

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«27» декабря 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Аппаратура геодезическая спутниковая GNSSPLUS G77

Методика поверки

МП-578-2024

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки аппаратуры геодезической спутниковой GNSSPLUS G77 (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.

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 и методом косвенных измерений от заимствованного рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоских углов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону: ГЭТ 22-2014 - ГПЭ единицы плоских углов.

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 режиме «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 кодовые измерения»	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений углов пространственной ориентации в горизонтальной плоскости между фазовыми центрами ГНСС антенн приёмника, при использовании двух антенн при работе в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»	Да	Да	10.4

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °C

для модификаций G77UFH, G77UGH

от минус 40 до плюс 65

для модификаций G77UFH-Lite, G77UGH-Lite

от минус 30 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 требования 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 40 (30) °C до плюс 65 (70) °C с абсолютной погрешностью не более ± 1 °C	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М (рег.№ 71394-18)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10	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, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины $\pm(1+1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ мм, где L – измеряемая длина в мм	Полигон пространственный эталонный «Центральный», рег. № 81551-21
	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
	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 NovAtel мод. PW7700, PW7200 (модификация PW7700) рег. № 75949-19
10.4	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утверждённой приказом Росстандарта от 26.11.2018 г. №2482 - тахеометр электронный, диапазон измерений от 0° до 360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 1''$	Тахеометры электронные Leica TS16, Leica MS60, Leica TS60 I, мод. Leica TS60 I (рег. № 61950-15)
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 МПО и МПО платы.

Включить аппаратуру и подключиться через web интерфейс. Перейти на вкладку «МПО» главной страницы web интерфейса. Перейти в раздел «Обновление МПО». Номера версий МПО и МПО ГНСС платы отобразятся в соответствующих строках.

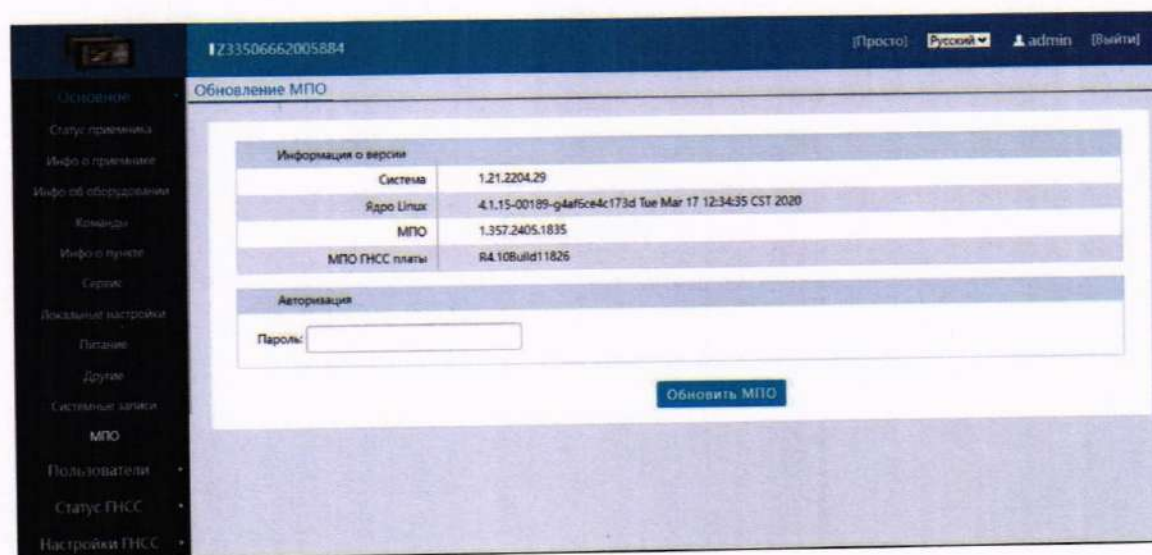


Рисунок 1 – Отображение идентификационных данных МПО и МПО платы

Номер версии МПО модификаций G77UFH, G77UGH также отображается при включении аппаратуры на дисплее встроенной панели управления в строке «FMW3».



Рисунок 2 – Отображение идентификационных данных МПО модификаций G77UFH, G77UGH

9.2 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.

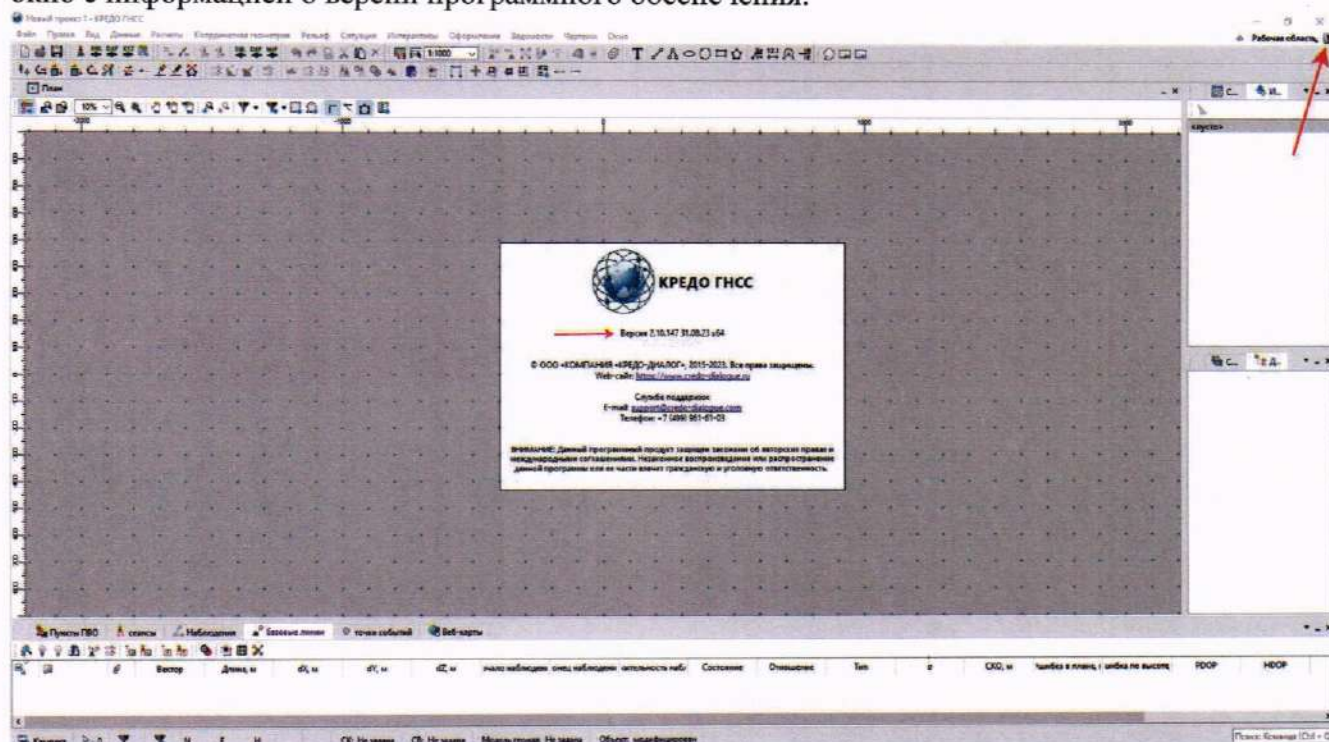


Рисунок 3 – Отображение идентификационных данных КРЕДО ГНСС

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 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

10.1.3 Необходимо провести измерения не менее трёх базисных линий (далее – базисов), действительные значения длин которых расположены в заявляемом диапазоне измерений аппаратуры. Длину каждого базиса измерить не менее 5 раз.

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

10.1.5 Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

10.1.6 Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям эксплуатационной документации. Включить запись данных в формате RINEX 3.02 в меню **Настройка** раздела **Память** в соответствии с руководством пользователя. Запись измерительной информации начинается автоматически.

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

10.1.8 Провести измерения на поверяемой аппаратуре при условиях, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения измерений.

Режим измерений	Количество спутников, шт.	Время измерений, мин	Интервал между эпохами, с.
«Статика»	≥ 6	от 20 до 60	1
«Кинематика в реальном времени (RTK)»			
«Дифференциальные кодовые измерения»			
Измерения углов пространственной ориентации в горизонтальной плоскости между фазовыми центрами ГНСС антенн приёмника, при использовании двух антенн при работе в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»			
Поверка проводится при устойчивом закреплении поверяемой аппаратуры, открытом небосводе, отсутствии 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 Скачать накопленные данные в формате RINEX в разделе **Файлы**.

10.1.11 Провести обработку данных с использованием ПО КРЕДО ГНСС в соответствии с документом «КРЕДО ГНСС. Обработка спутниковых геодезических измерений. Руководство 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**.

10.1.12 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 – количество измерений

10.1.13 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 – количество измерений

10.1.14 Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) длин базисов вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности 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 к настоящей методики поверки.

10.2 Определение среднего квадратического отклонения и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «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.

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

10.2.4 Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

10.2.5 Включить аппаратуру и настроить ее для работы в режиме RTK Базовая станция с выдачей дифференциальных поправок по фазе несущей частоты и в режиме RTK Ровер на соответствующих пунктах базиса согласно эксплуатационной документации. На роверном приемнике настроить выдачу сообщения BESTPOSA с частотой 1 Гц и включить запись потока Сообщения в файл в меню **Настройка** раздела **Память** в соответствии с руководством пользователя.

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 3.

10.2.8 Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

10.2.9 Скачать накопленные данные в разделе **Файлы**.

10.2.10 Провести обработку накопленных данных.

10.2.11 Вычислить измеренное аппаратурой значение длины базисной линии по формуле

$$L_i = \frac{\sqrt{[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]}}{\cos v} \quad (4)$$

где L_i – измеренное аппаратурой значение i -й длины базисной линии, мм;

$v = \arctg \frac{h_2 - h_1}{\sqrt{[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]}}$ – угол наклона, ...°;

x_1, y_1 – плоские прямоугольные координаты пункта №1 в проекции UTM на эллипсоиде WGS-84, полученные путем преобразования геодезических координат В (широта) и L (долгота) базовой RTK станции, на плоскость по формулам приведенным ниже, в метрах;

x_2, y_2 – плоские прямоугольные координаты пункта №2 в проекции UTM на эллипсоиде WGS-84, полученные путем преобразования геодезических координат В (широта) и L (долгота), определенных роверным приемником, на плоскость по формулам приведенным ниже, в метрах;

h_1, h_2 – ортометрические высоты базы и ровера из строки BESTPOSA, в метрах

Пример отображения координат в файле накопленных данных базового приёмника:

```
#BESTPOSA,COM1,13504,96.0,FINE,2344,463044.000,202500,27,18;SOL_COMPUTED,FI
XEDPOS,55.16112276000,37.46414668000,192.9289,14.9737,WGS84,0.0000,0.0000,0.0000,"0",0.00
0,0.000,54,28,28,0,1,12,11,41*c8ccb1da
```

где после обозначения **FIXEDPOS** выделены, соответственно, широта, долгота и высота базы.

Пример отображения координат в файле накопленных данных роверного приёмника:

```
#BESTPOSA,COM1,13495,75.0,FINE,2344,464441.000,204621,25,18;SOL_COMPUTED,N
ARROW_INT,55.16123648863,37.46414567982,194.9464,14.9740,WGS84,0.0097,0.0079,0.0167,"0",
1.000,1.000,49,47,47,45,0,01,03,f3*1311355d
```

где после обозначения **NARROW_INT** выделены, соответственно, широта, долгота и высота ровера.

Преобразование геодезических координат из системы в плоские прямоугольные координаты, осуществляется в соответствии с ГОСТ 32453-2017 «Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек» используя общие формулы. Поскольку приемники ГНСС определяют геодезические

координаты на эллипсоиде WGS-84, при вычислении необходимо использовать параметры эллипсоида WGS-84 и картографическую проекцию UTM.

Для координаты X

$$x_i = m_0 \cdot X + m_0 \cdot a_2 \cdot l^2 \cdot [0,5 + l^2 \cdot \cos^2 B_i \cdot (0,0416667 \cdot k_2 + 0,0013889 \cdot k_4 \cdot l^2 \cdot \cos^2 B_i)] \quad (5)$$

Для координаты Y

$$y_i = m_0 \cdot a_1 \cdot l \cdot [1 + l^2 \cdot \cos^2 B_i \cdot (0,1666667 \cdot k_1 + 0,0833333 \cdot k_3 \cdot l^2 \cdot \cos^2 B_i)] \quad (6)$$

где $m_0 = 0,9996$ – масштабный коэффициент для проекции UTM;

$$a_1 = N \cdot \cos B;$$

$$a_2 = N \cdot \cos B \cdot \sin B;$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}}$$

B_i – геодезическая широта точки, ...°;

$l = L_i - L_0$ – разность долгот точки и осевого меридиана зоны, рад;

$$k_1 = 1 + \eta^2 - t;$$

$$k_2 = 5 - t^2 + 9 \eta^2 - 4 \eta^4;$$

$$k_3 = 5 - 18 t^2 + t^4 + 14 \eta^2 - 58 t^2 \eta^2;$$

$$k_4 = 61 - 58 t^2 + t^4 + 270 \eta^2 - 330 t^2 \eta^2;$$

при $t = \tan B_i;$

$$\eta^2 = e^2 \cos^2 B_i;$$

для параметров эллипсоида WGS-84:

- большая полуось: $a = 6378137,0$ м;

- малая полуось $b = 6356752,3$ м;

- сжатие: $\alpha = 1/298,257223563$

$e^2 = (a^2 - b^2)/b^2$ – второй эксцентриситет эллипсоида (для WGS-84 $e^2 = 0,006694337999$)

$$X = A_0 B - A_2 \sin 2B + A_4 \sin 4B - A_6 \sin 6B + \dots$$

при $A_0 = a(1 - e^2) \cdot \left(1 + \frac{3}{4} \cdot e^2 + \frac{45}{64} \cdot e^4 + \frac{175}{256} \cdot e^6\right)$

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot a(1 - e^2) \cdot \left(\frac{3}{4} \cdot e^2 + \frac{5}{16} \cdot e^4 + \frac{525}{512} \cdot e^6\right)$$

$$A_4 = \frac{1}{4} \cdot a(1 - e^2) \cdot \left(\frac{15}{64} \cdot e^4 + \frac{105}{256} \cdot e^6\right)$$

$$A_6 = \frac{1}{6} \cdot a(1 - e^2) \cdot \left(\frac{315}{512} \cdot e^6\right)$$

Для высоты используется соответствующее значение в строке BESTPOSA, пример которой приведён в настоящем пункте.

10.2.12 СКО измерений длин базисов в плане/по высоте 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 абсолютных погрешностей измерений не должны превышать значений, указанных в Приложении А настоящей программе испытаний.

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

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

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

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений углов пространственной ориентации в горизонтальной плоскости между фазовыми центрами ГНСС антенн приёмника, при использовании двух антенн при работе в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений углов пространственной ориентации в горизонтальной плоскости между фазовыми центрами ГНСС антенн приёмника, при использовании двух антенн при работе в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» осуществляется с применением базиса эталонного, пространственного полигона или комплекса базисного эталонного в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, и тахеометра электронного высокоточного в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла.

10.4.2 Необходимо не менее 5 раз измерить горизонтальный угол между фазовыми центрами ГНСС антенн приёмника, расположенных на расстоянии 1 и 10 метров друг от друга, последовательно при их трех различных взаимных положениях.

10.4.3 Установить аппаратуру, используемую в качестве базовой станции над центром одного из пунктов базиса и привести ее спутниковую антенну к горизонтальной плоскости.

10.4.4 Установить антенну №1 аппаратуры, используемой в качестве подвижной станции, над центром другого пункта базиса, антенну №2 установить над временным пунктом на расстоянии (длине базы) 1 метр от антенны №1. Длину базы контролировать рулеткой измерительной.

10.4.5 Настроить роверный приемник для работы в режиме подвижной RTK станции и выдачи сообщений BESTPOSA и HEADINGA с частотой 1 Гц и записью их в память приемника согласно требованиям эксплуатационной документации.

10.4.6 Убедиться в правильности функционирования и отсутствии помех приему сигнала со спутников. Обязательным условием для точного определения курса является статус решения NARROW_INT по позиции в сообщении BESTPOSA и статус решения NARROW_INT по курсу в сообщении HEADINGA.

10.4.7 Измерения на поверяемой аппаратуре проводить при условиях, указанных в таблице 3. Расстояние от базовой до подвижной станции не должно превышать диапазона измерений аппаратуры.

10.4.8 Значение текущего курса отображается в сообщении HEADINGA. Данное значение принять за исходное направление K_0, \dots° .

10.4.9 Повторить измерения аппаратурой, перемещая антенну №2 последовательно на углы $45^\circ, 90^\circ, 180^\circ$, с отклонением от данных значение не более 1° , относительно первоначального положения соблюдая длину базы в 1 метр. Текущее отображаемое значение угла принять за $K_{45, 90, 180, \dots}^\circ$.

10.4.10 Измеренное значение угла $V_{45, 90, 180, \dots}^\circ$, определяется как разность показаний текущего значения и исходного по формуле

$$V_{45,90,180} = \bar{K}_{45,90,180} - K_0, \quad (7)$$

где $\bar{K}_{45,90,180} = \frac{\sum_{j=1}^{10} K_{45,90,180}}{n}$ – среднее арифметическое из 10 значений текущего отображаемого значения курса, взятого с интервалом 1 минута, \dots° .

j – номер измерения;

n – количество измерений

10.4.11 Действительное значение угла между антеннами №1 и №2 при каждом положении антенн измеряется тахеометром электронным высокоточным в соответствии с его эксплуатационной документацией с применением призмного отражателя.

10.4.12 Повторить измерения по предыдущим пунктам увеличив длину базы до 10 метров.

10.4.13 Провести обработку накопленных данных.

10.4.14 Абсолютная погрешность измерений углов пространственной ориентации определяется по формуле

$$\Delta_{V_{45,90,180}} = \frac{V_{45,90,180} - V_{0_{45,90,180}}}{2}, \quad (8)$$

где $\Delta_{V_{45,90,180}}$ – абсолютная погрешность измерений соответствующего угла ориентации, ...°;
 $V_{45,90,180}$ – измеренное средством измерений значение угла ориентации, ...°;
 $V_{0_{45,90,180}}$ – эталонное (действительное) значение угла ориентации, измеренное тахеометром электронным высокоточным, ...°;

Максимальное значение абсолютной погрешности измерения углов считается значением абсолютной погрешности измерений углов пространственной ориентации в горизонтальной плоскости между фазовыми центрами ГНСС антенн приёмника, при использовании двух антенн при работе в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»

Значения абсолютных погрешностей измерений не должны превышать удвоенных значений погрешностей определения истинного курса, указанных в Приложении А к настоящей методики поверки.

11. Оформление результатов поверки

Сведения о результате 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 характеристики

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
	G77UFH, G77UGH	G77UFH-Lite, G77UGH-Lite
Диапазон измерений длин базисов, м	от 0 до 30000	
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин базисов в режимах*:		
- «Статика», мм:		
- в плане	$\pm 2 \cdot (2,5 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	
- по высоте	$\pm 2 \cdot (5,0 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	
- «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм:		
- в плане	$\pm 2 \cdot (8,0 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	
- по высоте	$\pm 2 \cdot (15,0 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	
- «Дифференциальные кодовые измерения», мм:		
- в плане	$\pm 2 \cdot (400 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	
- по высоте	$\pm 2 \cdot (800 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L)$	
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений длин базисов в режимах, мм:		
- «Статика», мм:		
- в плане	$2,5 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L$	
- по высоте	$5,0 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L$	
- «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм:		
- в плане	$8,0 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L$	
- по высоте	$15,0 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L$	
- «Дифференциальные кодовые измерения», мм:		
- в плане	$400 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L$	
- по высоте	$800 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot L$	
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения углов пространственной ориентации в горизонтальной плоскости между фазовыми центрами ГНСС антенн приёмника, при использовании двух антенн при работе в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»**:		
- при длине базы между антеннами приёмника 1 м	0,1°	
- при длине базы между антеннами приёмника 10 м	0,05°	—
* При доверительной вероятности 0,95		
** При удалении от базовой станции не более 1 км		
L – измеряемая длина в мм		