

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. «16» _____ 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Устройства измерительные Solinst

Методика поверки

МП 2511-0012-2022

Руководитель отдела
геометрических измерений


Н.А. Кононова

Инженер сектора 2513


Е.В. Костин

Зам. руководителя НИЛ 2411


В.М. Фуксов

И.о. руководителя НИЛ 2450


М.В. Беднова

г. Санкт-Петербург
2022

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на устройства измерительные Solinst, изготавливаемые Solinst Canada Ltd., Канада, (далее - устройства) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки обеспечивает прослеживаемость устройств к:

- ГЭТ 2-2021 Государственный первичный эталон единицы длины – метра,
- ГЭТ 34-2020 Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С,

- ГЭТ 35-2021 Государственный первичный эталон единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К,

- ГЭТ 132-2018 Государственный первичный эталон единицы удельной электрической проводимости жидкостей в диапазоне от 0,001 до 50 См/м.

1.3 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: непосредственное сличение.

1.4 Допускается в соответствии с заявлением владельца средства измерений периодическая поверка отдельных измерительных каналов из состава устройств для меньшего числа измеряемых величин. Методикой поверки не предусмотрена возможность периодической поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5 При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операций	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр	Да	Да	6
2 Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	7
3 Проверка программного обеспечения*	Да	Да	8
4 Определение метрологических характеристик, подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	9
4.1 Проверка диапазона и определение приведенной погрешности измерений расстояния	Да	Да	9.1
4.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры жидкости*	Да	Да	9.2
4.3 Проверка диапазона и определение погрешности измерений удельной электрической проводимости жидкости**	Да	Да	9.3

* только для моделей 107 и 201,
** только для модели 107

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов по одному из пунктов.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия измерений:

- диапазон температуры окружающего воздуха, °С от 15 до 25,
- диапазон относительной влажности окружающего воздуха, % от 30 до 80,
- диапазон атмосферного давления окружающего воздуха, кПа от 87,0 до 107,0.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки устройств должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7 Подготовка к поверке и опробование	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С;</p> <p>средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 100 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %;</p> <p>средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 87,0 до 107,0 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ кПа;</p> <p><i>вспомогательное оборудование:</i> ёмкость стеклянная высотой от 500 до 1000 мм и диаметром не менее 100 мм</p>	<p>Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7Р-03-И-Д, рег. № 71394-18</p> <p>цилиндр стеклянный высотой 520 мм и диаметром 120 мм по ГОСТ 18481-87</p>
п. 9.1 Проверка диапазона и определение приведенной погрешности измерений расстояния	<p>Государственный рабочий эталон 3 разряда единицы длины по Государственной поверочной схеме 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 (часть 2), утвержденной Приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840, диапазон измерений не менее (0,001-5) м</p> <p><i>вспомогательное оборудование:</i> ёмкость стеклянная высотой от 500 до 1000 мм и диаметром не менее 100 мм; стальная пластина длиной от 250 до 300 мм, шириной не более половины диаметра ёмкости стеклянной, толщиной не более 10 мм (для модели 105); компаратор, представляющий из себя горизонтальный стол длиной не менее 5 м с приспособлениями для закрепления начальных концов ленты</p>	<p>Лента измерительная эталонная 3-го разряда, рег. № 36469-07</p> <p>цилиндр стеклянный высотой 520 мм и диаметром 120 мм по ГОСТ 18481-87</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	измерительной и ленты (кабеля) устройства и совмещения их шкал, а также блоками и струнами с грузами для их натяжения массой: 5 кг для ленты измерительной длиной до 10 м, 10 кг - более 10 м, 0,2 и 0,5 кг для ленты (кабеля) устройства; лупа с увеличением 10 ^x	лупа ЛИ с увеличением 10 ^x по ГОСТ 25706-83
п. 9.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры	Рабочие эталоны не ниже 3 разряда по ГОСТ 8.558- 2009, в диапазоне значений от -20 °С до +125 °С (для модели 201), в диапазоне значений от -15 °С до +50 °С (для модели 107)	Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100М 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009, рег. № 70903-18; измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15 М, рег. № 19736-11; термостаты переливные прецизионные ТПП-1, мод. ТПП-1.0, ТПП-1.1, рег. № 33744-07, диапазоны: от +35 до +300 °С и от -40 до +100 °С, нестабильность поддержания в соответствии с описанием типа
п. 9.3 Проверка диапазона и определение абсолютной и относительной погрешностей измерений удельной электрической проводимости	Эталон единицы удельной электрической проводимости жидкостей и средства измерений, соответствующие эталонам не ниже 2 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей, утвержденной Приказом Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2771 в диапазоне измерений от 1·10 ⁻⁶ до 150 См/м, с допускаемой относительной погрешностью ±0,25 %; <i>вспомогательное оборудование:</i> растворы удельной электрической проводимости жидкости по Р 50.2.021-2002; термостат жидкостной, нестабильность поддержания температуры в течение 30 минут ±0,2 °С в диапазоне температур от 20 °С до 70 °С	Кондуктометр лабораторный автоматизированный «КЛ-4 Импульс», рег. № 12048-04

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

4.2 Применяемые средства поверки должны быть поверены согласно порядку, установленному приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510, или аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга России от 11.02.2020 № 456.

