# 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

**Алгоритм определения позиции по двум модемам**

Шаг 0. Инициализация подсистем .

Шаг 1. Получаем начальные координаты slave-маяка на поверхности по GPS:

– географическая широта,

– географическая долгота,

– высота над уровнем моря,

Шаг 2. Получаем дополнительные данные с slave- и master-модемов:

– наклонная дальность,

– вектор скорости объекта,

– угол курса относительно севера,

Шаг 3. Преобразование вектора скорости slave-модема в NED-систему:

Шаг 4. Определение смещения по скорости:

Шаг 5. Предсказание положения:

Шаг 6. Определение горизонтальной дальности:

Шаг 7. Две возможные точки: