

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им Д. И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А. Н. Пронин
«15» декабря 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры-счетчики доплеровские ультразвуковые Стримлюкс (Streamlux)

МП 2550-0384-2021

Методика поверки

Руководитель отдела
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 К. В. Попов

Санкт-Петербург
2021

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры-счетчики доплеровские ультразвуковые Стримлюкс (Streamlux) (далее – расходомеры), и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость расходомеров-счетчиков доплеровских ультразвуковых Стримлюкс (Streamlux) к Государственному первичному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 в соответствии с ГПС (часть 1) утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. № 256 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости», и в соответствии с п. 5.1.2.2 ГПС к рабочим эталонам, заимствованным из других поверочных схем:

- Государственная поверочная схема для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденная Приказом Росстандарта № 3459 от 30.12.2019 г., прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021;

- Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты, утвержденная Приказом Росстандарта от 31.07.2018 г. № 1621, прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2018.

- Методика поверки не предусматривает проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

- Методика поверки реализуется методом непосредственного сличения поверяемого СИ с эталонами той же величины.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1- Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	Первичной поверке	Периодической поверке	
Контроль условий поверки	да	да	3
Внешний осмотр	да	да	7
Опробование	да	да	8
Проверка идентификационных данных программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик:	да	да	10
Определение относительной погрешности измерений уровня жидкости гидростатическим погружным датчиком уровня (из состава комбинированного погружного датчика скорости и уровня)	да	да	10.1
Определение относительной погрешности измерений	да	да	10.1

уровня жидкости ультразвуковым погружным датчиком уровня (из состава комбинированного погруж- ного датчика скорости и уровня)			
Определение пределов допускаемой относительной погрешности при измерении скорости жидкости погружным датчиком Доплера (из состава комбинированного погружного датчика скорости и уровня). Определение относительной погрешности при измерении расхода и объема погружным датчиком Доплера (из состава комбинированного погружного датчика скорости и уровня).	10.2	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
Оформление результатов поверки	12	да	да

2.2. Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:
температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5 ;
относительная влажность воздуха, % от 30 до 90;
атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;
время выдержки приборов во включенном состоянии до проведения поверки должно быть не менее 15 минут.

3.2. Параметры электропитания – в соответствии с эксплуатационной документацией расходомера и средств поверки.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1. Управление оборудованием и средствами поверки производят лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности и допущенные к обслуживанию технологического оборудования и средств поверки.

4.2. К работе по поверке расходомера должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию по поверке СИ расхода.

4.3. При проведении поверки допускается участие оператора, обслуживающего расходомер по месту эксплуатации.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки применяют нижеперечисленные средства поверки и вспомогательное оборудование:

Таблица 2—метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Контроль условий поверки (Раздел 3)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более 2%; средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11); диапазон измерений температуры воздуха от 0 до 60 °С, погрешность измерений $\pm 0,3$ °С; диапазон измерений относительной влажности воздуха от 0 до 90 %, погрешность измерений ± 2 %; диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа, погрешность измерений $\pm 0,25$ кПа; термометр стеклянный ТТ (рег. № 70650-18) диапазон измерений температуры от 0 до 100 °С, погрешность измерений ± 1 °С
Определение метрологических характеристик расходомеров (раздел 10)	Эталоны единиц и средства измерений уровня жидкости, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с ГОСТ 8.477-82 «ГСОЕИ. Государственная поверочная схема для средств измерений уровня жидкости», в диапазоне уровня, соответствующем диапазону измерений уровня поверяемого расходомера. Эталоны единиц и средства измерений скорости водного потока, соответствующие требованиям к образцовым гидродинамическим измерительным установкам в соответствии с ГОСТ 8.483-83 «ГСОЕИ. Государственный специальный эталон и Государственная поверочная схема для средств измерений скорости водного потока в диапазоне 0,005÷25 м/с», в диапазоне скоростей, соответствующем диапазону измерений скорости поверяемого расходомера. Рабочий эталон не ниже 3 разряда части 1 в соответствии с Приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256 Об утверждении Государственной поверочной схемы для	Установка уровнемерная УРГ-6000 (рег. № 29565-05), диапазон воспроизведения уровня 0÷6000 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении уровня ± 1 мм; установка гидродинамическая ГДУ-400/0,5 (рег. № 31502-06), диапазон воспроизведения объемного расхода от 4 до 190 м ³ /ч, пределы допускаемой относительной погрешности при воспроизведении объемного расхода $\pm 0,3$ % диапазон измерений уровня от 100 до 350 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении уровня ± 1 мм; Государственный рабочий эталон 1 разряда единиц объема в диапазоне от 30 до 3000 дм ³ и массы в диапазоне от 30 до 3000 кг (3.1.ZZB.0049.2015) в

	средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расхода жидкости.	соответствии с частью 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. №256
--	---	---

5.2. Все эталоны и средства измерений (рабочие эталоны) должны иметь действующие аттестаты и свидетельства о поверке.

5.3. Допускается применение средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1. При поверке необходимо соблюдать требования:

- правил пожарной безопасности;
- «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (утверждены приказом № 6 Минэнерго России от 13.01.03 г.);
- ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00 (с изм. 2003) «Межотраслевые правила по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок»;
- «Правил устройства электроустановок (ПУЭ) потребителей» (6-е изд., 7-е изд.);
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в эксплуатационной документации;

6.2. К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

При пользовании настоящей методикой следует в установленном порядке проверить действие перечисленных нормативных документов в Разделе 6. Если нормативный документ заменен или частично изменен, то следует руководствоваться положениями заменяющего или частично заменяющего документа. Если нормативный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие расходомеров следующим требованиям:

- электронный блок и датчик, входящие в состав расходомера, не должны иметь механических дефектов, способных повлиять на результаты поверки и препятствующие чтению надписей, маркировки, показаний;
- отсутствие видимых механических повреждений соединительных кабелей;
- органы управления (если таковые имеются) должны перемещаться без заеданий.

7.2. По результатам внешнего осмотра принимается решение о проведении дальнейшей поверки или ее прекращении до устранения выявленных недостатков.

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:

- проверить наличие паспорта на расходомер;
- проверить соответствие маркировки, заводского (серийного) номера и комплектности расходомера и его составных частей паспортным данным;
- при периодической поверке проверить наличие свидетельства о предыдущей поверке или соответствующей отметки в паспорте расходомера;
- проверить наличие пломбы для защиты расходомера от несанкционированного доступа в месте, указанном в описании типа;
- подготовить расходомер к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации.

8.1.2 В соответствии с эксплуатационной документацией подготовить средства поверки для проведения измерений, проверить соблюдение требований п. 3.1 средствами измерений, осуществляющими контроль температуры, относительной влажности и атмосферного давления.

8.1.3. Перед проведением поверки должны быть выполнены регламентные работы, предусмотренные в Руководстве по эксплуатации.

8.2. Опробование

При опробовании расходомеров устанавливается их работоспособность в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.2.1. Опробование погружного датчика Доплера

8.2.1.1. Произведите подготовку расходомера к работе с погружным датчиком Доплера (далее - датчик) в соответствии с Руководством по эксплуатации на расходомер для опробования датчика уровня.

Датчик устанавливают и закрепляют на подвижной части уровнемерной установки и подключают к ЭБ.

Произведите подготовку расходомера к работе с погружным датчиком Доплера ДП в соответствии с Руководством по эксплуатации на расходомер.

С помощью ЭБ произвести конфигурирование расходомера для схемы измерений: согласно профиля измерительного участка эталонной установки. Далее в настройках расходомера выбрать необходимый режим (в зависимости от проверки диапазона измерений уровня датчиком): Ультразвуковой преобразователь уровня или Гидростатический преобразователь уровня.

На экране ЭБ в меню «Измерения» отображаются текущие значения измерений уровня гидростатическим или ультразвуковым преобразователем (в зависимости от используемого метода измерения уровня потока жидкости) датчика.

При опробовании необходимо увеличивать и уменьшать глубину погружения датчика ДП. Убедитесь, что при этом соответствующим образом меняются показания расходомера.

8.2.1.2. Произведите подготовку расходомера к работе с погружным датчиком Доплера (далее - датчик) в соответствии с Руководством по эксплуатации на расходомер для опробования датчика скорости.

Установите и закрепите датчик на эталонной установке и подключите к ЭБ.

Произведите подготовку расходомера к работе с погружным датчиком Доплера в соответствии с Руководством по эксплуатации на расходомер.

С помощью ЭБ произвести конфигурирование расходомера для схемы измерений: согласно профиля измерительного участка эталонной установки. При настройке расходомера выбрать: Гидростатический преобразователь уровня.

На экране ЭБ в меню «Измерения» отображаются текущие значения измерений объемного расхода, м³/ч, объема, м³, скорости, м/с, глубины, мм.

При проверке погружного датчика ДП поток жидкости должен содержать количество взвешенных частиц или пузырьков воздуха, достаточное для работы расходомера.

В эталонной установке задают три значения расходов, соответствующих значениям скорости жидкости (0.05, 3 и 6 м/с).

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ПО)

Идентификация встроенного ПО осуществляется по номеру версии на экране ЭБ в разделе основная информация (basic information).

Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значения
	Встроенное ПО
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 1.020
Цифровой идентификатор ПО	-
Примечание – Значения цифрового идентификатора ПО, приведенные в таблице, относятся к ПО указанной версии	

Результат проверки считается положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 3.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1. Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при измерении уровня жидкости погружным датчиком Доплера (из состава комбинированного погружного датчика скорости и уровня).