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки устройств должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации устройств и средств поверки.

5.2 Приспособление компаратора должно надежно удерживать на столе ленту измерительную и ленту (кабель) устройства при натяжении грузами.

6 Внешний осмотр

Внешний осмотр проводится визуально. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие устройства следующим требованиям:

- наличие четкой маркировки устройства и ее соответствие требованиям паспорта,
- соответствие комплектности устройства требованиям паспорта,
- отсутствие загрязнений на измерительной ленте (кабеле) устройства,
- отсутствие механических повреждений и дефектов, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики устройства, а также препятствующих проведению поверки.

7 Подготовка к поверке и опробование

7.1 Провести контроль условий поверки в помещении, где проводится поверка.

7.2 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7.3 Выдержать поверяемое устройство и средства поверки на месте, где проводится поверка, не менее 2 часов.

7.4 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с паспортом устройств и выполнить следующие подготовительные работы:

- включить устройство в соответствии с паспортом,
- проверить состояние элемента питания в соответствии с паспортом,
- для моделей 101, 101D, 102, 102M установить максимальный уровень чувствительности,
- для модели 107 приготовить в соответствии с Р 50.2.021-2002 ГСИ. «Эталонные растворы удельной электрической проводимости жидкостей. Методика приготовления и первичной поверки» контрольные растворы удельной электрической проводимости жидкости с номинальными значениями в поддиапазонах: от 0,008 до 0,012 См/м, от 0,048 до 0,052 См/м, от 0,088 до 0,092 См/м, от 0,38 до 0,42 См/м, от 4,8 до 5,2 См/м, от 7,2 до 7,6 См/м, в объеме, которого будет достаточно для серии не менее чем из трех измерений.

7.5 При опробовании проверяется работоспособность устройств. Для этого необходимо погрузить зонд устройства в ёмкость с жидкостью (вода), при этом зонд не должен касаться стенок ёмкости. Уровень жидкости в ёмкости установить не менее 10 мм. Работоспособность устройств моделей 122, 122M проверяется на проводящей и непроводящей жидкостях (вода и нефтепродукт).

Результаты опробования считаются положительными, если:

- для моделей 101, 101D, 102, 102M при погружении зонда в жидкость происходит срабатывание светового и звукового сигналов,

- для моделей 122, 122М при погружении зонда в жидкость происходит срабатывание светового сигнала, а также прерывистого звукового сигнала на проводящей жидкости и непрерывного – на непроводящей,

- для модели 201 при погружении зонда в жидкость происходит срабатывание светового и звукового сигналов, а также изменение показаний температуры,

- для модели 107 при погружении зонда в жидкость происходит срабатывание светового и звукового сигналов, а также изменение показаний температуры и удельной электрической проводимости,

- для модели 105 при касании зондом дна ёмкости (вдавливании плунжера в зонд) - срабатывание медленных прерывистых светового и звукового сигналов, при поднесении к зонду металлического объекта (например, стальная пластина) происходит срабатывание быстрых прерывистых светового и звукового сигналов.

8 Проверка программного обеспечения

Проверка программного обеспечения проводится только для устройств моделей 107 и 201.

Для идентификации программного обеспечения (далее - ПО) необходимо включить устройство в соответствии с паспортом.

Наименование и номер версии ПО отображается на дисплее устройства при его включении.

Идентификационные данные ПО должны соответствовать приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	модель 107	модель 201
Идентификационное наименование ПО	TLC	WLTM
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0	не ниже 1.0

9 Определение метрологических характеристик, подтверждение соответствия метрологическим требованиям

9.1 Проверка диапазона и определение приведенной погрешности измерений расстояния

Определение приведенной погрешности измерений расстояния проводят методом непосредственного сличения показаний устройства с показаниями ленты измерительной металлической 3 разряда (далее лента измерительная) при срабатывании датчика устройства и определении действительных значений длины интервалов ленты (кабеля) устройства.

