

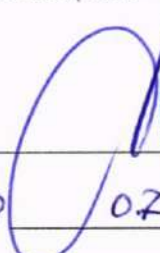


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»


С.А. Денисенко
« 30 02 » 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ВИБРАЦИОННЫЕ ЛОФИУС-1П

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-248-208-2025

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи плотности вибрационные Лофиус-1П (далее преобразователи) и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверки.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость преобразователей к Государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ 18-2014, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плотности, согласно Приказу Росстандарта от 01.11.2019 № 2603.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений реализован метод прямых измерений и непосредственного сличения с рабочими эталонами.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений плотности, кг/м ³	от 650 до 1630
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности, кг/м ³	$\pm 1,00$
Пределы допускаемой приведенной к диапазону изменений выходного сигнала погрешности преобразования измеренного значения плотности в значение выходного аналогового сигнала, %	$\pm 0,1$

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – 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
Проверка программного обеспечения	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям			10

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение абсолютной погрешности измерений плотности по цифровому выходному сигналу	Да	Да	10.1*
Определение абсолютной погрешности измерений плотности по цифровому выходному сигналу при использовании стандартных образцов	Да	Да	10.1.1
Определение абсолютной погрешности измерений плотности по цифровому выходному сигналу при использовании рабочего эталона плотности	Да	Да	10.1.2
Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения плотности в выходной аналоговый сигнал	Да	Да	10.2
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
*При первичной и периодической поверке определение абсолютной погрешности измерений плотности по цифровому выходному сигналу проводят по любому из подпунктов п. 10.1			

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха..... от 15 °С до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха..... до 80 %;
- атмосферное давление..... от 84 до 106,7 кПа.

Контроль климатических условий проводят непосредственно перед проведением поверки и в процессе её выполнения. Измеренные значения климатических условий заносят в протокол поверки и проверяют их соответствие условиям, указанным в п. 3.1. При обнаружении несоответствий дальнейшие работы по поверке приостанавливают до устранения причин, вызвавших несоответствия.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на преобразователи и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯМ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки, применяемые при проведении поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10	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 ±0,1 кг/м ³	Измеритель плотности жидкостей вибрационный ВИП-2МР (рег. № 27163-09)
10	Стандартный образец плотности жидкости, соответствующий требованиям к рабочим эталонам по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.11.2019 № 2603 в диапазоне значений от 683,0 до 697,2 кг/м ³ , погрешность ±0,05 кг/м ³ Стандартный образец плотности жидкости, соответствующий требованиям к рабочим эталонам по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.11.2019 № 2603 в диапазоне значений от 857,3-874,7 кг/м ³ , погрешность ±0,05 кг/м ³ Стандартный образец плотности жидкости, соответствующий требованиям к рабочим эталонам по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.11.2019 № 2603 в диапазоне значений от 1316,7 - 1343,0 кг/м ³ , погрешность ±0,05 кг/м ³	Стандартные образцы плотности жидкости: - РЭП-1 (ГСО 8579) - РЭП-4 (ГСО 8582) - РЭП-7 (ГСО 8585)
	Рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда, диапазон измерений температуры от минус 50 °С до плюс 150 °С, доверительные границы погрешности не превышают 0,2 °С Рабочий эталон 2- го разряда силы постоянного электрического тока, диапазон измере-	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ-12-3 (рег. № 65421-16) Калибратор- измери-

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Рабочий эталон 2- го разряда силы постоянного электрического тока, диапазон измерений силы постоянного электрического тока от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений не более 0,01 мА	Калибратор- измеритель унифицированных сигналов прецизионный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ- 2012» (рег.№ 56318-14)
Вспомогательное оборудование		
8 9 10	Персональный компьютер с ПО «Lofius_link» Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В.	ПО «Lofius_link» Источник питания постоянного тока GPR-30H10D (рег.№ 20188-07)
9 10	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 1 °С; Средство измерений относительной влажности окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 2\%$; Средство измерений атмосферного давления с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ кПа Термостат жидкостной с диапазоном воспроизведения температур, включающим точку $(20 \pm 0,1)$ °С, нестабильность поддержания заданной температуры $\pm 0,1$ °С	Термогигрометр автономный мод. ИВА-6А-Д (рег. № 82393-21) Термостат переливной прецизионный ТПП-1 (рег. № 33744-07)
10	Поверочные жидкости: гептан (номинальное значение – 683,8 кг/м ³), толуол (номинальное значение – 867 кг/м ³), хлористый метилен (номинальное значение – 1326 кг/м ³)	
8,10	Технологический резервуар в виде металлического стакана или кружки объемом не более 1 л.	-
Примечания - При поверке допускается использовать другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, вспомогательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Перед началом поверки и в процессе ее проведения необходимо выполнять требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений.

