

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»

М.п. В.А. Лапшинов
«05» ноября 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Аппаратура геодезическая спутниковая 4GNSS

Методика поверки

МП-269-2023

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки аппаратуры геодезической спутниковой 4GNSS (далее – аппаратура), применяемой в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длин базисов, м	от 0 до 30000
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин базисов в режимах*:	
«Статика», мм:	
- в плане	$\pm 2 \cdot (2,5 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$
- по высоте	$\pm 2 \cdot (5,0 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$
«Кинематика в реальном времени (RTK)», мм:	
- в плане	$\pm 2 \cdot (8 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$
- по высоте	$\pm 2 \cdot (15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$
«Precise Point Position в режиме реального времени» (PPP-RTK)», мм:	
- в плане	$\pm 2 \cdot 100$
- по высоте	$\pm 2 \cdot 200$
«Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)», мм:	
- в плане	$\pm 2 \cdot 500$
- по высоте	$\pm 2 \cdot 1000$
* при доверительной вероятности 0,95 где L – измеряемая длина в мм	

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

1.3 Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы длины методом непосредственного сличения от рабочего эталона 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г. № 1374, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному специальному эталону: ГЭТ199-2024 - Государственный первичный специальный эталон единицы длины.

1.4 В случае применения аппаратуры для работ, не требующих использования всех измерительных каналов, при проведении поверки по письменному заявлению владельца СИ допускается поверка отдельных измерительных каналов, с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Статика»	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Precise Point Position в режиме реального времени» (PPP-RTK)»	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)»	Да	Да	10.4

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от минус 40 до плюс 70.

Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталон) должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 40 °С до плюс 70 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Статика»; п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»;	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г. № 1374 – Базис эталонный, пространственный полигон или комплекс базисный эталонный, (0 – 30) км, ПГ не более $\pm(1+1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ мм, где L – измеряемая длина в мм;	Полигон пространственный эталонный «Центральный», рег. № 81551-21; Эталон единицы длины 3 разряда 3.7.АЖБ.0004.20 24
п. 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Precise Point Position в режиме реального времени» (PPP-RTK)»;	Вспомогательное оборудование: Средство измерений длины в соответствии с Государственной поверочной схемой 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840 – рулетка измерительная, КТЗ по ГОСТ 7502-98;	Рулетки измерительные металлические торговой марки "Калиброн", рег. № 71665-18
п. 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)»	Аппаратура потребителя геодезическая в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07 июня 2024 г. № 1374 с метрологическими характеристиками не хуже, чем у поверяемого средства измерений в соответствующем режиме	Аппаратура геодезическая спутниковая 4GNSS серии OC-110, OC-210, OC-123M, FlyBox, рег. № 81343-21
Примечание: Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений приведенному в описании типа

описанию и изображению;

- маркировки требованиям описания типа;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка программного обеспечения Web Survey.

Идентификация версии ПО Web Survey проводится при подключении к аппаратуре через веб-интерфейс. Для этого в веб-интерфейсе необходимо перейти в меню «МПО» на вкладку «Программное обеспечение». Версия Web Survey отображается в строке «Веб-интерфейс».