9.1.1 С внешней стороны ёмкости с помощью штатива закрепить ленту измерительную так, чтобы её нулевое деление совмещалось с краем ёмкости. Для модели 105 с внутренней стороны ёмкости закрепить металлическую пластину таким образом, чтобы её край совпадал с краем ёмкости. На верхний край ёмкости поставить направляющий блок из комплекта поставки устройства (для моделей 102М и 122М при наличии).

Установить уровень жидкости в ёмкости приблизительно 100 мм. Для устройств моделей 122 и 122М измерения проводят на проводящей и непроводящей жидкостях.

Медленно опускать зонд устройства в ёмкость, используя направляющий блок (для моделей 102М и 122М при наличии).

Снять показание, соответствующее расстоянию от верхнего края ёмкости до измеряемой поверхности (граница раздела сред газ/жидкость (кроме модели 105), нижний край металлической пластины и дно ёмкости для модели 105), с ленты измерительной и ленты (кабеля) устройства:

- для всех моделей кроме 105 при погружении зонда в жидкость происходит срабатывание светового и звукового сигналов,

- для модели 105 при достижении зондом нижнего края стальной пластины происходит срабатывание быстрых прерывистых звукового и светового (мигающий красный свет) сигналов,

при касании зондом дна ёмкости (вдавливании плунжера в зонд) происходит срабатывание медленных прерывистых звукового и светового (мигающий красный свет) сигналов.

9.1.2 Ленту измерительную и ленту (кабель) устройства укладывают на стол компаратора так, чтобы их края соприкасались по всей длине и были параллельны оси компаратора. Закрепить их начальные концы с помощью специального приспособления таким образом, чтобы совместить начальный штрих шкалы устройства с соответствующим штрихом ленты измерительной. Противоположный конец ленты измерительной и ленты (кабеля) устройства должны быть соединены с грузами посредством тросов для создания натяжения.

Общую длину и интервалы шкалы ленты (кабеля) устройства сравнивают с соответствующими делениями ленты измерительной. Разность общей длины ленты (кабеля) устройства и ленты измерительной и длин их отдельных интервалов измеряют при помощи лупы. При обработке результатов измерений учитывают поправки на общую длину и интервалы ленты измерительной, взятые из свидетельства о поверке (аттестации) на нее. Общую длину и длину участков ленты (кабеля) более 5 м определяют как сумму длин отдельных ее участков. Измерения проводят не менее чем в пяти контрольных точках равномерно распределенных в диапазоне измерений до 25 м, в диапазоне (поддиапазоне) измерений до 30 м и через каждые 10 м в поддиапазоне измерений свыше 30 м. Результаты измерений привести к 20 °С.

9.1.3 Вычислить приведенную погрешность измерений расстояния по формуле

$$\delta L = \frac{L_y - L_s}{L} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где L_y - значение расстояния, измеренное устройством, мм,

L_s - значение расстояния, измеренное лентой измерительной, мм,

L – верхний предел диапазона измерений расстояния.

9.1.4 За приведенную погрешность измерений расстояния принять наибольшее по модулю значение, вычисленное по формуле 1.

9.1.5 Устройство считается выдержавшим поверку, если диапазон и приведенная погрешность измерений расстояния соответствуют данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений расстояния*, м: модели 101, 101D модели 105, 201 модели 107, 122 модель 122M модель 102: с зондом P4, с зондом P10 модель 102M: с зондом P4, с зондом P10	от 0,25 до 1500 от 0,25 до 600 от 0,25 до 400 от 0,25 до 25 от 0,25 до 100 от 0,38 до 300 от 0,25 до 25 от 0,38 до 25
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений расстояния**, %, от верхнего предела диапазона измерений расстояния: модели 101, 101D, 102, 107 модель 102M модель 105 модель 201 модели 122, 122M	±0,03 ±0,1 ±0,02 ±0,04 ±0,015
Номинальная длина шкалы ленты (кабеля)***, м	25****, 30, 60, 100, 150, 250, 300, 400, 500, 600, 750, 900, 1000, 1500

Наименование характеристики	Значение
Номинальное усилие натяжения, Н: лента (модели 101, 101D, 105, 107, 201, 122) кабель (модели 102, 102M) кабель (122M)	5 2 5
* - верхний предел соответствует номинальной длине шкалы ленты (кабеля), ** - при температуре окружающего воздуха 20 °С и усилении натяжения ленты (кабеля), указанном в данной таблице, *** - в соответствии с паспортом (согласно заказу), **** - только модели 102M и 122M	

9.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры

9.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры жидкости проводится методом непосредственного сличения показаний устройства моделей 201, 107 с показаниями эталонного термометра.

Провести измерения температуры в пяти контрольных точках, равномерно распределенных по диапазону измерений температуры.

Эталонный термометр и зонд поверяемого устройства поместить в термостат таким образом, чтобы зонд устройства был полностью погружен в рабочую жидкость термостата, чувствительные элементы эталонного термометра и устройств находились на одном уровне.

Одновременно считывать показания эталонного термометра и поверяемого устройства после стабилизации показаний. Процедуру повторить во всех контрольных точках температуры переключением термостата в соответствующий режим.

9.2.2 Вычислить абсолютную погрешность измерений температуры жидкости по формуле

$$\Delta T = T_y - T_э , \quad (2)$$

где T_y - значение температуры, измеренное устройством, °С,

$T_э$ - значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

9.2.3 За абсолютную погрешность измерений температуры принять наибольшее по модулю значение, вычисленное по формуле 2.

9.2.4 Устройство считается выдержавшим поверку, если диапазон и абсолютная погрешность измерений температуры жидкости соответствуют данным, приведенным в таблице 5.

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры жидкости, °С: модель 107 модель 201	от -15 до +50 от -20 до +125
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры жидкости, °С: модель 107 модель 201 в поддиапазоне измерений: от -20 °С до -5 °С вкл. св. -5 °С до +50 °С вкл. св. +50 °С до +125 °С	±0,2 ±0,5 ±0,1 ±0,5

9.3 Проверка диапазона и определение абсолютной и относительной погрешностей измерений удельной электрической проводимости

9.3.1 Определение погрешности измерений удельной электрической проводимости жидкости (далее УЭП) устройства модели 107 проводится путем сравнения значений УЭП контрольных растворов хлористого калия, измеренных устройством, со значениями, полученными на кондуктометре лабораторном автоматизированном.

Провести измерения УЭП в термостате с уставленной температурой 25 °С при выдержке рабочего объема контрольного раствора в течение 30 минут.

После каждого погружения зонда устройства и измерения УЭП раствора использовать новую часть приготовленного раствора с тем же номинальным значением.

Измерения проводятся не менее трех раз с каждым номинальным значением раствора.

9.3.2 Вычислить абсолютную погрешность измерений УЭП в поддиапазоне измерений от 0,0005 до 0,1 См/м по формуле

$$\Delta\chi = \chi_y - \chi_z, \quad (3)$$

где χ_y – значение УЭП, измеренное измерителем, См/м;

χ_z – значение УЭП, измеренное лабораторным кондуктометром, См/м.

9.3.3 Вычислить относительную погрешность измерений УЭП в поддиапазоне измерений свыше 0,1 до 8 См/м по формуле

$$\delta\chi = \frac{\chi_y - \chi_z}{\chi_z} \cdot 100\%, \quad (4)$$

9.3.4 Устройство считается выдержавшим поверку, если диапазон и погрешность измерений УЭП жидкости соответствуют данным, приведенным в таблице 6.

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений УЭП, См/м	от 0,0005 до 8
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений УЭП в поддиапазоне измерений от 0,0005 до 0,1 См/м включ., См/м	±0,01
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений УЭП в поддиапазоне измерений св. 0,1 до 8 См/м, %	±5

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки устройств оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

10.2 Устройство, удовлетворяющий требованиям настоящей методики поверки, признают годным к применению. В случае отрицательных результатов по любому из вышеперечисленных пунктов устройство признается негодным к применению.

10.3 Результаты поверки 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, на средство измерений выдается свидетельство о поверке или извещение о непригодности. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Приложение А
Форма протокола поверки (рекомендуемая)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____

Устройство измерительное Solinst, модель _____,
заводской № _____, введенный в эксплуатацию (отремонтированный)

(дата ввода в эксплуатацию или ремонта, предприятие – изготовитель или ремонтное предприятие)

Условия проведения поверки:

Температура окружающего воздуха, °С _____
Относительная влажность окружающего воздуха, % _____
Атмосферное давление, кПа _____

Методика поверки:

МП 2511-0012-2022 «ГСИ. Устройства измерительные Solinst. Методика поверки».

Средства поверки:

(наименование, номер свидетельства о поверке)

Результаты поверки

- 1 Внешний осмотр
- 2 Проверка программного обеспечения
- 3 Опробование
- 4 Определение метрологических характеристик

4.1 Проверка диапазона и определение приведенной погрешности измерений расстояния
Таблица 1

Значение расстояния, измеренное средством поверки, мм	Значение расстояния, измеренное устройством, мм	Приведенная погрешность измерений расстояния, %

4.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры жидкости
Таблица 2

Значение температуры, измеренное средством поверки, мм	Значение температуры, измеренное устройством, мм	Абсолютная погрешность измерений температуры, °С

