



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

«14» ноября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**УРОВНЕМЕРЫ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЕ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ
ВЕКТОР**

Методика поверки

РТ-МП-1720-449-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на уровнемеры магнитострикционные многопараметрические ВЕКТОР (далее – уровнемеры) и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача:

- единицы длины в соответствии с Государственной поверочной схемой (далее – ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3459, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ2-2021;

- единицы силы электрического тока в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ4-91;

- единицы температуры в соответствии с локальной поверочной схемой, структура которой приведена в приложении А к настоящей методике поверки;

- единицы плотности в соответствии с локальными поверочными схемами, структура которых приведена в приложении Б и приложении В к настоящей методике поверки.

При поверке по п. 10.3 настоящей методики поверки прослеживаемость к государственным первичным эталонам единиц величин подтверждается сведениями о положительных результатах поверки средства измерений из состава уровнемера, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1.3 При определении метрологических характеристик применяется метод непосредственного сличения.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сравнения результата измерений поверяемого средства измерений со значением плотности вещества, определенного эталоном.

1.5 Допускается проведение поверки отдельных измерительных блоков из состава системы, для меньшего числа измеряемых величин (уровень и температура) на основании письменного заявления владельца уровнемера или лица, представившего его в поверку, с обязательным указанием в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений сведений об объеме проведенной поверки.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня жидкости при использовании RS-485 с поддержкой ModBus RTU или HART, мм	$\pm 1; \pm 3^{1)}$
Пределы допускаемой приведенной основной погрешности измерений уровня жидкости от диапазона измерений при использовании токового выхода от 4 до 20 мА, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	$\pm 0,3$

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение	
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений уровня жидкости, вызванной отклонением температуры окружающей среды на каждые 10 °С от 20 °С при использовании токового выхода от 4 до 20 мА, %	±0,005	
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений гидростатического давления (определяется входящим в состав ВЕКТОРXXXXX-ДПТ-Х-Х, ВЕКТОРXXXXXU-ДПТМК-Х-Х преобразователем (датчиком) давления), %	EJX110A	±0,04
	DMD 331D	±0,075
	ЭЛЕМЕР-АИР-30М	±0,075
	ЭМИС-БАР	±0,04; ±0,065
	Метран-150	±0,075
Пределы допускаемой абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости, кг/м ³	$\Delta\rho = \rho_0 - \frac{P \pm \Delta P}{g \cdot (h \pm \Delta h)} \quad 2)$	
¹⁾ При периодической поверке на месте эксплуатации ²⁾ где ρ_0 – значение плотности жидкости по паспорту (нормативным документам), либо измеренное в лабораторных условиях, кг/м³, P – гидростатическое давление (величина, измеренная преобразователем (датчиком) давления), Па; ΔP – основная абсолютная погрешность измерения давления, Па, рассчитанная по формуле $\Delta P = \frac{P_n \cdot \gamma P}{100}$ где γP - приведенная погрешность измерения входящего в состав уровнемера ВЕКТОРXXXXX-ДПТ-Х-Х ВЕКТОРXXXXXU-ДПТМК-Х-Х датчика давления, %; P_n – диапазон измерений датчика давления, Па; g – ускорение свободного падения равное 9,80665 м/с²; h – высота столба жидкости в резервуаре (уровень), м, измеренная уровнемером; Δh - основная абсолютная погрешность измерений уровня, мм.		

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.1	Да	Да
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.2	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Определение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости при использовании RS-485 с поддержкой ModBus RTU или HART, приведенной основной погрешности измерений уровня жидкости от диапазона измерений при использовании токового выхода от 4 до 20 мА, дополнительной приведенной погрешности измерений уровня жидкости, вызванной отклонением температуры окружающей среды на каждые 10 °С от 20 °С при использовании токового выхода от 4 до 20 мА	10.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений температуры	10.2	Да	Да
Определение приведенной погрешности к диапазону измерений гидростатического давления	10.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости	10.4	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки с демонтажем уровнемеров в лабораторных условиях должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды (20 ± 5) °С;

3.2 При проведении поверки без демонтажа уровнемеров на месте эксплуатации должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды при поверке на месте эксплуатации (20 ± 15) °С;
- жидкость при поверке на месте эксплуатации – нефть или нефтепродукты;
- измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости (продукт не является токсичным, кипящим или воспламеняющимся при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление);
- при поверке на месте эксплуатации жидкость в резервуаре должна быть без движения в течение не менее 2 часов.