6.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019 и требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

6.3 При проведении поверки на объекте в условиях эксплуатации необходимо выполнять требования охраны труда и правила техники безопасности проведения работ в соответствии с действующими на объекте документами.

6.4 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены согласно технической документации на них. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Внешний осмотр проводят визуально. При внешнем осмотре проверяют:

- внешний вид средства измерений согласно описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировку согласно требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствию механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если преобразователь соответствует перечисленным требованиям.

Преобразователь, не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

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 3 часов, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Допускается опробование совместить с определением метрологических характеристик.

Перед проведением поверки в лабораторных условиях выполнить следующие подготовительные работы.

Перед проведением поверки поверхности преобразователя, контактирующие с измеряемой средой, промывают моющим средством с водой, промывают этиловым спиртом

с целью полного удаления остатков моющего средства и просушивают струей воздуха.

Плотномеры, работающие с нефтепродуктами, промывают растворителями на основе нефтепродуктов: гептан, толуол, нефрас и т.д.

Преобразователь подключают в соответствии с исполнением.

Преобразователь включают и выдерживают во включенном состоянии не менее 15 минут.

На персональном компьютере запускают ПО «Lofius_link».

Нажимают экранную кнопку «Опрос», зафиксировать значение, отображаемое в окне «Средняя плотность». Измеренное значение плотности должно быть в диапазоне от 1,0 до 1,29 кг/м³.

Устанавливают преобразователь в технологический резервуар, заполненный дистиллированной водой. Нажимают экранную кнопку «Опрос», фиксируют значение, отображаемое в окне «Средняя плотность». Измеренное значение плотности должно быть в диапазоне от 997,0 до 999,1 кг/м³.

8.3 Результаты опробования считают положительными, если измеренное значение плотности воздуха в диапазоне от 1,0 до 1,29 кг/м³, а измеренное значение плотности дистиллированной воды находится в диапазоне от 997,0 до 999,1 кг/м³. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

В рамках процедуры проверки выводят на показывающее устройство преобразователя (при наличии) номер версии ПО средства измерений. Идентификация встроенного ПО обеспечивается индикацией соответствующих данных на экране жидкокристаллического преобразователя дисплея (при наличии) и на экране подключенного к преобразователю компьютера.

Идентификация ПО преобразователей с местным индикатором осуществляется при их включении. Номер версии указывается в строке «vers» стартового сообщения преобразователя.

Идентификацию ПО преобразователя исполнения без местного индикатора проводят в следующем порядке:

- подключают преобразователь к персональному компьютеру с помощью преобразователя интерфейса;

- включают преобразователь;

- запускают ПО «Lofius_link»;

- конфигурируют порт и считывают информацию о приборе;

- в верхней части окна ПО выбирают меню «Справка»;

- нажимают кнопку «О приборе»;

- номер версии должен быть указан в строке «Версия».

Результат проверки программного обеспечения считают положительным, если номер версии программного обеспечения соответствует значению не ниже 3.2. XX.XX*, где символы XX.XX – метрологически незначимая часть, где X = 0 - 9. В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений плотности по цифровому выходному сигналу

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений плотности по цифровому выходному сигналу при использовании стандартных образцов

Определение абсолютной погрешности измерений плотности проводят на трёх стандартных образцах плотности жидкости (далее СО), аттестованных при температуре плюс 20 °С:

- РЭП-1 04.02.016 (ГСО 8579) плотностью 683,0-697,2 кг/м³;
- РЭП-4 04.02.019 (ГСО 8582) плотностью 857,3 – 874,7 кг/м³;
- РЭП-7 04.02.022 (ГСО 8585) плотностью 1316,7 - 1343,0 кг/м³.

