

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

СОГЛАСОВАНО



Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н. Пронин

М.п. 26 июля 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ПРОФИЛОГРАФЫ ТЕЧЕНИЙ ДОПЛЕРОВСКИЕ АКУСТИЧЕСКИЕ НАЕСО
AQUAZOND ПТ-600
Методика поверки**

МП 254-0209-2023

Руководитель лаборатории испытаний
в целях утверждения типа средств измерений
аэрогидрофизических параметров
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
П.К. Сергеев

Инженер лаборатории испытаний в целях
утверждения типа средств измерений
аэрогидрофизических параметров
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
С.С. Чекалева

г. Санкт-Петербург
2023 г.

1. Общие положения

Данная методика поверки распространяется на Профилографы течений доплеровские акустические NAECO Aquazond ПТ-600 (далее - профилографы), предназначенные для измерений скорости водного потока и расстояний от поверхности излучателей до дна до дна.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость профилографов к государственным первичным эталонам единиц величин: к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ1-2022), государственному первичному эталону единицы длины-метра (ГЭТ2-2021).

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – непосредственное сличение.

Профилографы подлежат первичной и периодической поверке. Методикой поверки предусмотрена поверка для меньшего числа измерительных каналов и/или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
Опробование	да	да	8.4
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик измерений скорости водного потока	да	да	10.1
Определение метрологических характеристик измерений расстояний от поверхности излучателей до дна	да	да	10.2
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	11

2.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3. Требования к условиям проведения поверки:

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования:

- температура воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

При этом не должны нарушаться требования к условиям применения (эксплуатации) средств поверки (эталонов).

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку:

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее – ЭД), прилагаемую к профилографам.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более ±1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 %, с погрешностью не более ±10 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более ±0,2 кПа;	Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ (далее – рег. №) 46434-11
п. 10.1 Определение метрологических характеристик измерений скорости водного потока	Эталоны и средства воспроизведения скорости водного потока в диапазоне измерений от 0,01 до 5,00 м/с с относительной погрешностью не более ±0,5 %	Государственный эталон средней скорости водного потока в диапазоне значений от 0,01 до 5,00 м/с (рег. № 3.1.БКГ.0014.2019)
п. 10.2.1 Определение метрологических характеристик измерений расстояний от поверхности излучателей до дна	Средства измерений расстояний в диапазоне измерений от 0,2 до 30 м, с абсолютной погрешностью не более ±2 мм.	Дальномер лазерный Leica DISTO A5, рег. № 30855-05
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- требования безопасности, изложенные в ЭД.
- в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки достаточно одного специалиста.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие профилографов следующим требованиям:

- корпус профилографа, вспомогательное и дополнительное оборудование не должны иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество их работы.
- внешний вид профилографа должен соответствовать внешнему виду, указанному в описании типа на СИ.
- соединения в разъемах питания профилографа, вспомогательного и дополнительного оборудования должны быть надежными.

- маркировка профилографа должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий проведения поверки.

8.1.1 При поверке должны быть проверены условия проведения поверки, указанные в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.1.2 Для контроля условий поверки используются средства поверки, приведенные в таблице 2.

8.2 Проверка комплектности профилографа.

8.3 Проверка электропитания профилографа.

8.4 Опробование должно осуществляться в следующем порядке:

8.4.1 При опробовании профилографа устанавливается работоспособность в соответствии с эксплуатационной документацией.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения производится в следующем порядке:

9.2 Идентификация встроенного и автономного ПО осуществляется путем проверки номера версии ПО.

9.3 Для идентификации номера версии встроенного и автономного ПО необходимо в рабочем поле программы выбрать в меню «Настройки» и считать версию ПО во вкладке «Сервис и контроль».

9.4 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если номер версии ПО соответствует данным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	встроенное	автономное
Идентификационное наименование ПО	–	Катунь
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.5.0	не ниже 3.1.0

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение метрологических характеристик измерений скорости водного потока производится в следующем порядке:

10.1.1 Проверку диапазона и определение абсолютной погрешности при измерении скорости водного потока проводить не менее чем в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений, включая наибольшее и наименьшее значения скорости водного потока. Рекомендуется проводить проверку при следующих скоростях движения эталона: 0,01 м/с; 0,03 м/с; 0,05 м/с; 0,1 м/с; 0,2 м/с; 0,5 м/с; 1 м/с; 1,5 м/с; 2 м/с; 2,5 м/с; 3 м/с; 4 м/с; 5 м/с.

