

**Федеральное государственное унитарное предприятие
Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологической службы
(ФГУП «ВНИИМС»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

» Магист 2015 г.



**Комплексы автоматические гидрологические «АДУ».
Методика поверки**

н.р. 60876-15

Москва
2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	4
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	5
4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	6
7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	7
7.1 Внешний осмотр.....	7
7.2 Проверка документации.....	7
7.3 Опробование.....	7
7.4 Проверка погрешности ВИК.....	8
8 Подтверждение соответствия программного обеспечения	8
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	8
ПРИЛОЖЕНИЕ А Основные метрологические характеристики	9

Настоящая методика устанавливает требования к проведению первичной и периодической поверок комплексов автоматических гидрологических «АДУ» (далее - комплексы).

Комплексы являются измерительными системами и предназначены для измерения уровня и температуры воды в поверхностном водном объекте (реки, каналы, озера), или в пьезометрической скважине, а также автоматического сбора, накопления, обработки, хранения, отображения полученной информации. В качестве дополнительных функций комплексы обеспечивают измерение объемного расхода и объема воды в контролируемом гидрологическом створе или безнапорном канале.

Интервал между поверками – 2 года.

Комплексы относятся к проектно-компонуемым изделиям, его комплектность, виды и количество измерительных каналов (далее – ИК) определяется конкретным проектом.

Комплексы являются автономными и эксплуатируются в необслуживаемом режиме.

В качестве компонентов нижнего уровня ИК комплексов используются первичные измерительные преобразователи:

- датчики давления (уровня) LMP (рег. № 44735-10);
- датчики уровня ОТТ CBS (рег. № 39981-08);
- уровнемеры ультразвуковые Prosonic-M (рег. № 17670-13);
- термометры сопротивления ДТС (рег. № 28354-10);
- расходомеры-счетчики ультразвуковые ГЕОСТРИМ 71 (рег. 49527-12)

Допускается использование в качестве компонентов нижнего уровня ИК первичных измерительных преобразователей других типов с аналогичными характеристиками, утвержденных в качестве типа средства измерения, внесенных в государственный реестр средств измерений и разрешенных к применению на территории Российской Федерации.

Верхний уровень – преобразователи измерительные сбора данных и управления «Невод+» (рег. № 26043-09), модуль регистратора «Невод+АР», коммуникационный модуль GSM-модем «Невод GSM», радиомодем «Невод-5» или спутниковый модем, с помощью которых могут быть реализованы каналы передачи данных. Оборудование верхнего уровня размещается в антивандальных запираемых шкафах, оборудованных сигнализацией вскрытия шкафа.

Все операции по обработке поступающих с датчиков сигналов осуществляются измерительным модулем сбора данных, представляющим собой универсальный вторичный преобразователь аналоговых сигналов датчиков. Измерительный модуль имеет два аналоговых входа для подключения датчиков со стандартным выходным сигналом 4-20 мА.

Основным назначением модуля регистратора является прием и хранение данных, полученных в результате измерений. Операций обработки и преобразования сигналов в модуле регистрации не производится. Связь между измерительным модулем и модулем регистратора осуществляется по интерфейсу SDI-12.

Установка режимов работы осуществляется по последовательному интерфейсу с персонального компьютера либо дистанционно через коммуникационные модули по командам из удаленного центра сбора данных. В качестве передаваемой измерительной информации используется цифровой выходной сигнал, передача информации ведется с заданной периодичностью.

Поверке подлежат ИК комплексов, применяемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, не применяемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений ИК, подлежат калибровке.

Примечание. Далее в тексте используется термин "поверка", под которым подразумевается поверка или калибровка/

Поверку проводят расчетно-экспериментальным методом: условно делят канал на первичную (датчик/датчики) и вторичную (от «точки» подключения датчика/датчиков до места отображения информации о значении измеряемого физического параметра) части.

Первичные преобразователи, используемые в комплексах, внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений средств измерений и имеют методики поверки, по которым они могут быть поверены в установленном порядке в нормальных условиях применения.

