

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»



Б.А. Лапшинов

М.п.

«06» октября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Аппаратура геодезическая спутниковая Геотик Р

Методика поверки

МП-1027-2025

г. Чехов
2025 г.

1 Общие положения

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

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А к настоящей методике поверки.

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

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы длины методом прямых измерений 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.

2 Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – 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 среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Статика»	Да	Да	10.1
Определение среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)»	Да	Да	10.2

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Дифференциальные измерения»	Да	Да	10.3

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:
для модификаций Геотик Р1, Геотик Р2М, Геотик Р301

- температура окружающей среды, °С от минус 20 до плюс 70.

для модификаций Геотик Р2С, Геотик РК04

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

Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталонов) 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 требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8 – 10	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 20 (40) до плюс 70 °C с абсолютной погрешностью не более ±1 °C;	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)
10	<p>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, ПГ не более $\pm(1+1\cdot10^{-6}\cdot L)$ мм, где L – измеряемая длина в мм;</p> <p>Вспомогательное оборудование: Средство измерений длины в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1\cdot10^{-9}$ 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;</p> <p>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</p>	<p>Рабочий эталон единицы длины и приращения координат 1 разряда в диапазоне значений от 10 до 500 м (комплекс базисный эталонный) и единицы длины и приращения координат 3 разряда в диапазоне значений от 6000 до 28500 м (полигон пространственный эталонный) 3.7.АЗТ.0017.2025</p> <p>Рулетки измерительные металлические торговой марки "Калиброн" (рег. № 71665-18)</p> <p>Аппаратура геодезическая спутниковая SinoGNSS Venus (рег. № 90976-24)</p>

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 «МПО».

Для идентификации ПО «МПО», установленного в аппаратуре, следует включить аппаратуру, запустить программу «Геофиксатор», перейти во вкладку «Приёмник» → «Подключение», подключиться к аппаратуре. После успешного подключения перейти в раздел «Статус приемника», считать номер версии в строке «Версия прошивки».

9.2 Проверка программного обеспечения «Геофиксатор».

Для идентификации ПО «Геофиксатор», установленного на контроллере, следует запустить программу «Геофиксатор», перейти во вкладку «Кабинет» → «О приложении» нажать кнопку меню, считать номер версии в строке «Версия приложения».

9.3 Проверка программного обеспечения «Геодезия ПП».

Для идентификации ПО «Геодезия ПП», установленного на персональном компьютере, следует запустить Геодезия ПП, выбрать меню «Помощь», выбрать раздел «О приложении», считать номер версии в строке «Версия»

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 среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Статика»

10.1.1 Среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) и 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 аппаратуру над центрами пунктов, расположенных на концах базисных линий и привести их 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 Запустить мобильное программное обеспечение «Геофиксатор» перейти во вкладку «Приёмник» → «Подключение». Нажать кнопку «Подключиться», выполнить поиск приёмника по Bluetooth и выбрать его из списка доступных устройств. После успешного подключения перейти в раздел «Настройки приёмника» и создайте новый стиль. В настройках на вкладках «Общие» и «STATIC» задать параметры для записи статических измерений, включив режим «Автономный метод». После сохранения настроек применить стиль к приёмнику, нажав кнопку «Исп.» (Сохранить и использовать). Это загрузит конфигурацию в устройство на время текущей сессии. Для запуска записи нажать и удерживать в течение одной секунды многофункциональную кнопку на приёмнике, данные будут сохраняться во внутреннюю память приёмника. Во время сеанса индикатор «Статус» будет мигать. Если продолжительность сеанса, указанная в настройке «Сеанс (мин)», превышает необходимую, запись можно завершить вручную, для этого нажать и удерживать в течение одной секунды многофункциональную кнопку на приёмнике повторно. Индикатор «Статус» перестанет мигать — это означает окончание сеанса.

10.1.8 Провести измерения аппаратурой при условиях, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения измерений.

Режим измерений	Количество спутников, шт.	Время измерений, мин	Интервал между эпохами, с.
«Статика», «Быстрая статика»	≥ 6	от 20 до 60	1
«Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)»		от 0,1 до 1,0	
«Дифференциальные кодовые измерения»			

Проверка 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

10.1.9 Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

10.1.10 Провести обработку данных с использованием ПО «Геодезия ПП» в следующей последовательности:

- подключить приемник к компьютеру с помощью USB кабеля;
- открыть **Проводник** и найти USB-накопитель с меткой MULTI GNSS MemDisk USB Device;
- На USB-накопителе из папки RINEX с учётом вложенных каталогов, названия которых соответствуют месяцу и дате измерений, скопировать файлы на жёсткий диск компьютера;
- повторить процедуру для всех приемников;
- запустите ПО «Геодезия ПП»;
- нажать кнопку «Добавить» и указать (выделить) комплекты Rinex-файлов синхронных спутниковых наблюдений, перетянуть данные в поле программы;
- провести настройки постобработки (выбрать тип ГНСС, используемые частоты, значение маски возвышения над горизонтом);
- заполнить информацию о точке наблюдения для каждого комплекта Rinex-файлов (значения и тип координат для опорной станции, высоту антенны, наименование точки наблюдения);
- проверить сформированные программой вектора и при необходимости удалить лишние;
- нажать кнопку «Обработать»;
- в папке «Выходные данные» сформируются файлы результатов обработки с оценкой точности. В том числе будут приведены составляющие вектора (dx , dy и dz) а также наклонное расстояние ds .

10.1.11 Среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) измерений длин базисов δ_L 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

10.1.12 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

10.1.13 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 Приложении А настоящей методики поверки.

10.2 Определение среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)»

10.2.1 СКО и абсолютная погрешность измерений длин базисов в режимах «Кинематика», «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 длин базисных линий (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.

10.2.3 Установить 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 Запустить мобильное программное обеспечение «Геофиксатор» и перейти во вкладку «Приёмник» → «Подключение». Нажать кнопку «Подключиться», выполните поиск приёмника по Bluetooth и выберите его из списка доступных устройств. После успешного подключения перейти в раздел «Настройки приёмника», создать новый стиль или редактировать ранее сохраненный. В настройках на вкладках «Общие», «RTK» и «PPK» задать параметры для записи измерений и подключения «Ровера» к «Базе». После сохранения настроек применить стиль к приёмнику, нажав кнопку «Исп.» (Сохранить и использовать). Это загрузит конфигурацию в устройство на время текущей сессии. Затем в том же разделе меню «Настройка приемника» нажать кнопку «Подключить RTK». После успешного подключения появится фиксированное решение.

10.2.8 Для выполнения измерений перейти на вкладку «Работа» в меню выбрать раздел «Съемка», используя кнопки инструментов на карте установить режимы съемки RTK и PPK. Для выполнения съёмки точек нажать кнопку «Выполнить съёмку точки», расположенную в нижней части экрана. Точка будет сохранена с учётом текущих настроек: имени, кода, высоты антенны.

10.2.9 Провести измерения аппаратурой при условиях, указанных в таблице 3.

10.2.10 Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

10.2.11 Для режима «Кинематика» провести обработку данных с использованием ПО «Геодезия ПП» в следующей последовательности:

- подключить приемник к компьютеру с помощью USB кабеля;

- открыть Проводник и найти USB-накопитель с меткой MULTI GNSS MemDisk USB Device;

- На USB-накопителе из папки RINEX с учётом вложенных каталогов, названия которых соответствуют месяцу и дате измерений, скопировать файлы на жёсткий диск компьютера;
- повторить процедуру для всех приемников;
- запустите ПО «Геодезия ПП»;
- нажать кнопку «Добавить» и указать (выделить) комплекты Rinex-файлов синхронных спутниковых наблюдений, перетянуть данные в поле программы;
- провести настройки постобработки (выбрать тип ГНСС, используемые частоты, значение маски возвышения над горизонтом);
- заполнить информацию о точках наблюдения из Rinex-файлов (значения и тип координат для опорной станции, высоту антены, наименование точки наблюдения);
- проверить сформированные программой вектора и при необходимости удалить лишние;
- нажать кнопку «Обработать»;
- в папке «Выходные данные» сформируются файлы результатов обработки с оценкой точности. В том числе будут приведены составляющие вектора (dx , dy и dz) а также наклонное расстояние ds

Для режима «Кинематика в реальном времени (RTK)» провести обработку данных с использованием мобильного программного обеспечения «Геофиксатор» в следующей последовательности:

- выполнить измерение на определяемой точке;
- перейти во вкладку «Задачи» → «Обратная геодезическая задача»;
- в поле «Первая точка» выбрать из «Базы данных точек» точку с именем Base (координаты базовой станции);
- в поле «Вторая точка» выбрать измеренную точку;
- нажать кнопку «Вычислить».

За измеренное значение длины базиса принимается рассчитанное в ПО значение **Наклонное расстояние** в поле **3D**.

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

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

Значения полученных абсолютных погрешностей измерений не должны превышать значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки.

10.3 Определение среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Дифференциальные кодовые измерения»

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

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

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

Значения полученных абсолютных погрешностей измерений не должны превышать значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки.

11 Оформление результатов поверки

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

При положительных результатах поверки средство измерений признается 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 признается 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

Приложение А
(обязательное)

Метрологические и технические характеристики

Таблица А.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	$\pm 2 \cdot (5 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$
- по высоте	$\pm 2 \cdot (10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$
- «Кинематика» **, «Кинематика в реальном времени (RTK)» **, мм:	
- в плане	$\pm 2 \cdot (10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$
- по высоте	$\pm 2 \cdot (15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$
- «Дифференциальные кодовые измерения» **, мм:	
- в плане	$\pm 2 \cdot (300)$
- по высоте	$\pm 2 \cdot (500)$
Среднее квадратическое отклонение измерений длин базисов в режимах:	
- «Статика», мм:	
- в плане	$5 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L$
- по высоте	$10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L$
- «Кинематика» **, «Кинематика в реальном времени (RTK)» **, мм:	
- в плане	$10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L$
- по высоте	$15 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot L$
- «Дифференциальные кодовые измерения» **, мм:	
- в плане	300
- по высоте	500

* При доверительной вероятности 0,95

** При работе аппаратуры в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальные кодовые измерения» необходима базовая станция, метрологические характеристики которой должны быть не хуже, чем метрологические характеристики аппаратуры

L – длина линии, вычисленная по измеренным длинам базисов в мм