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, имеющие:

- достаточный опыт работы в соответствующей области измерений;
- изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) на СИ и средства поверки;
- изучившие настоящую методику поверки;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки уровнемера применяют средства поверки, вспомогательные технические средства и вспомогательное оборудование, указанные в методиках поверки средств измерений, входящих в состав уровнемера.

При проведении опробования средства измерений применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1 Контроль условий проведения поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 5 °С до плюс 35 °С с погрешностью ± 1 °С	Термометры лабораторные электронные ЛТ-300, рег. № 61806-15
10.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости при использовании RS-485 с поддержкой ModBus RTU или HART, приведенной основной погрешности измерений уровня жидкости от диапазона измерений при использовании токового выхода от 4 до 20 мА, дополнительной приведенной погрешности измерений уровня жидкости, вызванной отклонением температуры окружающей среды на каждые 10 °С от 20 °С при использовании токового выхода от 4 до 20 мА	Рабочий эталон уровня (длины) 1 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3459, с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ мм (далее – установка поверочная) ¹⁾	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛИМЕТРО СПУ, рег. № 56506-14
	Рабочий эталон длины 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2840, с доверительными границами абсолютной погрешности $\pm (10 + 10 \cdot L)$ мкм, L – длина, м (далее – лента измерительная) ¹⁾	Государственный рабочий эталон длины 3 разряда 3.1.ZTT.0066.2023
	Рабочий эталон уровня (длины) 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3459, с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,30 + 0,15 \cdot (L - 1))$, мм (далее – рулетка измерительная) ¹⁾	Рулетка измерительная металлическая типа Р, рег. № 51171-12
	Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 с диапазоном измерений от 4 до 20 мА	Калибраторы-измерители унифицированных сигналов эталонные ИКСУ-260, рег. № 35062-07

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры		
10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры в лабораторных условиях	Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712 с доверительными границами абсолютной погрешности $\pm 0,1$ °C (далее – эталон температуры) ²⁾ Температурная камера с диапазоном воспроизведения температуры (-45...100) °C	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 23040-07
10.2.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры на месте эксплуатации	Рабочий эталон по локальной поверочной схеме для средств измерений температуры (Приложение А) с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05$ °C (далее – эталон температуры)	Термометр электронный ExT-01, рег. № 44307-10
10.4 Определение абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости (при наличии)		
10.4.1 Определение абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости в лабораторных условиях	Рабочий эталон по локальной поверочной схеме для средств измерений плотности (Приложение Б) с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1$ кг/м ³ , (далее – эталон плотности) ³⁾	Измерители плотности жидкостей вибрационные ВИП-2МР, рег. № 27163-09
10.4.2 Определение абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости на месте эксплуатации	Рабочий эталон по локальной поверочной схеме для средств измерений плотности (Приложение В) с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1$ кг/м ³ , (далее – эталон плотности) ³⁾	Плотномер ПЛОТ-3, рег. № 20270-12

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Вспомогательные средства поверки		
Программное обеспечение «ВЕКТОР Терминал» (размещено на Web-сайте www.okbvektor.ru)		
Hart-коммуникатор		
Стационарный и переносной пробоотборник, позволяющий проводить герметичный отбор проб и обеспечивающий сохранность качества пробы		
¹⁾ При передаче единицы уровня к средству измерений погрешность рабочих эталонов, от которых осуществляется передача единицы величины, должна быть как минимум в три раза меньше, чем погрешность средства измерений. ²⁾ При передаче единицы температуры к средству измерений погрешность рабочих эталонов, от которых осуществляется передача единицы величины, должна быть как минимум в 2,5 раза меньше, чем погрешность средства измерений. ³⁾ При передаче единицы плотности к средству измерений погрешность рабочих эталонов, от которых осуществляется передача единицы величины, должна быть как минимум в два раза меньше, чем погрешность средства измерений. Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие требования по обеспечению безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и имеющие группу по технике электробезопасности не ниже третьей;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на уровнемер, применяемые средства поверки и вспомогательные технические средства;
- поверитель должен соблюдать правила пожарной безопасности, действующие в организации;
- средства поверки, которые будут применяться во взрывоопасной среде, должны быть взрывозащищенного исполнения.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре установить:

- соответствие комплектности паспорту ВГАР.407533.010 ПС (в частности: уровнемер, поплавки (поплавки), эксплуатационные документы, паспорт преобразователя (датчика) давления (для модификаций ВЕКТОРXXXXX-ДПТ-Х-Х и ВЕКТОРXXXXX-ДПТМК-Х-Х));
- отсутствие дефектов, влияющих на работу уровнемера;
- наличие и сохранность маркировки;

- чистоту и механическую исправность разъемов;
- целостность корпуса измерительных компонентов, влияющую на работу уровнемера.

Результаты проверки считаются положительными, если выполняются перечисленные требования.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру проверки необходимо прекратить, результаты проверки оформить в соответствии с разделом 12 данной методики проверки.

8 Подготовка к проверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий проведения проверки

8.1.1 Перед проведением операций проверки выполнить контроль условий окружающей среды.

8.1.2 Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в разделе 3 настоящей методики проверки, при помощи средств измерений температуры окружающей среды. Измерения влияющих факторов проводить там, где проводятся операции проверки.

8.1.3 Результаты измерений температуры окружающей среды должны находиться в пределах, указанных в разделе 3 настоящей методики проверки.

8.2 Подготовка к проверке

8.2.1 Уровнемер должен быть подготовлен в соответствии с руководством по эксплуатации ВГАР.407533.010 РЭ и эксплуатационными документами на средства проверки.

8.2.2 Перед началом проверки уровнемер следует выдержать в условиях проверки с включенным напряжением питания не менее одного часа.

8.2.3 При проверке в лабораторных условиях установить уровнемер так, чтобы ось измерительного элемента (ИЭ) была параллельна линии, вдоль которой перемещается поплавков. Точность установки должна обеспечиваться конструкцией креплений поплавка и уровнемера. Положение поплавка контролируется с помощью ленты измерительной.

8.2.4 При проверке изменение положения поплавка должно быть плавным.

8.2.5 При проверке не допускается корректировать нулевую отметку проверяемого уровнемера.

8.2.6 Измеренные значения считываются с устройства, поддерживающего протоколы RS-485 с поддержкой ModBus RTU или HART, или с дисплея электронного блока (при его наличии), или при помощи программного обеспечения «ВЕКТОР Терминал». Для уровнемеров, имеющих токовый выход, значения уровня и уровня границы раздела жидких сред считываются с калибратора многофункционального (миллиамперметра).

8.2.7 При периодической проверке на месте эксплуатации наносят слой бензочувствительной или водочувствительной (при измерениях уровня границы раздела жидких сред (нефть / нефтепродукт – подтоварная вода)) пасты (при необходимости) на участок шкалы рулетки измерительной, в пределах которого будет находиться контрольная отметка.

8.2.8 При использовании HART-коммуникатора, калибратора многофункционального (миллиамперметра) и /или программного обеспечения «ВЕКТОР Терминал» провести подключение в соответствии с ВГАР.407533.010 РЭ и эксплуатационной документацией средств проверки.

8.3 Опробование

8.3.1 Установить уровнемер на установку уровнемерную и произвести монтаж по схемам, приведенным в ВГАР.407533.010 РЭ. Зафиксировать нулевую контрольную отметку на уровнемерной установке. При применении ленты измерительной уровнемер

разместить на горизонтальной поверхности, обеспечив натяжение гибкого измерительного элемента (волновода) уровнемера в соответствии с ВГАР.407533.010 РЭ.

8.3.2 Поплавок (поплавки) перемещать от начала до конца и обратно по измерительному элементу (волноводу).

8.3.3 Уровнемеры считаются прошедшими поверку по данному пункту, если на дисплее электронного блока, или калибратора многофункционального, или HART-коммуникатора, или программного обеспечения «ВЕКТОР Терминал» значение уровня изменяются пропорционально перемещению поплавка (поплавков). В противном случае результат считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверка цифрового идентификатора провести следующим образом:

- установить на ПК программу «ВЕКТОР Терминал»;
- подключить уровнемер к персональному компьютеру в соответствии с ВГАР.407533.010 РЭ;
- запустить программу «ВЕКТОР Терминал»;
- дождаться окончания поиска подключенного уровнемера ВЕКТОР (рисунок 1);

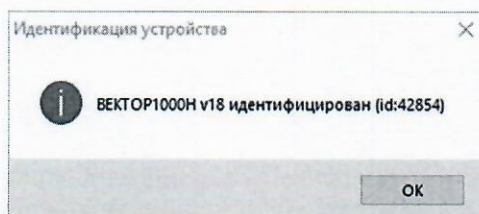


Рисунок 1 – Определение подключенного уровнемера ВЕКТОР к персональному компьютеру

- выбрать на главном окне программы меню «Об устройстве» (рисунок 2);



Рисунок 2 – Главное окно терминальной программы «ВЕКТОР Терминал»

- в поле «Метрологический идентификатор» (рисунок 3) считать значение цифрового идентификатора метрологически значимой части программного обеспечения.

Об устройстве X

Версия программного обеспечения	v18	Наименование ПО	VECTOR_UTP_1000H	Выход
Метрологический идентификатор	7D53			
Заводской номер ВЕКТОР	42854	Изменить		
Версия сборки	1.2			

Рисунок 3 – Проверка цифровых идентификаторов

Результат считать положительным, если номер версии не ниже v12. В противном случае результат проверки считать отрицательным и дальнейшую поверку не проводить.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости при использовании RS-485 с поддержкой ModBus RTU или HART, приведенной основной погрешности измерений уровня жидкости от диапазона измерений при использовании токового выхода от 4 до 20 мА, дополнительной приведенной погрешности измерений уровня жидкости, вызванной отклонением температуры окружающей среды на каждые 10 °С от 20 °С при использовании токового выхода от 4 до 20 мА

10.1.1 При поверке уровнемера с применением установки поверочной или измерительной ленты провести для каждого поплавка на пяти контрольных отметках, равномерно распределённых по всему диапазону измерений уровнемера или эталона, при повышении и понижении уровня (при прямом и обратном ходе). Для длины измерительного элемента (волновода) до 5 м измерения проводят на трех контрольных отметках, равномерно распределённых по всему диапазону измерений уровнемера или эталона.

Установить уровнемер на установку поверочную и произвести монтаж по схемам, приведенным в ВГАР.407533.010 РЭ. Зафиксировать нулевую контрольную отметку на установке поверочной. При применении измерительной ленты уровнемер размещается на горизонтальной поверхности, обеспечив натяжение гибкого измерительного элемента (волновода) уровнемера в соответствии с ВГАР.407533.010 РЭ.

Определить поправку на несоответствие показаний уровнемера и средств поверки Δ_0 , мм, рассчитанную по формуле

$$\Delta_0 = H_0^{\text{изм}} - H_0^3 \quad (1)$$

где $H_0^{\text{изм}}$ – измеренное значение уровня, мм;

H_0^3 – заданное значение уровня по средствам поверки, мм.

Рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня и уровня границы раздела жидких сред Δ_y , мм в каждой контрольной отметке по формуле

$$\Delta_y = (H_{\text{изм}} - \Delta_0) - H_3 \quad (2)$$

10.1.2 Поверку уровнемера на месте эксплуатации провести в не менее чем трех равномерно распределенных точках диапазона измерений.

Опустить рулетку измерительную через измерительный люк резервуара и по ее шкале зафиксировать уровень границы раздела «жидкость - газовое пространство» и уровень границы раздела жидких сред (при наличии).

Уровень жидкости в нулевой контрольной отметке определить вычитанием из значения базовой высоты резервуара значения уровня границы раздела «жидкость - газовое пространство» и уровень границы раздела жидких сред (при наличии).

Определить поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки измерительной Δ_0 , мм, рассчитанную по формуле (1) при

$$H_0^3 = H_6 \left[1 + \alpha_{CT} \cdot (T_B^\Gamma - T_B^\Pi) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^\Gamma)_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s (20 - T_B^\Gamma)] \quad (3)$$

где H_6 - базовая высота резервуара, значение которой принимают по протоколу поверки / калибровки резервуара, мм;

α_{CT} - температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, $1/^\circ\text{C}$;

α_s - температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки измерительной, $1/^\circ\text{C}$;

T_B^Π - температура воздуха при поверке резервуара, значение которой принимают по протоколу поверки / калибровки резервуара, $^\circ\text{C}$;

T_B^Γ - температура воздуха при измерении уровня границы раздела «жидкость - газовое пространство» и уровня границы раздела жидких сред (при наличии), $^\circ\text{C}$;

$(H_0^\Gamma)_i$ - уровень границы раздела «жидкость - газовое пространство» или уровень границы раздела жидких сред (при наличии) при i -м измерении, мм;

m - число измерений уровня границы раздела «жидкость - газовое пространство» или «жидкость - жидкость», принимаемое не менее пяти.

Уровень жидкости в каждой j -й контрольной отметке H_j^3 , мм, вычисляют по формуле

$$H_j^3 = H_6 \left[1 + \alpha_{CT} \cdot (T_B^\Gamma - T_B^\Pi) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^\Gamma)_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s (20 - T_B^\Gamma)] \quad (4)$$

где j - номер контрольной отметки.

Аналогичные действия проводят для определения уровня границы разделы жидких сред.

Рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня и уровня границы раздела жидких сред Δ_y , мм по формуле

$$\Delta_y = (H_{\text{изм}} - \Delta_0) - H_j^3 \quad (5)$$

При использовании токового выхода от 4 до 20 мА рассчитать приведенную погрешность измерений уровня от диапазона измерений γ_I , %, по формуле

$$\gamma_I = \frac{(I_{\text{БЕКТОР}} - I_{\text{КО}})}{16} \cdot 100 \quad (6)$$

где $I_{\text{ВЕКТОР}}$ – измеренный ток, мА;
 $I_{\text{КО}}$ – ток, измеренный эталоном, мА

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.2.1 При первичной поверке абсолютную погрешность измерений температуры определить методом сравнения с эталоном температуры в температурной камере (с пассивным термостатом) в следующих температурных точках: $(-45...-42)^\circ\text{C}$, $(-3...+3)^\circ\text{C}$, $(+97...+100)^\circ\text{C}$.

Измерительный элемент с преобразователями сопротивления (термометрами) многоточечными свернуть таким образом, чтобы все чувствительные элементы имели одно и то же местоположение на окружности. Это место необходимо обернуть материалом (например, фольгой), уменьшающим воздействие неоднородности температурного поля в камере.

Поместить свернутый измерительный элемент уровнемера, в температурную камеру таким образом, чтобы все чувствительные элементы преобразователя сопротивления (термометров) многоточечного находились в центре рабочего объема камеры, а электронный блок расположить вне камеры. Также в центр рабочего объема камеры поместить измерительный элемент эталона температуры.

Установить в камере первую температурную точку. После выдержки не менее 1 часа снять показания чувствительных элементов преобразователей сопротивления (термометров) многоточечных при помощи программы «ВЕКТОР Терминал». Записать показания эталона температуры.

Аналогичные операции провести в остальных температурных точках.

10.2.2 При периодической поверке абсолютную погрешность измерений температуры определить при комнатной температуре в пассивном термостате методом сравнения с эталоном температуры. Время выдержки при этом должно быть не менее 6 часов. Измерения проводятся для каждого датчика температуры.

10.2.3 При периодической поверке на месте эксплуатации измерения температуры провести с помощью эталона температуры, погружая его в жидкость, отобранную с помощью пробоотборника, на уровне каждого чувствительного элемента уровнемера магнитострикционного многопараметрического ВЕКТОР модификаций ВЕКТОРXXXXX-ДТ-Х-Х, ВЕКТОРXXXXX-ДПТ-Х-Х, ВЕКТОРXXXXXU-ДПТМК-Х-Х. Допускается погружать эталон температуры в резервуар с жидкостью на уровень каждого чувствительного элемента при условии, что эталон температуры будет взрывозащищенного исполнения.

10.2.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры ΔT_i , $^\circ\text{C}$, для каждого i -го чувствительного элемента уровнемера по формуле

$$\Delta T_i = T_{\text{изм}i} - T_{\text{эти}}, \quad (7)$$

где $T_{\text{изм}i}$ – измеренное значение температуры каждым i -ым чувствительным элементом уровнемера, $^\circ\text{C}$;
 $T_{\text{эти}}$ – значение температуры измеренное эталоном для каждого i -го чувствительного элемента уровнемера, $^\circ\text{C}$.

10.3 Определение приведенной погрешности измерений к диапазону измерений гидростатического давления

Первичная и периодическая поверка преобразователя (датчика) давления, входящего в состав уровнемера магнитострикционного многопараметрического ВЕКТОР модификаций ВЕКТОРXXXXXX-ДПТ-Х-Х и ВЕКТОРXXXXXU-ДПТМК-Х-Х, должна осуществляться в соответствии с утвержденной на него методикой поверки.

10.4 Определение абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости

10.4.1 Для определения абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости необходимо измерительный элемент уровнемера магнитострикционного многопараметрического ВЕКТОР модификаций ВЕКТОРXXXXXX-ДПТ-Х-Х и ВЕКТОРXXXXXU-ДПТМК-Х-Х поместить в емкость с дистиллированной водой не менее чем на один метр и считать значение средней плотности. С помощью эталона плотности измерить плотность дистиллированной воды.

Рассчитать абсолютную погрешность вычислений средней плотности жидкости $\Delta\rho$, кг/м³, по формуле

$$\Delta\rho = \rho_{\text{изм}} - \rho_{\text{эт}}, \quad (8)$$

где $\rho_{\text{изм}}$ – значение средней плотности жидкости, вычисленное уровнемером, кг/м³;
 $\rho_{\text{эт}}$ – значение средней плотности, измеренное эталоном плотности, кг/м³.

10.4.2 Для определения абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости при периодической поверке на месте эксплуатации необходимо с помощью эталона плотности измерить плотность жидкости, отобранную с помощью пробоотборника, на трех уровнях:

- верхний – на 250 мм ниже поверхности жидкости, $\rho_{\text{в}}$, кг/м³;
- средний – с середины высоты столба жидкости $\rho_{\text{ср}}$, кг/м³;
- нижний – на 250 мм выше днища резервуара, $\rho_{\text{н}}$, кг/м³.

Если на нижнем уровне по результатам измерений будет обнаружена подтоварная вода, то ее необходимо слить и повторить операции по п. 10.4.2.

Допускается погружать эталон плотности в резервуар с жидкостью на соответствующие уровни при условии, что эталон плотности будет взрывозащищенного исполнения.

Рассчитать среднюю плотность жидкости по эталону плотности, кг/м³, по формуле

$$\rho_{\text{эм}} = \frac{\rho_{\text{н}} + 3 \cdot \rho_{\text{ср}} + \rho_{\text{в}}}{5} \quad (9)$$

Абсолютную погрешность вычислений средней плотности жидкости рассчитать по формуле (8) где $\rho_{\text{эт}}$ – среднеарифметическое значение плотности жидкости по эталону плотности, кг/м³.

Рассчитать пределы допускаемой абсолютной погрешности вычислений средней плотности жидкости $\Delta\rho$, кг/м³ рассчитать по формуле

$$\Delta\rho = \rho_0 - \frac{P \pm \Delta P}{g \cdot (h \pm \Delta h)} \quad (10)$$

где ρ_0 – значение плотности жидкости по паспорту (нормативным документам), либо измеренное в лабораторных условиях, кг/м³;

P – гидростатическое давление (величина, измеренная преобразователем (датчиком) давления), Па;

ΔP – абсолютная погрешность измерений давления, Па, рассчитанная по формуле

$$\Delta P = \frac{P_n \cdot \gamma P}{100} \quad (11)$$

где γP – приведенная погрешность измерений гидростатического давления для датчика давления, входящего в состав уровнемера, %;

P_n – диапазон измерений гидростатического давления датчика давления, Па;

g – ускорение свободного падения равное 9,80665 м/с²;

h – высота столба жидкости в резервуаре (уровень), м, измеренная системой;

Δh – абсолютная погрешность измерений уровня, м.

10.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.5.1 Результат по п. 10.1 считать положительным, если абсолютная погрешность измерений уровня жидкости при использовании RS-485 с поддержкой ModBus RTU или HART, приведенная основная погрешность измерений уровня жидкости от диапазона измерений при использовании токового выхода от 4 до 20 мА, дополнительная приведенная погрешность измерений уровня жидкости, вызванная отклонением температуры окружающей среды на каждые 10 °С от 20 °С при использовании токового выхода от 4 до 20 мА не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.5.2 Результат считать положительным, если абсолютная погрешность измерений температуры на уровне каждого чувствительного элемента уровнемера не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.5.3 Результат по п. 10.3 считать положительным, если в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений содержатся сведения о положительных результатах поверки преобразователя (датчика) давления, входящего в состав уровнемера.

10.5.4 Результат считать положительным, если абсолютная погрешность вычислений средней плотности жидкости не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.5.5 Результат поверки уровнемера считать отрицательным, если по какому-либо п. 10.1 – 10.4 получены отрицательные результаты.

10.5.6 Результат, по каким-либо измерительным блокам из состава уровнемера для меньшего числа измеряемых величин, на основании письменного заявления владельца уровнемера или лица, представившего его в поверку, считать положительным с обязательным указанием в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений сведений об объеме проведенной поверки.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы. В протоколе должна быть отражены результаты поверки по всем пунктам настоящей методики поверки или в части объема проведенной поверки.

11.2 Сведения о результатах поверки уровнемеров передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие

средства измерений метрологическим требованиям) выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке. В случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.4 При положительных результатах поверки в сведениях о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений отражается объем проведенной поверки.

11.5 При проведении поверки в соответствии с п. 10.3 и получении положительного результата в дополнительных сведениях указывается следующее: «Поверка считается действительной при наличии действующей поверки на средства измерений, включенные в состав средства измерений».

Разработали:

Заместитель начальника лаборатории № 449

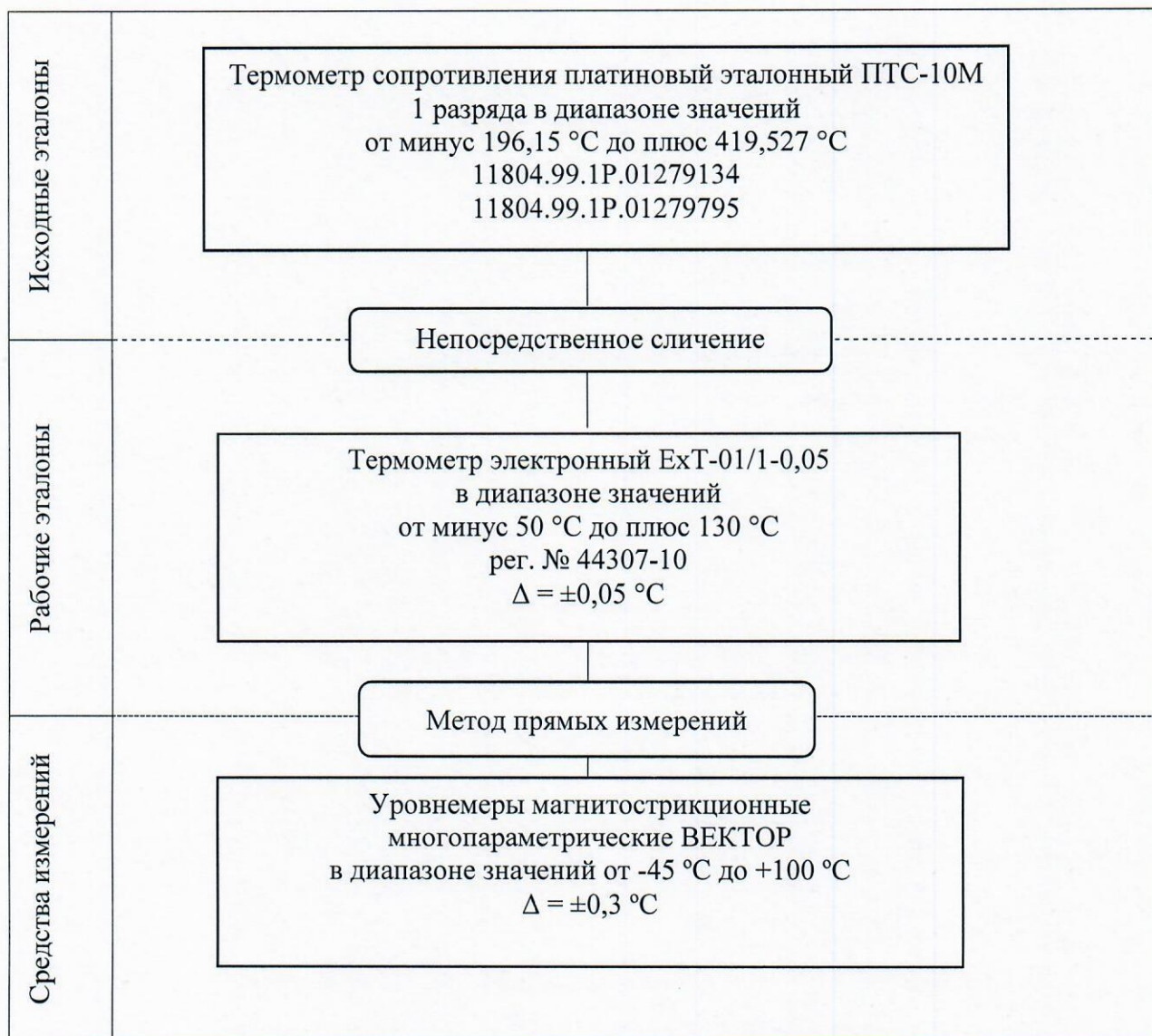
И.В. Беликов

Начальник лаборатории № 449

В.И. Беда

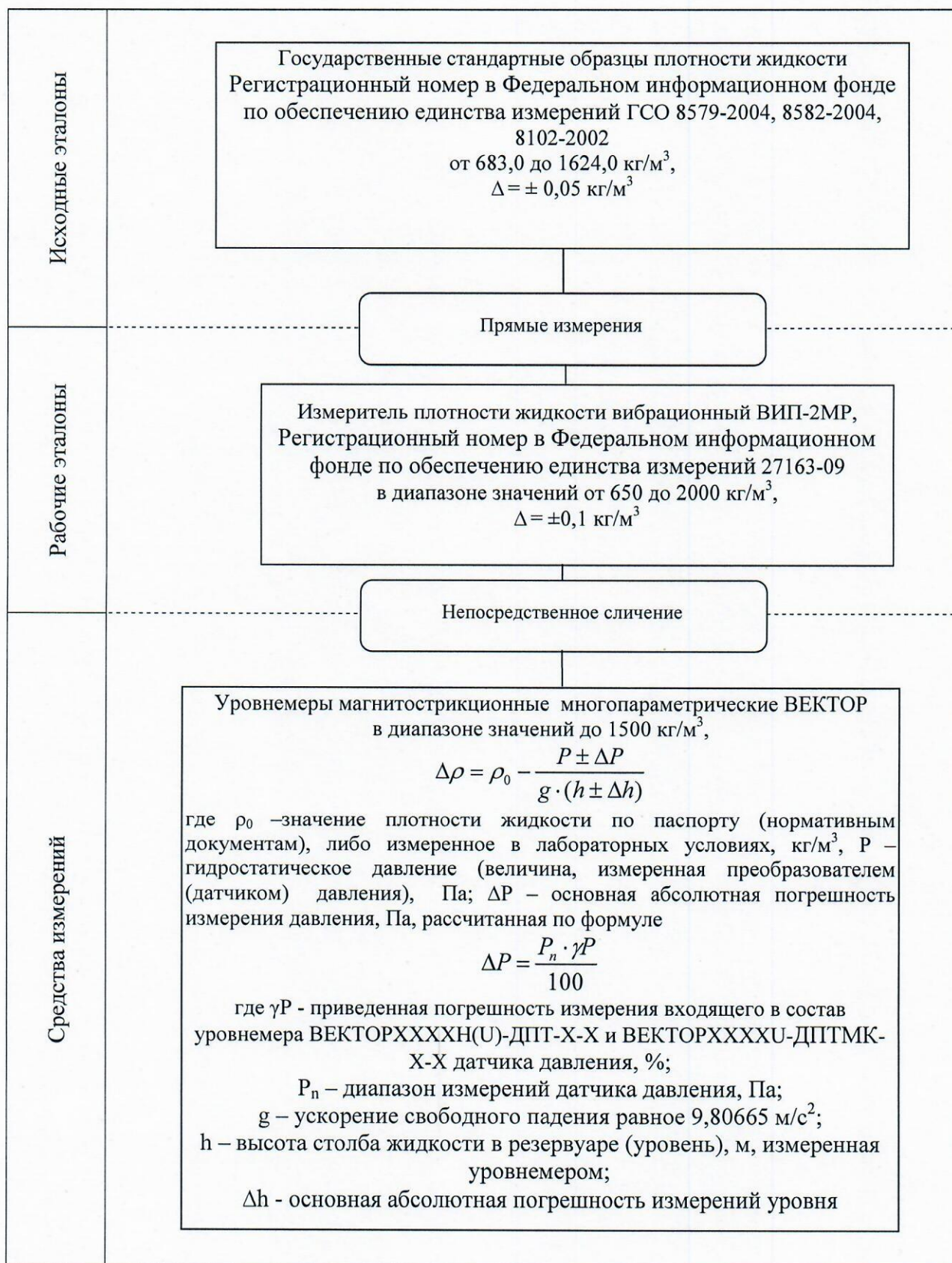
ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

**Локальная поверочная схема
для средств измерений температуры**



ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Локальная поверочная схема для средств измерений плотности



ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

Локальная поверочная схема для средств измерений плотности

