

Приложение
к приказу Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «13» декабря 2023 г. № 2671

Государственная система обеспечения единства измерений
Комплексы гидрологические автоматизированные АГК-1
Методика поверки
МП 2550-0138-2010
с Изменением № 1

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

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

М.п. 20 октября 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы гидрологические автоматизированные АГК-1
Методика поверки

МП 2550-0138-2010
с Изменением № 1

И.о. руководителя
научно-исследовательского отдела
госэталонов в области аэрогидрофизических параметров
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Ю. Левин

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

П.К. Сергеев

г. Санкт-Петербург
2023 г.

1. Общие положения

Данная методика поверки распространяется на комплексы гидрологические автоматизированные АГК-1 (далее – комплексы, комплексы АГК-1), предназначенные для измерений расхода и (или) уровня водного потока.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость комплексов АГК-1 к государственным первичным эталонам единиц величин: Государственному первичному эталону единицы длины – метра (ГЭТ2-2021), Государственному первичному эталону единицы давления-паскаля (ГЭТ23-2010), Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объёмного расходов жидкости (ГЭТ63-2019).

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- прямые измерения при поверке измерительных каналов уровня;
- косвенные измерений при поверке измерительных каналов уровня, измерительных каналов расхода.

Комплексы подлежат первичной и периодической поверке.

Методикой поверки предусмотрена поверка отдельных измерительных каналов (далее – ИК). Информация об объемах проведенной поверки заносится в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

Методикой поверки предусмотрена периодическая поверка в условиях эксплуатации.

Раздел 1 (Введен дополнительно, Изм. №1)

2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

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
Определение метрологических характеристик ИК расхода	да	да	9.1.1
Определение метрологических характеристик ИК уровня	да	да	9.1.2
Определение метрологических характеристик ИК уровня в условиях эксплуатации*	нет	да	9.1.3
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	10

*Производится при нецелесообразности демонтажа оборудования комплексов

2.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

Таблица 1 (Измененная редакция, Изм. №1)

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха, °С от 14 до 20;
- относительная влажность воздуха, % от 40 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;
- температуры воды, °С от 12 до 16

При проведении поверки в условиях эксплуатации ИК уровня должны быть соблюдены следующие требования:

- температура воздуха, °С от 0 до 40;
- относительная влажность воздуха, % не более 95;
- температуры воды, °С от 0 до 30;

- атмосферное давление, кПа

от 84 до 106,7;

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

Раздел 3 (Измененная редакция, Изм. №1)

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

4.1 К поверке допускаются лица, имеющие группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности электроустановок потребителей» и изучившие эксплуатационную документацию и настоящий документ, а также руководства по эксплуатации на все СИ, входящие вверяемый комплекс, и все оборудование, используемое при поверке.

4.2 Поверитель должен иметь необходимые навыки работы с персональным компьютером (ноутбуком) и операционной системой не ниже Windows XP.

Раздел 4 (Измененная редакция, Изм. №1)

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Операции поверки, требующие применения 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 0 °С до 40 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 40 % до 95 %, с погрешностью не более ± 10 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,2$ кПа; Средства измерений температуры поверхностного слоя воды в диапазоне от 0 °С до 40 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С;	Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ (далее – рег. №) 46434-11
п. 9.1.1 Определение метрологических характеристик ИК расхода	Средства измерений средней за время наблюдения скорости водного потока (Вертушки гидрометрические по ГОСТ 15126-80)	Вертушки гидрометрические по ГОСТ 15126-80
п. 9.1.2 Определение метрологических характеристик ИК уровня	Эталоны единицы избыточного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной Приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019 г Средства измерений уровня воды в диапазоне измерений от 0 до 10 м, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ мм	Калибратор давления СРН6000, рег. № 25960-05 Устройство создания давления СРР30 Установка для поверки уровнемеров УПУ, рег. № 43144-09

Продолжение таблицы 2

	Средства измерений расстояний в диапазоне измерений от 0,05 до 10 м, с абсолютной погрешностью не более ± 2 мм Вспомогательные технические средства: Устройства задания избыточного давления в диапазоне от $-0,95 \cdot 10^5$ до $35 \cdot 10^5$ Па (от -0,95 до 35 бар)	Дальномер лазерный Leica DISTO A6, рег. номер 30855-07
п. 9.1.3 Определение метрологических характеристик ИК уровня в условиях эксплуатации	Средства измерений уровня воды в диапазоне от 40 до 1000 мм, с допуском отклонения общей длины шкалы не более ± 1 мм.	Рейка водомерная переносная с успокоителем ГР-23М-01*, рег. № 61629-15
<p><i>Примечание:</i> - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

Таблица 2 (Измененная редакция, Изм. №1)

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке необходимо соблюдать требования ГОСТ 22261-94 и ГОСТ 12.2.020-76.

