ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56424— 2015

Глобальная навигационная спутниковая система

МОРСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ПОДСИСТЕМА. РАЗМЕЩЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ АНТЕНН КОНТРОЛЬНО-КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ СТАНЦИИ

Общие требования

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом «Центральный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт морского флота» (ЗАО «ЦНИИМФ») совместно с Акционерным обществом «Научно-технический центр современных навигационных технологий» «Интернавигация» (АО «НТЦ «Интернавигация»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 363 «Радионавигация»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 июня 2015 г. № 605-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). 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 информационном 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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2015

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения 1
4 Технические и эксплуатационные требования к антеннам ГНСС 3
5 Антенны ГНСС ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО 4
6 Привязка спутниковых антенн ГНСС 8
Библиография 11

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Глобальная навигационная спутниковая система

МОРСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ПОДСИСТЕМА. РАЗМЕЩЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ АНТЕНН КОНТРОЛЬНО-КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ СТАНЦИИ

Общие требования

Global navigation satellite system. Maritime differential subsystem.
The satellite antennas of the reference integrity monitoring station location. General requirements

Дата введения — 2016—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к размещению спутниковых антенн, которые входят в состав оборудования контрольно-корректирующей станции морской дифференциальной подсистемы для приема сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 32453—2013 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек

ГОСТ Р 52928—2010 Система спутниковая навигационная глобальная. 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 ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого 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, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 52928, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **абсолютные координаты:** Пространственные координаты объекта в прямоугольной геоцентрической системе координат или на земном эллипсоиде.

3.1.2 **абсолютная точность:** Точность определения местоположения потребителя в геоцентрической пространственной системе координат.

3.1.3 **альманах:** Орбитальные характеристики спутников, используемые для расчета параметров — времени появления спутника в зоне видимости, угла возвышения над горизонтом, азимута.

3.1.4 **возвышение спутника:** Угол возвышения спутника над горизонтом.

Издание официальное

3.1.5 **геометрический фактор:** Величина, характеризующая качественную оценку точности измерений координат и времени в спутниковых навигационных системах.

3.1.6 **диапазон нерабочих температур:** Диапазон температур, при котором могут находиться приборы и устройства с сохранением своих характеристик после возвращения в диапазон рабочих температур.

3.1.7 **диапазон рабочих температур:** Диапазон температур, при котором обеспечиваются все характеристики оборудования в составе контрольно-корректирующей станции.

3.1.8 **дифференциальные поправки:** Корректирующие поправки, передаваемые контрольно-корректирующими станциями для повышения точности определения координат.

3.1.9 **дифференциальный режим:** Режим работы навигационной аппаратуры потребителей с целью достижения в определенном заданном районе высокой точности обсерваций с учетом дифференциальных поправок.

3.1.10 **доступность системы:** Вероятность получения потребителем в рабочей зоне достоверной информации о своем местоположении в заданный момент времени и с требуемой точностью. Процент времени, в течение которого обеспечиваются условия на заданном временном интервале.

3.1.11 **контрольно-корректирующая станция;** ККС: Комплекс радиотехнических и программно-вычислительных средств, осуществляющий формирование корректирующей информации по сигналам ГНСС, контролирующий качество функционирования дифференциальной подсистемы и ГНСС в объявленной рабочей зоне.

3.1.12 **корректирующая информация;** КИ: Данные, содержащие дифференциальные поправки к измеряемым навигационным параметрам и другие сообщения, используемые в навигационной аппаратуре потребителя для повышения точности и надежности навигационных определений.

3.1.13 **обсервация:** Навигационное наблюдение с целью получения информации о координатах места потребителя.

3.1.14 **опорная станция;** ОС: Радиотехническое оборудование, входящее в состав ККС и предназначенное для определения дифференциальных поправок и формирования корректирующей информации.

3.1.15 **погрешность дифференциальной дальности потребителя;** UDRE: Средняя квадратическая погрешность поправки псевдодальности из-за влияния окружающего шума и разности в многолучевости принимаемых сигналов.

