ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57371— 2016

Глобальная навигационная спутниковая система

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Оценка точности определения местоположения. Основные положения

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно технический центр геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных» (ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 363 «Радионавигация»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 декабря 2016 г. № 2087-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, 2017

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 1
4 Основные положения 2
5 Общие требования к методам и технологиям выполнения геодезических работ 3
5.1 Автономное определение местоположения 3
5.2 Относительное определение местоположения 3
6 Методы оценки точности определения местоположения 4
6.1 Общая характеристика 4
6.2 Метод эталонов 4
6.3 Метод невязок 5
6.4 Метод дублирования 5

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Глобальная навигационная спутниковая система

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Оценка точности определения местоположения. Основные положения

Global navigation satellite system. Methods and technologies of geodetic works. Estimation of the accuracy of the positioning. Main provisions

Дата введения — 2017—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на методы и технологии выполнения геодезических работ с использованием геодезической навигационной аппаратуры потребителя (ГНАП) глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС).

Настоящий стандарт устанавливает основные положения по оценке точности определения местоположения с использованием геодезической навигационной аппаратуры потребителя.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 22268 Геодезия. Термины и определения

ГОСТ Р 52928 Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения

ГОСТ Р 53609 Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических и землеустроительных работ. Оценка работоспособности двухчастотной геодезической аппаратуры по измерениям кодовых и фазовых псевдодальностей

ГОСТ Р 53864—2010 Глобальная навигационная спутниковая система. Сети геодезические спутниковые. Термины и определения.

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 52928, ГОСТ Р 53864, ГОСТ 22268.

Издание официальное

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ГЛОНАСС — глобальная навигационная спутниковая система Российской Федерации;

СКП — среднеквадратичная погрешность.

4 Основные положения

4.1 Разработка методов и технологий выполнения геодезических работ с использованием спутниковой геодезической аппаратуры потребителей ГНСС включают в себя следующие основные виды деятельности:

- нормирование применения спутниковой геодезической навигационной аппаратуры потребителей ГНСС;
- нормирование методов и технологий выполнения геодезических работ с использованием спутниковой геодезической аппаратуры потребителей ГНСС;
- оценку и контроль точности определения местоположения объектов при выполнении геодезических работ с использованием спутниковой геодезической аппаратуры потребителей ГНСС.

4.2 Оценка и контроль точности определения местоположения объектов осуществляются с учетом следующих возможных помехообразующих факторов, действующих при выполнении геодезических работ с использованием спутниковой геодезической аппаратуры потребителей ГНСС:

- погрешностей бортовой шкалы времени навигационных спутников;
- погрешностей расчета эфемерид навигационных спутников с использованием аппаратуры потребителя;
- инструментальных погрешностей аппаратуры потребителя, создаваемых наличием шумов в электронном тракте приемника;
- препятствий при прохождении радиосигналов, создаваемых объектами местности;
- многопутности распространения сигнала, проявляющейся в результате вторичных отражений сигнала навигационного спутника от крупных препятствий, расположенных в непосредственной близости от приемника;
- ионосферной задержки сигнала, создаваемой свободными электронами в ионизированном слое атмосферы, вызывающем задержку распространения сигнала навигационного спутника, которая прямо пропорциональна концентрации электронов и обратно пропорциональна квадрату частоты радиосигнала;
- тропосферной задержки сигнала, зависящей от метеопараметров (давления, температуры, влажности), а также от высоты спутника над горизонтом;
- геометрического расположения наблюдаемых спутников и приемника, влияние которого на точность определения местоположения определяемого объекта характеризуется соответствующим геометрическим фактором;
- радиопомех, создаваемых различными внешними радиоисточниками;
- погрешностей пространственных координат исходных пунктов, относительно которых осуществляется определение местоположения объектов,
- погрешностей математической обработки совокупности навигационных спутниковых измерений, полученных с помощью геодезической навигационной аппаратуры потребителей ГНСС.

4.3 При выборе нормируемых характеристик, используемой ГНАП необходимо учитывать:

- условия применения (ГНАП может применяться как автономно, так и в составе информационно-измерительных комплексов и систем геодезического назначения);
- режим функционирования (ГНАП может функционировать как в статическом, так и в кинематическом режиме);
- наличие мешающих факторов внешней среды (влияние этих факторов приходится компенсировать, например при постобработке результатов, или предусматривать комплектование аппаратуры с другими средствами измерений);
- наличие и характер влияния погрешностей измерений (эти погрешности могут быть как случайными, так и систематическими, а их влияние может зависеть от условий работы аппаратуры).

5 Общие требования к методам и технологиям выполнения геодезических работ

5.1 Автономное определение местоположения

Автономное определение местоположения применяют для непосредственного получения пространственных координат определяемого объекта с относительно низкой точностью (первые единицы метров).

