

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора,
Руководитель Метрологического центра
ООО «Автопрогресс-М»



В.Н. Абрамов

«15» февраля 2023 г.

МП АПМ 75-22

«ГСИ. Аппаратура геодезическая спутниковая SinoGNSS.
Методика поверки»

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки аппаратуры геодезической спутниковой SinoGNSS (далее – аппаратура), производства ComNav Technology Ltd., КНР, используемой в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их 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: - «Статика» и «Быстрая статика», мм: - в плане - по высоте - «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм: - в плане - по высоте - «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», мм: - в плане - по высоте	$\pm 2 \cdot (2,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (4,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot 250$ $\pm 2 \cdot 500$
Границы допускаемой абсолютной погрешности определения координат (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Автономный», мм: - в плане - по высоте	± 2000 ± 3000
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режимах: - «Статика» и «Быстрая статика», мм: - в плане - по высоте - «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)», мм: - в плане - по высоте - «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», мм: - в плане - по высоте	$2,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $4,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $10,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ 250 500
Допускаемая средняя квадратическая погрешность определения координат в режиме «Автономный», мм: - в плане - по высоте	1000 1500
Примечание D – измеряемое расстояние в 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
Контроль условий поверки	Да	Да	8 - 9
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	-	-	10
Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Статика»	Да	Да	10.1
Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Быстрая статика»	Да	Да	10.2
Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Кинематика»	Да	Да	10.3
Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (РТК)»	Да	Да	10.4
Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Дифференциальный кодовый	Да	Да	10.5

(DGPS)»			
Определение абсолютной и средней квадратической погрешности координат в режиме «Автономный»	Да	Да	10.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25.

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться при отсутствии осадков и порывов ветра при температуре от -45 до +65 °С (+75 °С для модификаций М900, +80 °С для модификаций М300 Pro).

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		
10.1-10.5	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)
10.6	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)

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, 10.1-10.6	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от -45 до +80 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С	Термогигрометр ИВА-6, рег. № 46434-11
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:

- с помощью термогигрометра проверить соответствие условий окружающей среды требованиям, приведенным в п.3;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- аппаратуру и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией и выдержать при условиях, указанных в п.3 не менее 4 ч.;
- аппаратура и средства поверки должны быть установлены в условиях, обеспечивающих отсутствия механических воздействий (вибрация, деформация, сдвиги).



8.2 При опробовании должно быть установлено соответствие следующим требованиям:



- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- плавность движения подвижных 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


Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) выполняется в следующем порядке:


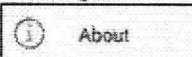
- для идентификации МПО, для модификации М300 Pro, необходимо включить аппаратуру, затем, пролистывая меню клавишами  и  перейти к пункту Version. Номер версии отобразится в нижней строке;

- для идентификации МПО, для модификации М300 Pro II, необходимо включить аппаратуру, затем, пролистывая меню клавишами  и  перейти к пункту Version. Номер версии отобразится в нижней строке;

- для идентификации МПО, для модификации М900, необходимо включить аппаратуру, затем, пролистывая меню клавишей  перейти к пункту Version. Номер версии отобразится в нижней строке;

- для идентификации ПО «CDC.NET», необходимо запустить ПО и в меню выбрать About и нажать на About Software. Номер версии отобразится в строке ниже надписи Software Version ;

- для идентификации ПО «Compass Solution», необходимо запустить ПО и в меню выбрать  . . Номер версии отобразится в строке с надписью Ver. ;

- для идентификации ПО «Survey Master», необходимо запустить ПО и нажать кнопку  и выбрать  . Номер версии отобразится в строке с надписью Version.

Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать данным, приведённым в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование характеристики	Значение		
	М300 Pro	М300 Pro II	М900
Модификация	МПО	МПО	МПО
Идентификационное наименование ПО	МПО	МПО	МПО
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	PRO20210114G15	PRO20210114G15	1.8.8
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-

Таблица 5 - Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование характеристики	Значение		
	CDC.NET	Compass Solution	Survey Master
Идентификационное наименование ПО	CDC.NET	Compass Solution	Survey Master
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	1.8.8	1.9.9	2.9
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-

Если перечисленные требования не выполняются, аппаратуру признают непригодной к применению, дальнейшие операции проверки не производятся.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

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

Диапазон, абсолютная погрешность и средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Статика» определяется путем многократных измерений (не менее 5) двух интервалов двух контрольных длин базиса, определённых лентой измерительной 3 разряда

и 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 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, значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей которого не превышают значения, указанные в таблице 1.

