



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С.А. Денисенко

М.П.

«14» 02 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры кориолисовые AFLOWT CM

Методика поверки

РТ-МП-268-208-2025

г. Москва
2025 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	5
6 Внешний осмотр СИ	5
7 Подготовка к поверке и опробование СИ	6
8 Проверка программного обеспечения СИ	6
9 Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	6
10 Оформление результатов поверки	10
Приложение А	11

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на расходомеры кориолисовые AFLOWT CM (далее – расходомеры) и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2. При проведении поверки прослеживаемость поверяемых средств измерений (далее – СИ) обеспечивается:

- к государственному первичному специальному эталону единицы массы и объёма жидкости в потоке, массового и объёмного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объёма жидкости в потоке, объёма жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объёмного расходов жидкости, утверждённой приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356;

- 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 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утверждённой приказом Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712;

- к государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ18-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений плотности, утверждённой приказом Росстандарта от 01 ноября 2019 г. № 2603.

1.3. Передача расходомерам единиц массы и объёма жидкости в потоке, массового и объёмного расходов жидкости, температуры, плотности осуществляется методом непосредственных сличений с расходомерными установками, эталонным термометром, плотномером соответственно.

1.4. Поверка в сокращённом объёме для меньшего числа независимых каналов измерений проводится на основании письменного заявления владельца СИ или лица, предоставляющего СИ на поверку. Такими каналами являются: каналы измерений массового (объёмного) расхода, плотности, температуры.

При оформлении результатов поверки должна быть указана информация об объёме проведённой поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование параметра	Значение параметра
	CM470
Номинальный диаметр, DN	от 1,5 до 300
Диапазон измерений массового и объёмного расходов жидкости, т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$)	от 0 до 2500 (от 0 до 2500 ²⁾)
Диапазон измерений плотности измеряемой среды, $\text{кг}/\text{м}^3$	от 650 до 2000
Диапазон измерений температуры измеряемой среды, °С	от -200 до +300
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении массы жидкости в потоке и массового расхода жидкости ¹⁾ , %	$\pm 0,1$; $\pm 0,15$; $\pm 0,2$; $\pm 0,25$; $\pm 0,3$; $\pm 0,5$
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении объёма жидкости в потоке и объёмного расхода жидкости ¹⁾ , %	$\pm 0,15$; $\pm 0,2$; $\pm 0,25$; $\pm 0,3$; $\pm 0,5$

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности ¹⁾ , кг/м ³	±1; ±2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±(1 + 0,005· t), где t – измеренное значение температуры, °С
¹⁾ В зависимости от заказа. Конкретные значения указываются в паспорте. ²⁾ Верхний предел измерений объёмного расхода указан для жидкости с условной плотностью 1000 кг/м ³ . Для других сред расход зависит от их плотности.	

2. Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр СИ	6	да	да
2. Подготовка к поверке и опробование СИ	7	да	да
3. Проверка программного обеспечения СИ	8	да	да
4. Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	9	да	да
5. Оформление результатов поверки	10	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 10 °С до 30 °С;
- температура окружающего воздуха от 10 °С до 30 °С;
- содержание свободного газа в жидкости не допускается.

3.2. При поверке на месте эксплуатации условия должны соответствовать условиям эксплуатации, указанным в паспорте на расходомер, а также применяемых СИ и эталонов.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Пункт МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7, 9	СИ температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 10 °С до 30 °С, ПГ ±0,5 °С; СИ относительной влажности воздуха в диапазоне	Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в Федеральном информационном

	от 30 до 90 %, ПГ ± 5 %; СИ атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, ПГ $\pm 0,5$ кПа	фонде (далее – рег. №) 46434-11
9.1, 9.2	Вторичный или рабочий эталон 1-го, 2-го или 3-го разряда согласно приказа Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 2356	Установка поверочная автоматизированная УПРС+, рег. № 77099-19
9.3	Рабочий эталон 3-го разряда, согласно приказу Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712	Термометр ПТСВ, рег. № 32777-06
9.4	Рабочий эталон единицы плотности, поверенный в соответствии с локальной поверочной схемой (пример в приложении А). Диапазон измерений от 650 до 2000 кг/м ³ , ПГ $\pm 0,5$ кг/м ³	Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР, рег. № 27163-09
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и имеют группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на поверяемые СИ, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6. Внешний осмотр СИ

6.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие СИ следующим требованиям:

- внешний вид СИ должен соответствовать описанию и изображению, приведённому в описании типа;
 - СИ не должно иметь механических повреждений, влияющих на работоспособность или препятствующих проведению поверки;
 - заводской (серийный) номер должен соответствовать записи в эксплуатационной документации;
 - контакты разъёмов должны быть чистые и не иметь следов коррозии;
 - проточная часть расходомера не должна иметь загрязнений и отложений, влияющих на работоспособность расходомера или препятствующих проведению поверки.
- Результат поверки по данному пункту считается положительным, если:
- внешний вид СИ соответствует описанию и изображению, приведённому в описании типа;
 - комплектность соответствует сведениям, приведённым в паспорте на СИ;
 - на расходомере не обнаружено внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих проведению поверки;
 - заводской (серийный) номер соответствует записи в эксплуатационной документации;
 - проточная часть расходомера не имеет загрязнений и отложений.
- В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

7. Подготовка к поверке и опробование СИ

- 7.1. Проверить соответствие условий поверки по п. 3.
- 7.2. Подготовить СИ и эталоны к проведению измерений в соответствии с руководством по эксплуатации и выдержать в условиях поверки не менее 2 часов.
- 7.3. Опробование допускается совместить с определением метрологических характеристик.
- 7.4. Установить расходомер на поверочную установку и выдержать в течение 5 минут расход поверочной среды, равный примерно $(0,3 - 0,9) \cdot G_{\max}$ (где $G_{\max}$ – наибольшее значение массового расхода для данного типа расходомера, т/ч, см. РЭ или ПС) для удаления воздуха из контура измерений.
- 7.5. Провести настройку нулевой точки расходомера в соответствии с эксплуатационными документами.
- 7.6. Результат проверки по данному разделу считается положительным, если в процессе опробования расходомер функционирует в штатном режиме (отсутствуют диагностические сообщения об ошибках) и при увеличении или уменьшении расхода показания расходомера изменяются соответствующим образом, отображаются значения массового (объемного) расхода жидкости, плотности и температуры. В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

8. Проверка программного обеспечения СИ

- 8.1. Вывести на дисплей расходомера данные о программного обеспечения в соответствии с руководством по эксплуатации.
- Результат проверки считают положительным, если номер версии соответствует указанной в таблице 4.
- В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	RS485	HART	(4 – 20) mA
Идентификационное наименование ПО	Mass Meter		
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.xx	3.xx	4.xx
Примечание – «х» может принимать значение от 0 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО.			

9. Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

- 9.1. Определение относительной погрешности измерений массового расхода (массы)
- 9.1.1 Определение относительной погрешности измерений массового расхода (массы) при соотношении погрешностей эталона и СИ 1:3
- Определение относительной погрешности проводят на значениях расхода, соответствующих: $(0,09 - 0,15) \cdot G_{\max}$, $(0,25 - 0,45) \cdot G_{\max}$, $(0,5 - 0,9) \cdot G_{\max}$.
- Расходомеры с первичными преобразователями, у которых диаметр больше или равен DN200, допускается поверять на расходах $(0,09 - 0,15) \cdot G_{\max}$, $(0,15 - 0,25) \cdot G_{\max}$, $(0,35 - 0,7) \cdot G_{\max}$.
- Время проведения каждого измерения должно быть не менее 120 секунд или 10000 импульсов.
- На каждом расходе провести не менее двух измерений.
- Относительную погрешность измерений массового расхода δ_{Gi} , % или массы δ_{Mi} , %, при i -ом измерении определить по формулам