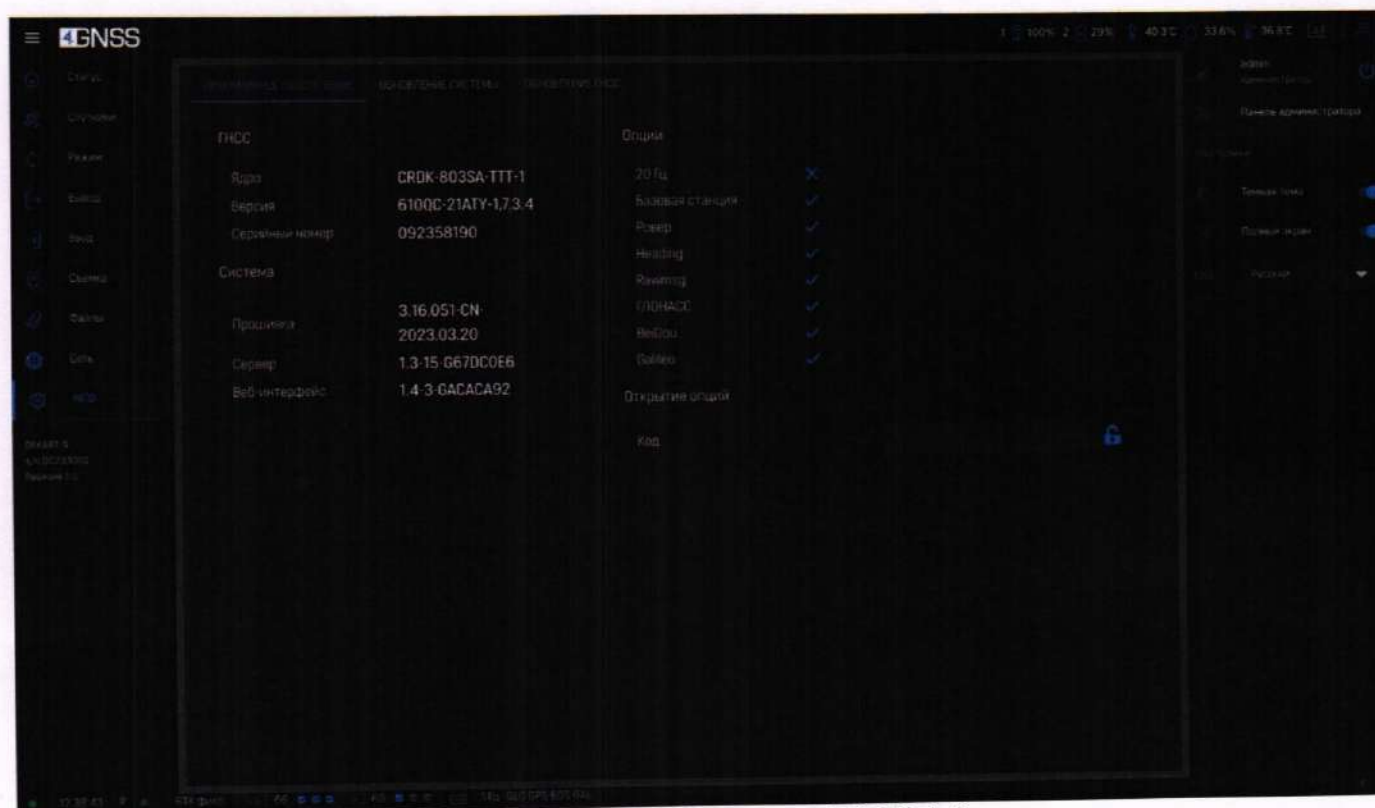


Рисунок 1 – Идентификация ПО Web Survey

9.2 Проверка программного обеспечения CompassUpdate_K803, CompassUpdate_K823.

Для проверки версии ПО CompassUpdate соединитесь с портом настройки. Откройте порт в любой терминальной программе. Запросите: LOG VERSION

В появившемся сообщении будет отображена текущая версия МПО навигационной платы приемника.

9.3 Проверка программного обеспечения КРЕДО ГНСС

Проверка версии ПО Кредо ГНСС проводится непосредственно из окна запущенной программы. В главном меню нажмите на кнопку «Справка» и выберите «О программе». Появится окно с информацией о версии программного обеспечения.

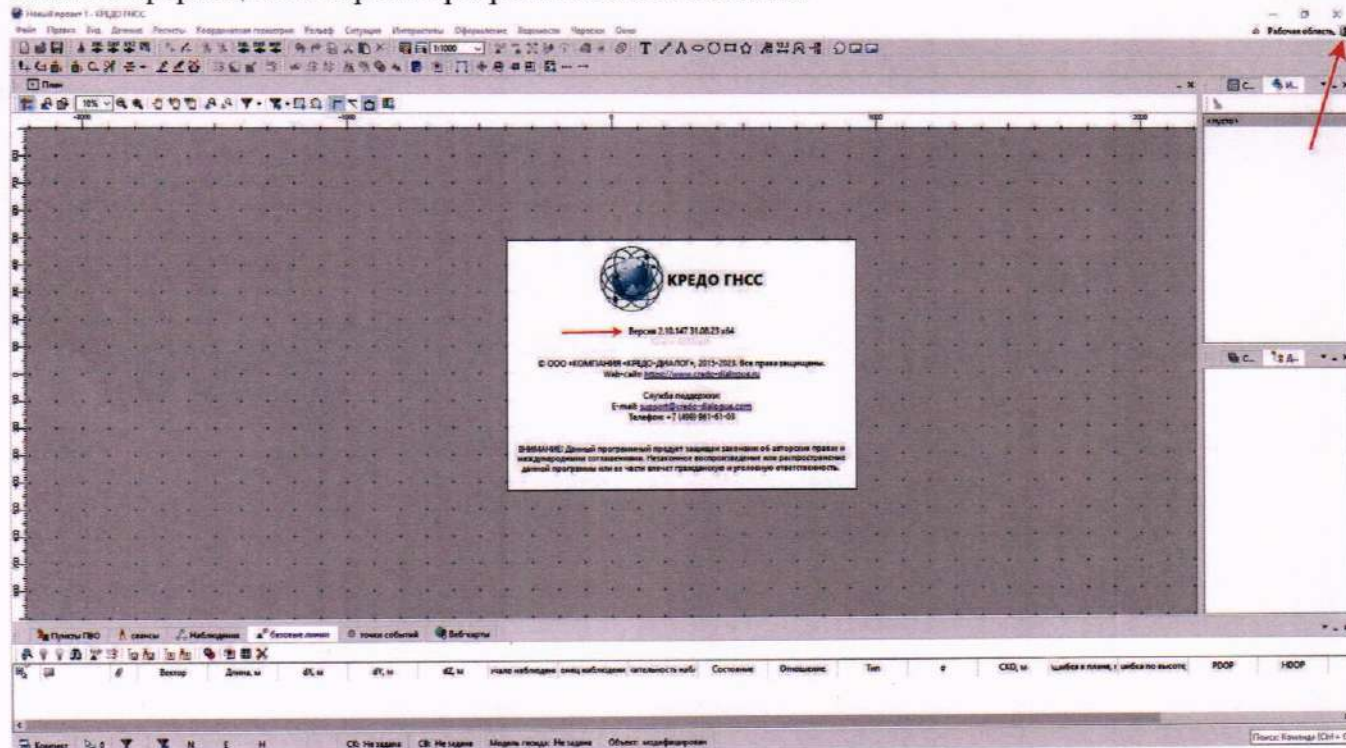


Рисунок 1 – КРЕДО ГНСС

Результат проверки считают положительным, если:

- наименование ПО соответствует указанному в описании типа
- номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Статика»

10.1.1 Абсолютная погрешность измерений длин базисов в режиме «Статика» определяется с использованием базисных линий, входящих в состав базиса эталонного, пространственного полигона или комплекса базисного эталонного в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений.

10.1.2 Необходимо провести измерения не менее трёх базисных линий (далее – базисов), действительные значения длин которых расположены в заявляемом диапазоне измерений аппаратуры, при этом длина минимального определяемого базиса должна быть от 10 до 100 м, длина максимального определяемого базиса должна быть от 27 до 30 км. Длину каждого базиса измерить не менее 5 раз.

10.1.3 Установить поверяемую аппаратуру над центрами пунктов, расположенных на концах базисных линий и привести ее спутниковые антенны к горизонтальной плоскости.

10.1.4 Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

10.1.5 Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям эксплуатационной документации.

10.1.6 Убедиться в правильности функционирования и отсутствии помех приему сигнала со спутников.

10.1.7 Провести измерения на поверяемой аппаратуре при условиях, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Условия проведения измерений.

Режим измерений	Кол-во спутников, шт.	Время измерений, мин	Интервал между эпохами, с.
«Статика»	≥ 6	от 20 до 60	1
«Кинематика в реальном времени (RTK)»			
«Precise Point Position в режиме реального времени» (PPP-RTK)»			
«Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)»			
Поверка проводится при устойчивом закреплении поверяемой аппаратуры, открытом небосводе, отсутствии электромагнитных помех и многолучевого распространения сигнала спутников, а также при хорошей конфигурации спутниковых группировок. Значение геометрического фактора PDOP не должно превышать 3			

10.1.8 Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

10.1.9 Провести обработку данных с использованием ПО КРЕДО ГНСС в соответствии с документом «КРЕДО ГНСС. Обработка спутниковых геодезических измерений. Руководством пользователя».

10.1.10 Среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) измерений длин базисов δL определяется по формуле

$$\delta_{Li} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (L_{ij} - \bar{L}_i)^2}{n - 1}} \quad (1)$$

где δ_{Li} – СКО измерений i -й длины базисной линии в плане/по высоте, мм;

L_{ij} – измеренное аппаратурой значение i -й длины базисной линии в плане/по высоте, мм;

$\bar{L}_i = \frac{\sum_{j=1}^n L_{ij}}{n}$ – среднее арифметическое из n измеренных значений длины базисной

линии в плане/по высоте, мм;

j – номер измерения;

n – число измерений

10.1.11 Систематическая погрешность измерений вычисляется по формуле

$$D_{Li} = \frac{\sum_{j=1}^n (L_{ij} - L_{i0})}{n} \quad (2)$$

где D_{Li} – систематическая погрешность измерений i -й длины базисной линии в плане/по высоте, мм;
 L_{ij} – измеренное аппаратурой значение i -й длины базисной линии в плане/по высоте, мм;
 L_{i0} – эталонное значение i -й длины базисной линии в плане/по высоте, мм;
 j – номер измерения;
 n – число измерений

10.1.12 Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) длин базисов вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности (СКО) и определяется по формуле

$$\Delta_{Li} = \pm(|D_{Li}| + 2 \cdot \delta_{Li}) \quad (3)$$

где Δ_{Li} – абсолютная погрешность измерений i -й длины базисной линии в плане/по высоте, мм. Знак абсолютной погрешности принимают тот же, что и при вычислении систематической погрешности измерений;
 D_{Li} – систематическая погрешность измерений i -й длины базисной линии в плане/по высоте, мм;
 δ_{Li} – СКО измерений i -й длины базисной линии в плане/по высоте, мм
 Значения полученных абсолютных погрешностей измерений не должны превышать значений, указанных в п.1 настоящей методики поверки.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»

10.2.1 Абсолютная погрешность измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» определяется с использованием базисных линий, входящих в состав базиса эталонного, пространственного полигона или комплекса базисного эталонного в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений.

10.2.2 Необходимо провести многократно, не менее 10 раз, измерения не менее 3 длин базисных линий (базисов), действительные значения длин которых расположены в заявляемом диапазоне измерений аппаратуры.

10.2.3 Установить поверяемую аппаратуру над центрами пунктов, расположенных на концах базисных линий и привести их спутниковые антенны к горизонтальной плоскости.

10.2.4 Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

10.2.5 Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям эксплуатационной документации.

10.2.6 Убедиться в правильности функционирования и отсутствии помех приему сигнала со спутников.

10.2.7 Провести измерения на поверяемой аппаратуре при условиях, указанных в таблице 4.

10.2.8 Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

10.2.9 Провести обработку данных с использованием ПО КРЕДО ГНСС в соответствии с документом «КРЕДО ГНСС. Обработка спутниковых геодезических измерений. Руководством пользователя»:

- создать **Новый проект**

- произвести импорт «сырых» измерений в виде файлов формата .CNB

Файл – Импорт – Импорт измерений

- указать модель ГНСС-антенны, высоту и способ ее измерения.
- в свойствах проекта выбрать спутниковые системы, участвующие в обработке данных: GPS, ГЛОНАСС, Beidou, Galileo.

Файл – Свойства проекта – Параметры расчетов – Системы позиционирования

- произвести расчет базовой линии

Расчет – Расчет базовой линии

- при успешном расчете базовой линии, на вкладке **Базовые линии** можно увидеть такую информацию как: длина базовой линии, СКО, ошибка в плане, ошибка по высоте.

За измеренное значение длины базиса принимается рассчитанное в ПО значение **Базовой линии**.

10.2.10 СКО измерений длин базисов δ_L определяется по формуле (1).

10.2.11 Абсолютная погрешность измерений длин базисов определяется как сумма систематической и случайной погрешностей по формуле (3).

Значения абсолютных погрешностей измерений не должны превышать значений, указанных в п.1 настоящей методики поверки.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Precise Point Position в режиме реального времени» (PPP-RTK)»

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Precise Point Position в режиме реального времени» (PPP-RTK)» осуществляется аналогично определению абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», настроив работу аппаратуры в соответствующем режиме.

Значения абсолютных погрешностей измерений не должны превышать значений, указанных в п.1 настоящей методики поверки.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)»

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGNSS)» осуществляется аналогично определению абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», настроив работу аппаратуры в соответствующем режиме.

Значения абсолютных погрешностей измерений не должны превышать значений, указанных в п.1 настоящей методики поверки.

11 Оформление результатов поверки

Сведения о результате и объеме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признаётся пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признаётся непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



К.А. Ревин