3.1.16 **погрешность навигационного определения:** Статистическая характеристика разности между найденным положением потребителя и истинными координатами для произвольной точки в зоне обслуживания в течение заданного интервала времени.

3.1.17 **система координат:** Опорная система координат, используемая для привязки спутниковых антенн и расчета координат места.

3.1.18 **системная шкала времени ГНСС:** Шкала времени, предназначенная для временной привязки основных процессов во всех подсистемах глобальной навигационной спутниковой системы.

3.1.19 **совместимость ГНСС:** Способность раздельного или совместного использования различных навигационных систем и их функциональных дополнений без помех со стороны отдельной системы, отдельного функционального дополнения или отдельного сигнала системы.

3.1.20 **станция интегрального контроля;** СИК: Радиотехническое оборудование, входящее в состав ККС и предназначенное для непрерывного контроля содержания дифференциальных сообщений, формируемых опорной станцией, а также целостности сигналов ККС и параметров радиомаяка.

3.2 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

ВТ — высокая точность;

ГАЛИЛЕО — Европейская глобальная спутниковая система;

ГЛОНАСС — глобальная навигационная спутниковая система Российской Федерации;

ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система;

МДПС — морская дифференциальная подсистема;

НАП — навигационная аппаратура потребителя;

ПЗ-90.11 — уточненная общеземная система координат «Параметры Земли 1990 г.»;

DGPS — дифференциальная подсистема ГНСС GPS;

ECEF — земная фиксированная центрированная система;

GPS — глобальная навигационная спутниковая система Соединенных Штатов Америки;

RTCM — радиотехническая комиссия по морским службам;

UDRE — ошибка дифференциальной дальности потребителя;

WGS-84 — всемирная геодезическая система координат 1984 г.

4 Технические и эксплуатационные требования к антеннам ГНСС

4.1 Общие положения

Спутниковые антенны предназначены для приема сигналов навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС, ГАЛИЛЕО, GPS и являются составной частью ККС МДПС [2].

Положение фазового центра антенны ОС определяет точку, относительно которой рассчитываются дифференциальные поправки.

Положение фазового центра антенны СИК определяет точку, относительно которой производится контроль достоверности принимаемой КИ, целостности навигационного поля ГНСС и дифференциальной подсистемы.

Погрешность координат фазового центра антенн ККС может вносить постоянную систематическую погрешность в передаваемые дифференциальные поправки и контролируемые параметры работы ККС.

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к выбору типа и места размещения антенных устройств как элементов контрольно-корректирующей станции — опорной станции и станции интегрального контроля морской дифференциальной подсистемы.

При развертывании ККС МДПС проводят предварительную топографическую съемку местности для выбора оптимального места размещения антенн ГНСС ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО с учетом рельефа, а также существующей инфраструктуры — наличия строений, вышек, мачт.

Распределение спутников на орбитах и структура их сигналов определяют ограничения, которые необходимо учитывать при выборе места размещения спутниковых антенн. Опорная станция осуществляет прием сигналов, формирование и передачу дифференциальных поправок для спутников с углами возвышения над горизонтом свыше 7,5° .

Строения, вышки, мачты, возвышенности, окружающий лес и другие мешающие объекты могут вызывать затенение антенн в горизонтальной плоскости, что приводит к прерыванию приема сигналов от спутников.

Поэтому спутниковые антенны должны располагаться в таком месте, чтобы воздействие окружающих объектов в горизонтальной плоскости диаграммы направленности антенн было минимальным [2].

Фактором, воздействие которого необходимо учитывать и минимизировать при выборе места размещения спутниковых антенн, является эффект многолучевости сигналов, принимаемых от спутников.

Эффект многолучевости вызывается воздействием на вход приемной антенны ГНСС не только прямых сигналов от спутников, но и множеством сигналов, переотраженных от морской поверхности и близкорасположенных объектов, а именно сооружений, мачт, передающих и приемных антенн.

Переотраженные сигналы на входе приемника маскируют реальный пиковый уровень полезного сигнала. Уровень отраженного сигнала соизмерим с уровнем прямого сигнала, что приводит к существенным искажениям полезного сигнала, а, следовательно, к погрешностям в схемах слежения и измерительных цепях приемника.

Погрешности зависят от взаимного расположения спутника, приемной антенны и отражающих объектов. Отраженные от сооружений, мачт и отражающих поверхностей сигналы приводят к увеличению погрешности измерения дальности более 15 м.

Отражения могут вызывать погрешности в измерениях фазы кода, а разность длин пути распространения сигналов может достигать 1,5 длины чипа С/А кода, которая составляет 293 м. Поэтому при размещении спутниковых антенн должны быть приняты меры, исключающие воздействие отраженных сигналов.

Ошибки из-за многолучевости в фазовых измерениях могут быть устранены применением антенн специальной конструкции.

Типовая конструкция антенны в сочетании с устройством, гасящим отраженные от различных объектов сигналы спутников способна значительно уменьшить влияние многолучевости на погрешность измерений.

Приемники ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО в составе ККС разрабатываются с учетом установки и использования в стационарных условиях.

С целью уменьшения влияния отраженных сигналов на приемник ГНСС ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО разработаны различные способы его уменьшения:

- использование специальных антенных экранов;
- выбор оптимального угла возвышения, обеспечивающего прием сигналов от спутников с минимальным воздействием отраженных сигналов;
- использование специальных алгоритмов обработки сигнала в приемнике, минимизирующих воздействие переотраженных сигналов на точность измерения дальности.

При испытаниях ККС необходимо проводить измерения, включающие определение погрешности за счет многолучевости, которая должна быть в допустимых пределах.

Одним из способов уменьшения воздействия переотраженных сигналов является использование специальных антенных экранов. Использование поглощающих материалов и защитных экранов снижают воздействия многолучевости посредством затухания отраженных сигналов.

Эти методы могут уменьшить усиление сигналов на низких углах возвышения спутников над горизонтом, что приводит к снижению напряженности поля сигнала от спутника, проходящего над горизонтом.

При использовании специальных антенн, путь отраженному сигналу преграждается диском, который имеет в конструкции специальные дроссельные проточки, поглощающие возможные отражения.

Применение такого диска увеличивает габаритные размеры антенн, но позволяет производить установку антенн в более сложных местах использования с точки зрения переотражения.

Для подавления отраженных сигналов от вертикальных объектов и от земной поверхности используется альтернативный вариант устройства — специальные антенные экраны, имеющие преимущество по массогабаритным характеристикам и препятствующих поступлению отраженных сигналов на вход приемника.

Антенна ГНСС должна быть установлена настолько близко к земле, насколько это возможно. Предпочтительным является метод установки антенны на отдельном постаменте на высоте от 3 до 6 м.

Место расположения антенн должно выбираться вдали от холмов, водных поверхностей, сооружений, и различных структур, подобно антенным вышкам, линиям электропередач и железным дорогам.

Для обеспечения сходных условий воздействия многолучевости сигналов, СИК не должна располагаться далеко от ОС. Приемлемым считается разнос антенн СИК и ОС по горизонтали до 25 м.

Для гарантии того, что большая часть перерывов в приеме сигналов спутников является общей для антенн ОС и СИК, антенны должны быть размещены выше препятствия в данном районе.

После начального расположения антенн, на каждой ОС в течение 24 ч проводятся кодовые и фазовые измерения, которые анализируют перед окончательной установкой антенн.

Кодовые и фазовые измерения проводят также на СИК, чтобы минимизировать вероятность ложных предупреждений.

Использование специальных антенн, узкополосных корреляторов, высокоточных сигналов Р — кода в ГНСС GPS и ВТ — сигналов ГНСС ГЛОНАСС позволяет снизить погрешность измерений до 1 м.

Навигационные сообщения типов 19 и 21 специально предусмотрены для передачи оценки погрешностей опорной станции, вызываемых многолучевостью сигналов, в то время как поле UDRE в сообщениях типов 1, 2, 9 и 31 служит для суммарной оценки ошибки измерений, которая включает и ошибку от многолучевости в соответствии с [3], [4].

