

**Р. В. Бычук, магистрант,
О. Н. Безвесильна, проф., д.т.н.,
Ю. В. Киричук, к.т.н., доцент,
Национальный технический университет Украины «КП»**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Для оценки точности определения координат акустически активного объекта разностно-дальномерным методом измерения воспользуемся оценкой погрешности косвенных измерений координат по заданной погрешности прямых измерений времени.

Пример взаимного расположения пунктов (ультразвуковых (УЗ) датчиков) разностно-дальномерной системы в 3-х мерной системе координат показан на рис. 1.

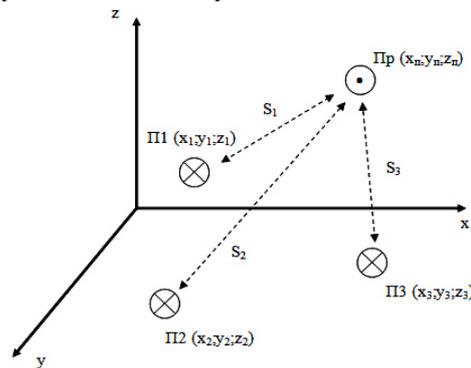


Рис. 1. Геометрия разностно-дальномерной системы: П1, П2, П3 – УЗ передатчики, Пр – УЗ приемник (акустически активный объект).

Для определения координат УЗ приемника необходимо определить три разности дальностей S_1, S_2, S_3 , вычисленные для 4-х УЗ датчиков, а также необходимо измерить три времени задержки прихода сигнала. Выражения, связывающие координаты УЗ излучателей, координаты УЗ приемника и разности расстояний имеют вид: $S_i = \sqrt{(x_n - x_i)^2 + (y_n - y_i)^2 + (z_n - z_i)^2}$ где S_i – разность расстояний от i-го излучателя до приемника, которая равна: $S_i = V \cdot \Delta t_i$, V – скорость звука, Δt_i – разность моментов прихода сигнала от i-го излучателя до приемника, (x_i, y_i, z_i) – координаты i-го излучателя, (x_n, y_n, z_n) – координаты приемника.

Локальная навигация предполагает наличие высокоточной системы привязки результатов измерений к единой шкале времени. Базисные датчики имеют постоянные координаты, которые априорно известны с высокой точностью. Основные ошибки ультразвукового измерения расстояния “излучатель-приемник” возникают, прежде всего, из-за наличия ряда параметров, которые существенно зависят от внешних условий. Параметрическую модель разностно-дальномерного метода измерения координат целесообразно представить в форме операторного уравнения следующего вида:

$$Y(\{R_{изл}\}, \{R_{пр}\}, \vartheta_{зв}(T, M, \nu), \{R_{номех}\}) = \{t_{изм}\}_{i=1,2..N}$$

где $Y(\dots)$ – функция от измеряемых координат и параметров УЗ сигналов; $R_{изл}$ – матрица, описывающая координаты УЗ излучателей (x_i, y_i, z_i) ; $R_{пр}$ – вектор, описывающий координаты УЗ приемника $(x_{пр}, y_{пр}, z_{пр})$; $\{t_{изм}\}_{i=1,2..N}$ – вектор значений времени, фиксируемых i-м приемником (вектор, отображающий результаты измерений); $\vartheta_{зв}(T, M, \nu)$ – скорость звука в газообразной среде, зависящая от температуры, и состава среды, где γ – отношение молярных теплоемкостей газа при постоянных давлении и объеме, R – молярная газовая постоянная, M – молярная масса; ν – рабочая частота УЗ излучателей; $\{R_{номех}\}$ – погрешности измерений, связанные с поглощением и преломлением монохроматических УЗ волн.

БИЧУК Роман Вікторович- магістрант, Національний технічний університет України “КПІ”, Київ, Тел. 0967519940, E-mail: stagnez@i.ua ,.

БЕЗВЕСІЛЬНА Олена Миколаївна, д.т.н., професор, Національний технічний університет України “КПІ”, Київ, E-mail: bezvesilna@mail.ru

КИРИЧУК Юрій Володимирович, к.т.н., доцент, Національний технічний університет України “КПІ”, Київ, E-mail: kirichuky@mail.ru