6.2 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;

- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонов, испытательного оборудования и поверяемого комплекса, приведенными в эксплуатационной документации;

6.3 Монтаж электрических соединений проводят в соответствии с ГОСТ 12.3.032 и Правилами устройства электроустановок (раздел II).

Раздел 6 (Измененная редакция, Изм. №1)

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие комплекса АГК-1 следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида СИ описанию типа СИ;
- четкость и хорошая различимость маркировок и заводского номера;
- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ;
- комплектность должна соответствовать эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество работы.

Раздел 7 (Измененная редакция, Изм. №1)

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 Подготовка к поверке ИК расхода в условиях эксплуатации

8.2.1 Системы RQ-24 рассчитывают текущий расход путем использования измеренных значений поверхностной скорости потока, уровня воды и определяющих для них значений коэффициента k по формуле:

$$Q = A(h) \cdot V_1 \cdot k,$$

где Q – расход, м³/с;

V_1 – локально измеренная поверхностная скорость потока, м/с;

$A(h)$ – площадь поперечного сечения потока, м²;

k – безразмерный коэффициент.

Локально измеренная поверхностная скорость потока отличается от средней скорости V_m на коэффициент k :

$$k = \frac{V_m}{V_1}$$

Коэффициент k зависит от уровня h в текущий момент времени и определяется заранее вместе с площадью поперечного сечения и уровня для конкретного створа реки, на котором установлена система, методами, описанными в МИ-1759. Эти данные заносятся в память компьютера, как базовые, где хранятся в таблице расходов, и используются для количественного расчета расхода. В процессе количественного расчета расхода системы автоматически учитывают изменения уровня, коэффициента k и площади поперечного сечения.

8.2.2 Горизонтальные акустические доплеровские профилографы течений (ADCP) Channel Master должны устанавливаться на берегу водотока таким образом, чтобы в межень их датчики находились в воде ниже уровня воды в русле водотока.

8.2.3 Подготавливают все СИ к измерениям согласно Руководствам по эксплуатации и размещают на столике многоканальный контроллер MDS-5-Unilog.

8.2.4 Подключают выходы поверяемого прибора к входам контроллера MDS-5-Unilog через интерфейсы RS-232 или RS-485 согласно руководствам по эксплуатации каждого СИ. Одновременно подключают задействованные выходы контроллера портам персонального компьютера, с помощью которого считывают данные измерений.

8.3 Подготовка к поверке средств измерений уровня

8.3.1 Уровнемеры радарные SEBAPULS подготовить к работе согласно «Руководству по эксплуатации»;

-подготовить вспомогательное оборудование и эталонные СИ согласно эксплуатационной документации на них.

8.3.2 Уровнемеры гидростатические DST-22, уровнемеры поплавковые SURFLOAT- II и уровнемеры барботажные PS-Light- II готовят к поверке следующим образом:

- наполняют емкость 1 (рис. А.1 Приложения 1) водой из водопровода ГОСТ Р 51232 до отметки, нанесенной на внутренней стенке емкости;

- подготавливают установку к измерениям согласно руководству по эксплуатации, размещают на столике многоканальный контроллер и закрепляют уровнемеры специальными приспособлениями;

- подключают выходы уровнемеров к входам контроллера MDS-5-Unilog через интерфейсы RS-232 или RS-485 согласно руководствам по эксплуатации каждого уровнемера;

- одновременно подключают задействованные выходы контроллера MDS-5-Unilog к портам персонального компьютера, с помощью которого считывают данные измерений;

- устанавливают и крепят уровнемеры на столешнице (рис. А.1, Приложение 1) (возможен вариант одновременной поверки в шахте всех трех типов, указанных выше уровнемеров);

- устанавливают на установке начальный (нулевой) уровень воды в шахте.