5 Антенны ГНСС ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО

5.1 Размещение спутниковых антенн

Спутниковые антенны опорных станций и станций интегрального контроля являются всенаправленными антеннами, обеспечивающими прием сигналов от спутников в диапазонах частот L1/L2 с углами возвышения над горизонтом от 7,5° до 15,0°. Усиление антенн составляет более 10 дБ.

Число антенн в составе дифференциальной подсистемы определяется спецификацией на поставку оборудования.

При полной комплектации ККС состав антенн включает:

- четыре спутниковые антенны — (две антенны ОС и две антенны СИК);
- две MSK — антенны, обеспечивающие прием корректирующей информации в диапазоне частот морских радиомаяков.

Антенны ГЛОНАСС/ГАЛИЛЕО/GPS, в случае полной комплектации ККС, устанавливаются парами.

Для установки спутниковых антенн могут использоваться отдельные геодезические постаменты, которые должны устанавливаться строго вертикально. В верхнее основание постамента монтируется адаптер от антенн. Используются постаменты высотой от 3 до 6 м.

Для размещения спутниковых антенн могут использоваться как отдельные постаменты, устанавливаемые вертикально, так и металлические мачты высотой от 3 до 6 м. Антенны располагаются на углах мачты. Минимально допустимое расстояние между антеннами ОС и СИК, составляет (1—1,5) м.

Примеры размещения спутниковых антенн ККС ГНСС ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО представлены на рисунках 1—6.



Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3



Рисунок 4



Рисунок 5



Рисунок 6

6 Привязка спутниковых антенн ГНСС

6.1 Выбор системы координат

ГНСС GPS работает в геоцентрической системе координат WGS-84.

Система координат WGS-84 относится к декартовым системам, где начало координат расположено в центре масс Земли, а направления осей связаны с ECEF.

В ГНСС ГЛОНАСС используется уточненная версия системы координат ПЗ-90.11.

Система координат ПЗ-90.11 также является геоцентрической системой координат, базирующейся на общеземном эллипсоиде с началом координат в центре масс Земли.

Для расчета дифференциальных поправок ОС использует высокоточные координаты местоположения антенн.

Привязка антенн ОС может осуществляться в локальных системах координат либо в системах координат WGS-84 или ПЗ-90.11.

Смена опорного эллипсоида приводит к изменению координат, измеряемых в приемной НАП в соответствии с ГОСТ 32453 и [5].

В зависимости от выбранного опорного эллипсоида могут появляться значительные ошибки в измерениях.

Если выбран локальный эллипсоид, опорная станция должна периодически передавать навигационное сообщение типа 4.

Данное сообщение предназначено для оповещения потребителей о типе выбранного в ОС опорного эллипсоида.

При наличии передаваемого сообщения типа 4, не имеет значения какой тип опорного эллипсоида используется.

В совмещенной дифференциальной подсистеме ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО сообщение типа 4 должно быть включено в перечень передаваемых данных.

Для эффективного использования относительной точности дифференциальной подсистемы, необходимо определить связь, используемой системы координат с локальным опорным эллипсоидом.

«Традиционные геодезические опорные эллипсоиды» или «локальные опорные эллипсоиды» имеют центральную опорную точку, на которой базируются остальные опорные эллипсоиды.

Многие из локальных опорных эллипсоидов были разработаны для создания навигационных карт.

6.2 Альтернативы выбора координат привязки ОС

Привязка спутниковых антенн опорной станции осуществляется в системах координат WGS-84 и ПЗ-90.11. В навигационной аппаратуре потребителей для перехода от координат WGS-84 к координатам локального эллипсоида применяются алгоритмы преобразования.

Если привязка антенн ОС осуществляется в координатах локального опорного эллипсоида, дифференциальные поправки автоматически смещают измеренные координаты в НАП к их локальному опорному эллипсоиду.

6.3 Преимущества и недостатки методов выбора координат

В случае применения локального опорного эллипсоида для привязки антенн ККС МДПС необходимо учитывать влияние различий в линиях прямой видимости спутника потребителем и на опорной станции ККС.

В ОС осуществляется преобразование геодезических параметров местоположения антенн в координаты ECEF с использованием параметров эллипсоида WGS-84.

Алгоритмы поправок DGPS используют координаты ECEF.

Если местоположение антенн введено в опорную станцию в координатах ECEF, измеренные координаты теоретически совпадают с координатами WGS-84. Если местоположение ОС изменено на параметры альтернативного локального опорного эллипсоида, в НАП координаты местоположения смещаются.

Направление и величина поправки будет зависеть от используемого опорного эллипсоида и от размещения ОС на поверхности земли.

В случае использования других локальных опорных эллипсоидов, применяемых в мировой практике, разность координат может достигать более 200 м с преобладанием рассогласований в горизонтальных направлениях.

Если местоположение ОС ККС и НАП не совпадают, то вектора линии прямого видения спутников будут не идентичны.

Поэтому перевод координат в НАП не будет идентичен переводу в координаты ОС ККС.

Величина погрешности, вызванной различиями линий прямого видения спутников, будет зависеть от:

- местоположения опорной станции;
- выбранного опорного эллипсоида;
- удаления оборудования пользователя от опорной станции.

На рисунке 7 представлены ожидаемые погрешности определения места в горизонтальной плоскости (метры) для вероятности $P = 95$ % из-за различий в линиях прямого видения спутников в приемниках ОС и НАП, зависимости от разностей опорного эллипсоида в ОС и расстояния пользователя от опорной станции в километрах.

Представленные данные включают 56000 измерений на ОС, установленной на уровне моря, размещаемой случайным образом на поверхности земли. НАП размещалась на случайных направлениях и на заданном расстоянии от ОС.

Трехмерные координаты были рассчитаны для НАП при использовании дифференциальных поправок от ОС, при условии, что погрешности НАП и ОС не вносят дополнительных ошибок.

Ошибки измеренных значений широты и долготы были использованы для расчета погрешности в горизонтальной плоскости (двухмерные координаты).

