

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



А.С. Никитин

«19» апреля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Аппаратура геодезическая спутниковая EFT RS2

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 64-20

г. Москва
2021 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую EFT RS2, производства ООО «ЕФТ СЕРВИС», г. Москва (далее – измерители) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

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

ГЭТ 199-2018 - ГПСЭ единицы длины в диапазоне до 4000 км.

ГЭТ 22-2014 - ГПЭ единицы плоского угла в диапазоне от 0 до 360°

Интервал между поверками – 1 год.

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	№ пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик	10	-	-
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режимах «Статика», «Быстрая статика»	10.1	Да	Да ²⁾
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)»	10.2	Да	Да ²⁾
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режиме «Дифференциальный кодовый (DGNSS)»	10.3	Да	Да ²⁾
Определение абсолютной погрешности определения координат в режиме «Автономный»	10.4	Да	Да ²⁾
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений углов пространственной ориентации ¹⁾	10.5	Да	Да ²⁾

- 1) - только для модификации с дополнительной векторной антенной
- 2) - в случае применения аппаратуры для работ, не требующих использования всех режимов измерений при периодической поверке по письменному заявлению владельца СИ допускается поверка аппаратуры по сокращенному числу режимов измерений с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении испытаний должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 20±5

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков, порывов ветра при температуре окружающего воздуха от минус 45 до плюс 65 °С.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на измерители и средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
10.1	Фазовый светодальномер (тахеометр) или эталонный базисный комплекс 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г., № 2831;
10.2	
10.3	
10.4	Имитатор сигналов СН-3803М (рег. № 54309-13)
10.5	Фазовый светодальномер (тахеометр) или эталонный базисный комплекс 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г., № 2831; Рулетка измерительная металлическая УМЗМ (рег. № 22003-07) Квадрант оптический КО-60М, ±120°, ПГ ±30" (рег. №26905-04)

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики поверки.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на измерители и поверочное оборудование, 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;
- пломбирование одного из крепежных винтов на боковой панели корпуса;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведение 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 эталонные средства измерений;
- 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;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов в соответствии с эксплуатационной документацией.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

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

- для идентификации МПО, установленного в аппаратуру, необходимо запустить ПО «EFT Field Survey» и на вкладке «Приемник» перейти в меню Приемник»;
- для идентификации ПО «EFT Field Survey», установленного на контроллер, необходимо запустить ПО «EFT Field Survey» и на вкладке «Проект» перейти в меню «Установки»;
- для идентификации ПО «Winflash», установленного на ПК, необходимо запустить программу «Winflash»: номер версии отобразится в верхней части диалогового окна программы.

Номера версий ПО должен соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	МПО	EFT Field Survey	Winflash
Идентификационное наименование ПО			
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	5.36	3.0.4.2	5.36
Цифровой идентификатор ПО	AF314AA7	67FEA34C	571FA4C4
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32	CRC32	CRC32

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика» и «Быстрая статика»

Диапазон и абсолютная погрешность измерений длины базиса в режимах «Статика», «Быстрая 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 поверяемую аппаратуру над центрами пунктов базиса и привести ее спутниковые антенны к горизонтальной плоскости.

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 4

Режим измерений	Количество спутников, шт.	Время измерений, мин	Интервал между эпохами, с.
Статика, Быстрая статика	≥ 6	от 20,0 до 60,0	1
Кинематика, Кинематика в реальном времени (RTK), Дифференциальный кодовый (dGNSS), Измерение углов пространственной ориентации		от 0,05 до 0,20*	
Измерение координат на неподвижном основании		120	
Испытания проводятся при устойчивом закреплении испытываемой 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 погрешность измерений длины базиса для больших длин определяется в режимах «Статика», «Быстрая статика» 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 и абсолютной погрешности измерений длин базисов в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)»

Диапазон и абсолютная погрешность измерений длины базиса в режимах «Кинематика», «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 поверяемую аппаратуру над центрами пунктов базиса и привести ее спутниковые антенны к горизонтальной плоскости.

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 методике 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 погрешность 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.

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGNSS)»

Диапазон и абсолютная погрешность длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (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 поверяемую аппаратуру над центрами пунктов базиса и привести ее спутниковые антенны к горизонтальной плоскости.