Примечание:

При поверке с применением калибратора давления СНР6000 запрещается:

- создавать давление, превышающее верхний предел измерений поверяемого преобразователя;
- отсоединять преобразователь от датчика давления при значении давления более 5 % от его верхнего предела измерения.

8.4 Опробование

8.4.1 Уровнемеров гидростатических DST-22, уровнемеров поплавковых SURFLOAT- II и уровнемеров барботажных PS-Light- II

В процессе опробования проверяют работоспособность уровнемеров: обнуляют их показания уровня, при совпадении значений нулевых значений уровнемеров и показаний уровня на мониторе персонального компьютера включают установку согласно руководству по ее эксплуатации и поднимают уровень воды на 1-2 м (кнопки на пульте управления 1 или 2 следят за показаниями уровнемеров при прямом ходе и обратном до нуля, здесь все показания уровнемеров и установки должны вернуться на ноль).

8.4.2 Опробование уровнемеров радарных SEBAPULS

При опробовании уровнемера устанавливается его работоспособность в соответствии с технической документацией (ТД).

Подготовьте к работе уровнемер в соответствии с Руководством по эксплуатации.

Подключите первичные преобразователи из комплекса к многоканальному контроллеру MDS-5-Unilog и убедитесь в отображении на дисплее соответствующих значений измеряемого уровня.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1.1 Определение метрологических характеристик ИК расхода

9.1.1.1 Определение относительной погрешности при измерении расхода воды в водотоках, δi , % проводят путем сравнения значений расходов, полученных с помощью горизонтальных акустических профилографов Chanel Master или систем измерения расходов RQ-24, полученными по методике МИ-1759 детальным способом по формуле:

$$\delta i = \frac{|Q_{ui} - Q_{gi}|}{Q_{gi}} \cdot 100 \%$$

где Q_{ui} – измеренное значение расхода, м³/с;

Q_{gi} – действительное значение расхода, полученное по МИ-1759 детальным способом, м³/с.

9.1.1.2 Результаты считаются положительными, если в рабочем диапазоне измерений относительная погрешность ИК расхода не превышает $\pm 15 \%$.

9.1.2 Определение метрологических характеристик ИК уровня

9.1.2.1 Определение приведенной погрешности в рабочем диапазоне измерений уровня для ИК с уровнемером радарным SEBAPULS

9.1.2.1.1 При поверке в качестве имитатора поверхности воды используют ровную поверхность стены. Закрепленный уровнемер на подставке, как показано на рисунке 1, устанавливают в позицию 1 с помощью лазерного дальномера на расстояние $L_1 = E$ посредством специального крепления так, чтобы ось корпуса рупорной антенны была горизонтальна. Проводят измерения 2 раза и записывают в протокол измеренные значения

уровня в позиции 1 по лазерному дальномеру и с дисплея многоканального контроллера MDS-5-Unilog или с монитора компьютера.

9.1.2.1.2 Переустанавливают уровнемер в позицию n (не менее 0,9 м от стены, рекомендуется производить измерения не менее чем в 5 позициях, равномерно распределенных в диапазоне измерений уровня) с помощью лазерного дальномера на расстоянии $L_n = F$ и выполняют те же действия, что и для позиции 1.

