преобразователями Измерителя  $\Delta l_0$ , рассчитывается по формуле

$$\Delta l_0 = l_{\text{реф } 0} - l_{\text{раб } 0}, \text{ мм} \quad (1)$$

где  $l_{\text{реф } 0}$  – начальное значение уровня жидкости по показаниям референсного преобразователя, мм;

$l_{\text{раб } 0}$  – начальное значение уровня жидкости по показаниям рабочего преобразователя, мм.

10.1.8 Определение разницы показаний, между референсным и рабочими преобразователями Измерителя, в  $i$  точке  $\Delta l_i$  рассчитывается по формуле

$$\Delta l_i = l_{\text{реф } i} - l_{\text{раб } i}, \text{ мм} \quad (2)$$

где  $l_{\text{реф } i}$  – уровень жидкости по показаниям референсного преобразователя в  $i$  точке, мм;

$l_{\text{раб } i}$  – уровень жидкости по показаниям рабочего преобразователя в  $i$  точке, мм.

10.1.9 Относительное вертикальное перемещение Измерителя в  $i$  точке  $\Delta h_i$  рассчитывается по формуле

$$\Delta h_i = \Delta l_i - \Delta l_0, \text{ мм} \quad (3)$$

10.1.10 Длина блока КМД, при температуре измерений  $GB_{ti}$ , определяется по формуле (4).

$$GB_{ti} = GB_{i \text{ ном}} \cdot (1 + \alpha \cdot (t_{i \text{ изм}} - 20)), \text{ мм} \quad (4)$$

где  $GB_{i \text{ ном}}$  – суммарное значение номинальных длин КМД в блоке (при 20 °C) в  $i$  точке, мм;

$\alpha$  – коэффициентов теплового расширения КМД, по данным эксплуатационной документации для КМД (при отсутствии принять равным  $11,5 \cdot 10^{-6}$ ),  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$t_{i \text{ изм}}$  – температура по показаниям СИ температуры, в  $i$  точке, мм.

Рассчитанное по формуле (4) значение длины блока КМД на старте принимается как начальная длина блока КМД, при температуре измерений и обозначается  $GB_{t0}$ , мм.

10.1.11 Относительное вертикальное перемещение по показаниям эталона в  $i$  точке  $\Delta h_{\text{эл}}$  рассчитывается по формуле (5).

$$\Delta h_{\text{эл}} = GB_{ti} - GB_{t0}, \text{ мм} \quad (5)$$

10.1.12 Приведенная погрешность, при измерениях относительного вертикального перемещения Измерителем в  $i$  точке, рассчитывается по формуле (6).

$$\gamma_i = \frac{\Delta h_i - \Delta h_{\text{эл}}}{\text{ВПИ}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где ВПИ – верхний предел измерений относительного вертикального перемещения Измерителя, мм;

Значения полученных погрешностей измерений не должны превышать значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки.

## 11 Оформление результатов поверки

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

При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

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

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 Метрология»

К.А. Ревин



**Приложение А**  
(обязательное)  
**Метрологические характеристики**

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон перемещений, мм: - нижний предел измерений - верхний предел измерений*	от 0 от 100 до 250
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерений перемещений **, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной к диапазону измерений погрешности измерений, вызванной изменением температуры на 1 °С, %	$\pm 0,001$
* определяется заказом потребителя, фактическое значение приведено в паспорте средства измерений. ** при температуре окружающей среды от + 5 °С до + 50 °С.	



