

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор  
ООО «Автопрогресс-М»



А.С. Никитин

«17» марта 2023 г.

МП АПМ 03-23

«ГСИ. Аппаратура геодезическая спутниковая SinoGNSS T30.  
Методика поверки»

г. Москва  
2023 г.

**1 Общие положения**

Настоящая методика поверки применяется для поверки аппаратуры геодезической спутниковой SinoGNSS T30 (далее – аппаратуры), производства ComNav Technology Ltd., КНР, используемых 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
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режимах, мм - «Статика» и «Быстрая статика»: - в плане - по высоте - «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)»: - в плане - по высоте - «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»: - в плане - по высоте - «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учетом наклона аппаратуры*: - в плане - по высоте	$\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (500 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (13,0 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,7 \cdot T)$ $\pm 2 \cdot (18,0 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,7 \cdot T)$
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 измерений длины базиса в режимах, мм: - «Статика» и «Быстрая статика»: - в плане - по высоте - «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)»: - в плане - по высоте - «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»: - в плане - по высоте - «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учетом наклона аппаратуры <sup>1)</sup> : - в плане - по высоте	$2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $250 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $500 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $13,0 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,7 \cdot T$ $18,0 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,7 \cdot T$
Допускаемая средняя квадратическая погрешность определения координат в режиме «Автономный», мм: - в плане - по высоте	$1000$ $1500$
<sup>1)</sup> - допускается наклон от 0 до 60° Примечание D - измеряемое расстояние, мм. T – угол отклонения вертикальной оси аппаратуры от направления на зенит в градусах	

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 измерительных каналов, при проведении поверки по письменному заявлению владельца СИ допускается поверка отдельных измерительных каналов, 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	-	-	10
Определение диапазона, абсолютной и квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Статика»	Да	Да	10.1
Определение диапазона, абсолютной и квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Быстрая статика»	Да	Да	10.2
Определение диапазона, абсолютной и квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Кинематика»	Да	Да	10.3
Определение диапазона, абсолютной и квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (РТК)»	Да	Да	10.4

Определение диапазона, абсолютной и квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»	Да	Да	10.5
Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей измерений координат в режиме «Автономный»	Да	Да	10.6
Определение диапазона, абсолютной и квадратической погрешностей измерений длин базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учётом наклона аппаратуры	Да	Да	10.7
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 +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		
10.1-10.5	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)

	Рабочий эталон 3 разряда в соответствии 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 29.12.2018 г. № 2840 – лента измерительная	Лента измерительная эталонная 3-го разряда (рег. № 36469-07)
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)
10.7	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)
	Средство измерений углов по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от «26» ноября 2018 г. - квадрант	Квадрант оптический КО-60М (рег. № 868-84)
<b>Вспомогательное оборудование</b>		
10.1-10.7	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, 10.1-10.7	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от -45 до +75 °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 непригодным 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 механическому (вибрация, деформация, сдвиги) и температурным воздействиям.

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 непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

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

- для идентификации ПО «Т30\_Firmware»
  - включить Т30;
  - запустить программу Survey Master;
  - выбрать меню «Устройство» – «Подключение»;
  - подключиться к Т30;
  - выбрать «Инфо»;
  - считать номер версии в строке «Инфо об устройстве»;
- для идентификации ПО «Survey Master»:
  - запустить программу Survey Master;
  - нажать кнопку вызова меню в левом верхнем углу экрана;
  - выбрать «О программе»;
  - считать номер версии в строке «Версия»;
- для идентификации ПО «Compass Solution»:
  - запустить Compass Solution;
  - выбрать меню «Help»;
  - выбрать раздел «About»;
  - считать номер версии в строке «Ver.»

Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным, приведённым в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационное наименование ПО	T30_Firmware	Compass Solution	Survey Master
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.3.8	не ниже 1.9.9	не ниже 2.8.2.211227
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-

Если перечисленные требования не выполняются, аппаратуру признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки 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 допускается использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30,0 км, значения метрологических характеристик 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)», «Дифференциальные кодовые измерения», «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учётом наклона аппаратуры		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 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 и абсолютной погрешности 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 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 допускается использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30,0 км, значения метрологических характеристик 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 и абсолютной погрешности 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 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 допускается использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30,0 км, значения метрологических характеристик 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 и абсолютной погрешности 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 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 допускается использовать средство фазовых измерений

приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30,0 км, значения метрологических характеристик 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 и абсолютной погрешности измерений длин базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»**

Диапазон, абсолютная погрешность и средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» определяется путем многократных измерений (не менее 10) 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 допускается использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30,0 км, значения метрологических характеристик 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 «Дифференциальные кодовые измерения (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 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:

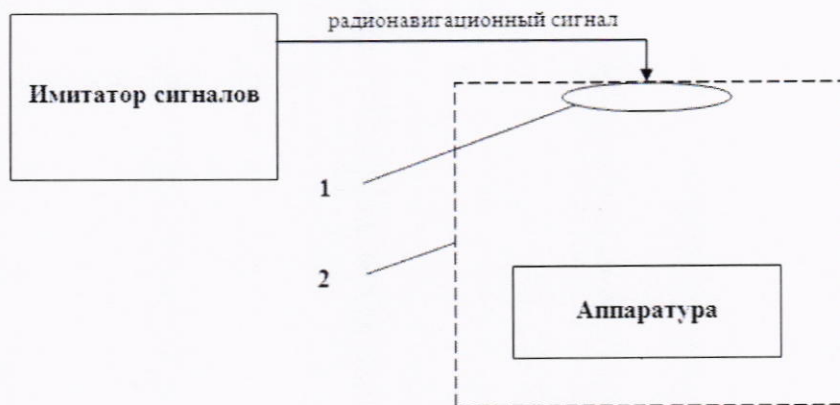


Рисунок 1 – Схема измерений

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 6).

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:	

Наименование параметра имитации	Значение параметра имитации
- 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 6.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Провести постобработку собранных данных с помощью прикладного ПО на ПК.

### **10.7 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длин базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учётом наклона аппаратуры**

Диапазон, абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учетом наклона аппаратуры определяются путем многократных измерений (не менее 3) двух интервалов эталонного базисного комплекса или двух контрольных длин 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 км.

Установить базовую станцию над центром одного из пунктов базиса и привести её спутниковую антенну к горизонтальной плоскости. Поверяемую аппаратуру необходимо установить на вежу.

В качестве базовой станции допускается использовать средство фазовых измерений приращения координат по сигналам ГНСС в диапазоне от 0 до 30,0 км, значения метрологических характеристик 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.

Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

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

Наклоняя один из образцов аппаратуры в диапазоне от 0 до 60°, не менее, чем в 5 фиксируемых при помощи квадранта, точках, провести одновременные измерения длины базиса на образцах аппаратуры при условиях.

Затем вернуть наклонный образец в горизонтальное положение.

Повернуть на 120° в горизонтальной плоскости.

Провести измерения на поверяемой аппаратуре при условиях, указанных в таблице 5 настоящей методики поверки.

Повторить процедуру 3 раза, до возвращения наклоненного образца в исходное положение.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

При использовании контрольной длины базиса ещё раз измерить эталонным тахеометром её значения. 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 отличается от значения  $L_{j_0}$ , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности эталонного тахеометра, необходимо повторить

измерения аппаратурой и повторно проконтролировать длину базиса  $L_{j_0}$ , эталонным тахеометром.

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)» с учетом наклона аппаратуры 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.

## 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)», «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учетом наклона аппаратуры определяется по формуле:

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

$\Delta L_j$  – 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.

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)», «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учетом наклона аппаратуры вычисляется по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (L_{j_i} - L_{j_0})^2}{n_j}}$$

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

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

$L_{j_0}$  – 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)», «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учетом наклона аппаратуры по приращению координат замкнутой фигуры

(треугольника).

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;

$\Delta_{iX,Y,Z}$  - допустимые значения погрешности приращений координат для  $i$  стороны треугольника в плане/по высоте, мм, приведенных в Приложении А к настоящей методике поверки.

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)», «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», «Кинематика в реальном времени (RTK)» с учетом наклона аппаратуры не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

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

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

$\Delta_{X,Y,H}$  – 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.

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**

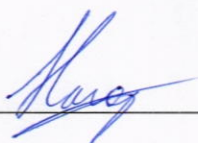
12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 11 настоящей методики поверки.

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