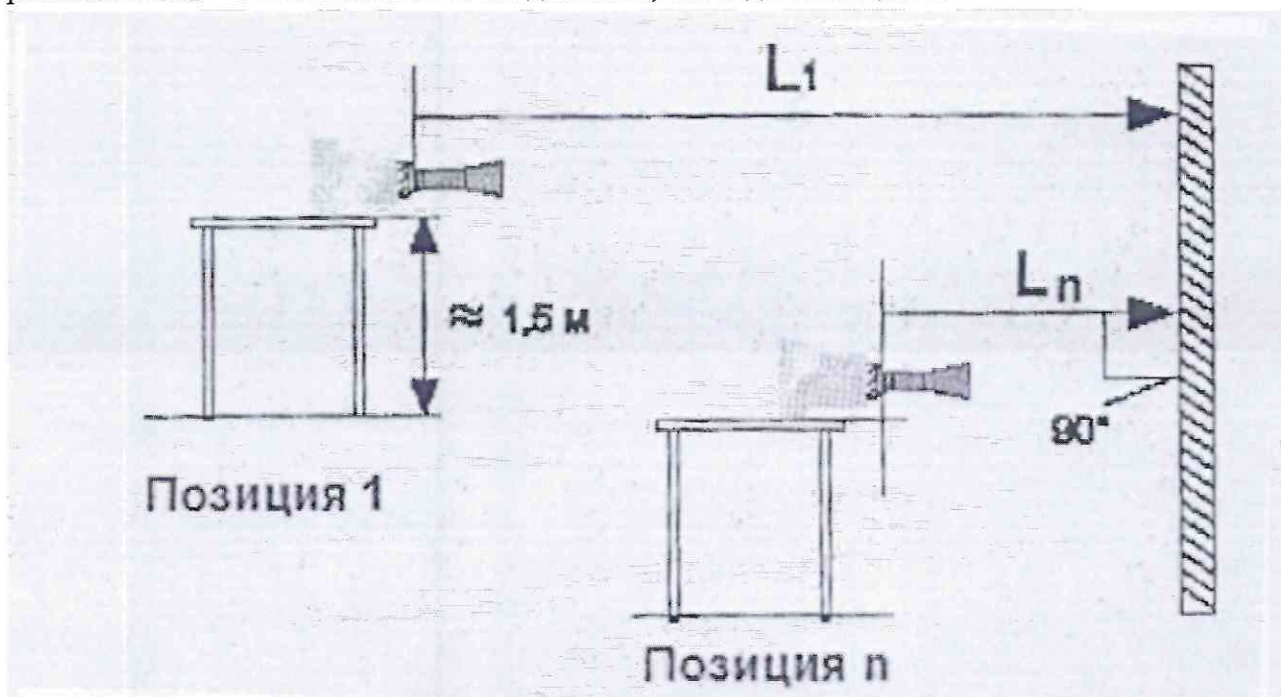


Рисунок 1

9.1.2.1.3 Определяют значение абсолютной погрешности комплекса при измерениях уровня по формуле:

$$\Delta y = L_y - L_x$$

где L_x – значения расстояний в позиции 1 и n, измеренные лазерным дальномером, мм;

L_y - значения расстояний, измеренные уровнемером (по дисплею), мм.

9.1.2.1.4 Определяют приведенную погрешность, $\delta_{пр}$, по формуле:

$$\delta_{пр} = \frac{\Delta y}{y} \cdot 100 \%$$

где y – верхнее значение диапазона измерений уровня воды.

9.1.2.1.5 Результаты считаются положительными, если в рабочем диапазоне измерений приведенная погрешность ИК уровня не превышает $\pm 0,05 \%$.

9.1.2.2 Определение приведенной погрешности в рабочем диапазоне измерений уровня для ИК с уровнемером гидростатическим DST-22, уровнемером поплавковым SURFLOAT-II и уровнемером барботажным PS-Light- II выполняется в следующем порядке:

9.1.2.2.1 Определяют абсолютную погрешность в диапазоне измерений уровня уровнемером. Измерительные точки распределены равномерно с шагом, равным один метр, на прямом ходу (подъеме уровня воды) и на обратном ходу (спаде уровня воды).

9.1.2.2.2 В установке на всех измерительных точках устанавливается автоматически при прямом и обратном ходе уровня, пуск на следующую точку осуществляется нажатием кнопки щитка управления следующего номера после записи данных измерений в протокол на мониторе ПК (Приложение 2).

9.1.2.2.3 Абсолютную погрешность поверяемого уровнемера определяют как разность между показаниями поверяемого уровнемера и установленного уровня в УПУ на i -ой измерительной (контрольной) точке при прямом, $\Delta_i^{\text{пр}}$, и обратном, $\Delta_i^{\text{обр}}$ ходах

$$\Delta_i^{\text{пр}} = H_n^{\text{пр}} - H_{\text{уст}}^{\text{пр}},$$

$$\Delta_i^{\text{обр}} = H_n^{\text{обр}} - H_{\text{уст}}^{\text{обр}},$$

где $H_n^{\text{пр}}$, $H_{\text{уст}}^{\text{пр}}$, $H_n^{\text{обр}}$, $H_{\text{уст}}^{\text{обр}}$ – показания поверяемого уровнемера и уровня воды в УПУ при прямом и обратном ходах изменения уровня воды в шахте УПУ соответственно.

