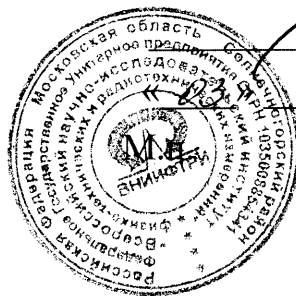


СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Дальномер лазерный лунный
ИБПА.462215.003**

Методика поверки

МП 651-25-056

**пгт. Менделеево
2025 г.**

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ ..	5
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	7
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	8
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	8
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	11

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на дальномер лазерный лунный ИБПА.462215.003 (далее – ЛЛД), изготовленный Акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения» (АО «НПК «СПП»), г. Москва, и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

1.2 Метрологические характеристики указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
Максимальная измеряемая двусторонняя дальность, км	400 000
Инструментальная погрешность (при доверительной вероятности 0,67) измерения двусторонней дальности до ретрорефлекторов, установленных на поверхности Луны для «нормальных» точек на интервалах усреднения до 1000 с:	
случайная составляющая погрешности, не более, м	0,003
систематическая составляющая погрешности, не более, м	0,003
Пределы допускаемых смещений шкал времени СЧВС ЛЛД относительно национальной шкалы времени UTC(SU), нс	±100

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость ЛЛД к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 по локальной поверочной схеме для средств измерения длины в диапазоне от 1 до 400 000 км, утвержденной ФГУП «ВНИИФТРИ» 19.05.2025 г. и к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утверждённой приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360.

1.4 Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Для поверки ЛЛД должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	да	да	7
2 Контроль условий поверки	да	да	8.2
3 Опробование	да	да	8.4

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
4 Проверка ПО средства измерений	да	да	9
5 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:	да	да	10
5.1 Определение максимальной измеряемой двусторонней дальности и инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) измерения двусторонней дальности до ретрорефлекторов, установленных на поверхности Луны для «нормальных» точек на интервалах усреднения до 1000 с	да	да	10.1
5.2 Определение пределов допускаемых смещений шкал времени СЧВС ЛЛД относительно национальной шкалы времени UTC(SU)	да	да	10.2
6 Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных измерительных блоков или меньшего числа измеряемых величин, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки.

2.3 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 2 ЛЛД бракуется и отправляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку ЛЛД проводят в климатических условиях, сложившихся на момент проведения поверки.

3.2 Условия поверки должны удовлетворять следующим требованиям:

- температура окружающего воздуха для телескопа ТИ 3.12, °С от -35 до +35;
- температура окружающего воздуха для программно-аппаратной части, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 66,67 до 101,32.

3.3 Условия проведения поверки должны соответствовать эксплуатационным документам и (или) требованиям правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требованиям эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных средств.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, имеющие квалификацию поверителя в области измерения времени и частоты, длины, изучившие эксплуатационные документы поверяемого ЛЛД и применяемых средств поверки, имеющие навык работы на персональном компьютере.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Требования к метрологическим и техническим характеристикам средств поверки изложены в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

<i>Операции поверки, требующие применение средств поверки</i>	<i>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</i>	<i>Перечень рекомендуемых средств поверки</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
п. 8.2 Контроль условий поверки	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от -35 °С до +30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 80 % с погрешностью не более ± 3 %	Метеостанция автоматическая Vaisala WXT520, рег. № 40333-14 Измеритель параметров ветра ИПВ-01, рег. № 24996-03
	Средство измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 342 до 418 В с относительной погрешностью не более 3 %; средство измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,25$ Гц	Мультиметр цифровой DT-9939, рег. № 58550-14

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Диапазон измерений длин: L до 60 м, среднее квадратическое отклонение результата измерений $S = 1$ мкм, неисключенная систематическая погрешность (при доверительной вероятности 0,99) $\Theta(p) = \pm 5$ мкм; L от 24 до 3000 м, среднее квадратическое отклонение результата измерений $S = 0,03 \dots 0,7$ мм, неисключенная систематическая погрешность (при доверительной вероятности 0,99) $\Theta(p) = \pm 0,2$ мм; L от 1 до 4000 км, пределы допускаемого абсолютного среднего квадратического отклонения результата измерений $S = 1 \dots 20$ мм, неисключенная систематическая погрешность (при доверительной вероятности 0,99) $\Theta(p) = \pm 26$ мм, по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1374 от 7 июня 2024 г.	Государственный первичный специальный эталон единицы длины ГЭТ 199-2024
	Пределы допускаемых смещений национальной шкалы времени UTC(SU) относительно шкалы Всемирного координированного времени UTC ± 3 нс по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты (приказ Росстандарта от 26.09.2022 № 2360)	Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022
	Интерфейс Ethernet и RS232, ОС Windows 7, 10, процессор с тактовой частотой 400 МГц, ОЗУ 128 Мб	Вспомогательное средство. Персональный компьютер

