**Введение (отредачить)**

Спутниковая навигация – одна из самых динамично развивающихся областей прикладной космонавтики. Задача нахождения своего местоположения всегда волновала человечество, прежде всего потому, что передвижение по земному шару становилось все проще и быстрее и немало способствовало укреплению межгосударственных и торговых связей. Эра радио открыла перед человеком большие возможности в этом направлении. В настоящее время аппаратура спутниковых радионавигационных систем (СРНС) становится все более распространенной, находит своего пользователя не только в военном секторе и в стратегических государственных объектах, например, системах воздушного и морского сообщения, но и среди простых потребителей, которые решают бытовые задачи, требующие возможности ориентирования в пространстве. Существующая аппаратура позволяет решать и более сложные задачи. К настоящему времени для их решения и с учетом соответствующих требований разработано множество различных типов навигационной аппаратуры потребителей (НАП).

Основными требованиями, предъявляемыми к НАП, являются: точностные характеристики, надежность и оперативность получаемых навигационных данных.

Точностные характеристики в первую очередь определяют точность определения координат и составляющих вектора скорости потребителя. Требуемая точность позиционирования варьируется в зависимости от области применения. Так, например, заход на посадку воздушных судов требует точности нескольких метров к определяемым плоскостным координатам и высоте. Чуть большие погрешности допускаются при маневрировании в портах для морских судов.

Под надежностью здесь подразумевается доступность (готовность) навигационных данных.

Под оперативностью понимается время получения первого определения местоположения и время восстановления синхронизации после потери слежения за сигналом навигационного космического аппарата (НКА).

Возрастающие требования к вышеуказанным параметрам приводят к увеличению сложности НАП и ее функциональных возможностей, в частности, для улучшения характеристик функционирования НАП используется вариант одновременной работы по сигналам всех видимых НКА различных СРНС (ГЛОНАСС, GPS и др.) в их различных частотных диапазонах.

Время первого определения, как важная характеристика оперативности НАП, складывается из длительности следующих этапов функционирования НАП:

- поиска, обнаружения сигнала и первичной оценки его радионавигационных параметров (РНП),

- вхождения в слежение по измеряемым РНП,

- приема символьной информации,

- аналогичных этапов для обработки сигналов еще как минимум 3 НКА,

- обработки полученной информации и вычисления местоположения по сигналам 4 НКА, если это возможно (при условии, что получен приемлемый геометрический фактор - величина, определяемая взаимным геометрическим положением НКА из рабочего созвездия и характеризующая влияние погрешности измерения РНП на погрешность определения местоположения).

Настоящая работа посвящена исследованию способов сокращения длительности первого этапа обработки сигнала каждого НКА - непосредственного поиска и обнаружения сигнала. Сокращение длительности этого этапа приводит к сокращению времени первого определения. Последняя характеристика становится все более важной с увеличением числа сигналов НКА, которые нужно обнаружить для использования при решении навигационной задачи. В настоящее время работа по двум СРНС одновременно становится все более распространенной. В этом случае приемник должен находить сигналы как минимум от 5 НКА, а для достижения лучшего геометрического фактора - и больше. Также имеется тенденция к приему сигналов всех НКА, находящихся в поле видимости потребителя. В случае, когда потребителю не известны никакие априорные сведения о видимых НКА и собственном местоположении, поиск сигнала нужно проводить в достаточно большой области неопределенности по задержке и частоте. Можно также отметить, что длительность других этапов функционирования НАП плохо поддается сокращению. Например, длительность этапа приема символьной информации состоит из двух стадий: строчной синхронизации - ожидании момента прихода метки времени, и собственно приема соответствующего объема информации в течение фиксированного интервала времени ее передачи. Момент прихода метки времени является случайной величиной, и с равной вероятностью может принимать любое значение в пределах ее периода, составляющего 2 секунды (для СРНС ГЛОНАСС) и 6 секунд (для СРНС GPS).

Необходимость сокращения времени первого определения обусловлена следующими причинами. Во-первых, это возросшая мобильность пользователей СРНС, а следовательно, и возросшие требования к оперативности. Возможность быстрого определения своего местоположения в любое время особенно важна для представителей тех профессий, которые решают жизненно важные задачи, например, сотрудники МЧС. Во-вторых, уменьшение времени первого определения необходимо при внештатных ситуациях различных видов, например, при запуске резервной НАП при отказе основной. В-третьих, малое время определения может быть немаловажным фактором для решения различных задач в военном секторе.

Учитывая все вышеперечисленное, можно сказать, что проблема сокращения времени первого определения является достаточно актуальной.

**1. Особенности функционирования МНП КН**

**1.1 Общие сведения**

При проектировании алгоритмов обработки сигналов в модуле навигационного приемника космического назначения должны учитываться ряд существенных отличий в условиях приема сигнала, по сравнению с условиями приема сигнала наземным потребителем.

Одним из таких отличий, например, может служить разница в динамике наземного потребителя и бортовой аппаратуры спутниковой навигации (БАСН). В случае оценки взаимной динамики, которая определяет диапазон изменения доплеровского смещения частоты, наземного потребителя и навигационного космического аппарата, вклад последнего будет на порядок больше, по сравнению с вкладом, вносимым наземным потребителем. Однако, если рассматривать приемный модуль, который непосредственно находится в космическом пространстве, то значительный вклад во взаимную динамику вносит движение самого потребителя., что влечет к увеличению его скорости и, соответственно, доплеровского смещения частоты.

Помимо этого важную роль играет расположение потребителя относительно орбиты навигационного космического аппарата. В зависимости от местоположения БАСН существенно меняются условия геометрической видимости спутников радионавигационных систем, длительность радиовидимости, а также уровень мощности на входе приемной антенны потребителя.

**1.2. Классификация орбит**

Орбиты искусственных спутников Земли по геометрического характеру движения делят на представленные основный типы:

1) круговые или близкие к круговым;

2) слабо эллиптические;

3) высокоэллиптические.

Спутники, летающие на круговых или близких к круговым орбитам, по критерию высоты полета, можно разделить на 3 типа:

1) низкоорбитальные спутники (НОС);

2) среднеорбитальные спутники;

3) высокоорбитальные спутники (ВОС).

Высота орбит, на которых летают низкоорбитальные спутники, лежит в пределах от 200 до 1500 км. Вращаются спутники вокруг Земли с периодом около 2-х часов. Скорость движения — до десяти километров в секунду. Примерами низкоорбитальных спутников являются пилотируемые космические корабли, спутниковые связные системы и искусственные спутники для дистанционного зондирования Земли.

Среднеорбитальные же спутники характеризуются высотой в диапазоне от 1500 до 36 000 км, период обращения уже составляет порядка 4-20 часов, а скорости изменяются вплоть до нескольких единиц километров в секунду. Хорошими примерами среднеорбитальных космических аппаратов могу служить спутники систем ГЛОНАСС, GPS, GALILEO и BEIDOU.

Движение высокоорбитальных спутников осуществляется на высоте выше 36 000 км, период вращения составляет более 20 часов, а скорости достигают единиц километров в секунду.

**1.3 Взаимная динамика потребителя и навигационного КА**

Диапазон поиска сигнала по частоте и параметры следящих петель определяются величиной доплеровского смещения частоты, которое возникает в связи с взаимным движением аппаратуры потребителя и навигационного космического аппарата. В случае, если потребитель находится на Земле, доплеровский сдвиг частоты в основном определяется динамикой движения НКА и лежит в пределах от -5 кГц до +5 кГц. В случае же для потребителя, находящегося на орбите, максимально допустимые значения доплеровского смещения частоты зависит от типа и высоты орбиты.

Доплеровская частота прямо пропорциональна несущей частоте сигнала и радиальной скорости сближения потребителя и НКА:

**ВСТАВИТЬ ФОРМУЛУ**

**2. Основные характеристики сигналов ГНСС**