# ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ па по двум модемам

Положение master-модем в мировой системе координат (NED) определяется как , и . Последняя величина определяется относительно уровня моря и представляет собой глубину буя, определяемую при помощи датчика давления.

Положение буя является ключевым моментов в пересчете координат наблюдаемого объекта. Определить его возможно при помощи GPS или ГЛОНАС систем, расположенных либо на базовой станции, либо непосредственно на буе. При этом требуется преобразование долготы и широты в прямоугольную метрическую систему координат для последующей обработки. Прямоугольные координаты точек в пространстве можно вычислить по известным геодезическим координатам этих точек (широта , долгота , высота ) по формулам

где – радиус кривизны первого вертикала, и – экваториальный (большая полуось) и полярный радиусы (малая полуось), соответственно, – квадрат первого эксцентриситета эллипсоида.

Так как рассматриваемая система географически располагается в системе Земли, то экваториальный радиус км, а полярный радиус км.

Предполагается, что центр навигационной системы координат – это положение буя в начальный момент наблюдений. Полученные из уравнения (1) координаты возможно перевести в систему локальной плоскости с учетом принятого центра системы по следующим выражениям

где – координаты, смещенная относительно локального центра в прямоугольной системе отсчета, , .

В приложении к задаче позиционирования началом координат является положение буя в начальный момент наблюдений (рис. 1). Также, предполагается, что master-модем возвращают величину наклонной дальности (slant range) до ответчика.

SLAVE

MASTER

Рисунок 1 – Определение смещения до объекта

Величина горизонтальной дальности определяется как

где – наклонная дальность, – вертикальная дальность, – скалярная величина глубины буя, – скалярная величина глубины позиционируемого объекта.

Значение горизонтальной дальности представляет собой радиус окружности, которая описывает всевозможные положения slave-модема. Зная спрогнозированное значение положения slave-модема ( и ), возможно определить точку окружности, расположенную на минимальном удалении от модема. Решений два. Один из знаков соответствует точке с минимальным расстоянием, второе – с максимальным. Какой именно знак для минимума, а какой для максимума – зависит от взаимного расположения точки и окружности

Функционал определения индекса требуемой точки определяется из евклидового расстояния между двумя точками

Прогноз положения slave-модема () возможно вычислить, зная скорость модема в данный момент времени, а также азимут для перевода локальной скорости в навигационную систему (NED). Возможное смещение вычисляется как

Тогда предсказание положения

Рисунок 2 – Геометрия позиционирования

**Алгоритм определения позиции по двум модемам**

**Шаг 0.** Инициализация подсистем .

**Шаг 1.** Определение начала NED-системы координат (2):

– географическая широта master-модема,

– географическая долгота master-модема,

– высота master-модема над уровнем моря,

**Шаг 2.** Если GPS slave-модема не доступен, то переход на **Шаг 5**, иначе:

– географическая широта slave-модема,

– географическая долгота slave-модема,

– высота slave-модема над уровнем моря,

**Шаг 3.** Определение смещения по скорости:

**Шаг 4.** Предсказание положения:

Переход на **Шаг 11**.

**Шаг 5.** Получаем положение master-модема:

**Шаг 6.** Определение смещения по скорости:

**Шаг 7.** Предсказание положения:

**Шаг 8.** Определение горизонтальной дальности:

**Шаг 9.** Две возможные точки:

**Шаг 10.** Определение ближайшей точки:

**Шаг 11.** .

Переход на **Шаг 2**.