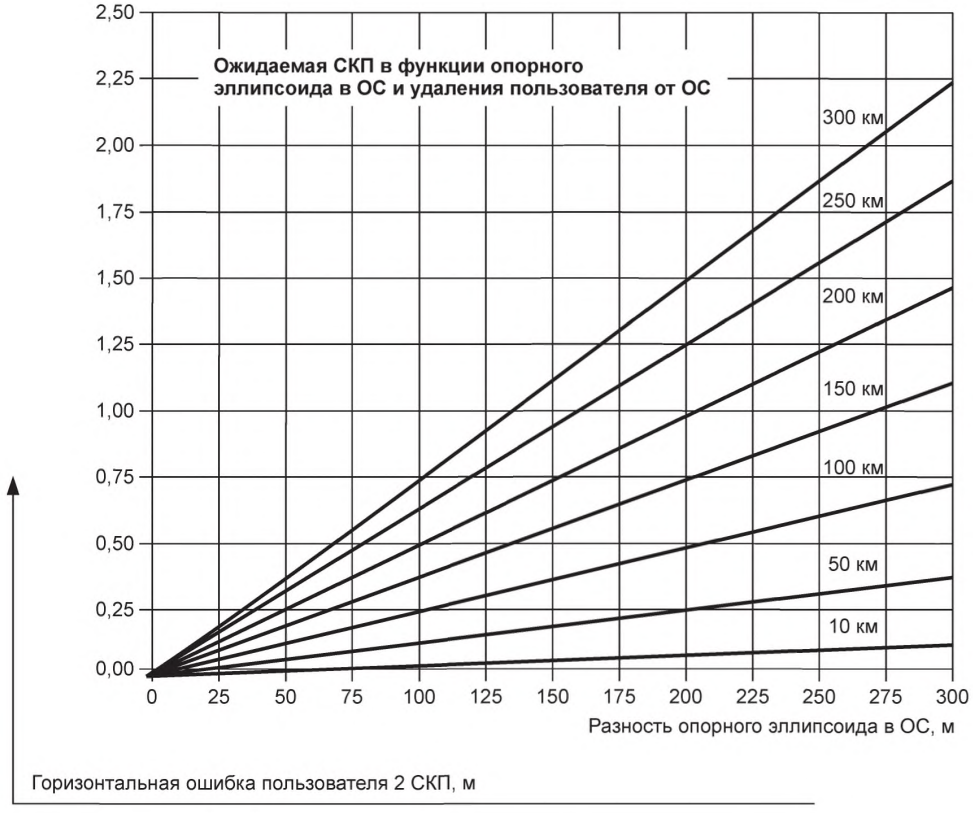

Рисунок 7 — Ожидаемые погрешности местоположения потребителя в метрах (для $P = 95$ %) из-за различия ошибок расчета линии прямого видения спутников в приемниках НАП и ОС

6.4 Преимущества и недостатки использования различных систем координат

6.4.1 Ввод координат антенн ОС в системы WGS-84 и ПЗ-90.11

Преимущества:

- поправки представляют собой ошибки, присущие только системам ГЛОНАСС и GPS;
- приемная аппаратура потребителя содержит алгоритмы для преобразования поправок к различным локальным опорным эллипсоидам.

Недостатки:

- потенциальные ошибки алгоритмов преобразования WGS-84 в локальный опорный эллипсоид.

Сообщение типа 4 может быть использовано как интегральный контроль алгоритмов.

6.4.2 Ввод координат опорной станции в системе локального опорного эллипсоида

Преимущества:

- НАП автоматически выдает расчетные координаты в локальной опорной системе координат не требуемой дальнейшей корректировки (при условии, что НАП работает в системе WGS-84).

Недостатки:

- дифференциальные поправки к измеренным координатам могут применяться только в ограниченной зоне;
- дифференциальные поправки не полностью компенсируют погрешности измерений из-за различия в линиях прямой видимости спутника для потребителя и на опорной станции;
- недоступность сведений об используемом локальном опорном эллипсоиде.

6.5 Привязка спутниковых антенн

Точное место спутниковых антенн ОС и СИК должно быть известно с погрешностью не более ±10 см.

Привязка антенн должна осуществляется в системах координат:

- ПЗ-90.11 для ГНСС ГЛОНАСС;
- WGS-84 для ГНСС GPS.

Привязка спутниковых антенн осуществляется специализированной организацией, которая имеет лицензию на производство работ по высокоточной привязке объектов на территории Российской Федерации.

Гидрографическая служба конкретного региона определяет три-четыре пункта Государственной геодезической сети (ГГС) не ниже II класса точности.

Библиография

[1] Рекомендации МСЭ — R.M.823 Технические характеристики передачи дифференциальных поправок в глобальной навигационной спутниковой системе (ГНСС) в диапазоне частот морских радиомаяков 283,5—325,0 кГц

[2] Стандарт RTCM 90—94/SC104-1 Руководство по установке GPS антенн в дифференциальной подсистеме DGPS и нормы проверок при освидетельствовании опорной станции диффподсистемы

[3] Стандарт RTCM.1.0 Рекомендуемый стандарт для NAVSTAR/GPS. Опорная станция и станция интегрального контроля, версия 1.0

[4] Стандарт RTCM.2.3 Дифференциальные поправки для ДГЛОНАСС/DGPS, версия 2.3

[5] IHO SP № 60 1994 Руководство пользователей по преобразованию опорных систем координат, включая WGS-84.

УДК 621.396.98.629.78:006.354 ОКС 47.020.70

Ключевые слова: глобальная навигационная спутниковая система, ГЛОНАСС, GPS, ГАЛИЛЕО, дифференциальные подсистемы, спутниковые антенны, системы координат, методы преобразований координат, методы и результаты испытаний

Редактор *Р.Г. Говердовская*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 09.09.2015. Подписано в печать 24.09.2015. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,40. Тираж 30 экз. Зак. 3129.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru