

СОГЛАСОВАНО  
Генеральный директор  
ООО «Автопрогресс-М»



А.С. Никитин

«20» января 2023 г.

МП АПМ 71-22

«ГСИ. Аппаратура геодезическая спутниковая EFT M5 RUS.  
Методика поверки»

г. Москва,  
2023 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую EFT M5 RUS, производства ООО «ЕФТ СЕРВИС» (далее – аппаратуру) и устанавливает методику ее первичной и периодической поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длины базиса, м	от 0 до 30000
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режимах, мм: - «Статика»: <ul style="list-style-type: none"> <li>- в плане</li> <li>- по высоте</li> </ul> - «Кинематика в реальном времени (RTK)»: <ul style="list-style-type: none"> <li>- в плане</li> <li>- по высоте</li> </ul> - «Дифференциальный кодовый (DGNSS)»: <ul style="list-style-type: none"> <li>- в плане</li> <li>- по высоте</li> </ul>	$\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (500 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режимах, мм: - «Статика»: <ul style="list-style-type: none"> <li>- в плане</li> <li>- по высоте</li> </ul> - «Кинематика в реальном времени (RTK)»: <ul style="list-style-type: none"> <li>- в плане</li> <li>- по высоте</li> </ul> - «Дифференциальный кодовый (DGNSS)»: <ul style="list-style-type: none"> <li>- в плане</li> <li>- по высоте</li> </ul>	$2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $250,0 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $500,0 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Диапазон определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученному в процессе фотографирования облаку точек относительно положения ровера в режиме измерений «Кинематика в реальном времени (RTK)», м	от 2 до 15
Допускаемая средняя квадратическая погрешность определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученному в процессе фотографирования облаку точек относительно положения ровера в режиме измерений «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм: - в плане - по высоте	10 15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученному в процессе фотографирования облаку точек относительно положения ровера в режиме измерений «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм: - в плане - по высоте	$\pm 20$ $\pm 30$

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Границы допускаемой абсолютной погрешности определения координат (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Автономный», мм: - в плане - по высоте	$\pm 2000$ $\pm 3000$
Допускаемая средняя квадратическая погрешность определения координат в режиме «Автономный», мм: - в плане - по высоте	1000 1500
Примечание D - измеряемое расстояние, мм.	

1.2 Аппаратура до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежит первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр аппаратуры.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр аппаратуры, находящегося в эксплуатации, через межповерочные интервалы.

1.5 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 199-2018 – государственный первичный специальный эталон единицы длины.

1.6 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

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

## 2 Перечень операций поверки средств измерений

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции 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
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	-	-	10
Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Статика»	Да	Да	10.1
Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме	Да	Да	10.2

«Кинематика в реальном времени (RTK)»			
Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Дифференциальный кодовый (DGNSS)»	Да	Да	10.3
Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений координат в режиме «Автономный»	Да	Да	10.4
Определение абсолютной погрешности определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученным в процессе фотографирования облакам точек относительно положения ровера в режиме измерений «Кинематика в реальном времени (RTK)»	Да	Да	10.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

### 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться, следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С 20±5.

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра и при температуре окружающей среды в диапазоне от минус 45 до плюс 75 °С

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с руководством по эксплуатации и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки аппаратуры 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
Основные средства поверки		
10.1 – 10.3	Рабочие эталоны 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом	Тахеометр электронный Leica TS30 (рег. № 82995-21)

	Росстандарта от 29.12.2018 г., № 2831 – фазовый светодальномер (тахеометр), эталонный базисный комплекс	
10.4	Рабочие эталоны 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г., № 2831 – имитатор сигналов ГНСС	Имитатор сигналов СН-3803М (рег. № 54309-13)
10.5	Рабочие эталоны 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г., № 2831 – фазовый светодальномер (тахеометр), эталонный базисный комплекс	Тахеометр электронный Leica TS30 (рег. № 82995-21)
Вспомогательное оборудование		
10.1-10.5	Средство измерений 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от «29» декабря 2018 г. – рулетка измерительная металлическая	Рулетка измерительная металлическая UM5M (рег. № 22003-07)
8, 9, 10.1 – 10.5	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от -45 до +65 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С	Термогигрометр ИВА-6 (рег. № 46434-11)
10.5	Метки диаметром $55 \pm 10$ мм.	Метки диаметром $55 \pm 10$ мм.
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного 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 аппаратуру и средства поверки, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки, а также правилам по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ ПТБ-88 (Утверждены коллегией ГУГК при СМ СССР 09.02.1989 г., № 2/21).

## 7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида аппаратуры описанию типа средств измерений;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Если перечисленные требования не выполняются, аппаратуру признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:



- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- аппаратуру и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- аппаратура должна быть установлена на специальных основаниях (фундаментах) или штативах, не подвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги) и температурным воздействиям.

8.2 При опробовании должно быть установлено соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов аппаратуры;
- 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, аппаратуру признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводить следующим образом:

- для идентификации ПО «EFT Field Survey», установленного на контроллер, следует запустить ПО, перейти на вкладку «Проект», открыть меню «ПР ПО». Номер версии отображается в первой строке данного меню;
- для идентификации ПО «EFT Seismic», установленного на контроллер, следует запустить ПО, перейти на вкладку «Проект», открыть меню «ПР ПО». Номер версии отображается в первой строке данного меню;
- для идентификации «ВПО», установленного в аппаратуру, необходимо запустить ПО EFT Field Survey, перейти на вкладку «Приемник», открыть меню «Приемник». Номер версии отображается в строке «Версия GNSS»;
- для идентификации ПО «EFT Post Processing», установленного на персональный компьютер, необходимо запустить ПО, в главном экране выбрать вкладку «Справка», затем выбрать пункт «О программе»;
- для идентификации ПО «EFT SeisMonitor», установленного на персональный компьютер, необходимо запустить ПО, в главном экране выбрать вкладку «Справка», затем выбрать пункт «О программе».

Номер версии должен соответствовать данным приведенным в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение				
Идентификационное наименование ПО	ВПО	EFT Field Survey	EFT Seismic	EFT Post Processing	EFT SeisMonitor
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 2.5.6	не ниже 4.2.0	не ниже 4.2.0	не ниже 2.0	не ниже 1.0.0
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-	-	-

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Статика»

Диапазон, абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режиме «Статика» определяются путем многократных измерений (не менее 5) двух интервалов эталонного базисного комплекса или двух контрольных длин базиса, определённых фазовым

светодальномером (тахеометром), 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2831 и действительные значения которых расположены в диапазоне от 0 до 30,0 км.

Установить испытываемую аппаратуру на пункте при помощи адаптера для закрепления на штативе таким образом, чтобы ось внешней ГНСС-антенны была вертикальной и находилась над центром пункта.

В качестве базовой станции использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30,0 км с абсолютной погрешностью измерений приращений координат в режиме «Статика» не более:

- в плане  $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм;

- по высоте  $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм,

где  $D$  – измеряемое расстояние в мм.

Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям руководства по эксплуатации.

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

Провести измерения поверяемой аппаратурой при условиях, указанных в таблице 4 настоящей методики поверки.

Таблица 5

Таблица 5

Режим измерений	Количество спутников, шт.	Время измерений, мин	Интервал между эпохами, с.
«Статика»	≥ 6	от 20,0 до 60,0	1
«Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGNSS)»		от 0,05 до 0,20*	
Поверка проводится при устойчивом закреплении поверяемой аппаратуры, открытом небосводе, отсутствии электромагнитных помех и многолучевого распространения сигнала спутников, а также при хорошей конфигурации спутниковых группировок.			
* – после выполнения инициализации или достижения сходимости			

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации. Результат измерений не должен отличаться от значения  $L_{j_0}$ , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае, если измеренная длина базиса отличается от значения  $L_{j_0}$ , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, необходимо повторить съёмку аппаратурой заново.

Провести обработку данных с использованием штатного ПО к аппаратуре.

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса для больших длин определяется по приращению координат замкнутой фигуры (треугольника), длины сторон которой находятся в диапазоне от 3,0 км до 30,0 км, в соответствии с п. 6.4. МИ 2408-97 «Аппаратура пользователей космических навигационных систем геодезическая. Методика поверки».

Следует последовательно устанавливать аппаратуру на пунктах, образующих треугольник и согласно руководству по эксплуатации выполнить измерения и вычислить приращения координат между пунктами.

## 10.2 Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей

### 10.2 Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»

Диапазон, абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» определяются путем многократных измерений (не менее 10) интервала эталонного базисного комплекса или контрольной длины базиса, определённой фазовым светодальномером (тахеометром), 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2831 и действительное значение которого расположено в диапазоне от 0 до 30,0 км.

Установить испытываемую аппаратуру на пункте при помощи адаптера для закрепления на штативе таким образом, чтобы ось внешней ГНСС-антенны была вертикальной и находилась над центром пункта.

В качестве базовой станции использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30,0 км с абсолютной погрешностью измерений приращений координат в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» не более:

- в плане  $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм;
- по высоте  $\pm 2 \cdot (10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм,

где  $D$  – измеряемое расстояние в мм.

Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям руководства по эксплуатации.

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

Провести измерения поверяемой аппаратурой при условиях, указанных в таблице 4 настоящей методики поверки.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

При использовании контрольной длины базиса, ещё раз измерить эталонным дальномером её значения. Результат измерений не должен отличаться от значения  $L_{j_0}$ , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному дальномеру. В случае если измеренная длина отличается от значения  $L_{j_0}$ , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, необходимо повторить съёмку аппаратурой заново.

Провести обработку данных с использованием штатного ПО к аппаратуре.

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса для больших длин определяются по приращению координат замкнутой фигуры (треугольника), длины сторон которой находятся в диапазоне от 3,0 км до 30,0 км, в соответствии с п. 6.4. МИ 2408-97 «Аппаратура пользователей космических навигационных систем геодезическая. Методика поверки».

Следует последовательно устанавливать аппаратуру на пунктах, образующих треугольник и согласно руководству по эксплуатации выполнить измерения и вычислить приращения координат между пунктами.

### 10.3 Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Дифференциальный кодовый (DGNSS)»

Диапазон, абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальный кодовый (DGNSS)» определяются путем многократных измерений (не менее 10) интервала эталонного базисного комплекса или контрольной длины базиса, определённой фазовым светодальномером (тахеометром), 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2831 и действительное значение которого расположено в диапазоне от 0 до 30,0 км.

Установить испытываемую аппаратуру на пункте при помощи адаптера для закрепления



на штативе таким образом, чтобы ось внешней ГНСС-антенны была вертикальной и находилась над центром пункта.

В качестве базовой станции использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30,0 км с абсолютной погрешностью измерений приращений координат в режиме «Дифференциальный кодовый (DGNSS)» не более:

- в плане  $\pm 2 \cdot (250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм;
- по высоте  $\pm 2 \cdot (500 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм,

где  $D$  – измеряемое расстояние в мм.

Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям руководства по эксплуатации.

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

Провести измерения на поверяемой аппаратуре при условиях, указанных в таблице 4 настоящей методики поверки.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Ещё раз измерить эталонным тахеометром длину базиса. Результат измерений не должен отличаться от значения  $L_{j_0}$ , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному дальномеру. В случае если измеренная длина отличается от значения  $L_{j_0}$ , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, необходимо повторить съёмку аппаратурой заново.

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса для больших длин определяется по приращению координат замкнутой фигуры (треугольника), длины сторон которой находятся в диапазоне от 3,0 км до 30,0 км, в соответствии с п. 6.4. МИ 2408-97 «Аппаратура пользователей космических навигационных систем геодезическая. Методика поверки».

Следует последовательно устанавливать аппаратуру на пунктах, образующих треугольник и согласно руководству по эксплуатации выполнить измерения и вычислить приращения координат между пунктами.

#### 10.4 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений координат в режиме «Автономный»

Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений координат в режиме «Автономный» определяются с помощью имитатора сигналов космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS. Измерения следует выполнять в соответствии с руководством по эксплуатации при моделировании имитатором сигналов условий (сценария) неподвижности аппаратуры.

Собрать схему измерений с имитатором сигналов в соответствии с рисунком 1:



Рисунок 1 – Схема измерений

1 – переизлучающая антенна;

2 – экранированная камера (из состава имитатора сигналов)

Составить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 6. Отслеживать значение геометрического фактора PDOP (не должно превышать 4).

Таблица 6

Наименование параметра имитации	Значение параметра имитации
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС и GPS (код C/A без SA)
Продолжительность	120 мин.
Количество каналов:	
- ГЛОНАСС	8
- GPS	8
Параметры среды распространения навигационных сигналов:	
- тропосфера	отсутствует
- ионосфера	присутствует
Координаты в системе координат WGS-84:	
- широта	60°00'000000 N
- долгота	30°00'000000 E
- высота, м	100,00
- высота геоида, м	18,00

Запустить сценарий имитации.

Включить образцы аппаратуры и настроить их на сбор данных (измерений) в необходимом режиме согласно требованиям руководства по эксплуатации. Настроить образцы аппаратуры на выдачу результатов измерений в протоколе NMEA. Осуществить запись измерений в формате NMEA сообщений с частотой 1 Гц в течение 120 минут, при условиях, указанных в таблице 4.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Провести постобработку собранных данных с помощью прикладного ПО на ПК.

### **10.5 Определение абсолютной погрешности определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученному в процессе фотографирования облаку точек относительно положения ровера в режиме измерений «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм**

Определение абсолютной погрешности определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученному в процессе фотографирования облаку точек проводить в следующей последовательности:

- установить контрольную точку, с помощью тахеометра определить ее планово-высотное положение, в заданной системе координат;
- включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» согласно требованиям руководства по эксплуатации;
- включить компенсацию наклона;
- разместить контрольную метку в зоне проведения измерений;
- в качестве контрольной точки, используют метку приведенную на рисунке 1А в Приложении А к настоящей методике поверки (вместо меток допускается применять естественные ситуационные точки инженерных или иных объектов, однозначно определяемых по получаемому в процессе фотографирования облаку точек и однозначно опознаваемых на поверхности инженерных или иных объектов);

- с помощью тахеометра определить ее планово-высотное положение относительно эталонного базисного комплекса или контрольной длины базиса, в заданной системе координат;
- провести фотографирование контрольной метки при удалении от неё на расстоянии 2 м, двигаясь вокруг объекта, так чтобы камера была направлена влево или вправо относительно оператора прибор;
- повторить фотографирование контрольной метки при удалении от неё на расстоянии 5 м и 15 м;
- повторить измерения при каждом удалении от метки, не менее 5 раз;
- сохранить данные после режима фотографирования;
- обработать данные, полученные по режиму фотографирования в программном обеспечении «ВПО», в соответствии с руководством по эксплуатации;
- вычислить планово-высотное положение контрольной точки при каждом фотографировании.

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Абсолютная погрешность измерений каждой длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режимах «Статика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGNSS)» определяется по формуле:

$$\Delta L_j = \left( \frac{\sum_{i=1}^n L_{ji}}{n_j} - L_{j0} \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_{ji} - \frac{\sum_{i=1}^n L_{ji}}{n_j})^2}{n_j - 1}}, \text{ где}$$

$\Delta L_j$  – погрешность измерений  $j$  длины базиса в плане/по высоте, мм;

$L_{j0}$  – эталонное значение  $j$  длины базиса в плане/по высоте, мм;

$L_{ji}$  – измеренное поверяемой аппаратурой значение  $j$  длины базиса  $i$  измерением в плане/по высоте, мм;

$n_j$  – число измерений  $j$  длины базиса.

Средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса определяется по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (L_{ji} - L_{j0})^2}{n_j}}$$

где  $m$  – средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса;

$L_{ji}$  – измеренное поверяемой аппаратурой значение  $j$  длины базиса  $i$  измерением в плане/по высоте, мм;

$L_{j0}$  – эталонное значение  $j$  длины базиса в плане/по высоте, мм;

$n_j$  – число измерений  $j$  длины базиса.

Значения абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для каждой длины базиса в режимах «Статика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGNSS)» в диапазоне измерений от 0 до 30000 м не должны превышать значений, приведенных в таблице 1.

Сумма приращений координат (невязка координат) замкнутой фигуры не должна превышать значений, вычисленных по формуле:

$$W_{X,Y,Z} = \sqrt{(\Delta_{1X,Y,Z})^2 + (\Delta_{2X,Y,Z})^2 + (\Delta_{3X,Y,Z})^2},$$

где  $W_{X,Y,Z}$  – невязка координат в плане/по высоте, мм;

$\Delta_{iX,Y,Z}$  – допустимые значения погрешности приращений координат для  $i$  стороны треугольника в плане/по высоте, мм, приведенных в таблице 1.

11.2. Абсолютная погрешность измерений координат в режиме «Автономный» вычисляется по формуле:

$$\Delta_{X,Y,H} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n S_{iX,Y,H}}{n_{X,Y,H}} - S_{0X,Y,H} \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{iX,Y,H} - \frac{\sum_{i=1}^n S_{iX,Y,H}}{n_{X,Y,H}})^2}{n-1}}, \text{ где}$$

$\Delta_{X,Y,H}$  – погрешность измерений координат X, Y, H, мм;

$S_{0X,Y,H}$  – эталонные значения координат X, Y, H задаваемые имитатором сигналов, мм;

$S_{iX,Y,H}$  – измеренные аппаратурой значения координат X, Y, H, мм;

$n_{X,Y,H}$  – число измерений координат X, Y, H.

*Примечание.*

$X, Y$  – прямоугольные координаты, полученные преобразованием сферических координат (широта, долгота,) по алгоритму ГОСТ Р 51794-2001 «Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек»

Средняя квадратическая погрешность определения координат в режиме «Автономный» определяется по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (S_{iX,Y,H} - S_{0X,Y,H})^2}{n_{X,Y,H}}}$$

где  $m$  – средняя квадратическая погрешность измерений координат;

$S_{iX,Y,H}$  – измеренные аппаратурой значения координат X, Y, H, мм;

$S_{0X,Y,H}$  – эталонные значения координат X, Y, H задаваемые имитатором сигналов, мм;

$n_{X,Y,H}$  – число измерений координат X, Y, H.

11.3. Абсолютная погрешность определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученному в процессе фотографирования облаку точек относительно положения ровера в режиме измерений «Кинематика в реальном времени (RTK)» вычисляется по формуле:

$$\Delta S = \left( \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n} - S_0 \right) \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n})^2}{n-1}},$$

где  $\Delta S$  – абсолютная погрешность определения планово-высотного положения (приращения координат по осям X, Y, H), мм;

$S_0$  – эталонное (действительное) значение планово-высотного положения объекта, мм;

$S_{ij}$  – измеренное значение  $j$ -ого измерения  $i$ -м приёмом, мм;

$n$  – число приёмов измерений  $j$ -ого.

Средняя квадратическая погрешность определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат по полученному в процессе фотографирования облаку точек относительно положения ровера в режиме измерений «Кинематика в реальном времени (RTK)» вычисляется по формуле:

$$k = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (S_{ij} - S_0)^2}{n}}$$

где  $k$  – средняя квадратическая погрешность определения планово-высотного положения (приращения координат по осям X, Y, H), мм;

$S_{ij}$  – измеренное значение  $j$ -ого измерения  $i$ -м приёмом, мм;

$S_0$  – эталонные (действительное) значение планово-высотного положения объекта, мм;

$n$  – число приёмов измерений  $j$ -ого.

Значение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений координат на неподвижном основании не должно превышать значений, указанных в таблице 1.

Если хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, аппаратуру признают непригодной к применению.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7-11 настоящей методики поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки аппаратура признается пригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку выдается свидетельство о поверке установленной формы. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки, аппаратура признается непригодной к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку выдаётся извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Инженер 2 категории  
ООО «Автопрогресс-М»



С.К. Нагорнов



**Приложение А**  
**(Обязательное)**

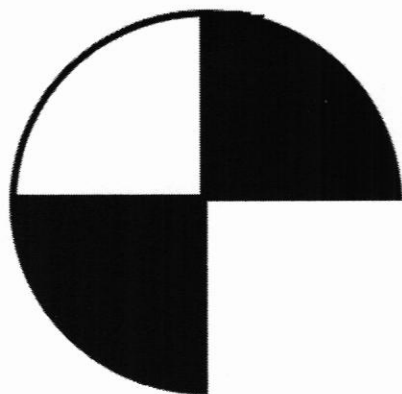


Рисунок 1А – Метка. Диаметр  $55 \pm 10$  мм.

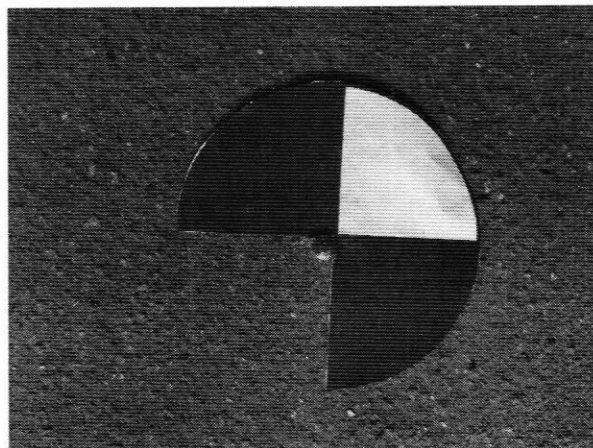


Рисунок 1А – Метка. Диаметр  $55 \pm 10$  мм.