5.2 Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого ЛЛД с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь сведения о результатах поверки или аттестации в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, регламентированные в ГОСТ ИЕС 61010-1-2014, а также изложенные в эксплуатационной документации на ЛЛД и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить соответствие ЛЛД следующим требованиям:

- соответствие маркировки ЛЛД описанию типа;
- соответствие комплектности ЛЛД п.1.3 ИБПА.462215.003РЭ;
- сохранность пломб;
- чистота и исправность соединителей;
- отсутствие внешних механических повреждений корпуса, которые могут оказывать влияние на метрологические характеристики, и ослабления элементов конструкции;
- сохранность органов управления.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются условия п. 7.1, в противном случае ЛЛД бракуют.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовить ЛЛД к работе в соответствии с руководством по его эксплуатации (далее - РЭ), средства поверки – в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2 Перед поверкой ЛЛД убедиться, что условия поверки соответствуют указанным в разделе 3.

8.3 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность рекомендуемых (или аналогичных им) средств поверки;
- заземлить (если это необходимо) на общую точку заземления средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в эксплуатационной документации).

8.4 Опробование

8.4.1 Опробование ЛЛД провести последовательно в соответствии с указаниями, приведенными в разделе 3.2 ИБПА.462215.003РЭ.

8.4.2 Результаты поверки считать положительными, если индикация ЛЛД соответствует описанию в РЭ, в противном случае ЛЛД бракуют.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 На БРС СИД запустить клиентский компонент.

Нажать вкладку «Справка», затем «О программе».

В открывшемся окне зафиксировать идентификационные данные и убедиться, что номер версии ПО соответствует описанию типа.

9.2 Результаты поверки считать положительными, если номер версии ПО, соответствует описанию типа. В противном случае ЛЛД бракуют.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.

10.1 Определение максимальной измеряемой двусторонней дальности и инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) измерения двусторонней дальности до ретрорефлекторов, установленных на поверхности Луны для «нормальных» точек на интервалах усреднения до 1000 с

10.1.1 Для определения максимальной измеряемой двусторонней дальности ЛЛД загрузить файл измерений, сформированный по результатам лазерной локации по панелям угловых отражателей, установленных на поверхности Луны, при помощи ЛЛД.

10.1.2 Для определения инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,67) измерения двусторонней дальности в части случайной и систематической составляющей погрешности, необходимо выполнить следующие операции:

Установить геодезический трегер из состава Государственного первичного специального эталона единицы длины ГЭТ 199-2024 (далее – ГЭТ 199-2024) на геодезическую платформу, расположенную в башенно-поворотном укрытии ЛЛД (рисунок 1).