$$\delta_{G_i} = \frac{G_i - G_{эт}}{G_{эт}} \cdot 100, \quad (1)$$

$$\delta_{M_i} = \frac{M_i - M_{эт}}{M_{эт}} \cdot 100, \quad (2)$$

где G_i – расход по расходомеру, кг/ч;
 $G_{эт}$ – расход по поверочной установке, кг/ч;
 M_i – масса по расходомеру, кг;
 $M_{эт}$ – масса по поверочной установке, кг.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения относительной погрешности измерений массового расхода (массы) не превышают пределов, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

При положительном результате поверки относительной погрешности измерений массового расхода (массы), расходомеры считаются прошедшими поверку относительной погрешности измерений массы (массового расхода).

9.1.2 Определение относительной погрешности измерений массового расхода (массы), объёмного расхода (объёма) при соотношении погрешностей эталона и СИ более 1:3, но не менее 1:2 включительно

Определение относительной погрешности провести на значениях расхода, соответствующих: $(0,05 - 0,15) \cdot G_{\max}$, $(0,3 - 0,45) \cdot G_{\max}$, $(0,5 - 0,9) \cdot G_{\max}$.

Время проведения каждого измерения должно быть не менее 120 секунд или 10000 импульсов.

Расходомеры с первичными преобразователями, у которых диаметр больше или равен DN200, допускается поверять на расходах $0,05 \cdot G_{\max}$, $0,1 \cdot G_{\max}$ и $0,3 \cdot G_{\max}$.

На каждом расходе провести не менее пяти измерений.

При каждом измерении регистрируют:

- массу или объём жидкости по показаниям эталона расхода;
- массу или объём жидкости по показаниям расходомера;
- температуру и давление измеряемой среды.

Определение относительной погрешности расходомера при определении массы или объёма проводят по формулам (3) – (8), подставляя M или V соответственно. Для каждого измерения вычисляют значения:

- коэффициента коррекции MF : по массе MF_M или по объёму MF_V по формуле

$$MF_{M(V)ji} = \frac{M(V)_{эji}}{M(V)_{ji}}, \quad (3)$$

где $M(V)_{эji}$ – масса (объём) измеряемой среды по поверочной установке, кг (дм³);
 $M(V)_{ji}$ – масса (объём) измеряемой среды по расходомеру, кг (дм³).

Для каждой точки расхода вычисляют:

- среднеарифметическое значение коэффициента коррекции расходомера MF по формуле

$$MF_{M(V)j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n MF_{M(V)ji}, \quad (4)$$

где n – количество измерений в точке j .

- среднее квадратическое отклонение результатов измерений, %, по формуле

$$S_j = \frac{1}{MF_{M(V)j}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (MF_{M(V)ji} - MF_{M(V)j})^2}{n-1}} \cdot 100, \quad (5)$$

- среднее квадратическое отклонение среднего арифметического, S_0 , по формуле

$$S_0 = \frac{S_{jmax}}{\sqrt{n}}, \quad (6)$$

где S_{jmax} – наибольшее значение среднее квадратического отклонения результатов измерений, вычисленных по формуле (5), %.

- неисключённую систематическую составляющую погрешности расходомера, %, по формуле

$$\left\{ \begin{array}{l} \Theta_{MF_{M(V)}} = \left| \frac{MF_{M(V)j} - MF_{M(V)}}{MF_{M(V)}} \right|_{max} \cdot 100 \\ MF_{M(V)} = \frac{1}{m} \sum_{m=1}^m MF_{M(V)j} \end{array} \right., \quad (7)$$

где m – количество точек расхода i .

Вычисляют относительную погрешность, %, по формулам

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_{M(V)} = K \cdot S_{\Sigma} \\ K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_0 + S_{\Theta}} \\ \Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_3^2 + \Theta_{MF_{M(V)}}^2} \\ S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \\ S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_0^2} \\ \varepsilon = t_{0,95} \cdot S_0 \end{array} \right., \quad (8)$$

где Θ_3 – неисключённая систематическая составляющая погрешности эталона расхода при воспроизведении массы (объёма) измеряемой среды;

ε – случайная составляющая погрешности расходомера;

$t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ (определяется в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»). Значение градуировочного коэффициента расходомера определяется по формуле (3).

Исключение грубых погрешностей провести в соответствии с разделом 6 «Исключение грубых погрешностей» ГОСТ Р 8.736-2011.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения относительной погрешности измерений массы (объёма) не превышают пределов, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

При положительном результате поверки относительной погрешности измерений массы (объёма), расходомеры считаются прошедшими поверку относительной погрешности измерений массового (объёмного) расхода.

9.2 Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода (объёма)

Проводится аналогично п. 9.1 настоящей методики, при этом в формулы (2) – (8) вместо массового расхода и массы подставляются объёмный расход и объём.

Допускается проводить одновременно с п. 9.1.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

Определение абсолютной погрешности измерений температуры допускается проводить в одной точке одним из следующих способов:

1) на поверочной установке, в состав которой входит рабочий эталон единицы температуры или рабочий эталон единицы температуры вмонтировали в измерительную линию поверочной установки. Абсолютную погрешность расходомера при измерении температуры жидкости определить по показаниям рабочего эталона единицы температуры и показаниям расходомера. Провести не менее трёх измерений. Значения температуры фиксировать при наличии расхода жидкости.

Абсолютную погрешность измерений температуры Δt , °С, рассчитать по формуле

$$\Delta t = t_i - t_{эм}, \quad (9)$$

где t_i – температура, измеренная расходомером, °С;
 $t_{эм}$ – температура, измеренная термометром, °С.

2) в случае отсутствия эталона температуры в составе установки поверочной, необходимо закрыть полости расходомера заглушкой с одной стороны и заполнить полость жидкостью. Рабочий эталон единицы температуры погрузить в заполненную полость расходомера. Провести не менее трёх измерений. Абсолютную погрешность при измерении температуры определить по формуле (9).

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

9.4 Определение абсолютной погрешности измерений плотности

Определение абсолютной погрешности измерений плотности допускается проводить следующими способами:

1) сравниваются показания плотности, измеренной расходомером, установленным в измерительном канале установки поверочной проливной, со значением плотности, измеренной эталонным плотномером отобранной пробы этой жидкости;

2) измерительный канал расходомера закрывают с одной стороны заглушкой и поворачивают так, чтобы измерительный канал находился в вертикальном положении. Затем заполняют измерительный канал расходомера жидкостью (водой или продуктом). Фиксируют

значения температуры и плотности по индикатору расходомера. После этого жидкость выливают во вспомогательную ёмкость и погружают в неё датчик плотномера.

Фиксируют показания. Проводят не менее трёх измерений.

Абсолютную погрешность измерений плотности $\Delta\rho$, кг/м³, рассчитать по формуле

$$\Delta\rho = \rho_{\text{изм}} - \rho_{\text{эт}}, \quad (10)$$

где $\rho_{\text{эт}}$ — плотность, измеренная плотномером, кг/м³;
 $\rho_{\text{изм}}$ — плотность, измеренная расходомером, кг/м³.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

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. При проведении поверки в сокращённом объёме в сведениях о результатах поверки СИ в разделе «дополнительные сведения» указать «поверка в сокращённом объёме по каналу...». Также в этом разделе указать пределы допускаемой погрешности измерений.

10.5. Знак поверки на СИ не наносится.

10.6. 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

Ведущий инженер отдела 208

Б.А. Иполитов

А.А. Сулин

Приложение А (справочное)

Локальная поверочная схема

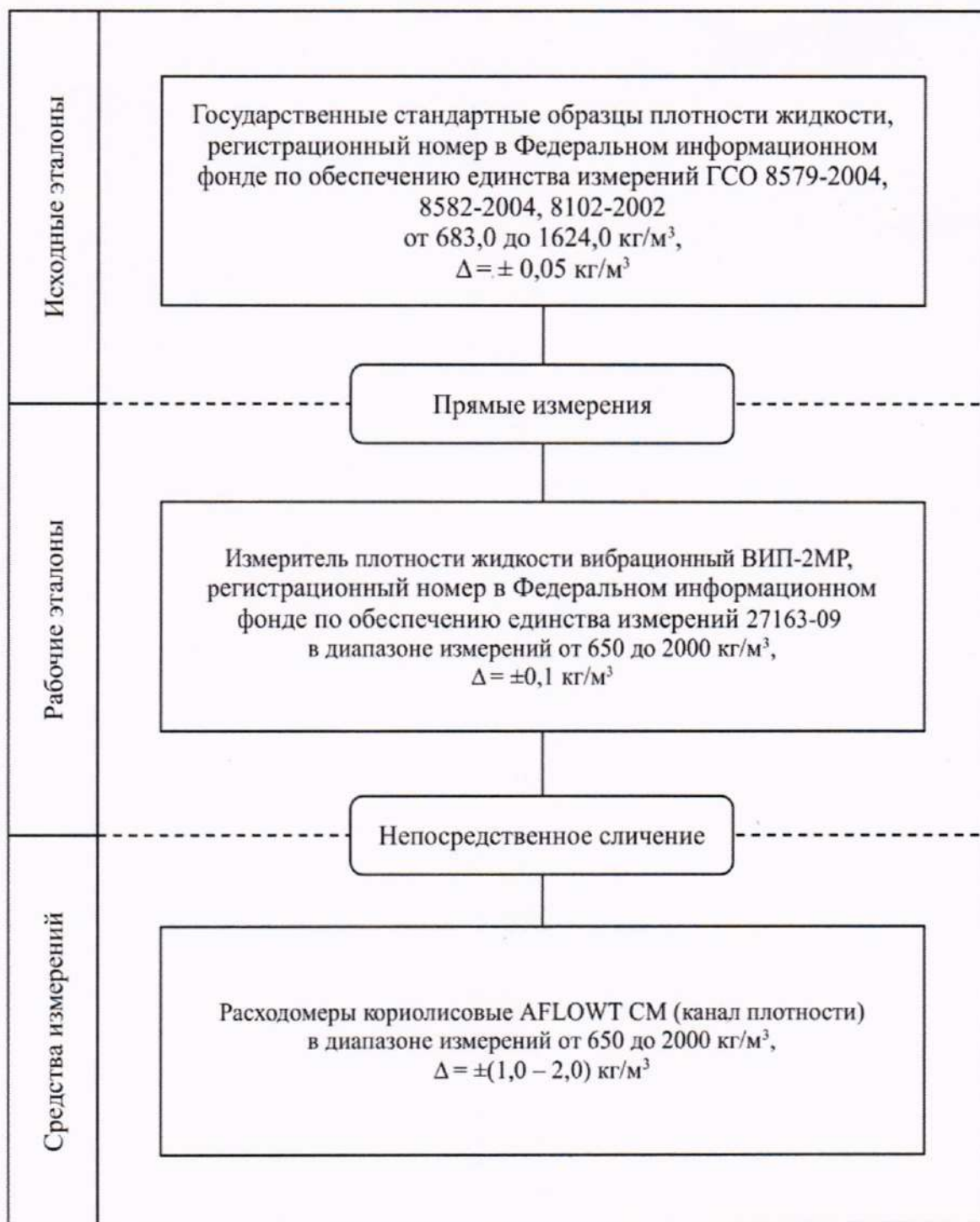


Рисунок А.1 – Пример локальной поверочной схемы при поверке измерителя плотности жидкости вибрационного ВИП-2МР в качестве рабочего эталона