ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТР исо 171238-2011

Государственная система обеспечения единства измерений

ОПТИКА И ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов

Часть 8

Полевые испытания GNSS-аппаратуры в режиме «Кинематика в реальном времени» (RTK)

ISO 17123-8:2007
Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 8: GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK)
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стенда ртмнформ
2013

Предисловие

Целии принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения »

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ФГУП «ВНИИФТРИ») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2011 г. Nv 567-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 17123-8:2007 «Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 8. Полевые испытания GNSS-аппаратуры в режиме «Кинематика в реальном времени» (RTK)» (ISO 17123-8:2007 «Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 8: GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK)»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5— 2004 (подраздел 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях *к настоящему стандарту публикуется* е *ежегодно* издаваемом *информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок —* е *ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее* уведомление *будет опубликовано е ежемесячно издаваемом информационном* указателе *«Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также е информационной системе общего пользования —* на *официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии* е *сети Интернет*

Содержание

Предисловие к международному стандарту ИСО 17123

ИСО (Международная организация по стандартизации) представляет собой всемирную федерацию. состоящую из национальных органов по стандартизации (комитеты — члены ИСО). Работа по разработке международных стандартов обычно ведется Техническими комитетами ИСО. Каждый комитет-член, заинтересованный в теме, для решения которой образован данный технический комитет, имеет право быть представленным вэтом комитете. Международные организации, правительственные и неправительственные, поддерживающие связьс ИСО. также принимают участие в работе. ИСО тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (МЭК) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Проекты международных стандартов разрабатываются в соответствии с правилами, установленными Директивами ИСОАЛЭК. часть 3.

Проекты международных стандартов, принятые Техническими комитетами, направляются комитетам-членам на голосование. Для их опубликования в качестве международных стандартов требуется одобрение не менее 75 % комитетов-членов, участвовавших в голосовании.

Внимание обращается на тот факт, что отдельные элементы настоящего стандарта могут составлять предмет патентных прав. ИСО не должна нести ответственность за идентификацию этих патентных прав.

Международный стандарт ИСО 17123-8 был разработан Техническим комитетом ИСОЯК 172 «Оптика и оптические приборы». Подкомитетом ПК 6 «Геодезические и топографические приборы».

Международный стандарт ИСО 17123 состоит из следующих частей под общим наименованием «Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов»:

- Часть 1:Теория;
- Часть 2: Нивелиры,
- Часть 3: Теодолиты;
- Часть4: Электрооптические дальномеры (приборы ЕСМ);
- Часть 5: Электронные тахеометры;
- Часть 6; Вращающиеся лазеры.
- Часть?: Оптические приборы для установки по отвесу;
- Часть 8: Полевые испытания GNSS-алпаратуры в режиме «Кинематика в реальном времени» (RTK).

Введение к международному стандарту ИСО 17123

Стандарт ИСО 17123 устанавливает полевые методики для определения и оценки прецизионности геодезических приборов и вспомогательного оборудования, используемых для измерения в строительстве и геодезии. Эти испытания в первую очередь предназначены для полевых поверок на пригодность конкретного прибора для выполнения близких неотложных задач и на соответствие требованиям других стандартов. Эти задачи не предлагаются как испытания для приемки или выполнения оценок, более комплексных по характеру.

ИСО 17123 можно рассматривать как начальный шаг в процессе оценки неопределенности измерения (а именно — измеряемой величины). Неопределенность результата измерения зависит от ряда факторов. Сюда, среди прочего, входят: повторяемость (сходимость), воспроизводимость (повторяемость в разные дни) и тщательная оценка всех возможных источников погрешности, в соответствии с руководством ИСО «Руководство по выражению неопределенности измерения (GUM)».

Данные полевые методы разработаны конкретно для применения *in situ,* не требуя специального вспомогательного оборудования, и предназначены конкретно для сведения к минимуму воздействий атмосферы.

Предисловие к настоящему стандарту

Целью разработки Государственных стандартов Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 17123-1— ГОСТ Р ИСО 17123*8 (далее — ГОСТ Р ИСО 17123) является прямое применение в Российской Федерации восьми частей международного стандарта ИСО 17123-1:2002—ИСО 17123-8:2007 под общим наименованием «Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов» в практической деятельности по метрологии в области геодезических измерений: при разработке и применении методик выполнения измерений, испытаниях (в тем числе при испытаниях для целей утверждения типа средства измерений), поверке и калибровке геодезических приборов.

Большинство действующих в Российской Федерации стандартов и методик, регламентирующих методы испытаний геодезической аппаратуры, были разработаны в 90-е годы прошлого века применительно к аппаратуре отечественного производства, разработанной ранее. Эти методы не охватывают все современные виды измерений в геодезии и не всегда соответствуют метрологическим и техническим характеристикам современной аппаратуры. К тому же некоторые методы испытаний неприменимы к импортным средствам измерений (далее — СИ), составляющим в настоящее время от 90 % до 95 % используемой в России геодезической аппаратуры. Данные обстоятельства приводят к необходимости разработки методов испытаний, соответствующих современному уровню.