Преобразователь промывают моющим средством с водой, промывают этиловым спиртом с целью полного удаления остатков моющего средства и просушивают струей воздуха.

Преобразователи, работающие с нефтепродуктами, промывают растворителями на основе нефтепродуктов: гептан, толуол, нефрас и т.д.

Устанавливают преобразователь в технологический резервуар, заполненный СО. Устанавливают технологический резервуар с преобразователем в термостат. Устанавливают температуру термостата, равную (20±0,1) °С. Время термостатирования не менее 30 мин, после чего убеждаются в установлении стабильной температуры (20±0,1) °С в СО, измеряя температуру термометром эталонным. При термостатировании рекомендуется проводить постоянное перемешивание образца плотности жидкости.

Преобразователь включают и выдерживают во включенном состоянии не менее 15 минут. Нажимают экранную кнопку «Опрос», фиксируют значение, отображаемое в окне «Средняя плотность».

Рассчитывают абсолютную погрешность измерений плотности $\Delta\rho$, кг/м³ по формуле

$$\Delta\rho = \rho_{изм} - \rho_{нж}, \quad (1)$$

где $\rho_{изм}$ – измеренное значение плотности, зафиксированное в окне «Средняя плотность», кг/м³;

$\rho_{нж}$ – значение плотности СО плотности жидкости, кг/м³.

Извлекают преобразователь из резервуара с СО, промывают моющим средством с водой, промывают этиловым спиртом с целью полного удаления остатков моющего средства и просушивают струей воздуха.

Преобразователи, работающие с нефтепродуктами, промывают растворителями на основе нефтепродуктов: гептан, толуол, нефрас и т.д.

Аналогичные процедуры проводят с технологическим резервуаром.

Измерения повторяют на остальных образцах плотности жидкости.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если абсолютная погрешность измерений плотности для каждого СО плотности не превышает пределов, указанных в таблице 1.

10.1.2 Определение абсолютной погрешности измерений плотности по цифровому выходному сигналу при использовании рабочего эталона плотности

Подготавливают три образца жидкости разной плотности: гептан, толуол, хлористый метилен, либо иные жидкости из диапазона измерений плотности.

Выполняют действия по п. 10.1.1.1 с каждым образцом жидкости.

Каждый образец плотности заливают в лабораторный плотномер и снимают показания. Порядок действий с лабораторным плотномером приведен в его руководстве по эксплуатации.

Эталонным значением плотности принимается значение плотности, измеренное лабораторным плотномером.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если абсолютная погрешность измерений плотности для каждого образца не превышает пределов, указанных в таблице 1.

10.2 Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения плотности в выходной аналоговый сигнал (исполнение АЦ)

Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения плотности в выходной аналоговый сигнал от 4 до 20 мА проводят в пяти контрольных точках диапазона плотности, соответствующих 4, 8, 12, 16, 20 мА.

Выходной сигнал преобразователя контролируют калибратором процессов в режиме измерений силы постоянного электрического тока.

Схемы подключения приведены в руководстве по эксплуатации ГРВТ.4141152.001 РЭ (приложение В, рисунки В.1 и В.2).

В каждой контрольной точке с помощью ПО, в окне «Настройки прибора» на выходном аналоговом канале преобразователя устанавливают требуемое значение выходного аналогового сигнала, соответствующее уровню контрольной точки и вычисляют приведенную погрешность $\gamma_{I_j}, \%$, по формуле

$$\gamma_{I_j} = \frac{I_{\text{изм}_j} - I_{\text{зад}_j}}{16} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $I_{\text{изм}_j}$ — значение силы постоянного тока, измеренное калибратором, мА;
 $I_{\text{зад}_j}$ — значение силы постоянного тока, установленное с помощью ПО, мА.