**Приложение Б**  
(справочное)  
**Схема юстировочного устройства**

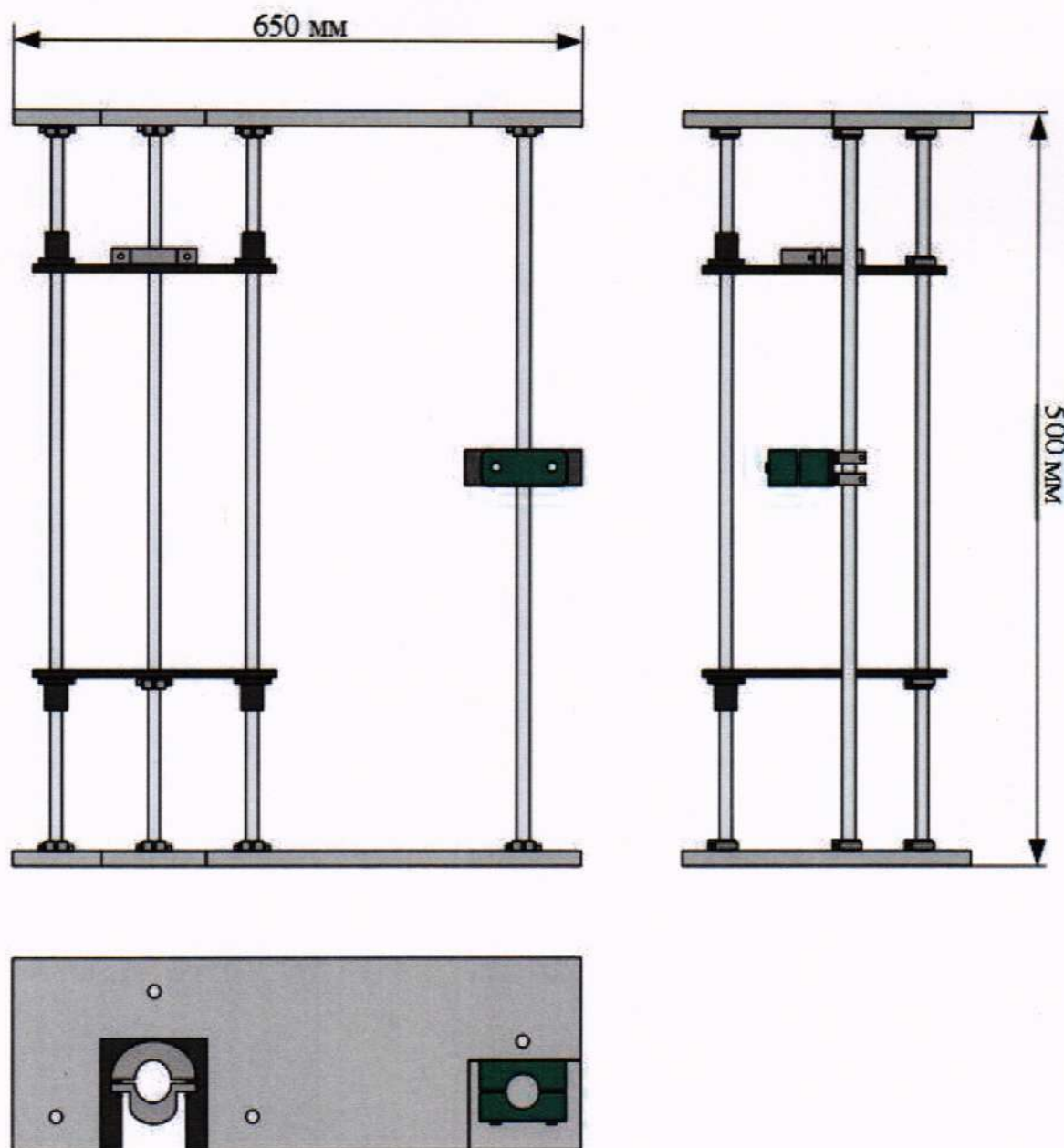
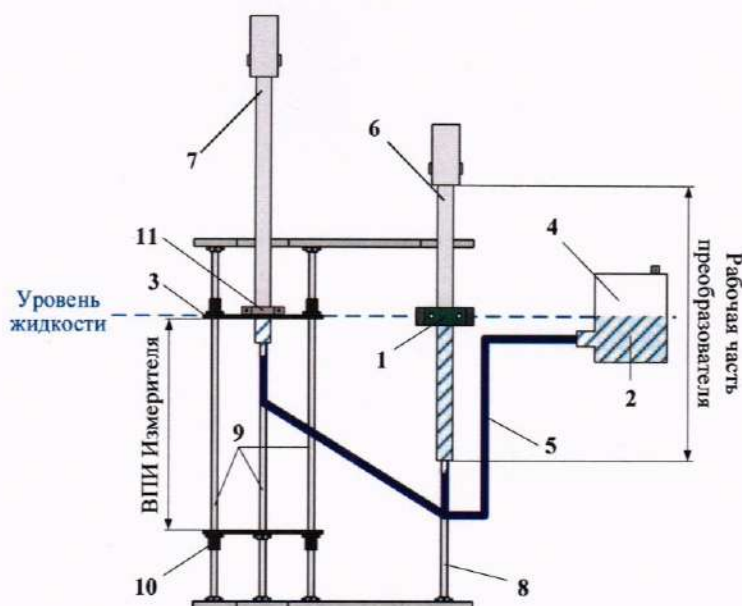


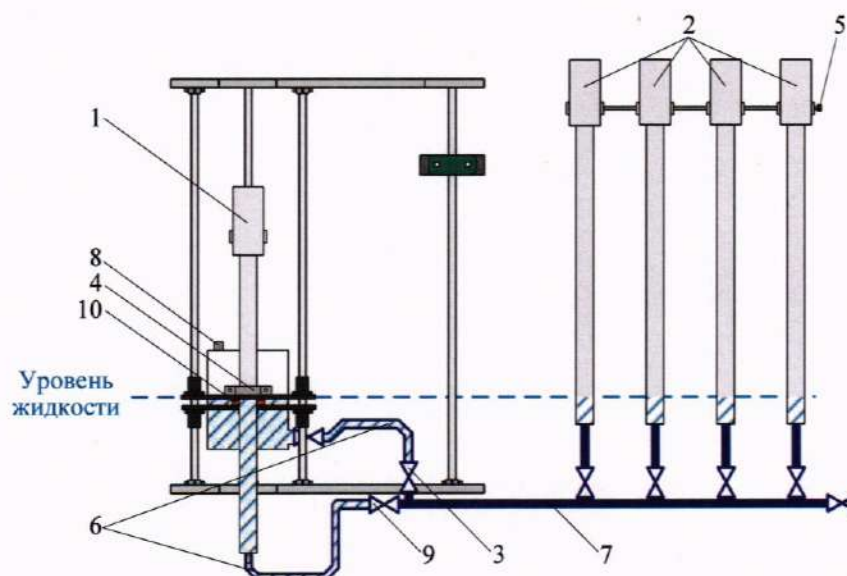
Рисунок Б.1 – Пример Юстировочного устройства





1 – Крепление референсного преобразователя; 2 – Рабочая жидкость Измерителя; 3 – Верхняя каретка; 4 – Расширительная емкость; 5 – Жидкостная линия Измерителя; 6 – Референсный преобразователь; 7 – Рабочий преобразователь; 8 – Референсная опора; 9 – Рабочие опоры; 10 – Нижняя каретка; 11 – Крепление рабочего преобразователя.

Рисунок Б.2 – Схема Юстировочного устройства и расположение преобразователя для проведения измерений в лабораторных условиях



1 – Референсный преобразователь; 2 – Рабочие преобразователи; 3 – Шаровой кран референсного преобразователя; 4 – Крепление референсного преобразователя; 5 – Заглушка воздушной линии; 6 – Гибкие шланги; 7 – Жидкостная линия Гидронивелира; 8 – Крышка заливного отверстия емкости; 9 – Шаровой кран расширительной емкости; 10 – Защитная КМД

Рисунок Б.3 – Схема Юстировочного устройства и расположение преобразователя для проведения измерений на месте эксплуатации



**Приложение В**  
(рекомендуемое)

**Структура локальной поверочной схемы**