Применение стандартов серии ГОСТ Р ИСО 17123 в геодезической и топографической практике позволит выполнять оценку метрологических характеристик всех современных видов СИ в полевых условиях, аналогичных условиям эксплуатации. Такой подход дает более достоверные значения метрологических характеристик, поскольку лабораторные испытания, как правило, дают более высокие значения прецизионности, чем те. которые можно получить в реальных условиях эксплуатации. Для импортных СИ применение этих стандартов дает возможностьоценить метрологические характеристики по тем методикам, которые используются фирмами-иэготовителями в процессе заводских испытаний и тестирования.

Оценки метрологических характеристик соответствуют ГОСТ Р ИСО 5725-1 —2002 «Точность(правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ОПТИКА И ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов

Часть 8

Полевые испытания GNSS-аппаратуры в режиме «Кинематика в реальном времени» (RTK)

State system for ensuring the uniformity of measurements. Optics and optical instruments. Field procedures for testing geodetic and surveying instruments. Parts. GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK)

Дата введения — 2013—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы полевых испытаний для определения и оценки прецизионности (повторяемости) приемной аппаратуры глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS) и их вспомогательного оборудования в режиме «Кинематика в реальном времени» — «Real-time kinematic» (RTK) при проведении измерений в строительстве, геодезии и промышленности. KGNSS-системам относятся GPS. ГЛОНАСС, а также будущие системы типа GALILEO. Эти испытания в первую очередь предназначены для проверки в поле пригодности конкретного прибора, имеющегося в наличии, для решения текущей задачи и соответствия его требованиям других стандартов.

Настоящий стандарт не распространяется на комплексные по характеру испытания для приемки или выполнения оценок рабочих показателей.

2 Нормативные ссылки

Нижеследующие документы, на которые приводятся ссылки, являются обязательными для применения настоящего стандарта. Вотношении датированных ссылок действительно только указанное издание. В отношении недатированных ссылок действительно последнее издание публикации (включая любые изменения), на которую дается ссылка.

ИСО 3534-1—2006 Статистика. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Термины, используемые в теории вероятности, и общие статистические термины

ИСО 9849:2000 Оптикаиоптическиеприборы.Геодезическиеитопографическиеприборы.Словарь

ИСО 17123-1—2002 Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 1. Теория

ИСО 17123-2—2003 Оптика и оптические приборы. Методихи полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 2. Нивелиры

ИСО 17123-5—2005 Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 5. Электронные тахеометры

GUM Руководство по выражению неопределенности в измерении

VIM Международный словарь основных и общих терминов вобласти метрологии

3 Термины и определения

8 настоящем стандарте применены термины по ИСО 3534-1. ИСО 9849. ИСО 17123-1. ИС017123-2. ИС017123-5. GUM и VIM.

Издание официальное

4 Общие положения

4.1 введение

Метод позиционирований RTK является методом дифференциальных измерений с использованием опорного (базисного) и подвижного (рабочего) GNSS-приемников. При использовании режима RTK в зоне действия сети опорных GNSS-стамций отдельного опорного приемника не требуется. Оба приемника (опорный и подвижный) выполняют наблюдения одновременно. Дифференциальные поправки, формируемые опорным приемником, передают на подвижный приемник посредством беспроводной связи и используют для повышения точности определения координат антенны этого приемника. Координаты можно получить в любой системе, например ITRF (International Terrestrial Reference Frame). Для практического использования эти координаты преобразуют в горизонтальные координаты и эллипсоидальные высоты. Впоследствии толькоэти типы координат обрабатываюткакисходные наблюдаемые значения.

4.2 Требования

Перед испытаниями оператор должен убедиться, что прецизионность GNSS-приемника, антенны и другого оборудования соответствует поставленной измерительной задаче.

Упрощенные и полные испытания применяют к комплекту GNSS-лриемников и антенн, рекомендованных в инструкциях изготовителя. В случае использования сетевой RTK обеспечивают совместимость моделей антенн (например, корректировку параметров антенны).

Приемник, антенну и вспомогательное оборудование для подвижных приемников проверяют на пригодность для применения в дифференциальных методах измерений по технической документации изготовителя.

Оператор должен следовать указаниям, изложенным в инструкциях изготовителя в отношении требований к условиям проведения измерений, таким как минимальное число спутников, максимальное значение фактора потери точности POOP (Position Dilution of Precision), минимальное время наблюдения и иные требуемые предварительные условия.

Перед проведением каждого измерения оператор устанавливает приемник в исходное положение путем восстановления питания и получает данные после того, как полностью завершено определение целочисленной неопределенности.

Руководством для достижения прецизионности центрирования антенны над пунктом наблюдений, выраженной посредством стандартного отклонения, является:

- центрирование 1 мм;
- измерение высоты антенны 1 мм.

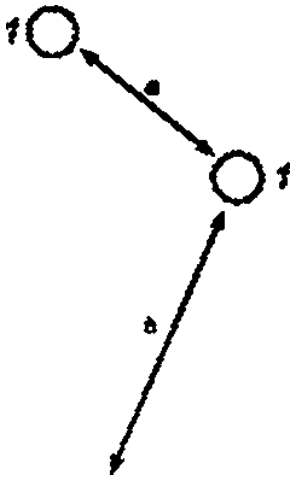
На результаты испытания влияют различные факторы, такие как конфигурация спутников, видимая в определенных пунктах, условия ионосферы и тропосферы, среда с многолучевым распространением вблизи пунктов наблюдений, прецизионностьоборудоеания. качество программного обеспечения, применяемого в подвижных GNSS-приемниках или в системе сбора данных, передаваемых с опорной станции.

В настоящем стандарте (см. разделы 5 и б) приведены две методики испытаний в полевых условиях. Время наблюдений при испытаниях должно соответствовать выбранному методу.

Оператор должен выбрать методику, которая наиболее соответствует конкретным требованиям проекта.

4.3 Концепция методик

Испытательный полигон включает опорный пункт и два пункта для подвижного приемника. Пункты для подвижного приемника располагают вблизи рассматриваемого полигона. Расстояние между этими двумя пунктами не должно быть меньше 2 м и не должно превышать 20 м. Пункты подвижного приемника могут быть выбраны непосредственно на полигоне^.рисунок1).



I — пункт подвижного приемника: *2* — опорныйпункт.а — минимальное расстояние 2 м (не должно превышать 20 м): 6 — расстояние от опорной станции, соответствующее поставленной задаче

Рисунок 1 — Конфигурация сети на полигоне

Горизонтальное расстояние и разность высот между двумя пунктами подвижного приемника определяют методами, прецизионность которых выше 3 мм. без применения метода RTK. Эти значения считают номинальными (эталонными) значениями и используют на первом этапе двух методов испытаний. Горизонтальные расстояния и разность высот, рассчитанные по измеренным координатам в каждом наборе измерений, сравниваютсэтими номинальными значениями, чтобы убедиться, что измерения не имеют выбросов. Однако номинальные значения не используют в статистических критериях.

Серия измерений включает пять наборов. Каждый набор измерений включает последовательные измерения в точках *1* и 2.

Интервал времени между последовательными наборами измерений должен составлять приблизительное мин. Это требование определяет интервал между сериями измерений примерно в 25 мин. а пять наборов измерений в обоих пунктах размещения подвижного приемника должны быть равномерно распределены по этому интервалу. Ввиду того, что цикл изменчивости влияния типичного многолучевого распространения составляет около 20 мин. процедура измерения будет, в основном, покрывать период этого влияющего фактора.

Момент начала каждой новой серии должен быть отделен интервалом не менее 90 мин. Таким образом, множество последовательных серий измерений будет отражать влияние таких факторов, как изменение конфигурации спутников, изменение условий ионосферы и тропосферы.

В этой связи стандартные отклонения, рассчитанные по всем измерениям, представляют собой количественную меру прецизионности, учитывающую влияние типичных факторов при наблюдениях спутников.

Упрощенная методика включает только одну серию измерений и поэтому касается только определения выбросов, а не статистической оценки. И напротив, полная методика испытаний включает три серии измерений и дополнительно позволяет рассчитать стандартные отклонения и статистические критерии.

4.4 Методика 1. Упрощенная методика испытаний

Упрощенная методика испытаний включает одну серию измерений и позволяет ответить на вопрос: находится ли прецизионность используемого оборудования в пределах установленного допустимого отклонения.

Упрощенная методика испытаний основана на ограниченном числе измерений. Поэтому значимое стандартное отклонение невозможно получить и статистические испытания не применяются. Если требуется более точная оценка оборудования, рекомендуется выполнять более строгую полную методику испытаний.

4.5 Методика 2. Полная методика испытаний

Полную методику испытаний используют для определения наилучшего достижимого критерия прецизионности испольэуемогооборудоеания.

Полная методика испытаний включает в себя три серии измерений и предназначена для определения экспериментального стандартного отклонения при измерении одной позиции.

Полную методику испытаний используют для определения:

- критерия прецизионности оборудования в данных условиях (с учетом типичных краткосрочных и долгосрочных влияний);
- критерия прецизионности оборудования, используемого в различные периоды времени или в различных условиях (кратные выборки);
- меры сопоставления прецизионности различного оборудования, достижимой в равных условиях.

Необходимо применить статистические критерии для определения, принадлежит ли используемый в эксперименте образец к той же совокупности, что и образец, дающий теоретическое стандартное отклонение, и принадлежат ли два образца из разных экспериментов к одной и той же совокупности.

5 Упрощенная методика испытаний

5.1 Измерение

Для упрощенной методики испытаний проводят одну серию измерений, в которой наблюдатель должен получить пять наборов измерений в двух пунктах расположения подвижного приемника. Последовательность измерений приведена в таблице 1. в которой столбец, обозначенный «Последовательность №» указывает последовательность измерений.

Т а б л и ц е 1 — Последовательность измерений для одной серии

Последовательность №	Серия *i*	Набор *f*	Пункт подвижного приемника *к*	Измерение		
				X	*у*	*h*
1	1	1	1	*1.1.1	/1.1.1	ftl.1.t
2	1	1	2	*1,1.2	/1.1.2	ft1.1.2
3	1	2	1	*1*1	/12 1	л12 1
4	1	2	2	*1.2.2	У 1.2.2	ft1 2.2
5	1	3	1	*1 3 1	/13 1	ft131
6	1	3	2	*13 2	/132	л1 3.2
7	1	4	1	*1.4.1	/1.4.1	ft!.4.1
8	1	4	2	*14 2	/142	ft14.2
В	1	5	1	*1.5.1	/1.5.1	ft1.S.t
10	1	5	2	*132	/l 6 2	ft1 62

Конкретный набор измерений выражают как x,^, $y_{jj\ k}$. $h_{i/k}$, где x, уи Л являются координатами пункта в местной системе координат. Индекс / определяет номер серии, индекс/—номер набора и индекс *к* —номер пункта подвижного приемника. Например, $x_{3\ 2}$ является значением координаты x, полученным в третьем наборе первой серии измерений, когда подвижный приемник находился в точке 2.

Последовательность измерений рекомендуется осуществлять в соответствии с таблицей 1 и в полной методике испытаний (см. 6.1).

5.2 Расчет

Результаты отдельных измерений сравнивают непосредственно с имеющимися номинальными (эталонными) значениями, чтобы выявить измерения с грубыми погрешностями.

Для каждого набора/(= 1 5) в серии/(-1) рассчитывают горизонтальное расстояние и разность высот между двумя пунктами подвижного приемника. Далее рассчитывают их отклонения от номинальных значений.

$$-*,.y.i)^{2\ +}(Уг./.2\ -Xij.i)^2:$$

$$£o\ ,-£>_{,},-0*:;=1. \qquad /=1.....5 \qquad (1)$$

$$Чц\ -\ h<j\ \sim\ ^{h'}<$$

где $Хц_{\ к}$, y,j_k, h, $j_{\ k}$ — результаты измерений координат x.y и Ь соответственно в/-м наборе /-й серии в *к-м* пункте подвижного приемника:

$D,_r$ $\&h_{ijk}$ — рассчитанное горизонтальное расстояние и разность высот соответственнов/-м наборе /*й серии;

О*. ДЛ* — номинальные (эталонные) значения горизонтального расстояния и разности высот соответственно;

с» , е/. — отклонение отноминального значения горизонтального расстояния и разности высот соответственно.

Если какое-либо отклонение не удовлетворяет хотя бы одному из двух условий уравнения (2). то подозревают наличие выброса (выбросов) в соответствующих измерениях и процедуру повторяют.

$$^\ 2.5\ -J2s_{xy}.$$

$$|^£2,5V2s_h. \qquad (2)$$

где s_{xy} и$„ — либо заранее определенное стандартное отклонение согласно полномасштабному методу. либо значения, установленные изготовителем.

6 Полная методика испытаний

6.1 Измерение

Полная методика испытаний включает в себя три серии измерений. Последовательность измерений в каждой серии идентична упрощенной методике испытаний. Моменты начала последовательных серий измерений должны быть разделены интервалом не менее 90 мин.

6.2 Расчет

6.2.1 Общие положения

Расчет проводят в два этапа. На первом этапе отдельные измерения сравнивают непосредственно с имеющимися номинальными (эталонными) значениями для выявления измерений с грубыми погрешностями. Рассчитывают представляющие интересстатистическиезначенияна втором этапе. Все процедуры обоих этапов описаны в следующих подразделах.

6.2.2 Предварительная проверка измерений

Ко всем измерениям всех трех серий применяют процедуру, предусмотренную для упрощенной методики.

6.2.3 Расчет статистических значений

Для всех измерений во всех сериях рассчитывают оценки *x*, *y* и Л для каждой точки подвижного приемника *к{* = 1.2) методом наименьших квадратов

** "тгХ 2х'. >■*'
1 Э Г-1 /-1
*35
У к ~ ТгХХУ/.,.*
' ® М /-1 *■1.2 (3)
=тт£ j>, **•
Э 1 1,1-1

Затем рассчитывают остатки (разности) по координатам *x*, у и Л для всех измерений в трех сериях

rxij.k - xк~ Kj.k-
Гу цм =7* *К* = 1.2. *}* = 1..... 5. / = 1. 2.3 (4)
ГЬЦ.к ~ Ьк ~ h,jk.

Полученные остатки возводят в квадрат и суммируют, включая все измерения с индексом *к-Лмк-* = 2 по отдельности для координат *x*, *y* и

„ 3 5 2
J -1 / -1* -1
I^=X LI (5)
s *t-iihu-*
I-1/- * -1

Степени свободы для *x*, *y* и *b* идентичны. Их рассчитывают следующим образом:

$$v_x = v_y = v_A = (m\,n-1)p = (3\cdot 5-1)2 = 28. \quad (6)$$

где m — число серий, равное трем;

n — число наборов в серии, равное пяти;

p — число пунктов подвижного приемника, равное двум.

Рассчитывают стандартные отклонения отдельного измерения x. y и Л

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum r_x^2}{v_x}} = \sqrt{\frac{\sum r_x^2}{28}};$$

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum r_y^2}{v_y}} = \sqrt{\frac{\sum r_y^2}{28}}; \quad (7)$$

$$s_h = \sqrt{\frac{\sum r_h^2}{v_h}} = \sqrt{\frac{\sum r_h^2}{28}}$$

и соотносят их со стандартными отклонениями

S|SO~GNSS RTK,, = *yjs* +sf :* **(в)**

sJSO-GNSS RTKft - *Sh'* 0)

гдеsiso— gnss rtk — экспериментальное стандартное отклонение отдельной позиции {x, y);
siso— gnss rtkj , экспериментальное стандартное отклонение отдельной высоты (ft).