Примечание — Область применения технологии автономного определения местоположения включает проведение рекогносцировочных работ; получение предварительных координат объектов; инструментальный поиск исходных пунктов.

5.2 Относительное определение местоположения

5.2.1 Относительное определение местоположения является основным методом выполнения геодезических работ с использованием геодезической навигационной аппаратуры потребителей ГНСС, которое применяют для определения пространственных координат определяемого объекта относительно исходного пункта на сантиметровом и более высоком уровне точности, в зависимости от используемого режима относительного определения местоположения.

5.2.2 Режимы относительного определения местоположения (режимы получения и обработки измерительной информации):

- статический режим ;
- режим быстрой статики;
- режим реоккупации;
- кинематический режим в соответствии с ГОСТ Р 53864—2010 (пункт 22);
- кинематический режим в реальном масштабе времени.

5.2.3 Точность относительного определения местоположения характеризуют величиной СКП приращений координат между определяемым объектом и исходным пунктом.

При оценке точности учитывают особенности используемого режима определения местоположения, тип используемой ГНАП, удаленность определяемого объекта от исходного пункта, интервал времени синхронных наблюдений и условия видимости спутников.

5.2.4 Нормирование применения режимов относительного определения местоположения осуществляют, исходя из требуемой точности определения координат и допустимых затрат времени на выполнение работ.

При этом учитывают, что наиболее высокую точность относительного определения местоположения обеспечивает статический режим, который вместе с этим является наименее производительным, для его реализации требуется проведение сеансов наблюдений продолжительностью от одного часа до нескольких суток.

Повышение производительности относительного определения местоположения может достигаться при некотором снижении точности путем использования режима быстрой статики, режима реоккупации, кинематического режима, кинематического режима в реальном масштабе времени, режима «стой — иди».

5.2.5 Статический режим обеспечивает получение приращений пространственных координат одного или нескольких объектов относительно исходного пункта с использованием ГНАП, стационарно размещаемой на этих объектах и исходном пункте.

Статический режим применяют для получения приращений пространственных координат с повышенной точностью.

5.2.6 Режим быстрой статики применяют в тех случаях, когда требуется получение разностей координат определяемого объекта и исходного пункта в сеансе наблюдений продолжительностью до 30 мин.

Режим быстрой статики обеспечивает получение координат определяемого объекта с точностью на уровне точности обычного статического режима при условии непрерывной работы приемника в процессе его перемещения между определяемыми пунктами.

5.2.7 Режим реоккупации применяют в тех случаях, когда нет возможности проведения сеансов наблюдений требуемой продолжительностью, но имеется возможность проведения нескольких коротких сеансов наблюдений.

Режим реокупации обеспечивает получение координат определяемого объекта с точностью на уровне точности обычного статического режима при условии, что суммарная продолжительность корот-

ких сеансов наблюдений равна или превышает требуемую продолжительность обычного статического режима.

5.2.8 Кинематический режим и режим «стой — иди» относительного определения местоположения, обеспечивает получение координат нескольких определяемых объектов, расположенных на небольших расстояниях друг от друга, с использованием ГНАП, последовательно перемещаемой с одного из этих объектов на другой при условии непрерывной работы приемника в процессе его перемещения между определяемыми пунктами.

Отличие этих двух режимов состоит в том, что в кинематическом режиме приемник перемещается безостановочно, а в режиме «стой — иди» приемник кратковременно (до 10 мин) фиксируется на определяемых пунктах.

Данные режимы требуют достаточно тщательного планирования сеансов наблюдений и перемещений между определяемыми объектами с учетом необходимых условий видимости (наличие непрерывного сигнала не менее чем от четырех спутников в течение всего времени наблюдений).

Эти режимы применяют, если требуется определить местоположение большого числа точек местности относительно исходного пункта с достаточной точностью при наличии ограничений по времени выполнения полевых работ.

5.2.9 Кинематический режим в реальном масштабе времени предусматривает оперативную передачу данных наблюдений с исходного пункта на определяемый объект по каналу связи, например с использованием радиомодема.

Эти данные оперативно обрабатывают совместно с измерениями, выполненными на определяемом объекте, что обеспечивает получение координат определяемого объекта относительно исходного пункта с сантиметровой точностью в режиме, близком к реальному времени.

Разновидности режима реального времени предусматривают оперативную передачу по каналу связи данных наблюдений с определяемого объекта на исходный пункт или удаленный центр обработки, а затем оперативную передачу по каналу связи полученных координат на определяемый объект.

6 Методы оценки точности определения местоположения

6.1 Общая характеристика

6.1.1 Точность определения местоположения подлежит обязательному контролю с использованием различных методов, комплексное применение которых является гарантией его надежности.