Результаты поверки считают положительными, если значения приведенной погрешности преобразования измеренного значения плотности в выходной аналоговый сигнал преобразователем соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

11.2 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510 или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отдела 208
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

Б.А. Иполитов

Ведущий инженер
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

В.И. Никитин

Начальник бюро сертификации
и общей документации ООО «Инвард»

Ю.В. Гершман

Приложение А

(справочное)

Локальная поверочная схема

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

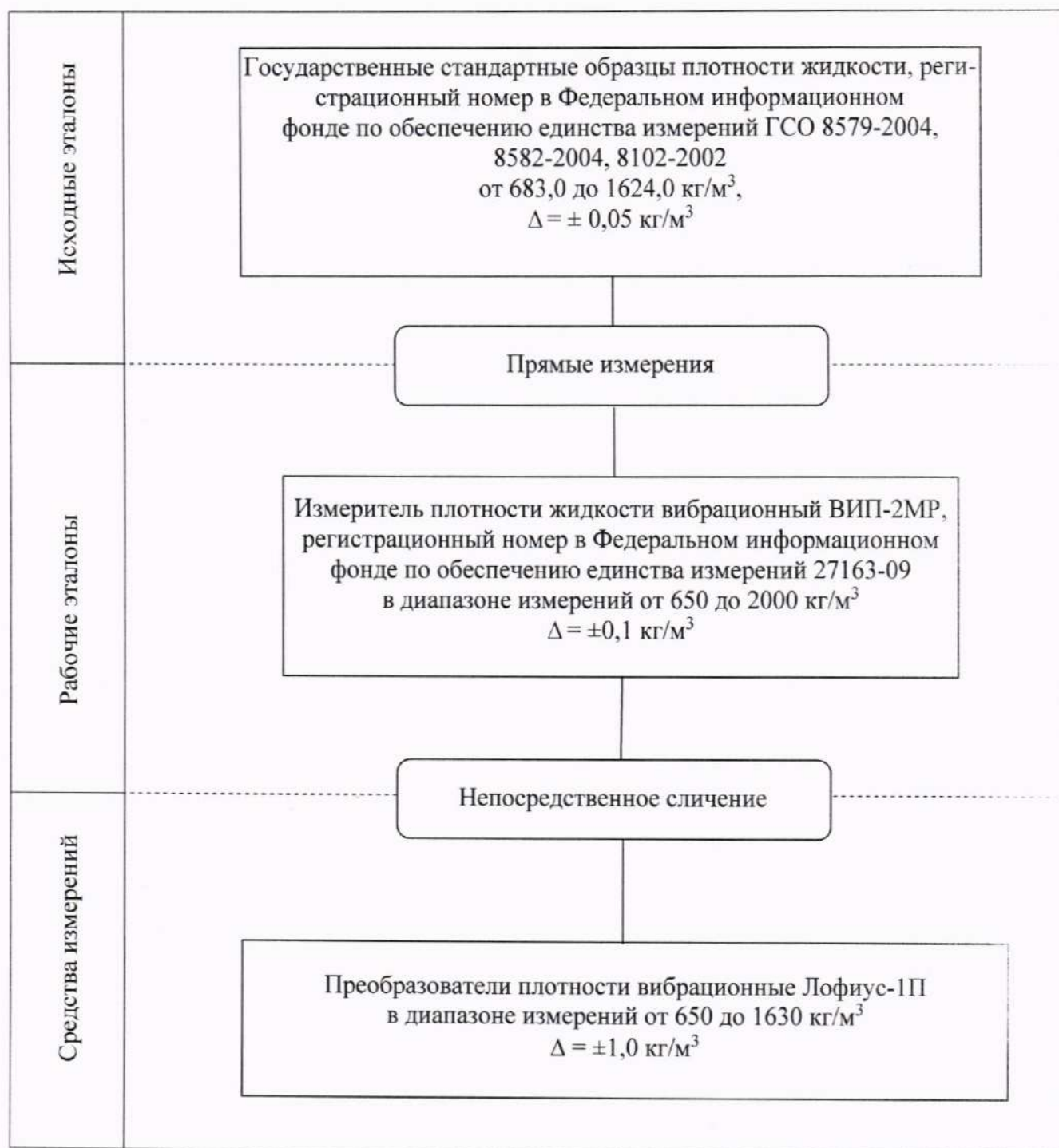


Рисунок А.1