Поверку вторичной («электрической») части ИК (далее – ВИК) проводят в рабочих условиях применения.

Результаты поверки считаются положительными, если:

- погрешность ВИК в реальных условиях поверки не превышает расчетного значения предела допускаемых значений для этих условий;

- погрешность первичного измерительного преобразователя не превышает предела ее допускаемых значений.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Перечень операций, которые должны проводиться при поверке ИК комплексов, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Раздел методики
1 Внешний осмотр и проверка наличия необходимой документации	7.1, 7.2
2 Опробование	7.3
3 Проверка погрешности ВИК	7.4
4 Оформление результатов поверки	8

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Поверка первичных измерительных преобразователей проводится по НД и технической документации на них.

2.2 Погрешность эталона не должна быть более $1/5$ предела контролируемого значения погрешности. Допускается использовать эталоны, имеющие предел допускаемого значения погрешности не более $1/3$ предела контролируемого значения погрешности, в этом случае должен быть введен контрольный допуск, равный 0,8 (см. МИ 187-86, МИ 188-86).

При проведении поверки ИК в рабочих условиях следует учитывать дополнительные погрешности. Погрешность эталонного средства измерений (далее - эталон) в рабочих условиях применения рассчитывается аналогично п.6.3. Используемые для проведения экспериментальной проверки погрешности ИК эталоны должны быть пригодны к эксплуатации в условиях проведения поверки.

2.3 Дискретность регулирования сигналов от источников тока и напряжения, подаваемых на входы ВИК, не должна превышать 0,3 номинальной ступени квантования испытываемого канала.

2.4 В таблице 2 приведены рекомендуемые эталоны.

Таблица 2 – Рекомендуемые эталоны

Эталонное средство измерений	Тип	Основные характеристики
Калибраторы процессов многофункциональные	Fluke 726 рег. № 52221-12	Диапазон выходного/входного сигнала от минус 24 до 24 мА. Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm(0,001 \cdot I_{\text{восп}} + 0,0002 \text{ ед.мл.р})$

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке ИК комплексов допускают лиц, освоивших работу с комплексами и используемыми эталонами, изучившими настоящую рекомендацию, аттестованных в соответствии с ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений» и имеющих достаточную квалификацию для выбора методики проверки погрешности, выбора соответствующих эталонов.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки ИК комплексов соблюдают требования безопасности, предусмотренные «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016 (РД 153-34.0-03.150), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 12.2.091-2002, ГОСТ 12.2.007.0 и требования безопасности указанные в технической документации на комплексы, компоненты комплексов, применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

Персонал, проводящий поверку, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу по технике электробезопасности не ниже 2-й.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Условия поверки определяются условиями работы средств измерений из состава ВИК комплексов и являются необходимой информацией для расчета предела допускаемых значений погрешности каждого ВИК в условиях поверки.

5.2 Рабочие условия применения компонентов комплексов.

Для первичных измерительных преобразователей условия применения определяются их технической документацией.

Для преобразователя измерительного сбора данных и управления «Невод+»:

температура окружающего воздуха:

для исполнения без ЖКИ

от минус 40 до плюс 75 °С

для исполнения с ЖКИ

от 0 до плюс 40 °С

относительная влажность

от 40 до 80 % при 40 °С

атмосферное давление

от 84,0 до 106,7 кПа

напряжение питания

12 В

5.3 Обследование условий работы ВИК комплексов и их измерительных компонентов.

При первичной (периодической) поверке проводится обследование климатических условий параметров электропитания в помещениях, где размещены измерительные компоненты ВИК комплексов.

Оценивают пределы допускаемых значений погрешности канала в этих условиях в соответствии с указаниями п.6.3.

5.4 Обследование условий работы ИК комплексов и их измерительных компонентов согласно п.5.3 проводится непосредственно перед проведением экспериментальной проверки погрешности ИК. Стабильность окружающих условий на период поверки контролируется.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед началом поверки следует изучить руководства по эксплуатации комплексов и входящих в состав их ИК измерительных компонентов, эталонов и других технических средств, используемых при поверке, настоящую методику, правила техники безопасности и строго их соблюдать.

6.2 Перед экспериментальной проверкой погрешности ИК все измерительные компоненты из состава ИК, используемые эталоны и вспомогательные технические средства должны быть подготовлены к работе в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на эти средства измерений.

6.3 Рассчитывают пределы допускаемой погрешности (доверительные границы) каждого ИК по результатам обследования условий работы измерительных компонентов ВИК по п.5.3, для этого:

6.3.1 Приводят форму представления основных и дополнительных погрешностей измерительных компонентов к единому виду (приведенная, относительная, абсолютная, по входу или выходу ИК).

6.3.2 Для каждого измерительного компонента из состава ИК рассчитывают пределы допускаемой погрешности в реальных условиях поверки (см. РД 50-453-84) путем учета основной и дополнительных погрешностей от влияющих факторов на момент поверки, оцененными в соответствии с п.5.3.

Для расчёта погрешности ИК в рабочих условиях применения:

- приводят форму представления основных и дополнительных погрешностей измерительных компонентов к единому виду (приведенная, относительная, абсолютная, к входу или выходу ИК);
- для каждого измерительного компонента из состава ИК рассчитывают пределы допускаемой погрешности в фактических условиях путем учета основной и дополнительных погрешностей от влияющих факторов на момент расчёта.

Пределы допускаемой погрешности Δ_{cu} измерительного компонента в фактических условиях применения вычисляют по формуле:

$$\Delta_{cu} = \Delta_o + \sum_{i=1...n} \Delta_i, \quad (1)$$

где Δ_o - пределы допускаемой основной погрешности измерительного компонента;

Δ_i - пределы допускаемой дополнительной погрешности измерительного компонента от i -го влияющего фактора в реальных условиях применения при общем числе n учитываемых влияющих факторов.

Пределы допускаемой погрешности ИК в фактических условиях применения вычисляют по формуле:

$$\Delta_{ик} = \Delta_{cu1} + \Delta_{cu2}, \quad (2)$$

где $\Delta_{ик}$ - пределы допускаемой погрешности ИК;

Δ_{cu1} - пределы допускаемой погрешности первичного измерительного преобразователя, рассчитывается по формуле 1;

Δ_{cu2} - пределы допускаемой погрешности ВИК, рассчитывается по формуле 1.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

Проводят осмотр мест установки компонентов ИК комплексов, проверяют отсутствие механических повреждений, обугливания изоляции. В случае использования датчиков, подвергавшихся поверке, проверяют наличие пломб, оттисков поверительных клейм и необходимых надписей на наружных панелях этих компонентов комплексов.

7.2 Проверка документации

Проверяют наличие следующих документов:

- перечня ИК, входящих в состав комплексов, подлежащих поверке, с указанием заводских номеров комплектующих их измерительных компонентов;
- эксплуатационной документация на измерительные компоненты в составе ИК и, при наличии, на комплексы в целом;
- протоколов предыдущей поверки;
- протоколов измерений фактических значений, и границ их изменения, температуры, влажности воздуха, напряжения питания в помещениях, в которых размещены измерительные компоненты каналов, параметры вибрации вблизи мест их установки, напряженности магнитного поля;
- технической документации и свидетельств о поверке эталонов, используемых при поверке ВИК;
- свидетельств о поверке датчиков.

7.3 Опробование

Процедура опробования включает в себя тестирование комплексов и процедуру идентификации программного обеспечения.

В соответствии с указаниями эксплуатационной документации на комплексы и их компоненты выполняют, наряду с общими тестовыми процедурами, тестовый контроль контроллеров из состава комплекса и общего программного обеспечения комплекса, в том числе.

Для подтверждения соответствия ПО комплекса необходимо проверить наименование ПО и номер версии ПО в паспорте на комплекс.

ПО считается подтвержденным, если наименование программы и номер версии ПО, указанные в паспорте, соответствуют приведенному в описании типа на комплексы.

7.4 Проверка погрешности ВИК

7.4.1 Определение погрешности каналов преобразования электрических сигналов силы постоянного тока в диапазоне 4...20 мА от датчиков уровня, расхода, температуры, скорости водного потока.

Определение погрешности ВИК с линейной зависимостью выходного кодового сигнала от входного аналогового сигнала постоянного тока проводят в изложенной ниже последовательности:

- собирают схему измерений согласно рисунку 1;
- выбирают 5 проверяемых точек Z_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных по диапазону измеряемого параметра ИК (1-5%, 25%, 50%, 75% и 95-100% от диапазона измерений);
- для каждой проверяемой точки Z_i рассчитывают пределы допускаемой абсолютной погрешности D_{pi} ВИК в реальных условиях поверки, выраженные в единицах измеряемого физического параметра;

- на вход ВИК через линию связи (для каждой проверяемой точки) подают от калибратора значение сигнала X_i , рассчитанное по формуле 3, соответствующее значению Z_i ;

$$X_i = 16 \frac{Z_i - Z_{\min}}{(Z_{\max} - Z_{\min})} + 4 \quad (3)$$

- считывают значение выходного сигнала Y_i ВИК в единицах измеряемого физическо-го параметра;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение погрешности $D_i = Y_i - Z_i$ (для случая, когда функция преобразования ИК $Y = Z$) или $D_i = \frac{Y_i}{K} - Z_i$ (для случая, когда

функция преобразования $Y = KZ$);

- если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|D_i| \leq |D_{pi}|$, ВИК признают прошедшим поверку.
- результаты испытаний фиксируют в таблице 3

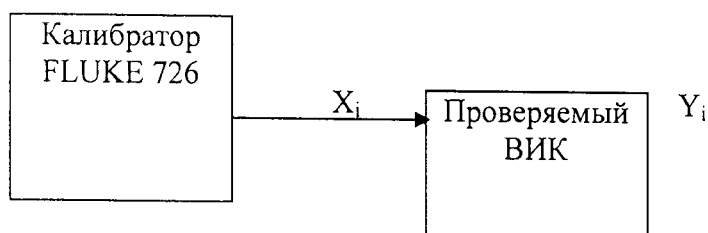


Рисунок 1. Электрическая схема проверки ВИК измерения уровня, расхода, температуры, скорости водного потока.

Таблица 3

Диапазон измеряемого физического параметра, в ед. изм. физ. параметра: $Z_{\min} =$, $Z_{\max} =$

i	Проверяемая точка		Y_i , в ед. изм. физ. параметра	D_i , в ед. изм. физ. параметра	D_{pi} , в ед. изм. физ. параметра	Заклю- чение
	Z_i , в ед. изм. физ. параметра	X_i , в ед. вход. сигнала ВИК				
1						
2						
3						
4						
5						

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах поверки комплексов оформляют свидетельство о поверке согласно ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения».

К свидетельству прилагаются протоколы проверки погрешности по всем измерительным каналам.