10.1.2 Закрепить профилограф на самодвижущуюся платформу Государственного эталона средней скорости водного потока (далее – эталон), для исключения его раскачивания и вибрации в процессе движения эталона. Риска на корпусе профилографа должна быть ориентирована в направлении движения.

10.1.3 Профилограф погрузить в воду (бассейн), при этом заглубление антенн должно составлять не менее 30 см ниже уровня воды. Расстояние от антенны до дна, должно выбираться таким образом, чтобы акустические лучи, отклонённые на 30° от

горизонтальной плоскости и имеющие ширину характеристики направленности $3,2^\circ$, не попадали на боковые стенки бассейна.

10.1.4 Подготовить к работе профилограф в соответствии с его ЭД.

10.1.5 Рассчитать скорость распространения звука в воде на основе данных о температуре воды, после чего необходимо в рабочем поле программы выбрать меню «Настройки», вкладку «Общее управление» и ввести значение скорости звука.

10.1.6 В рабочем поле программы нажать кнопку «Запись данных».

10.1.7 Задать с помощью эталона скорость перемещения самодвижущейся платформы, $V_{эi}$.

10.1.8 После прохождения равномерного участка движения в рабочем поле программы нажать кнопку «Завершить запись».

10.1.9 Для каждого заданного значения скорости перемещения самодвижущейся платформы рассчитать скорость водного потока измеренную профилографом, $V_{измi}$, следующим образом:

- в рабочем поле программы на странице «Проекты» выбрать вкладку «Суммарный расход», отметить необходимый разрез и нажать кнопку «Загрузить данные»;

- в рабочем поле программы на странице «Проекты», выбрать вкладку «Ансамбли» и произвести экспорт данных в файл по выполненному разрезу. В качестве экспортируемых данных необходимо отметить следующие значения: «АДИС скорость» и «Курс/Крен/Дифферент»;

- открыть полученный файл с помощью электронных таблиц;

- отфильтровать строки файла по признаку $va_spd_btm = 1$ (признак достоверности значения скорости);

- построить график скорости bVx визуально определив с какого номера ens начинается равномерный участок движения и на каком номере ens начинается снижение скорости. Присвоить этим номерам обозначения ens_start и ens_stop соответственно.

- рассчитать три средних значения для каждого составляющего вектора скорости водного потока по следующим формулам:

$$\begin{aligned}\overline{bVx} &= \frac{1}{N} \sum_{i=ens_start}^{ens_stop} bVx_i \\ \overline{bVy} &= \frac{1}{N} \sum_{i=ens_start}^{ens_stop} bVy_i \\ \overline{bVz} &= \frac{1}{N} \sum_{i=ens_start}^{ens_stop} bVz_i\end{aligned}$$

где $N = (ens_stop - ens_start) + 1$.

- рассчитать скорость водного потока, измеренную профилографом по формуле:

$$V_{изм} = \sqrt{\overline{bVx}^2 + \overline{bVy}^2 + \overline{bVz}^2}$$

10.1.10 Вычислить абсолютную погрешность измерений скорости водного потока для каждого измеренного значения по формуле:

$$\Delta V_i = V_{измi} - V_{эi}$$

10.1.11 Результаты считать положительными, если абсолютная погрешность измерений скорости водного потока во всех выбранных точках не превышает:

$|\Delta V_i| \leq (0,03 + 0,04 \cdot V)$ м/с - в режиме измерений «размер слоя» 0,35 м; 0,5 м,

$|\Delta V_i| \leq (0,0125 + 0,01 \cdot V)$ м/с - в режиме измерений «размер слоя» 0,75 м; 1 м; 2 м.

10.2 Определение метрологических характеристик измерений расстояний от поверхности излучателей до дна производится в следующем порядке.

10.2.1 Проверка диапазона и определение погрешности при имитации измерений расстояний от поверхности излучателей до дна посредством размещения профилографа так, чтобы зондирующий сигнал распространялся вдоль поверхности воды.

10.2.2 Подготовить к работе профилограф в соответствии с его ЭД.

10.2.3 Поместите профилограф в бассейн.

10.2.4 Устанавливайте отражатель на расстоянии $H_{эти}$ не менее чем в трех точках, равномерно распределенных по диапазону (поддиапазону) измерений. Контроль расстояния проводить с помощью дальномера лазерного Leica DISTO A5.

10.2.5 На каждом заданном значении фиксируйте $H_{изми}$, измеренные профилографом.

10.2.6 Вычислите для соответствующих поддиапазонов погрешности измерений расстояний от поверхности излучателей до дна по формулам:

$$\Delta H_i = H_{изми} - H_{эти}$$
$$\delta H_i = \frac{H_{изми} - H_{эти}}{H_{эти}} \cdot 100\%$$

10.2.7 Результаты считать положительными, если погрешность измерений расстояний от поверхности излучателей до дна во всех выбранных точках не превышает

$|\Delta H_i| \leq 3$ см, при расстояниях от поверхности излучателей до дна менее 10 м,

$|\delta H_i| \leq 1$ % при расстояниях от поверхности излучателей до дна более 10 м.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности являются соответствие погрешностей средства измерений п. 10.1.11, 10.2.7 настоящей методики поверки.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в руководство по эксплуатации средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.2 Протокол оформляется по запросу.

**Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды (Росгидромет)**

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**СТО ГГИ
52.08.45–2019**

**ЛОКАЛЬНАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ
ВОДНОГО ПОТОКА
В ДИАПАЗОНЕ ОТ 0,01 ДО 5,00 м/с**

Санкт-Петербург

ФГБУ «ГГИ»

2019

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Государственный гидрологический институт» (ФГБУ «ГГИ»)

2 РАЗРАБОТЧИКИ Д.А. Коновалов, канд. физ-мат. наук (руководитель разработки); О.В. Герасимчик, И.П. Зарецкая, Л.Г. Товмач

3 СОГЛАСОВАН с Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева») 12.07.2019

4 УТВЕРЖДЕН и ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом ФГБУ «ГГИ» от 15.07.2019 № 25а

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Термины и определения	2
4	Общие положения	2
5	Эталоны, заимствованные из других поверочных схем	3
6	Исходные эталоны	4
7	Рабочие эталоны	4
8	Средства измерений	5
Приложение А (обязательное) Локальная поверочная схема для средств измерений средней скорости водного потока в диапазоне от 0,01 до 5,00 м/с		
		6
	Библиография	7

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ЛОКАЛЬНАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ВОДНОГО ПОТОКА В ДИАПАЗОНЕ ОТ 0,01 ДО 5,00 м/с

Дата введения - 2019-07-15

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на локальную поверочную схему для средств измерений (СИ) средней скорости водного потока в диапазоне от 0,01 до 5,00 м/с, используемых для измерений, на которые распространяется сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений.

1.2 Настоящий стандарт устанавливает требования к основным метрологическим характеристикам СИ и порядок передачи единицы средней скорости водного потока - метра в секунду (м/с) в диапазоне от 0,01 до 5,00 м/с от эталонов, заимствованных из других поверочных схем, исходным эталонам и СИ.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 8.061–80 Государственная система обеспечения единства измерений. Поверочные схемы. Содержание и построение

РМГ 29–2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

СТО ГГИ 52.08.43-2018 Локальная поверочная схема для средств измерений средней скорости водного потока в диапазоне от 0,01 до 5,00 м/с

Примечания

1 При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверять действие ссылочных нормативных документов:

- национальных стандартов - в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года;

- нормативных документов Росгидромета и типовых нормативных документов - по РД 52.18.5–2012.

2 Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) нормативным документом. Если ссылочный нормативный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по РМГ 29, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 локальная поверочная схема: Поверочная схема, используемая в метрологической службе ФГБУ «ГГИ».

4 Общие положения

4.1 Локальная поверочная схема, приведенная на рисунке А.1 (приложение А), разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 8.061 для СИ средней скорости водного потока в диапазоне от 0,01 до 5,00 м/с и применяется для выполнения измерений с установленными метрологическими характеристиками^{*}.

^{*} В настоящем стандарте локальная поверочная схема для СИ средней скорости водного потока (см. рисунок А.1 приложения А) разработана с использованием СИ (эталонов) длины, времени и частоты, заимствованных из других поверочных схем по Государственным поверочным схемам (ГПС), утвержденным приказами Росстандарта от 29.12.2018 № 2840 [1] и от 31.07.2018 № 1621 [2] в развитие локальной поверочной схемы ФГБУ «ГГИ», приведенной в СТО ГГИ 52.08.43.

5 Эталоны, заимствованные из других поверочных схем

5.1 В качестве средств измерений (эталонов), заимствованных из других поверочных схем, применяют:

- средства измерений длины по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 № 2840 [1];

- средства измерений времени и частоты по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31 июля 2018 № 1621 [2].

5.2 Средства измерений (эталоны), заимствованные из других поверочных схем, применяют для воспроизведения единицы средней скорости водного потока, методом косвенных измерений времени прохождения исходным эталоном заданного участка длиной от 4,5 до 12,5 м с установившейся скоростью.

5.3 Воспроизведение и передачу единицы частоты средствам измерений проводят методом непосредственного сличения.

5.4 Для передачи единиц длины, времени и частоты применяют СИ в соответствии с таблицей 1.

Т а б л и ц а 1

Измеряемая величина	Наименование СИ	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности	Номер описания типа СИ в Госреестре СИ*
Интервал времени - в диапазоне скорости от 1,00 до 1,00 м/с - в диапазоне скорости от 1,00 до 3,00 м/с	Секундомер электронный СЧЁТ-1М	от 0,010 до 999,999 с	$\Delta t_x \leq \pm 15 \cdot 10^{-5} \cdot t + C$, где t - длительность измеряемого интервала времени; C - дискретность измерений в данном интервале времени; Δ - абсолютная погрешность СИ.	40929-09
	Частотомер электронно-счётный ЧЗ-88	от 1 мкс до 100 с	$\Delta t_x \leq \pm (\delta_0 \cdot t_x + T_0)$, где δ ₀ - относительная погрешность по частоте встроенного генератора; t _x - длительность интервала времени по уровню 0,5; T ₀ - период меток частотомера; Δ - абсолютная погрешность СИ.	41190-09
Частота	Генератор ГСС-120	от 1 мкГц до 120 МГц	$\Delta F \leq \pm (5 \cdot 10^{-6} \cdot F + 1 \text{ мкГц})$, где F - задаваемая частота сигнала; Δ - абсолютная погрешность СИ.	30405-05
Длина	Дальномер лазерный Leica DISTO A6	от 0 до 20 м	$\Delta L_x \leq \pm 1,5$; где L _x - измеряемая длина; Δ - абсолютная погрешность СИ.	30855-07

* Государственный реестр средств измерений Росстандарта www.fundmetrology.ru.

Допускается применять СИ с характеристиками не хуже характеристик, указанных в таблице 1.

6 Исходные эталоны

6.1 Исходный эталон единицы средней скорости водного потока представляет собой комплекс, состоящий из системы гидрометрической эталонной автоматизированной (ГЭАС), эталона скорости водного потока (ЭСВП) и прямолинейного бассейна размером 140x4x4 м и уровнем воды $2,0 \pm 0,2$ м.

6.2 Исходный эталон обеспечивает воспроизведение средней скорости водного потока от 0,01 до 5,00 м/с.

6.3 Исходный эталон применяют для передачи единицы средней скорости водного потока рабочим эталонам и поверяемым СИ.

6.4 Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения средней скорости водного потока исходным эталоном приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование	Диапазон воспроизведения средней скорости $V_{ср}$, м/с	Допускаемая относительная погрешность δ , %
ЭСВП	от 0,01 до 5,00	$\pm 0,5$
ГЭАС	от 0,01 до 3,00	$\pm 0,06$
	от 3,00 до 4,00	$\pm 0,07$
	от 4,00 до 5,00	$\pm 2,14$

7 Рабочие эталоны

7.1 В качестве рабочих эталонов единицы средней скорости водного потока применяют эталонные вертушки речные гидрометрические и установки компараторные для поверки гидрометрических вертушек в диапазоне от 0,03 до 2,50 м/с.

7.2 Рабочие эталоны применяют для поверки вертушек речных гидрометрических только соответствующих типу эталона.

7.3 Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения средней скорости водного потока рабочими эталонами от 1,0 до 15,0 %.

8 Средства измерений

8.1 В качестве СИ средней скорости водного потока применяют вертушки гидрометрические речные, измерители скорости водного потока, измерители скорости морских течений и профилографы всех типов в диапазоне от 0,01 до 5,00 м/с.

8.2 Пределы допускаемой относительной погрешности в диапазоне от 0,25 до 30 %.

Приложение А
(обязательное)

Локальная поверочная схема для средств измерений средней скорости водного потока в диапазоне от 0,01 до 5,00 м/с

СОГЛАСОВАНО
Зам. директора ФГУП
им. Д.И. Менделеева

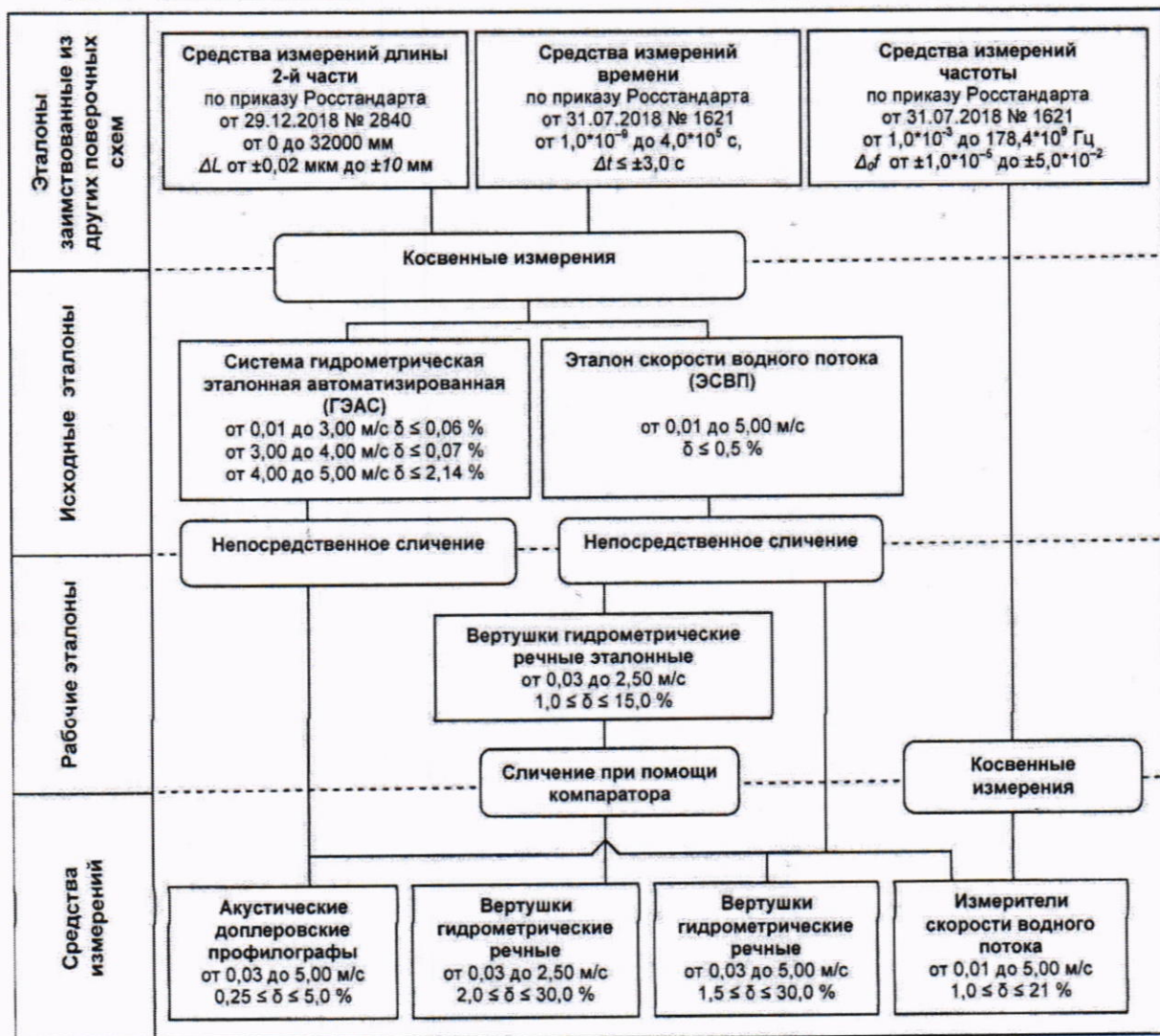


ВВЕДЕНО
Директора ФГБУ «ГГИ»

П. Кривцов
« 12 » июня 2019 г.

С.А. Журавлев

« 15 » июня 2019 г.



Δ - абсолютная погрешность измерений СИ;
 δ - предел допускаемой относительной погрешности;
 Δf - предел допускаемой относительной погрешности по частоте; L - длина, м;
 ΔL - пределы допускаемой абсолютной погрешности интервалов времени, мм;
 Δt - пределы допускаемой абсолютной погрешности интервалов времени, с.

Рисунок А.1

Библиография

- [1] Приказ Росстандарта от 29.12.2018 № 2840 «Об утверждении Государственной поверочной схемы 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».
- [2] Приказ Росстандарта от 31.07.2018 № 1621 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

Ключевые слова: локальная поверочная схема, средство измерений, скорость водного потока, исходный эталон
