

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 26 » 10 2024 г.
М.П.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры АГАТ-У

Методика поверки

МП 208-078-2024

г. Москва
2024 г.

Содержание

1	Общие положения	3
2	Перечень операций поверки	4
3	Требования к условиям проведения поверки	4
4	Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
5	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
6	Внешний осмотр средства измерений	6
7	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
8	Проверка программного обеспечения средства измерений	6
9	Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	7
10	Оформление результатов поверки	10
	Приложение А	11
	Приложение Б	13

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на уровнемеры Агат-У (далее – уровнемеры), изготавливаемые АО «Моринсис-Агат-КИП», г. Рязань, и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки прослеживаемость поверяемых средств измерений (далее – СИ) 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, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459, к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3200 °С ГЭТ34-2020 и государственному первичному эталону единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К ГЭТ35-2021 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утверждённой приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемых СИ используют метод непосредственных сличений и прямые измерения.

1.4 Настоящей методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава уровнемера для меньшего числа измерительных величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон измерений уровня, м	от 0,2 до 15,0
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений уровня, мм	$\pm 2,5$; $\pm 5,0$; $\pm 10,0$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений уровня, вызванной отклонением температуры окружающей среды от значения температуры градуировки на каждые 10 °С в рабочем диапазоне температур, в долях от пределов абсолютной основной погрешности, не более	0,05
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений уровня, вызванной отклонением температуры измеряемой среды от значения температуры градуировки на каждые 10 °С в рабочем диапазоне температур, в долях от пределов абсолютной основной погрешности, не более	0,1
Диапазон измерений температуры, °С	от -40 до +70
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	$\pm 0,5$
Примечания: 1. Значение погрешности указано на маркировочной табличке уровнемера. 2. Значение температуры градуировки +20 °С.	

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки уровнемера должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	5.1	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6.1	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	0	да	да
Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	9	да	да
Оформление результатов поверки	10	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С..... от 15 до 25
атмосферное давление, кПа..... от 86 до 106,7
относительная влажность воздуха, %..... от 30 до 80
электропитание от сети постоянного тока напряжением, В..... 24 ± 10 %

3.2 При проведении поверки на месте эксплуатации при периодической поверке должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С..... от 5 до 35
атмосферное давление, кПа..... от 86 до 106,7
относительная влажность воздуха, %..... от 30 до 80
электропитание от сети постоянного тока напряжением, В..... 24 ± 10 %

3.3 При проведении поверки должны отсутствовать источники вибрации, магнитных и электрических полей, влияющие на работу уровнемеров.

3.4 Условия поверки не должны противоречить условиям эксплуатации средств поверки.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – СИ и вспомогательное оборудование

Пункт методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7.1.1	СИ температуры, диапазон измерений температуры окружающего воздуха от плюс 5 °С до плюс 35 °С, ПГ ± 1 °С; СИ относительной влажности, диапазон измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 % до 80 %, ПГ ± 3 %; СИ атмосферного давления, диапазон измерений атмосферного давления от 86 до 106,7 кПа, ПГ ± 0,5 кПа	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) рег. № 32014-11
7.1.1, 9	Источник питания постоянного тока, выходное напряжение 24 В, ПГ ± 5 %	Источник питания постоянного тока импульсный АКИП-1102, рег. № 37469-08
9.1.1	Рабочий эталон 2-го разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459	Установка для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ, рег. № 89465-23
9.1.1	Установка в составе с измерителем линейных перемещений лазерным 2-го разряда по приказу Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840	Система лазерная измерительная XL-80, рег. № 35362-13
9.1.1, 9.1.2	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459	Рулетка измерительная металлическая типа Р, рег. № 51171-12
9.2	СИ температуры, диапазон измерений температуры от минус 40 °С до плюс 70 °С; ПГ ± 0,2 °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № 61806-15
9.2	Камера климатическая, диапазон воспроизведения температуры от минус 40 °С до плюс 70 °С, поддержание заданной температуры ± 1 °С	Климатическая камера тепла-холода-влаги КТХВ-800
7, 9	Компьютер с установленным программным обеспечением QLink	IBM PC-совместимый с Windows 7 и более поздними версиями ОС
Примечания: 1. Допускается использовать при поверке другие аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, аттестованное оборудование, и удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. 2. При передаче единицы уровня средствам измерений погрешность эталонов, должна быть как минимум в три раза меньше, чем погрешность средств измерений.		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 К поверке уровнемеров допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» (далее – ПТЭЭП).

5.2 Монтаж и демонтаж уровнемера должны проводиться согласно его эксплуатационной документации.

5.3 Все металлические части рабочего места и корпус уровнемера должны быть

заземлены.

5.4 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;
- ПТЭЭП;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемого уровнемера, приведёнными в эксплуатационной документации.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра уровнемера проверяется соответствие следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида СИ описанию типа;
- сохранность (читаемость) маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид и влияющих на работоспособность уровнемера.

Уровнемер с механическими повреждениями чувствительного элемента (далее – ЧЭ) к поверке не допускается.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовка уровнемера к поверке

7.1.1 Проконтролировать условия проведения поверки на соответствие разделу 0.

7.1.2 Подготовить СИ, эталоны и вспомогательное оборудование к проведению измерений в соответствии с руководствами по эксплуатации.

7.2 Опробование уровнемера

При опробовании убедиться, что при увеличении или уменьшении уровня измеряемой среды показания уровнемера изменяются соответственно.

Опробование допускается совместить с определением метрологических характеристик.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

Подключить уровнемер к персональному компьютеру. Контрольную сумму метрологически значимой части metrolog_kit1.dll внешнего программного обеспечения (далее — ПО) QLink рассчитать, используя встроенные средства операционной системы Windows или стороннего ПО, например HashTab. Для проверки встроенными средствами операционной системы Windows необходимо скопировать файл metrolog_kit1.dll в корень диска C:\, запустить командную строку операционной системы Windows и ввести следующую команду:

certutil -hashfile C:\metrolog_kit1.dll SHA256

При запуске QLink проверить номер версий внутреннего (встроенного) и внешнего ПО.

Номер версии внутреннего (встроенного) ПО отображается на главном окне в поле «Версия ПО». Идентификационное наименование внутреннего (встроенного) ПО не отображается и проверке не подвергается.

Номер версии внешнего ПО отображается в окне «О программе», вызываемом из вкладки «Справка» главного окна.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют таблице 4.

Таблица 4 — Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование внутреннего ПО	agat-u.hex
Номер версии (идентификационный номер) внутреннего ПО	1.xx.xx.xx
Идентификационное наименование внешнего ПО	QLink
Номер версии (идентификационный номер) внешнего ПО	1.xx.x
Метрологически значимая часть ПО	metrolog_kit1.dll
Цифровой идентификатор метрологически значимой части (алгоритм SHA256)	67b759b930a347c30f97a9efcdbf5a81 3350526f74bfcdc3009e51298331d5a8
Примечания: 1. «х» может принимать значение от 1 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО. 2. Просмотр значения номера версии (идентификационного номера) внутреннего ПО доступен только в программе QLink.	

9 Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

9.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня

9.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня в лаборатории

При использовании установки имитации уровня жидкости необходимо использовать приспособление, пример которого приведён в Приложении А.

Вычисляют поправку ΔH_0 , мм, на несоответствие показаний поверяемого уровнемера и эталона в нулевой контрольной точке, по формуле

$$\Delta H_0 = H_0^y - H_0^z, \quad (1)$$

где H_0^z – показание эталона, мм;
 H_0^y – показание поверяемого уровнемера, мм.

Примечание – Применение рулетки в качестве эталона для горизонтальных установок допускается только для уровнемеров с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня ± 10 мм.

Абсолютную погрешность измерений уровня определяют в пяти контрольных точках, равномерно распределённых по всему диапазону измерений уровня при прямом и обратном ходах.

Уровень жидкости повышают/понижают до каждой контрольной точки. Показания уровнемера регистрируют не ранее чем через 20 секунд после установления уровня.

Определяют значение абсолютной погрешности измерений уровня Δ_{yj} , мм, по формуле

$$\Delta_{yj} = H_{yj} - H_{zj} - \Delta H_0, \quad (2)$$

где H_{yj} – значение уровня, измеренное уровнемером, мм;
 H_{zj} – значение уровня, измеренное эталоном, мм;
 ΔH_0 – поправка в нулевой контрольной точке, мм.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности в каждой точке при каждом измерении не превышают пределов, приведённых в таблице 1.

9.1.2 Определение погрешности измерений уровня на месте эксплуатации с использованием рулетки при периодической поверке

Допускается проводить поверку уровнемеров на месте эксплуатации в случае выполнения следующих условий:

– измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости (продукт не является токсичным, кипящим или воспламеняющимся при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление);

– перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено. Поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной.

Количество проверяемых точек должно быть не менее двух.

После набора необходимого уровня жидкость в резервуаре должна быть выдержана не менее 30 минут перед началом измерений.

Опускают рулетку измерительную с грузом через измерительный люк резервуара и по её шкале фиксируют высоту поверхности раздела «жидкость – газовое пространство» (далее – высота газового пространства).

Уровень жидкости в контрольной отметке определяют вычитанием из значения базовой высоты резервуара значения высоты газового пространства.

Определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки измерительной в нулевой контрольной точке ΔH_0 , мм, по формуле

$$\Delta H_0 = H_0^y - H_0^z, \quad (3)$$

где H_0^y – показания поверяемого уровнемера, мм;

H_0^z – значение по эталону, мм, рассчитывают по формуле

$$H_0^z = H_6 \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^{\Gamma})_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\Gamma})], \quad (4)$$

где H_6 – базовая высота меры вместимости, значение которой определяется при поверке;

$\alpha_{\text{ст}}$ – температурный коэффициент линейного расширения материала стенки меры вместимости, значение которого принимают равным $12,5 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ для стали и $10 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ для бетона;

α_s – температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки, значение которого принимают равным $12,5 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ для стали и $23 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ для алюминия;

T_B^{Π} – температура воздуха при поверке меры вместимости, значение которой определяется по протоколу поверки, $^{\circ}\text{C}$;

T_B^{Γ} – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, $^{\circ}\text{C}$;

$(H_0^{\Gamma})_i$ – высота газового пространства нулевого уровня при i -м измерении при помощи рулетки, мм;

m – число измерений высоты газового пространства, $m \geq 5$.

Уровень жидкости в каждой j -й контрольной отметке H_j^z , мм, вычисляют по формуле

$$H_j^z = H_6 \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_j^{\Gamma})_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\Gamma})], \quad (5)$$

где $(H_j^{\Gamma})_i$ – высота газового пространства в j -й контрольной точке при i -м измерении при

помощи рулетки, мм;
 j – номер контрольной отметки.

Определяют уровень в поверяемой точке по уровнемеру.

Рассчитывают значение абсолютной погрешности по формуле (2).

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности в каждой точке при каждом измерении не превышают пределов, приведённых в таблице 1.

9.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

9.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводят в следующей последовательности:

- разбирают ЧЭ в соответствии с руководством по эксплуатации;
- помещают преобразователь температуры в термокамеру;
- рядом с местонахождением термочувствительного элемента помещают СИ температуры;
- погрешность измерений температуры определяют в трёх точках: минус 40 °С, плюс 20 °С, плюс 70 °С, время выдержки при каждой температуре до начала измерений должно быть не менее 1 часа;
- фиксируют показания уровнемера (измеренное значение температуры каждого термочувствительного элемента) и СИ температуры;
- определяют абсолютную погрешность измерений температуры для каждого термочувствительного элемента Δ_T , °С, по формуле

$$\Delta_T = T_i - T_0, \quad (8)$$

где T_i – значение температуры, измеренное уровнемером, °С;
 T_0 – значение температуры, измеренное СИ температуры, °С.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности в каждой точке при каждом измерении каждого термочувствительного элемента не превышают пределов, приведённых в таблице 1.

9.2.2 Определение погрешности измерений температуры на месте эксплуатации при периодической поверке

Допускается проводить поверку уровнемеров на месте эксплуатации в случае если измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости (продукт не является токсичным, кипящим или воспламеняющимся при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление);

Взять пробы жидкости с уровней, на которых расположены термочувствительные элементы уровнемера, в соответствии с ГОСТ 2517-2012 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб» и измерить их температуру. Абсолютную погрешность измерений температуры рассчитать по формуле (8).

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения абсолютной погрешности измерений температуры, в каждой из проверяемых точек, не превышают пределов, указанных в таблице 1.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

10.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3 Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в паспорте и (или) дополнительно по заявлению владельца свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

10.4 Знак поверки на СИ не наносится.

10.5 При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и дополнительно по заявлению владельца оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

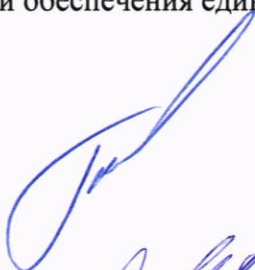
Разработали:

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Сулин



Приложение А

(Справочное)

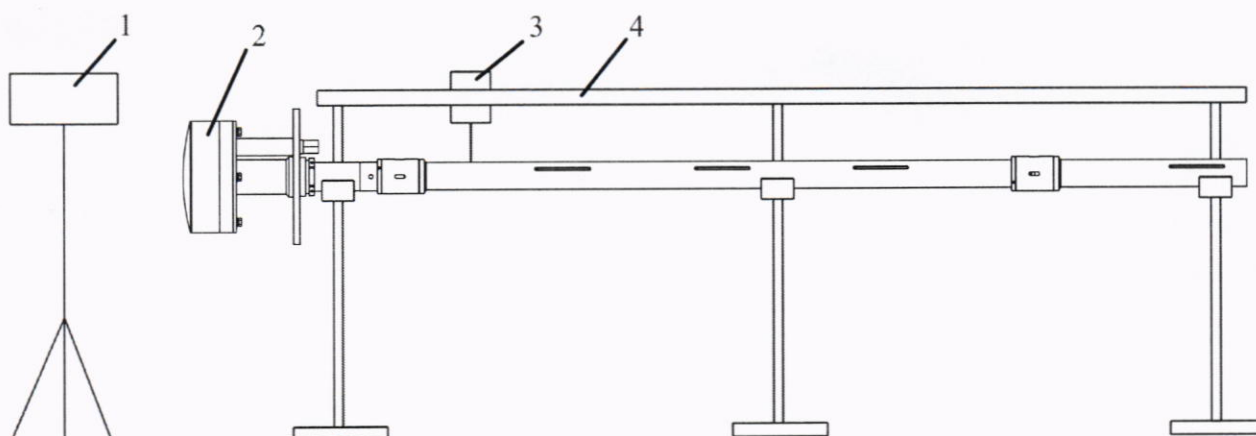


Рисунок А.1 – Схематическое изображение горизонтальной уровнемерной установки: 1 – измеритель линейных перемещений, 2 – уровень, 3 – приспособление для поверки и калибровки с отражателем, 4 – рейка

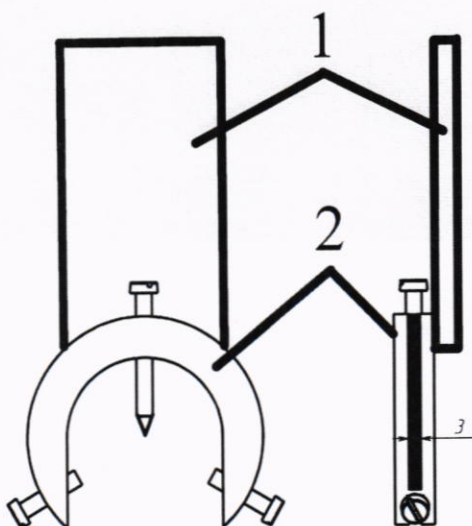


Рисунок А.2 – Приспособление для поверки и калибровки с отражателем: 1 – отражатель, 2 – приспособление

Примечания:

1. Приспособление должно обеспечивать замкнутый контур между трубой и внутренним стержнем чувствительного элемента уровнемера. Приспособление также может быть использовано вместо штатных замыкателей для коаксиальных зондов в установках, аналогичных КМС-УПУ. Ширина штриха (чёрного цвета) должна быть 3 мм. Приспособление можно заказать у изготовителя уровнемера или изготовить самостоятельно.

2. Отражатель должен позволять закрепить на нём оптику измерителя линейных перемещений.

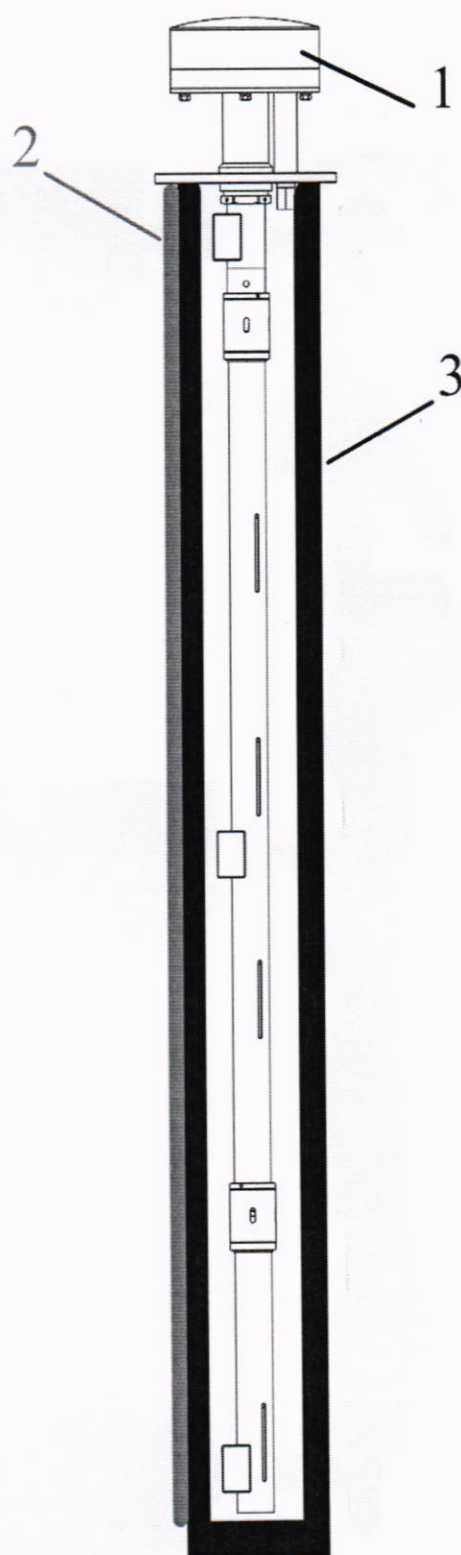


Рисунок А.3 – Схематическое изображение вертикальной уровнемерной установки:
1 – уровнемер, 2 – рулетка, 3 – прозрачная труба с жидкостью

Приложение Б

(Справочное)

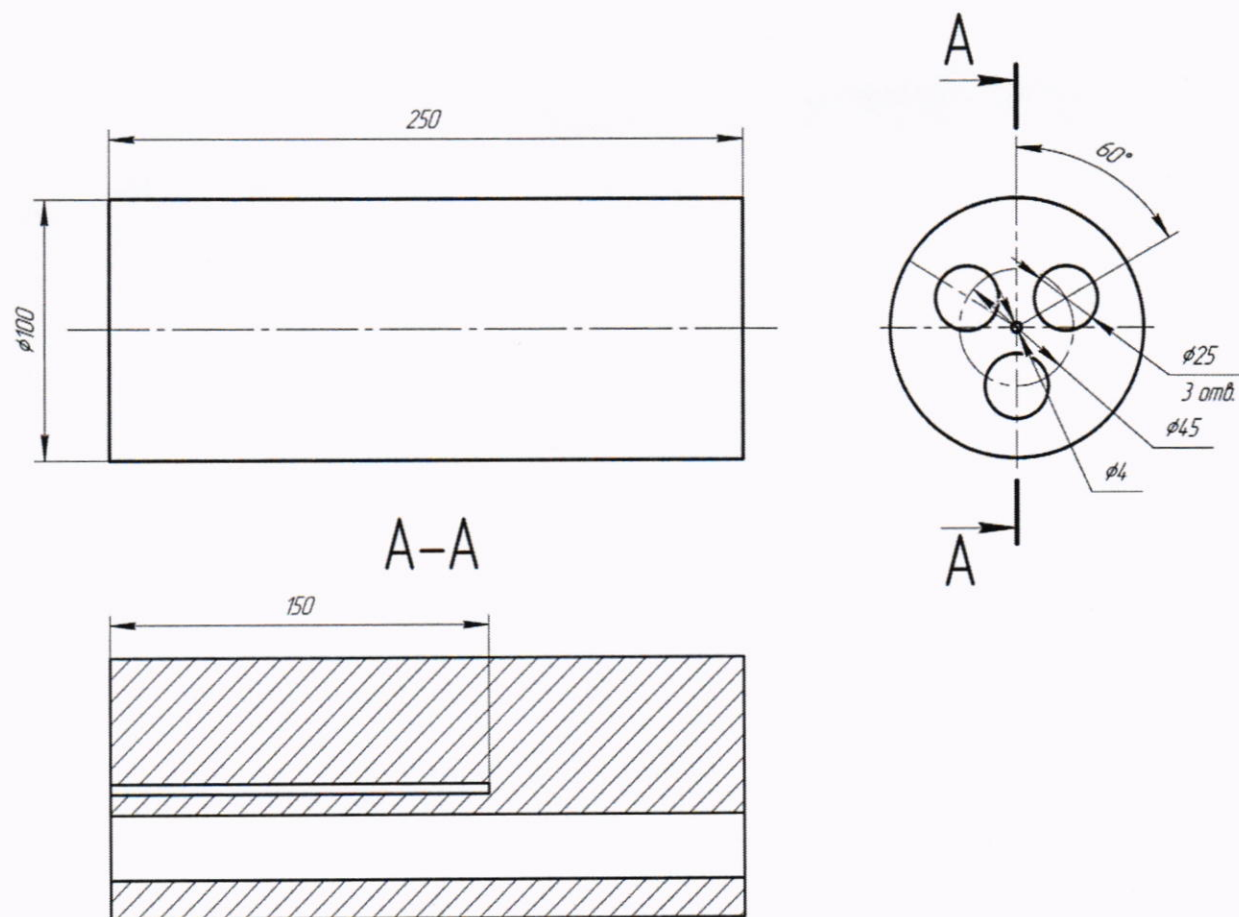


Рисунок Б.1 – Приспособление для определения погрешности измерений температуры

Примечания:

1. Приспособление необходимо для уменьшения конвекции внутри термокамеры и поддержания более стабильной температуры в местах расположения термочувствительных элементов.

2. Размеры приведены для справки.