При измерении уровня жидкости ультразвуковым преобразователем и гидростатическим преобразователем погружного датчика Доплера вычисляют приведенную погрешность измерений уровня жидкости (γ_H , %) в каждой поверяемой точке диапазона измерений по формуле:

$$\gamma_H = \frac{H_{п.р.} - H_{э.у.}}{H_{в.п.}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где $H_{п.р.}$ – показание расходомера, мм,

$H_{э.у.}$ – показания установки уровнемерной, мм,

$H_{в.п.}$ – верхний предел диапазона измерений уровня (ультразвукового преобразователя, гидростатического преобразователя), мм.

Измерения проводить не менее чем в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений, включая наименьшее и наибольшее значения уровня.

10.2. Определение относительной погрешности измерений скорости погружным датчиком Доплера.

В эталонной установке задают несколько значений расходов, соответствующих значениям скорости жидкости, равномерно распределенных в диапазоне измерений датчика ДП поверяемого расходомера.

Скорость потока жидкости $v_{э.у.}$, м/с в измерительном участке расходомерной установки определяется из объемного расхода по формуле:

$$v_{э.у.} = \frac{Q_{э.у.}}{S}, \quad (2)$$

где $v_{э.у.}$ – значения скорости жидкости эталона (эталонной установки), м/с;

$Q_{э.у.}$ – объемный расход жидкости в эталонной установке, м³/ч;

S – площадь поперечного сечения потока в эталонной установке, м².

Относительную погрешность при измерении скорости жидкости погружным датчиком Доплера (из состава комбинированного погружного датчика скорости и уровня) (δ_v , %) вычисляют по формуле:

$$\delta_v = \frac{v_{п.р.} - v_{э.у.}}{v_{э.у.}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где $v_{п.р.}$ - значения скорости жидкости по показаниям поверяемого расходомера, м/с;
 $v_{э.у.}$ - значения скорости жидкости эталона (эталонной установки), м/с.

Определение погрешности при измерении расхода производится в лотке прямоугольного сечения. Датчик устанавливается на дне лотка и задается значение уровня 300 мм и значение скорости потока жидкости (по показаниям расходомера) 0,35 м/с (точность установки ± 10 %). После установки стабильного режима фиксируют значения расхода по показаниям расходомера и эталонной установки. Данное испытание проводится в одной поверочной точке.

11. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

СИ признают соответствующими обязательным требованиям Описания типа, если:

- приведенная к верхнему пределу измерений погрешность при измерении уровня жидкости погружным датчиком Доплера (из состава комбинированного погружного датчика скорости и уровня) не должна превышать нижеуказанных значений:

Диапазон измерений уровня потока жидкости, м ультразвуковой преобразователь гидростатический преобразователь	от 0,03 до 5,0 ¹⁾ от 0,01 до 6,0 ²⁾
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при измерении уровня жидкости погружным датчиком Доплера (ДП), %: ультразвуковой преобразователь гидростатический преобразователь	$\pm 0,1$ $\pm 0,2$
¹⁾ от верхней части корпуса датчика ДП; ²⁾ от нижней части корпуса датчика ДП.	

- относительная погрешность при измерении скорости жидкости погружным датчиком Доплера (из состава комбинированного погружного датчика скорости и уровня) не должна превышать нижеуказанных значений:

Диапазон измерений скорости жидкости, м/с:	от - 6 до -0,05 и от +0,05 до + 6
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении скорости жидкости v , м/с	$\pm(1+0,1/v)$
где v – скорость измеряемого потока, м/с	

- относительная погрешность при измерении расхода жидкости погружным датчиком Доплера (из состава комбинированного погружного датчика скорости и уровня) не должна превышать нижеуказанных значений:

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода жидкости, %	$\pm \sqrt{\delta_v^2 + \delta_H^2}$ ³⁾
---	--

12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1. Результаты поверки оформляются протоколом (рекомендуемая форма приведена в Приложении А).

12.2. Информация о поверке расходомера передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

12.3. При отрицательных результатах периодической поверки расходомер бракуют с выдачей извещения о непригодности установленного образца.

12.4. Результаты поверки заносят в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

ПРОТОКОЛ

поверки расходомера-счетчика доплеровского ультразвукового Стримлюкс (Streamlux)
модификация _____

зав. номер _____

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °C _____
- относительная влажность, % _____
- атмосферное давление, кПа _____

Средства поверки и сведения о них _____

Результаты идентификации программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значения	
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии (идентификационный номер) ПО		

Пригоден/непригоден

Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при измерении уровня жидкости погружным датчиком Доплера ДП, %:

№№	Н _{п.р.} , м	Н _{с.п.} , м	Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности при измерении уровня жидкости погружным датчиком Доплера ДП, %
Ультразвуковой преобразователь			
50			
101			
302			
499			
804			
1250			
Гидростатический преобразователь			
40			
99			
250			
998			
2495			
5920			

Определение относительной погрешности при измерении скорости жидкости

№№	$v_{п.р.}, \text{ м/с}$	$v_{э.у.}, \text{ м/с}$	$\delta, \%$	Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении скорости жидкости, %

Расходомер-счетчик доплеровский ультразвуковой Стримлюкс
(Streamlux) _____

_____ годен (негоден)

Поверитель _____ / _____ /

Дата _____