ПРИЛОЖЕНИЕ А Основные метрологические характеристики

Таблица А1 - Основные метрологические характеристики ИК комплексов

Основные характеристики ИК			Основные характеристики компонентов ИК		
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ИК γ – приведенная погрешность, % ДИ – диапазон измерений	Тип первичного измерительного преобразователя, пределы допускаемой основной погрешности Δ - абсолютная погрешность; δ – относительная погрешность, % γ – приведенная погрешность, % ДИ – диапазон измерений	Тип промежуточного измерительного преобразователя	Пределы допускаемой основной погрешности ВИК γ – приведенная погрешность, % ДИ – диапазон измерений
1	2	3	4	5	6
ИК уровня воды	от 0 до 350,0 м	$\gamma = \pm (0,41 \dots 0,81)$ от ДИ	Датчики давления (уровня) LMP $\gamma = \pm (0,1 \dots 0,5)$ от ДИ	Преобразователь измерительный сбора данных и управления «Невод+»	$\gamma = \pm 0,1$ от ДИ ± 25 мА
	от 0 до 15,0 м	$\gamma = \pm 0,34$ от ДИ	Датчики уровня ОТТ CBS $\Delta = \pm 5$ мм		
	от 0 до 30,0 м	$\gamma = \pm 0,33$ от ДИ	Уровнемеры ультразвуковые Prosonic-M FMU-40 FMU-41 FMU-42 $\Delta = \pm 2,0$ мм для диапазона < 1 м $\delta = \pm 0,2$ от измеренного значения для диапазона ≥ 1 м		
	от 0,25 до 5,0 м; от 0,35 до 8,0 м; от 0,40 до 10,0 м	$\gamma = \pm 0,51$ для диапазона < 1 м Для диапазона ≥ 1 м см. примечание 2			
ИК температуры измеряемой среды	минус 10 до плюс 50 °С	$\gamma = \pm 0,81$ % от ДИ	термометры сопротивления ДТС Pt100 класса В с платиновым ЧЭ $\gamma = \pm 0,5$		$\gamma = \pm 0,1$ от ДИ ± 25 мА
ИК объемного расхода воды	от 0,5 до 50000 м ³ /ч	см. примечание 3	расходомеры-счетчики ультразвуковые ГЕОСТРИМ-71 $\delta = \pm 2$ %		

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
Примечания					
1 ВИК – вторичная (электрическая) часть ИК комплексов.					
2. $\delta_{\text{ИК уровня}} = \pm \left(0,2\% + \frac{(L_{\text{max}} - L_{\text{min}})}{L_i} \cdot \gamma_{\text{ВИК}} \right)$					
где 0,2 % - пределы допускаемой основной относительной погрешности от измеренного значения для диапазона ≥ 1 м;					
L_{max} – максимальное значение диапазона измерений уровня, м;					
L_{min} – минимальное значение диапазона измерений уровня, м;					
$\gamma_{\text{ВИК}}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности ВИК, %;					
L_i – измеренное значение уровня, м. ВИК					
3. $\delta_{\text{ИК объемного расхода воды}} = \pm \left(2,0\% + \frac{(Q_{\text{max}} - Q_{\text{min}})}{Q_i} \cdot \gamma_{\text{ВИК}} \right)$					
где 2,0 % - пределы допускаемой основной относительной погрешности от измеренного значения;					
Q_{max} – максимальное значение диапазона измерений объемного расхода воды, м ³ /ч;					
Q_{min} – минимальное значение диапазона измерений объемного расхода воды, м ³ /ч;					
$\gamma_{\text{ВИК}}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразователя, %;					
Q_i – измеренное значение объема, м ³ /ч.					
4. Для расчёта погрешности ИК в рабочих условиях применения:					
- приводят форму представления основных и дополнительных погрешностей измерительных компонентов к единому виду (приведенная, относительная, абсолютная, к входу или выходу ИК);					
- для каждого измерительного компонента из состава ИК рассчитывают пределы допускаемой погрешности в фактических условиях путем учета основной и дополнительных погрешностей от влияющих факторов на момент расчёта.					
Пределы допускаемой погрешности $\Delta_{\text{си}}$ измерительного компонента в фактических условиях применения вычисляют по формуле:					
$\Delta_{\text{си}} = \Delta_o + \sum_{i=1 \dots n} \Delta_i, \quad (1)$					
где Δ_o - пределы допускаемой основной погрешности измерительного компонента;					
Δ_i - пределы допускаемой дополнительной погрешности измерительного компонента от i-го влияющего фактора в реальных условиях применения при общем числе n учитываемых влияющих факторов.					
Пределы допускаемой погрешности ИК в фактических условиях применения вычисляют по формуле:					
$\Delta_{\text{ИК}} = \Delta_{\text{си1}} + \Delta_{\text{си2}}, \quad (2)$					
где $\Delta_{\text{ИК}}$ - пределы допускаемой погрешности ИК;					
$\Delta_{\text{си1}}$ - пределы допускаемой погрешности первичного измерительного преобразователя, рассчитывается по формуле 1;					
$\Delta_{\text{си2}}$ - пределы допускаемой погрешности ВИК, рассчитывается по формуле 1.					