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 5 настоящей методики поверки.

Таблица 5

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 (DGPS)»		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 режиме «Статика» по приращению координат замкнутой фигуры (треугольника), длины сторон которой находятся в диапазоне от 3 км до 30 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 измерений длин базиса в режиме «Быстрая статика»

Диапазон, абсолютная погрешность и средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Быстрая статика» определяется путем многократных измерений (не менее 5) двух контрольных длин базиса, определённых лентой измерительной 3 разряда и 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 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, значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей которого не превышают значения, указанные в таблице 1.

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 5 настоящей методики поверки.

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 режиме «Быстрая статика» по приращению координат замкнутой фигуры (треугольника), длины сторон которой находятся в диапазоне от 3 км до 30 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 длин базиса в режиме «Кинематика»

Диапазон, абсолютная погрешность и средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Кинематика» определяется путем многократных измерений (не менее 10) двух контрольных длин базиса, определённых лентой измерительной 3 разряда и 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 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, значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей которого не превышают значения, указанные в таблице 1.

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 5 настоящей методики поверки.

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 режиме «Кинематика» по приращению координат замкнутой фигуры (треугольника), длины сторон которой находятся в диапазоне от 3 км до 30 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 диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»

Диапазон, абсолютная погрешность и средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» определяется путем многократных измерений (не менее 10) 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 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, значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей которого не превышают значения, указанные в таблице 1.

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 5 настоящей методики поверки.

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 режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» по приращению координат замкнутой фигуры (треугольника), длины сторон которой находятся в диапазоне от 3 км до 30 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.

10.5 Определение диапазона, абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Дифференциальный кодовый (DGPS)»

Диапазон, абсолютная погрешность и средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Дифференциальный кодовый (DGPS)» определяется путем многократных измерений (не менее 10) 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 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, значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей которого не превышают значения, указанные в таблице 1.

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 5 настоящей методики поверки.

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 режиме «Дифференциальный кодовый (DGPS)» по приращению координат замкнутой фигуры (треугольника), длины сторон которой находятся в диапазоне от 3 км до 30 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.

10.6 Определение абсолютной и средней квадратической погрешности определения 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:

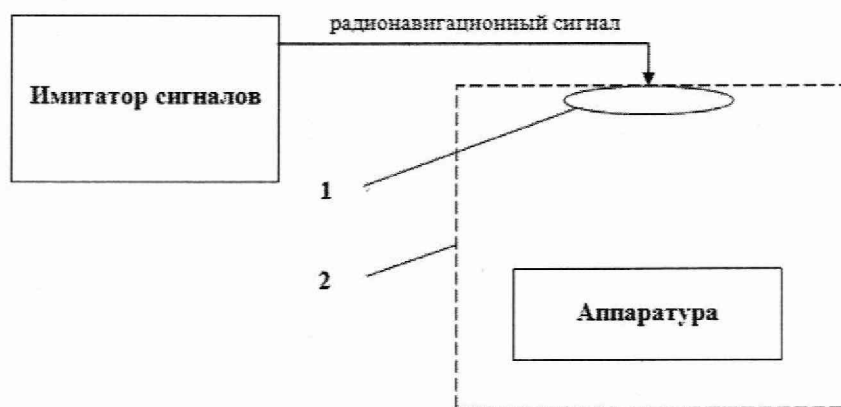


Рисунок 1 – Схема измерений

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 5.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Провести постобработку собранных данных с помощью прикладного ПО на ПК.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

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

ΔL_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 испытываемой аппаратурой значение j длины базиса i измерением в плане/по высоте, мм;

n_j – число измерений j длины базиса.

За абсолютную погрешность измерений принять максимальное значение абсолютной погрешности.

Средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режимах «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)» вычисляется 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 испытываемой 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.

Абсолютная погрешность измерений длины базиса для больших длин определяется в режимах «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)».

Сумма приращений координат (невязка координат) 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;

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

Значения диапазона, абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей измерений длины базиса в режиме «Статика», «Быстрая статика», «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)», «Дифференциальный кодовый (DGPS)» не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

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

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

$\Delta_{X,Y,H}$ – 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»

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

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

где m – средняя квадратическая погрешность измерений координат;

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

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

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

Значения абсолютной (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешностей определения координат в режиме «Автономный» не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

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 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, выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Инженер 2 категории
ООО «Автопрогресс – М»



С.К. Нагорнов