6.3 Статистические испытания

6.3.1 Общие положения

Статистические испытания применимы только к полной методике испытаний. Для интерпретации результатов статистические испытания выполняют, используя:

• общие стандартные отклонения S|go_ cn$s rtk* ••stso-GNSSRTK„ .полученные no измерениям и соответствующим степеням свободы.

Чтобы ответить на следующие вопросы (см. таблицу 2):

a) Будет ли рассчитанное экспериментальное стандартное отклонение s iso—gnss rtk отдельной позиции x. y меньше или равно соответствующему значению a_{xy}. установленному изготовителем, или другому предписанному значению a_{xy}?

b) Будет ли рассчитанное экспериментальное стандартное отклонение $s_{1S0\_GNSS\ RTKft}$ отдельной высоты ft меньше или равно соответствующему значению $o_л$. установленному изготовителем, или другому предписанному значению. c_{ft}?

c) Принадлежат ли два экспериментальных стандартных отклонения $iso-gnss rtk, и ^tso—gnss rtk отдельной позиции [x, y], определенные по деум различным выборкам измерений, к одной и той же совокупности, предположив, что эти две выборки имеют одинаковое число степеней свободы v,+ v_yH V_x+ V_rCOOTBeTCTByiOlUH6S|SO-GNSS RTK, И «ISO-GNSS RTK ?

d) Принадлежат ли два экспериментальных стандартных отклонения Siso-gnssrtk,, и $s_{,so\_ GNSS\ RTKft}$ отдельной высоты ft. определенные по двум различным выборкам измерений, кодной и той же совокупности, предположив, что эти две выборки имеют одинаковое число степеней свободы v_h и v_{ft}.соответствующееStso-gnss RTK_{ft} и *iso-gnss rtk„?

Экспериментальные стандартные отклонения s и ? можно получить из:

- двух выборок измерений, выполненных одним и тем же оборудованием:
- двух выборок измерений, выполненных различным оборудованием.

Для следующих испытаний уровень доверия (1 - «) = 0,95, и согласно предназначению измерений число степеней свободы v_M * v_y - 56 и v_h = 28.

Таблица 2 — Статистические испытания

Вопрос	Нупь-типотеза	Альтернативная гипотеза
a)	sISO-GNSS RTK $_п$ S °*яу*	®ISO-GNSS RTK„ > a,*y*
Ь)	*ISO—GNSS RTK*S<V>	$SO—GNSS RTK„ > O*
c>	°*яу* * a**y*	°*яу* * a*яу*
d>	п1> *«Л	«ft * \

6.3.2 Вопроса)

Нуль-гипотезу, утверждающую, что экспериментальное стандартное отклонение SjgQ_QNss RTK отдельной позиции [x, y] меньше или равно теоретическому или предварительно установленному значению <rt$_{xy}$. не отвергают, если выполнено следующее условие:

SISO-GNSSRTK,, *axy -o.es(v* + V v) ' ■ л + V y (10)

$ISO-GNSS RTK л, 56 (11)

-0.9S (56) =74.47: (12)

>ISO— GNSS RTK •<*xyj 7—=o„ 1,15. 56 *y (13)

8 противном случае нуль-гипотезу отвергают.

6.3.3 Вопрос b)

Нуль-гипотезу, утверждающую, что экспериментальное стандартное отклонение Sj so—gnss rtk„ отдельной высоты h меньше или равно теоретическому или предварительно установленному значению в),, “в отвергают, если выполнено следующее условие:

® ISO—GNSS RTKa J------------------------; |xj»s(v* +v*> л \ Vh (14)

sISO-GNSSRTK„ 26 ' , l*0.95<28) (15)

X*„(2в) = 42.34; (16)

sISO-GNSSRTK„ 28 °ft-1.22. /41,34 (17)

8 противном случае нуль-гипотезу отвергают.

6.3.4 Вопросе)

Необходимо определить, принадлежат ли два экспериментальных стандартных отклонения ® iso—gnss rtk и S|so— gnss rtk отдельной позиции [x. y), определенные по двум различным выборкам измерении' к одной и той же Совокупности. Соответствующую нуль-гипотезу, утверждающую, что °xy - Ъy н® отвергают, если выполнено следующее условие:

ISO— GNSS RTK *y

F »*y. y +y) » af2* x y x y l ^tSO— GNSS RTK s^»-a/2<vjr + vy»v* + M *y (18)

1 ISO —GNSS RTK Xy

Ffte„(5ese) s2 £ F0 ,&7s (S6,56)c ISO-GNSS RTK *y (19)

f 097S (56,56) = 1.70; (20)

«2 dISO— GNSS RTKvy

0.59 £ ——---------------- 21 £ 1.70. ISO-GNSS RTK *y (21)

В противном случае нуль-гипотезу отвергают.

6.3.5 Вопросе!)

Гипотезу, что два экспериментальных стандартных отклонения ^{s}iso—gnss ятк$_{л}$и s_{so}— GNSS RTKf(отдельной высоты *h* принадлежат к одной и той же совокупности, не отвергают, если выполнено следующее условие:

$$\frac{1}{Fy\ в/2<*_{л}+v_{„})} \quad \frac{^{s}ISO\text{-}GNSS\ RTK_{ft}}{72_{ISO\text{-}GNSS\ RTKn}} \quad *Fy_{e}/2(V|, + V b t \qquad (22)$$

$$1_{fi}{}^{S}ISO\sim GNSSRTK_{„\ F}.\ /28.28): \qquad (23)$$

$$^{\wedge}ftfl7s(28.28) «2^{0975}_{0,975}{}^{S}ISO—GNSSRTKft$$

$$F_{0\cdot 975}\ (28,28) = 2.13; \qquad (24)$$

$$O^{\wedge}/.SO\text{-}GNSSRTK,_{£213} \qquad (25)$$

$$«2$$

$$°\ ISO—GNSS\ RTK_{a}$$

В противном случае нуль-гипотезу отвергают.

Приложение **А**
(справочное)

Пример упрощенной методики испытаний

А.1 Измерения

Место наблюдения: Токио.
Погоде: Ясно. S *С.
Типи номер приборе: AAA01234.
Типи номер ентенны или встроенная антенна: 8ВВ 05678.
Дате: 2006—01—21

Базисная линия (номинальное значение), горизонтальное расстояние О*«19.996 м. разность высот ДП* * «0.038 м.

Предварительно определенное стандартное отклонение $»_{xy}$ « 15 мм; s_h « 25 мм.

А.2 Расчет

Согласно уравнению (1) рассчитанные данные приведены в таблице А.1.

Т а б л и ц а А.1 — Измерения и отклонения

Nt	Набор	Пункт под* оижного приемника	Измерения, м			ГорИЭОН' тельное расстояние. м	Разность высот, м	Отклонения, мы	
	i	*	X	У	*H*		4\		
1	1	1	-67637.433	-63945.554	320.732	_		_	
2	1	2	-67654.082	-63934.442	320.781	20.017	0.049	21	11
3	2	1	-67637.448	-63945.550	320.732	—	—	—	—
4	2	2	-67654.084	-63934.451	320,774	19.999	0.042	3	4
5	3	1	-67637.450	-63945.550	320.745	—	—	—	—
6	3	2	-67654.083	-63934.454	320.793	19.994	0.048	-2	10
7	4	1	-67637.453	-63945.541	320.731	—	—	—	—
6	*4*	2	-676S4.077	-63934.447	320.783	19.986	0.OS2	-10	14
9	5	1	-67637.450	-63945.555	320.740	—	—	—	—
10	5	2	-67654.083	-63934.452	320.778	19.998	0.038	2	0
Предел каждог0 отклонения, мм								± S3	±88

Все отклонения удовлетворяют условиям уравнения (2).

Наличие выбросов не обнаружено.

Приложение В
(справочное)

Пример полной методики испытаний

В.1 Измерения

Место наблюдения: Бонн.
Погоде: Ясно. 5'С.
Тип и номер приборе: BBB 01234.
Тип и номер ентенны или встроенная антенне: CCCOS678.
Дате. 2006—09—22.

Бвзиснвялиния (номинельное значение), горизонтальное расстояние £>*■ 19.994м. разность высот лЛ'* «0.026 м.

Предварительно определенное стандартное отклонение * 15 мм: $а_л$ « 25 мм.

В.2 Расчет

В.2.1 Предварительная проверка

Согласно уравнению (1) рассчитанные денные внесены а таблицу В.1.

Т а б л и ц а В.1 — Измерения и отклонения

№	Серия	Набор	Пукдт подвиж-ного прием* ника	Измерения, м			Гориэеи* талъное расстоя* иие. м	Размоет* высот, м	Отклонения, мм	
		/	к	X	У	h		Ah,		с*.ч
1	1	1	1	-67635.470	-63943.197	320.792	—	—	—	—
2	1	1	2	-67652.369	-63932.527	320.799	20.003	0.007	9	-21
3	1	2	1	-67635.479	-63943.186	320.786	–	—	—	–
4	1	2	2	-67652.376	-63932.525	320.624	19.980	0.036	-14	**а**
5	1	3	1	-67635.460	-63943.189	320.789	—	—	—	—
6	1	3	2	-67652.387	-63932.529	320.610	19.987	0.021	-7	-7
7	1	4	1	-67635.476	-63943.192	320.793	—	–	–	–
6	1	4	2	-67652.393	-63932.530	320.608	19.997	0.015	3	-13
9	1	5	1	-67635.481	-63943.192	320.794	–	–	–	—
10	1	5	2	-67652.390	-63932.522	320.603	19.994	0.009	0	-19
11	2	1	1	-67635.478	-63943.191	320.600	—	—	—	—
12	2	1	2	-67652.399	-63932.53S	320.623	19.997	0.023	3	-5
13	2	2	1	-67635.479	-63943.193	320.798	—	—	—	—
14	2	2	2	-67652.392	-63932.526	320.626	19.995	0.030	1	2
15	2	3	1	-67635.477	-63943.194	320.780	—	—	—	—
16	2	3	2	-67652.396	-63932.530	320.797	19.999	0.017	5	-11
17	2	4	1	-67635.475	-63943.191	320.786	—	—	—	—
18	2	4	2	-67652.395	-63932.532	320.612	19.998	0.026	4	-2
19	2	5	1	-67635.476	-63943.191	320.784	—	—	—	—
20	2	5	2	-67652.391	-63932.534	320.612	19.992	0.028	-2	0
21	3	1	1	-67635.479	-63943.194	320.796	—	—	–	–
22	3	1	2	-67652.391	-63932.529	320.626	19.994	0.028	0	0
23	3	2	1	-67635.478	-63943.195	320.605	–	–	–	–

Окончание твблииы 6.1

N»	Серия	Набор	Пункт подеиж* кого прием* ника	Измерения, м			Гориэои* тапьиое расеток* мне. м	Разность высот, ы	Отклонения, ни	
	t	*/*	А	*X*	*у*	Л			Но.ц	
24	3	2	2	-67652.393	-63932.532	320.823	20.000	0.018	6	-10
2S	3	3	1	-67635,485	-63943.199	320.799	–	–	–	–
26	3	3	2	-67652.400	-63932.534	320.813	19.996	0.014	2	-14
27	3	4	1	-67635.474	-63943.195	320.804	–	–	–	–
26	3	4	2	-67652.394	-63932.532	320.831	20.000	0.027	6	-1
29	3	5	1	-67635.483	-63943.200	320.793	–	–	–	–
30	3	S	2	-67652.398	-63932.537	320.833	19.995	0.040	1	12
Предел каждого отклонения, мм									i S3	± 88

Все отклонений удовлетворяют условиям уравнения (2).

Наличия выбросов не подозревается.

В.2.2 Расчет статистических значений

Т а б л и ц а 8.2 — Измерения, остатки (разности) и стандартное отклонение

№	Се-рн»	На-бор	Пункт подвиж-ного прием-ника	Измерения, м			Остаток, мм			Каадрат разности, мм^2		
	i	ı	А	X	*у*	*Ь*	Г$_{ж}$	$_{г}$	'я	*г*$^{*}_{ж}$	*г*$^{*}_{у}$	V
1	1	1	1	-6763S.470	-63943.197	320.792	8	-4	-2	64	16	4
2	1	1	2	-67652.369	-63932.527	320.799	4	3	-17	16	9	289
3	1	2	1	-67635.479	-63943.188	320.788	-1	5	-6	1	25	36
4	1	2	2	-67652.376	-63932.525	320.824	17	5	8	289	25	64
5	1	3	1	-67635.480	-63943.189	320.789	-2	4	-S	4	16	25
6	1	3	2	-67652.387	-63932.529	320.810	6	1	-6	36	1	36
7	1	4	1	-67635.476	-63943.192	320.793	2	1	-1	4	1	1
8	1	4	2	-67652.393	-63932.530	320.808	0	0	-8	0	0	64
9	1	5	1	-67635.461	-63943.192	320.794	-3	1	0	9	1	0
10	1	5	2	-67652.390	-63932.522	320.803	3	8	-13	9	64	169
11	2	1	1	-67635.478	-63943.191	320,800	0	2	6	0	4	36
12	2	1	2	-67652.399	-63932.535	320.823	-6	-4	7	36	16	49
13	2	2	1	-67635.479	-63943.193	320.798	-1	0	4	1	0	16
14	2	2	2	-67652.392	-63932.528	320.828	1	2	12	1	4	44
15	2	3	1	-6763S.477	-63943.194	320.780	1	-1	-14	1	1	196
16	2	3	2	-67652.396	-63932.530	320.797	-3	0	-19	9	0	361
17	2	4	1	-67635.475	-63943.191	320.786	3	2	-8	9	4	64
18	2	4	2	-67652.395	-63932.532	320.812	-2	-2	-4	4	4	16
19	2	5	1	-67635.476	-63943.191	320.784	-2	-2	-10	4	4	100

Окончание таблицы 8.2

N9	Со* рия	Набор	Пункт под-вижно* го прием-ника	Изьереиия. м			Остаток, ни			Квадрат ревности, мм*'		
	■	)	к	Я	У	Л		%	гь		V	
20	2	S	2	-67652.391	-63932.534	320.812	2	-4	-4	4	16	16
21	3	1	1	-67635.479	-63943.194	320.798	-1	-1	4	1	1	16
22	3	1	2	-67652.391	-63932.529	320.826	2	1	10	4	1	100
23	3	2	1	-67635.478	-63943.195	320.805	0	-2	11	0	4	121
24	3	2	2	-67652.398	-63932.532	320.823	-5	-2	7	2S	4	49
25	3	3	1	-67635.485	-63943.199	320.799	-7	-6	5	49	36	25
26	3	3	2	-67652.400	-63932.534	320.813	-7	-4	-3	49	16	9
27	3	4	1	-67635.474	-63943.195	320.804	4	-2	10	16	4	100
28	3	4	2	-67652.394	-63932.532	320.831	-1	-2	15	1	4	225
29	3	5	1	-67635.483	-63943.200	320.793	-S	-7	-1	25	49	1
30	3	S	2	-67652.398	-63932.537	320.833	-5	-7	17	2S	49	289
Среднее по серии			1	-67635.478	-63943.193	320.794	–	–	–	–	–	–
			2	-67652.393	-63932.530	320.816	—	—	—	–	—	—
Сумма квадратов остатков				—	—	—	—	—	—	696	379	2621
Экспериментальное стандартное отклонение »				а, - 4.99	s_r ■ 3.68	$„ ■ 9.68						

Согласно уравнению (6), число степеней свободы для х.уи А одинаково и рассчитывается как

$$^{v}, »>y » {}^{y}{}_{л} » (tn • л - {}^{1}) - р ■ (3\ 5\ -1) - 2 « 28.$$

8 соответствии с уравнением (7) стандартные отклонения отдельного измерения х.уи л рассчитывают следующим об разом:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum r_x^2}{v_x}} = \sqrt{\frac{\sum r_x^2}{28}} = \sqrt{\frac{696}{28}} = 4.99 \text{ мм.}$$

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum r_y^2}{v_y}} = \sqrt{\frac{\sum r_y^2}{28}} = \sqrt{\frac{379}{28}} = 3.68 \text{ мм.}$$

$$s_h = \sqrt{\frac{\sum r_h^2}{v_h}} = \sqrt{\frac{\sum r_h^2}{28}} = \sqrt{\frac{2621}{28}} = 9.68 \text{ мм.}$$

Согласно уравнениям <8} и <д) соответствующие стандартные отклонения будут

®iso—gnss яткд>, “ i/Ss* " X s / * т/4-®®2 >3£82 * 6.20 мм:

sISO-GN88 RTK* *вл*9.68мм.

В.3 Статистические испытания

В.3.1 Статистический критерий к вопросу а)

^so-gnssrtk,,, "6.20 мм; $o_{жу}$« 15.00мм; v «v,* v_y*56;

6.20 & 15.00 1.13:

6.20 £ 17.2.

Условие испытания выполнено, рассчитанное экспериментальное стандартное отклонение$Sjg_{0—G}$^$g_{g\ RTK}$ отдельной позиции [х. *у]* меньше или равно соответствующему значению $о_{ху}$. установленному изготовителем, или другому заранее определенному значению $п_{ху}$.

В.3.2 Статистический критерий к вопросу Ь)

*iso— GNSS r t k_a * *а " 9.68 мм: в ж 25.00 мм; v ■ 28;

9.66525.00-1.22:

9.66 £30.5.

Условие испытания выполнено, рассчитанное экспериментальное стандартное отклонение ^{s}iSO—GNSS RTK/» отдельной высоты *п* меньше или равно соответствующему значению «$_{Л}$. установленному изготовителем. ипи другому зврвнее определенному значению «$_{Л}$.

В.3.3 Статистический критерий к вопросу с)

*iso—GN5S ятк„ * 6.20 mm;$s_{i90—QN8S\ RTK}$ ■ 6.00 мм; v ■ V, * чу ■ 56;

$$0.59£|®di£\ 1.70;$$
$$3600$$

0.59 £1.07 £1.70.

Условие испытания выполнено, нуль-гипотезу, утверждающую, что стандартные отклонения^so—g n s s r t k и *i8o_g h s s r t k принадлежат к одной и той же совокупности, не отвергают на доверительном уровне 9514.

В.3.4 Статистический критерий к вопросу *6)*

*tso—o n s s r t $k_я$ * 9.68мм; ^s o -g n s s r t k_a* Ю.00 mm;v„* 28;

$$0.47\ £\ \frac{93.70}{10000}\ £2.13;$$

0.47 £0.94 £2.13.

Условие испытания выполнено, нуль-гипотезу, утверждающую, что стандартные отклонения Siso-gnss r t k „ и Siso~GN3S r t k» принадлежат к одной и той же совокупности, не отвергают на доверительном уровне 9514.

Можно сделать вывод, что измерение трехмерной позиции, полученное в гори зонта льных координатах [х,у| и высоте Л различными образцами измерений не подвержено влиянию систематических погрешностей.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации

Т а б л и ц е ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степени со* ответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 3534-1:2006	MOD	ГОСТ Р 50779.10—2000 (ИСО 3534-1—93) «Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения»
ИСО 17123-1:2002	ЮТ	ГОСТ Р ИСО 17123-1—2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 1. Теория»
ИСО 17123-2:2003	ЮТ	ГОСТ Р ИСО 17123-2—2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Честь 2. Нивелиры»
ИСО 17123-S:200S	ЮТ	ГОСТ Р ИСО 17123-5—2011 «Государственная системе обеспечения единства измерений. Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Честь 5. Электронные тахеометры*
ИСО 4463-1:1980	–	«
ИСО 7077:1981	—	ф
ИСО 7078:1985	—	♦
ИСО 9849:2000	—	•

* Соответствующий национальный ствндврт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод не русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

П р и м е н е н и е — 8 настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стендертов:

- ЮТ — идентичный стандарт;
- MOD — модифицированный стандарт.

УДК 528.5.528.02:006.354 ОКС 07.040 17.040 17.180 Т86.10

Ключевые слова: геодезия, геодезические измерения, испытания геодезических приборов

Редактор *О.А Стаяноосяая*
Технический редактор *В.* Н. Прусакове
Корректор *Ю.М.* Прокофьева
Компьютерная верстка *А.Н.* Золотаревой

Сдано а набор 13.12.2012. Подписано а печать 06.02.2013. Формат 60 « 84 Гарнитура Арнал.
Уел. печ. л. 2.32. Уч.-над. п. 2Д0. Тираж 88 эк». Эак.114.

ФГУП кСТАНДАРТИНФОРМ». 123895 Москва, Гранатный лер.. 4.
www.gosbnfo.ru mtoggosUnlo *m*
Набрано во ФГУП кСТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник». 10S062 Москва. Ляпин пер., в.