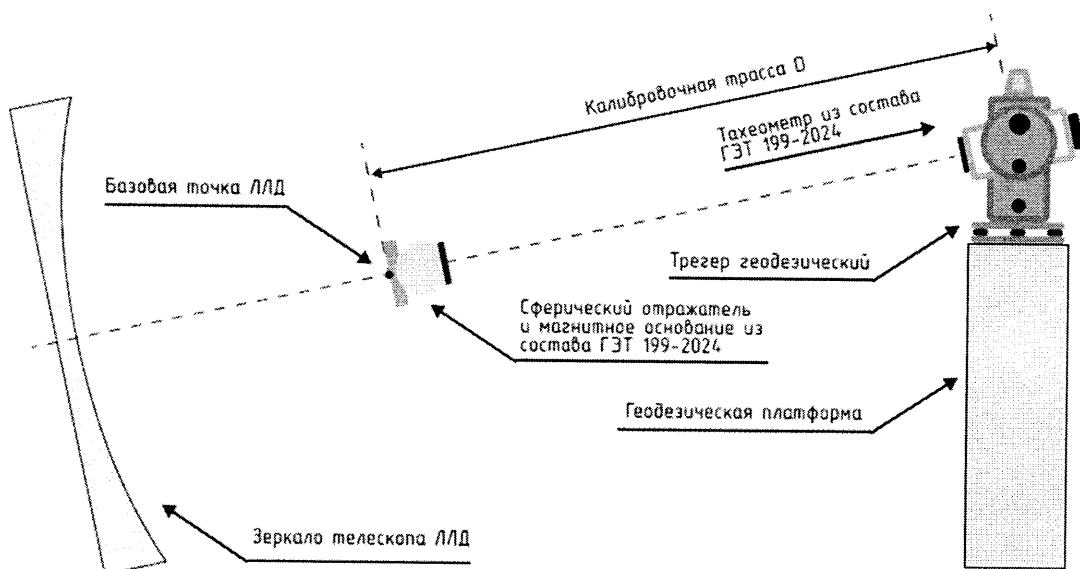


Рисунок 1 – Схема измерения длины калибровочной трассы с помощью тахеометра

Установить тахеометр электронный из состава ГЭТ 199-2024 в геодезический трегер и привести его в рабочее положение в соответствии с руководством по эксплуатации на тахеометр. В базовой точке ЛЛД (рисунок 1) установить сферический уголкового отражателя на магнитном основании из состава ГЭТ 199-2024. Значение расстояния от центра отражателя до базовой точки ЛЛД получить из сертификата калибровки отражателя и магнитного основания, входящего в комплект ЭД на ГЭТ 199-2024. Ввести значение расстояния от центра отражателя до базовой точки в память тахеометра. Вращением наводящих винтов навести зрительную трубу тахеометра на центр отражателя. Ввести в память тахеометра метеопараметры, полученные от средств измерений метеопараметров из состава ГЭТ 199-2024.

Выполнить измерения длины калибровочной трассы D тахеометром по методикам, приведенным в эксплуатационной документации на ГЭТ 199-2024. Сохранить результат измерений во внутреннюю память тахеометра или занести в журнал измерений произвольной формы. Выполнить измерения длины калибровочной трассы D ЛЛД не менее 30 раз. Принять измеренное значение длины калибровочной трассы тахеометром за действительное значение длины калибровочной трассы $D_{дейст.}$

Извлечь тахеометр из трегера и установить на его место уголкового отражатель № 1 из состава ЛЛД (далее - УО1) согласно рисунку 2. В базовой точке ЛЛД вместо сферического отражателя из состава ГЭТ 199-2024 установить уголкового отражатель № 2 из состава ЛЛД (далее - УО2). Выполнить измерения длины калибровочной трассы D ЛЛД по методикам, приведенным в ЭД на него не менее 30 раз. Сохранить результаты измерений в ПО, входящим в состав ЛЛД, или занести в журнал измерений произвольной формы. Допускается уточнение расположения УО на калибровочной трассе с учетом приведения длины трассы, измеренной ЛЛД, в систему координат эталонного тахеометра.

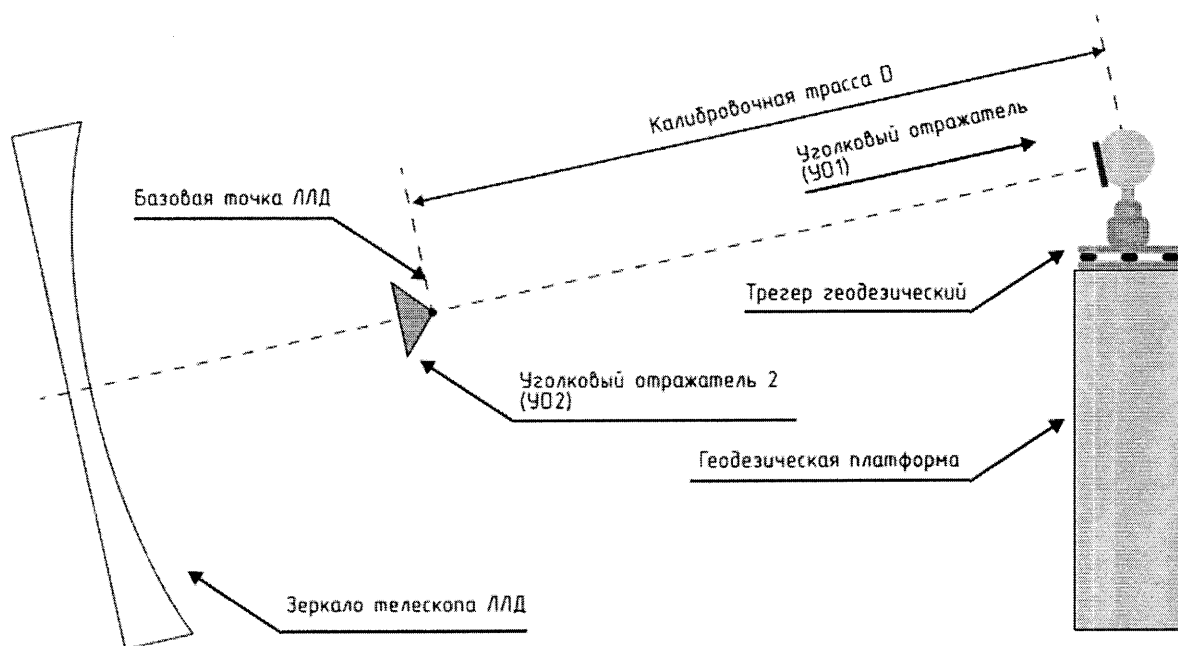


Рисунок 2 – Схема измерения длины калибровочной трассы с помощью ЛЛД

Вычислить случайную составляющую инструментальной погрешности ЛЛД по формуле (1):

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (D_{\text{ЛЛД}i} - \bar{D}_{\text{ЛЛД}})^2}{(n-1)}}, \quad (1)$$

где S_D - случайная составляющая инструментальной погрешности ЛЛД;

$D_{\text{ЛЛД}i}$ - полученное значение длины калибровочной трассы с помощью ЛЛД в i -й прием измерений;

$\bar{D}_{\text{ЛЛД}} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{\text{ЛЛД}i}}{n}$ - среднее арифметическое значение измерений длины калибровочной трассы ЛЛД;

n - количество измерений.

Вычислить систематическую составляющую инструментальной погрешности ЛЛД по формуле (2):

$$R_D = \frac{\sum_{i=1}^n (D_{\text{ЛЛД}i} - D_{\text{дейст}})}{n}, \quad (2)$$

где R_D - систематическая составляющая инструментальной погрешности ЛЛД;

$D_{\text{дейст}}$ – эталонное (действительное) значение длины калибровочной трассы, полученное с помощью тахеометра из состава ГЭТ 199-2024;

10.1.3 Результаты операции поверки считать положительными, если значение максимальной измеряемой двусторонней дальности ЛЛД не менее 400 000 км; значение случайной составляющей инструментальной погрешности ЛЛД не более 0,003 м, значение систематической составляющей инструментальной погрешности ЛЛД не более 0,003 м.

10.2 Определение смещения шкалы времени СЧВС ЛЛД относительно национальной шкалы времени UTC(SU)

10.2.1 Предел допускаемых смещений шкалы времени СЧВС ЛЛД относительно национальной шкалы времени UTC(SU) оценивается как максимальное значение ряда сеансных оценок разности шкал времени СЧВС ЛЛД и UTC(SU).

10.2.2 Исходными данными для вычисления предела допускаемых смещений шкалы времени СЧВС ЛЛД относительно национальной шкалы времени UTC(SU) являются стандартные файлы в формате CGGTTS, полученные по результатам измерений радионавигационных параметров приемника сигналов НКА ГЛОНАСС и GPS СЧВС ЛЛД и опорного приёмника сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) из состава ГЭТ 1–2022 при $\tau_b = 16$ мин на $\tau_n = 1$ сут, в соответствии с формулой (3):

$$\Delta T_{[\text{UTC(SU)} - \text{счвс ллд}]} = \Delta T_{[\text{UTC(SU)} - \text{швс гнсс}]} - \Delta T_{[\text{счвс ллд} - \text{швс гнсс}]}, \quad (3)$$

где $\Delta T_{[\text{UTC(SU)} - \text{швс гнсс}]}$, $\Delta T_{[\text{счвс ллд} - \text{швс гнсс}]}$ сеансные оценки разности шкал времени, полученные по результатам измерений радионавигационных параметров приемника сигналов НКА ГЛОНАСС и GPS СЧВС ЛЛД и опорного приёмника сигналов ГНСС из состава ГЭТ1–2022 на интервале времени наблюдения 1 сутки.

10.2.3 Результаты поверки считать положительными, если смещения шкалы времени СЧВС ЛЛД относительно национальной шкалы времени UTC(SU) находятся в пределах ± 100 нс.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки ЛЛД подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включёнными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По письменному заявлению владельца ЛЛД или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке ЛЛД или извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причины непригодности.

11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

Начальник отделения ГМЦ ГСВЧ
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.Н. Федотов

Начальник отдела № 71 – ученый
хранитель государственного эталона
ФГУП «ВНИИФТРИ»



И.Б. Норец

Начальник отдела 83 НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.В. Мазуркевич

Инженер I категории
лаборатории № 714 ФГУП «ВНИИФТРИ»



С.А. Семенов

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

ЛОКАЛЬНАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛИНЫ

