

Коротковолновый ретранслятор сигналов коррекции ошибок дифференциальных глобальных систем позиционирования

ХАЗАН ВИТАЛИЙ ЛЬВОВИЧ

Омский государственный технический университет (Омск), Россия

e-mail: vlhazan@ya.ru

ЗЕМЛЯНОВ ИВАН СЕРГЕЕВИЧ

Омский НИИ приборостроения (Омск), Россия

СОРОКИН СЕРГЕЙ ДМИТРИЕВИЧ

НПК "Индустриальные геодезические системы" (Омск), Россия

УДК

Коротковолновый ретранслятор сигналов коррекции ошибок дифференциальных глобальных систем позиционирования

И.С. Землянов¹, С.Д. Сорокин², В.Л. Хазан³

¹Омский научно-исследовательский институт приборостроения

²НПК «Индустриальные геодезические системы»

³Омский государственный технический университет

Аннотация – В статье описываются современные методы дифференциальной глобальной системы позиционирования и предлагается усовершенствование этой системы, с расширением зоны ее действия за счет использования для передачи на объект сигналов коррекции ошибок коротковолнового, удаленного от обслуживаемой зоны, ретранслятора.

Ключевые слова - Зона, база, объект, OFDM модем, КВ канал.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире уже функционирует пять спутниковых навигационных системы, которые принадлежат разным странам: GPS принадлежит США, ГЛОНАС принадлежит России, а GALILEO, Beidou и IRNSS принадлежат соответственно ЕС, Китаю и Индии. Создает свою собственную навигационную спутниковую систему QZSS и Япония. С помощью этих навигационных систем возможно определять координаты точек на поверхности Земли. Точность определения координат зависит от многих причин. Например, если имеется возможность достаточно долго производить усреднение полученных оценок значений координат в одной и той же точке, то возможно получить максимально достижимую точность без каких-либо дополнительных мер. Если же нет возможности усреднения полученных оценок координат по времени, например, в случае движения объекта, то точность определения координат будет не велика по причине влияния на радиосигнал, излучаемый спутником, ионосферы и тропосферы, а также влияния на точность расчетов формы Земли, которая отличается от строго шарообразной, и по некоторым другим причинам. В итоге ошибка при определении координат без принятия дополнительных мер в лучшем случае может составить порядка 10

метров, что недопустимо во многих случаях. Для повышения точности быстрой оценки координат используют дифференциальную глобальную систему позиционирования (ДГСП).

II. ВАРИАНТЫ ПОСТРОЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Метод повышения точности определения координат с помощью навигационных спутниковых систем даже для относительно быстро перемещающихся объектов осуществляется с помощью дифференциальных глобальных систем позиционирования.

Принцип действия этих систем заключается в следующем.

Посредством долговременного усреднения оценок координат определенных точек на земной поверхности получают достаточно точные значения с ошибкой менее одного см, т. е. значения фактически истинных абсолютно точных координат этих точек. В этих точках размещают приемную антенну навигационной системы, имеющиеся на базах ДГСП, которые, как и обычные навигационные системы все время определяют текущие оценки координат собственного местоположения. Эти оценки постоянно сравниваются с известными точными значениями координат расположения самих баз и таким образом в текущем времени определяются ошибки, которые обусловлены всеми возможными причинами. Эти ошибки будут такими же, как и на объектах, находящихся в достаточно большой зоне, окружающей базу ДГСП. Следовательно, если сообщить объекту, находящемуся в зоне, которую обслуживает база ДГСП значения ошибок, существующих в данный момент времени в данном месте, то эти ошибки навигационными приборами данного объекта могут быть компенсированы и объект сможет таким образом определить свои истинные координаты в текущий момент времени с минимальной ошибкой. Одна базовая ДГСП станция способна обслуживать сколько угодно объектов, которым требуется производить коррекцию координат их местоположения.

Каналы связи для передачи сигналов коррекции ошибок могут быть различными. Особенностью всех каналов коррекции ошибки является то, что передаваемый сигнал должен быть доставлен на объект с минимальной затратой времени, исчисляемой секундами, пока коэффициент корреляции между оценками координат на базе ДГСП и на объекте имеет значение близкое к единице. В противном случае точность оценки координат будет падать.

Каналами связи между базой ДГСП и объектом могут служить УКВ радиоканалы, для которых на базе устанавливается достаточно высокая антенна для покрытия как можно большей площади. Однако, возможности такого варианта ДГСП ограничиваются радиусом зоны, которую обслуживает УКВ радиопередатчик сигналов коррекции ошибок. Дело в том, что радиоволны УКВ диапазона частот способны распространяться только в пределах прямой видимости между антеннами передатчика и приемника. Расстояние прямой видимости L (в километрах) можно оценить по относительно простой общеизвестной формуле:

$$L=3.57(\sqrt{(h_1)}+\sqrt{(h_2)}),$$

Где h_1 и h_2 высоты подъема взаимодействующих УКВ радиостанций (в метрах). Если считать, что объект имеет антенну поднятую на высоту 2 м, то можно рассчитать дальность УКВ канала связи в зависимости от высоты подъема антенны базы ДГСП. Результаты расчета приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

ЗАВИСИМОСТЬ ДАЛЬНОСТИ СВЯЗИ ОТ ВЫСОТЫ ПОДЪЕМА БАЗОВОЙ УКВ АНТЕННЫ

h_1 [м] 10 20 50 100

L[км] 12.4 16.7 25.7 36

Из таблицы следует, что для охвата достаточно большой зоны необходимо антенну базы ДГСП поднимать очень высоко и не реально обеспечить связь в обычных условиях в зоне с радиусом более, чем 25 км. Увеличить дальность действия базы ДГСП возможно за счет УКВ ретрансляторов, устанавливаемых между базой и объектами.

Сколь угодно большой радиус обслуживания базой ДГСП можно получить, если воспользоваться спутниковыми каналами связи. Однако на территории России этот метод доступен на очень ограниченных территориях.

Американцы имеют морские радио-буи, передающие сигналы коррекции в длинноволновом и средневолновом диапазонах радиоволн кораблям, находящимся в обслуживаемой ими зоне. Километровые (длинные) и гектометровые (средние) радиоволны имеют достаточно большую длину (тысячи и сотни метров, соответственно) и распространяются далеко за пределы горизонта за счет явления дифракции, огибая Землю и встречающиеся на их пути препятствия. Если их использовать для передачи сигналов коррекции ошибок при оценке координат, то можно обслуживать неограниченное число объектов, находящихся в зоне, которую покрывает средневолновый передатчик базы ДГСП. При этом радиус зоны обслуживания может быть увеличен до 1000 км и без высоко поднятых антенн.

III. ПЕРЕДАЧА СИГНАЛОВ КОРРЕКЦИИ ОШИБОК ДГСП ЧЕРЕЗ УДАЛЕННЫЙ КОРОТКОВОЛНОВЫЙ РЕТРАНСЛЯТОР

Зоны, обслуживаемые базовыми ДГСП могут быть значительно расширены, если для передачи на объект сигналов коррекции ошибок использовать удаленные на оптимальные для распространения радиоволн коротковолновые ретрансляторы.

Известно [1], что наиболее благоприятные условия распространения коротких радиоволн наблюдаются на расстоянии 2000-3000 км, которое соответствует односкачковым радиотрассам. Один коротковолновый ретранслятор способен покрыть, как показано на рис. 1, кольцо с внутренним диаметром порядка 2000 км и внешним диаметром порядка 3000 км [2]. Таким образом все зоны ДГСП, которые находятся в этом кольце могут пользоваться услугами такого рода ретранслятора.

Рис. 1. Зона покрытия коротковолнового ретранслятора

Важно отметить, что, если число обслуживаемых ретранслятором ДГСП более одного, то ретранслятор берет на себя функции диспетчера и поочередно опрашивает базы всех ДГСП, т. е. работает в режиме уплотнения во времени.

Однако, имеются некоторые проблемы при использовании коротковолнового диапазона радиоволн, которые заключаются в том, что передача сообщений с высокой скоростью по декаметровому каналу связи является достаточно сложной задачей. Для удовлетворения задач, стоящих перед ДГСП информационная скорость передачи данных по каналу связи должна быть порядка 4800-9600 бит/с. Решить эту задачу возможно, воспользовавшись современными методами передачи сообщений, использующими технологию OFDM, заключающуюся в передаче информации по очень большому числу параллельных взаимно ортогональных каналов [3].

IV. ВЫВОДЫ

Использование удаленных от ДГСП коротковолновых ретрансляторов для передачи сигналов коррекции ошибок при оценке координат объекта позволяет обслуживать сколь угодно большое количество зон и все объекты в этих зонах, находящиеся в радиусе от 0 до 1000 км от баз ДГСП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Коноплева Е.Н. О расчете надежности радиосвязи на коротких волнах. //Электросвязь. - 1967. - № 11. - С. 36-38.

Хазан В.Л. Система декаметровый мобильной автоматической радиосвязи "МАРС" //Техника радиосвязи. - Омск. - 1998. - Вып. 4. - С. 59-66.

Хазан В.Л., Дулькейт И.В., Землянов И.С., Чащин Е.А. Методы повышения скорости передачи данных в системах коротковолновой радиосвязи. Динамика систем, механизмов, машин №4 2014. с.59-65.