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 методике 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 погрешность 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 погрешности определения координат в режиме «Автономный»

Абсолютная погрешность измерений определения 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:

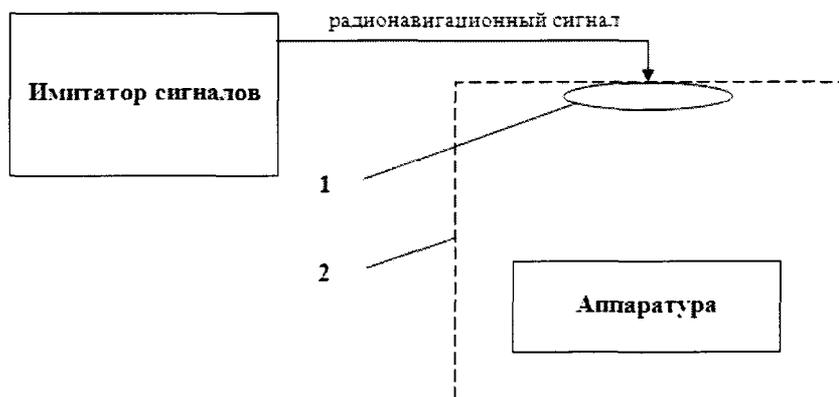


Рисунок 1 – Схема измерений

1 – переизлучающая антенна;

2 – экранированная камера (из состава имитатора сигналов)

Составить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 5. Отслеживать значение геометрического фактора PDOP (не должно превышать 4).

Таблица 5

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

Наименование параметра имитации	Значение параметра имитации
- 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 диапазона и абсолютной погрешности измерений углов пространственной ориентации

10.5.1 Абсолютная погрешность измерения курса определяется с помощью светодальномера (тахеометром), 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2831.

Абсолютную погрешность измерения курса следует определять в следующей последовательности:

- разметить в зоне проведения испытаний контрольную точку (далее – точку) X_0 ;
- установить над точкой X_0 штатив и разместить на штативе эталонный тахеометр;
- при помощи тахеометра разметить точки X_1 - X_5 на окружности радиусом $(2 \pm 0,05)$ м от центральной точки для установки вехи таким образом, чтобы угол направления между точками X_0 и X_1 - X_5 составляли 0° , $45 \pm 5^\circ$, $90 \pm 5^\circ$, $180 \pm 5^\circ$ и $270 \pm 5^\circ$. Схема расположения контрольных точек представлена на рисунке 1, где X_0 , X_1 , X_2 , X_3 , X_4 и X_5 – места расположения контрольных точек;

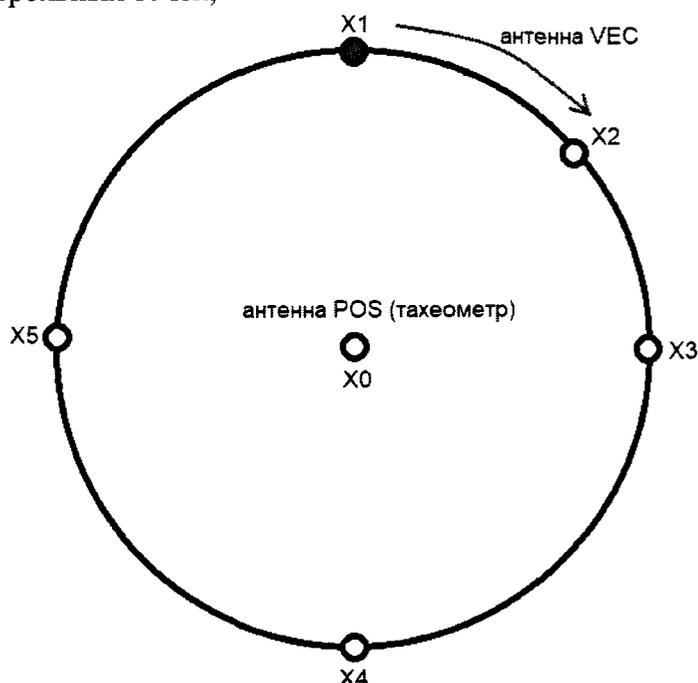


Рисунок 1 – Схема расстановки контрольных точек

- снять тахеометр и установить на штатив антенну, подключенную к порту «POS»;
- установить на вежу антенну, подключенную к порту «VEC» (далее – антенна «VEC»);
- 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.
- устанавливая вежу с антенной «VEC» поочередно на пункты X₁-X₅, провести измерения угла курса;
- повторить измерения не менее 5 раз;
- выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

10.5.2 Абсолютная погрешность измерения крена определяется с помощью квадранта путем измерения угла крена базисной рейки, на которой установлены антенны аппаратуры. Следует установить базисную рейку с антеннами на геодезический штатив с поворотной головкой и выполнить не менее 3 измерений в соответствии с руководством по эксплуатации, задавая углы крена в диапазоне $\pm 60^\circ$ с шагом 20°

10.5.3 Абсолютная погрешность измерения тангажа определяется с помощью квадранта путем измерения угла крена тангажа базисной рейки, на которой установлены антенны аппаратуры. Следует установить базисную рейку с антеннами на геодезический штатив с поворотной головкой и выполнить не менее 3 измерений в соответствии с руководством по эксплуатации, задавая углы тангажа в диапазоне $\pm 60^\circ$ с шагом 20°

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Абсолютная погрешность измерений каждой длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режимах «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальные кодовые измерения (DGNSS)» определяется как сумма систематической и случайной погрешностей по формуле:

$$\Delta L_j = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_{j_i}}{n_j} - L_{j_0} \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_{j_i} - \frac{\sum_{i=1}^n L_{j_i}}{n_j})^2}{n_j - 1}}, \text{ где}$$

ΔL_j – погрешность измерений j длины базиса в плане/по высоте, мм;

L_{j_0} – эталонное значение j длины базиса в плане/по высоте, мм;

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

n_j – число измерений j длины базиса.

Значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений для каждой длины базиса в режимах «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальные кодовые измерения (DGNSS)» в диапазоне измерений от 0 до 30000 м не должны превышать значений, приведенных в Приложении А к настоящей методике поверки.

11.2. Абсолютная погрешность определения координат в режиме «Автономный» вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности по выражению:

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

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

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

$S_{i_{X,Y,H}}$ – 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»

Значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) погрешности определения координат на неподвижном основании не должно превышать значений, указанных в Приложении А к настоящей методике поверки.

11.3 Абсолютная погрешность измерений курса вычисляется как сумма систематической и случайной погрешностей по формуле:

$$\Delta_A = \left(\frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} - A_0 \right) \pm 2 * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(A_i - \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \right)^2}{n-1}},$$

где Δ_A – абсолютная погрешность измерений курса;

A_0 – эталонное значение курса;

A_i – значения курса, измеренные аппаратурой;

n – число измерений курса.

Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) курса не должна превышать значений, приведенных в приложении А к настоящей методике поверки.

11.4 Абсолютная погрешность измерений крена/тангажа вычисляется как сумма систематической и случайной погрешностей по формуле:

$$\Delta_B = \left(\frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n} - B_{0_i} \right) \pm 2 * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(B_i - \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n} \right)^2}{n-1}},$$

где Δ_B – абсолютная погрешность измерений крена/тангажа;

B_{0_i} – значение i угла крена/тангажа, измеренное квадрантом;

B_i – значение i угла крена/тангажа, измеренное аппаратурой;

n – число измеренных углов крена/тангажа.

Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) крена/тангажа не должна превышать значений, приведенных в приложении А к настоящей методике поверки.

Если требования данного пункта не выполняются, аппаратуру признают непригодной к применению.

12 Оформление результатов поверки

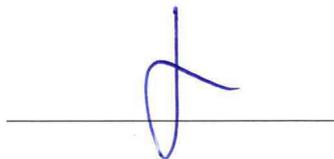
12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 11 настоящей методики поверки.

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 аппарата 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, аппарата 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.

Руководитель отдела
ООО «Автопрогресс – М»



К.А. Ревин

Приложение А
(Обязательное)

Метрологические характеристики

Таблица А.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: «Статика», «Быстрая статика», мм: - в плане - по высоте «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм: - в плане - по высоте «Дифференциальный кодовый (DGNSS)», мм: - в плане - по высоте	$\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (500 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
Границы допускаемой абсолютной погрешности определения координат (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Автономный», мм: - в плане - по высоте	± 2000 ± 3000
Диапазон измерений углов пространственной ориентации, °: - курс - крен - тангаж	от 0 до 360 от -60 до + 60 от -60 до +60
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов пространственной ориентации (при доверительной вероятности 0,95), °: - курс - крен - тангаж	$\pm 0,10^{1)}$ $\pm 0,09^{1)}$ $\pm 0,09^{1)}$
<p>где D – длина измеряемого базиса в мм ¹⁾ - при расстоянии между антеннами не менее 2 м</p>	