9.1.2.2.4 На всех поверочных точках должно выполняться условие:

$$\Delta_i^{\text{пр(обр)}} \leq 1,0 \text{ см.}$$

9.1.2.2.5 Поверку комплекса с уровнемером гидростатическим DST-22, PS-Light-II в составе допускается проводить по МИ 1997 с применением калибратора давлений СРН6000.

Пункт 9.1.2.2.5 (Измененная редакция, Изм. №1)

9.1.2.2.6 Абсолютную и приведенную погрешность определяют в диапазоне давления от 0 до 10000 мм вод. ст., от нулевой измерительной (контрольной) точки давления до максимальной измерительной точки давления. Измерительные точки должны быть распределены равномерно с шагом, равным 520 мм вод. ст. на прямом ходу (подъеме давления) и на обратном ходу (спаде давления). Точки калибровки вносятся непосредственно в СРН6000 (или через ПО Easy-cal).

Пункт 9.1.2.2.6 (Измененная редакция, Изм. №1)

9.1.2.2.7 Операции установки давления выполняются согласно руководству по эксплуатации калибратора.

9.1.2.2.8 Вычисление погрешности производится аналогично таковому при использовании установки поверки уровнемеров эталонной УПУ.

9.1.2.2.9 Определяют приведенную погрешность $\delta_{\text{пр}}$, %, по формуле:

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{\Delta_H}{H} \cdot 100 \%$$

где H – диапазон измерений;

Δ_H – погрешность в конце диапазона при уровне $H = 10$ м.

9.1.2.2.10 Результаты считаются положительными, если в рабочем диапазоне измерений приведенная погрешность ИК уровня не превышает $\pm 0,1$ %.

Пункт 9.1.2.2.10 (Измененная редакция, Изм. №1)

9.1.3 Определение метрологических характеристик ИК уровня в условиях эксплуатации.

9.1.3.1 При нецелесообразности демонтажа оборудования допускается проведение периодической поверки в условиях эксплуатации.

9.1.3.2 Поверка ИК уровня воды комплексов с датчиками уровня всех типов проводятся три раза в течении одного интервала между поверками (в период межень, половодье и между ними), в следующем порядке:

9.1.3.3 Показания рейки водомерной отсчитывают от высотных отметок гидрологического поста, указанных в техническом паспорте поста согласно ГОСТ 25855-83, результаты измерений должны быть приведены к нулю поста.

9.1.3.4 Установите рейку водомерную на сваю гидрологического поста.

9.1.3.5 Откройте клапан рейки и выдержите ее в воде не менее 1 мин.

9.1.3.6 В момент закрытия клапана рейки произвести отсчет уровня $H_{\text{эт}}$.

9.1.3.7 Фиксируйте показания $H_{\text{изм}}$ комплекса.

9.1.3.8 Вычислите абсолютную погрешность ΔH измерений уровня воды по формуле:

$$\Delta H = H_{\text{изм}} - H_{\text{эт}}$$

9.1.3.8 Вычислите приведенную погрешность $\delta_{\text{пр}}$, %, измерений уровня воды по формуле:

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{\Delta H}{H} \cdot 100 \%$$

где H – диапазон измерений;

9.1.3.8 Результаты считаются положительными, если в рабочем диапазоне измерений приведенная погрешность ИК уровня не превышает $\pm 0,05$ % с уровнемером радарным SEBAPULS-20; $\pm 0,1$ % с уровнемерами DST-22, PS-Light-II, SURFLOAT-II.

9.1.3 (Введен дополнительно, Изм. №1)

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

10.1 В результате оценки значений характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений.

Раздел 10 (Введен дополнительно, Изм. №1)

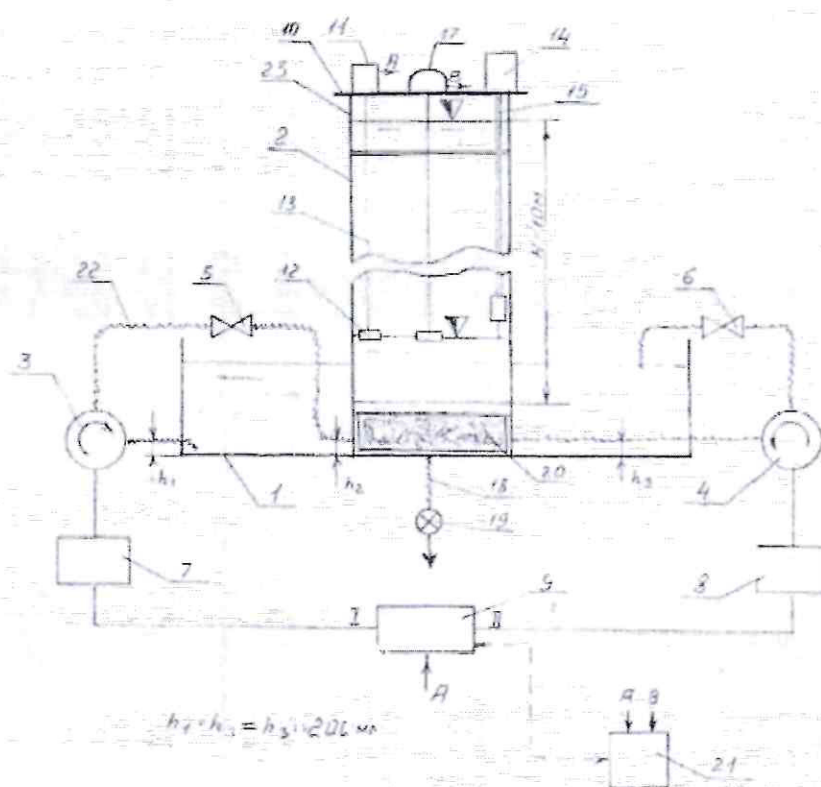
11 Оформление результатов поверки

11.1 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 или извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Протокол оформляется по запросу.

Раздел 11 (Измененная редакция, Изм. №1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(обязательное)



1-емкость с водой, циркулирующей в гидравлической системе; 2- шахта (труба стальная диаметром 0,8 м и высотой 11м); 3- насос нагнетающий воду в шахту 2; 4-насос, выкачивающий воду из шахты; 5-обратный клапан; 6- обратный клапан; 7-преобразователь частотный оборотов асинхронного двигателя насоса 3; 8-преобразователь частотный оборотов асинхронного двигателя насоса 4; 9-контроллер; 10-столешница; 11-лазерный дальномер; 12-поплавок, перемещающийся по тросу 13; 13- натянутый трос; 14-блок измерения уровня воды (БИУВ); 15-лента измерительная БИУВ с грузом натяжения и контактом электролитического датчика; 17-поворачиваемый уровнемер; 18- сброс воды из установки через задвижку 19; 20-гаситель возмущений в воде; 21-ноутбук; 22-трубопроводы Ду-40; 23-насадки на трубу 2 высотой 1м

Рисунок А.1 – Схема оборудования эталонной установки

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ №__ от « » _____
поверки комплекса гидрологического автоматизированного АГК-1
Состав комплекса:

Зав. номер _____
Условия поверки:
-температура окружающего воздуха, °C _____
-относительная влажность, % _____
-атмосферное давление, кПа _____

Средства поверки: _____

Определение относительной погрешности измерений расхода воды

Таблица 1

№ п/п	Qui	Qgi	$\Delta_i = 100 Q_{ui} - Q_{gi} /Q_{gi}$

Определение погрешности измерений уровня воды (для всех уровнемеров из состава комплекса, кроме радарных)

Таблица 2

№ п/п	Уровень воды на измерительных точках, м	Прямой ход				Обратный ход			
		Действительный уровень воды на измерительной точке, м	Показания поверяемого уровня, м	Абсолют. погреш. Δ , см	Привед. погрешн. Δ , %	Действительный уровень воды на измерительной точке, м	Показания поверяемого уровня, м	Абсолют. погреш. Δ , см	Привед. погрешн. Δ , %

Определение погрешности измерений уровня воды (для радарных уровнемеров)

Таблица 3

№ п/п	Lx	Ly	$\Delta y = L_y - L_x$	$\delta_{пр} = \frac{\Delta y \cdot 100\%}{y}$

Комплекс гидрологический автоматизированный АГК-1
зав. номер _____

годен (негоден)

Поверитель _____
подпись фамилия, имя, отчество