Первым этапом контроля точности определения местоположения является оценка качества измерительной информации по данным анализа временных рядов наблюдений навигационных спутников и внутренней сходимости результатов математической обработки всей совокупности навигационных спутниковых измерений, полученных с помощью геодезической навигационной аппаратуры потребителя ГНСС. Как правило, этот метод реализуется в специальном программном обеспечении фирм — производителей ГНАП.

6.1.2 Основными методами оценки (контроля) точности определения местоположения являются:

- метод контроля точности определения местоположения по данным эталонных геодезических построений (метод эталонов);
- метод контроля точности относительного определения местоположения по невязкам приращений координат замкнутых геодезических построений (метод невязок);
- метод контроля точности определения местоположения по повторным независимым определениям, в том числе другими средствами измерений (метод дублирования).

На стадии проектирования геодезических работ допускается применение расчетного метода оценки точности спутниковых определений (на основе анализа отдельных составляющих погрешностей измерений в конкретных условиях объекта работ).

6.1.3 Критерии оценки точности определения местоположения с использованием геодезической аппаратуры потребителя ГНСС для государственных геодезических сетей установлены в [1].

Для геодезических сетей других видов и других геодезических работ указанные критерии устанавливают в технических проектах на конкретные объекты работ, утверждаемых в установленном порядке.

6.1.4 Качество измерительной информации, получаемой с использованием ГНАП, оценивают с учетом требований, установленных в ГОСТ Р 53609.

6.2 Метод эталонов

6.2.1 Оценка точности определения местоположения по методу эталонов осуществляется путем сравнения результатов определения местоположения (пространственных и плоских координат и высот, приращений координат и высот, длин линий) с аналогичными данными, полученными из независимых

геодезических определений, имеющих достаточно высокую точность для того, чтобы соответствующие данные могли использоваться в качестве эталонной информации.

6.2.2 В качестве эталонной информации могут использоваться:

- данные спутниковых координатных определений, выполненных с более высокой точностью (с погрешностью в 2—3 раза меньшей, чем у контролируемых измерений);
- данные геодезических построений, созданных с использованием традиционных средств геодезических измерений (угломерных, дальномерных, высотомерных, астрономических, интерферометрических) и гравиметрических данных, в том числе линейных базисов, сетей триангуляции и трилатерации, полигонометрических ходов, нивелирных полигонов.

6.2.3 Отклонения контролируемых параметров от соответствующих эталонных значений характеризуют точность применяемых средств и методов получения и обработки измерительной информации.

Данный метод может служить универсальным средством контроля точности определения местоположения объектов, при выполнении геодезических работ с использованием геодезической навигационной аппаратуры потребителей ГНСС.

6.3 Метод невязок

6.3.1 Оценка точности определения местоположения по методу невязок осуществляется путем сравнения невязок приращений координат замкнутых геодезических построений с номинальными значениями этих невязок, которые теоретически должны быть равны нулю.

Область применения данного метода ограничивается контролем совокупности результатов получения и обработки измерительной информации определений на всех точках замкнутых геодезических построений.

6.3.2 Для контроля используются приращения пространственных геоцентрических или плоских координат, полученные независимо для каждой стороны замкнутых геодезических построений.

При этом независимость результатов измерений на сторонах замкнутых геодезических построений обеспечивается выполнением измерений в разные промежутки времени.

6.3.3 Уровень отклонений фактических невязок от нулевых значений характеризует точность применяемых средств и методов получения и обработки измерительной информации.

6.4 Метод дублирования

6.4.1 Оценка точности определения местоположения по методу дублирования осуществляется путем повторного проведения измерений и обработки измерительной информации относительно других исходных пунктов, в том числе другими однотипными средствами измерений.

Для реализации данного метода требуется наличие других исходных пунктов и/или наличие других средств измерений.

6.4.2 Метод дублирования предназначается для использования при контроле результатов относительного определения местоположения при отсутствии в районе работ эталонов и невозможности создания замкнутых геодезических построений.

Значения отклонений координат, полученных относительно других исходных пунктов и/или другими средствами измерений характеризует точность применяемых средств и методов получения и обработки измерительной информации.

Метод дублирования может использоваться в случае необходимости для оперативного подтверждения характеристик точности ГНАП.

Библиография

[1] ГКИНП(ГНТА)-001-006-03 Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации

УДК 528.1:006.354 ОКС 07.040

Ключевые слова: ГЛОНАСС, геодезическая навигационная аппаратура потребителя, методы оценки точности определения местоположения

Редактор *А.К. Баздов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 10.01.2016. Подписано в печать 24.01.2017. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,27. Тираж 25 экз. Зак. 156.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru