

# АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ «ULTRASONIC MARKS»

Ливнов В.А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Коваль Ю.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

E-mail: Vetal\_hi-tech@mail.ru

**Аннотация** — Определены источники погрешностей системы ультразвукового локального позиционирования, выделены наиболее существенные из них, оценено их влияние на точность определения координат объектов.

## 1. Введение

В настоящее время для определения местоположения объектов в пространстве чаще всего применяются спутниковые навигационные системы (СНС), такие как GPS, ГЛОНАСС, ГАЛИЛЛЕО. Но в некоторых случаях СНС не обеспечивают необходимой точности, причиной которой является сравнительно большая длина используемых радиоволн, а также суточные и сезонные изменения условий прохождения волн от спутника до навигатора [1]. Описываемая в настоящей работе система для позиционирования использует ультразвуковые (УЗ) волны с несущей частотой 40 кГц, что позволяет получить линейную точность менее 1 см [2].

## 2. Основная часть

Структурная схема системы показана на рис. 1 и состоит из следующих модулей.

УЗ метки (3) представляет собой микропроцессорные устройства, имеющие в своём составе УЗ приёмники (3.1). Метки устанавливаются на объекте позиционирования и обеспечивают приём зонд-сигналов, их обработку и обмен информацией с базовой станцией по ЭМ каналу.

Базовая станция предназначена для формирования импульсов, которые подаются на УЗ излучатели (1.1 и 1.2) и преобразуются ими в звук (в зонд-сигналы). Также обеспечивает опрос меток (3) по ЭМ каналу и передачу полученных данных в персональный компьютер (4).

Программное обеспечение персонального компьютера (4) анализирует полученные данные, рассчитывает координаты меток, выводит результаты на экран в графическом и числовом видах.

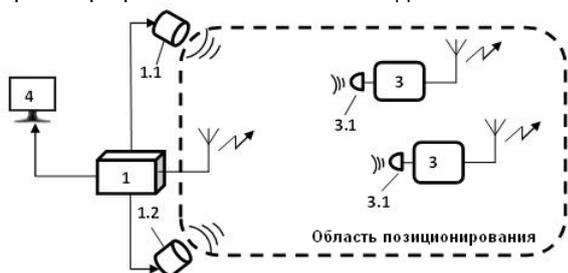


Рис. 1

Так как определение координат объектов выполняется путём измерения расстояния от навигационных точек до движущихся объектов, которое, в свою очередь, зависит от времени задержки УЗ сигнала, то основным источником погрешностей является звуковой канал. Два фактора (такие как движение воздушных масс (ветер) или изменение температуры воздуха) влияют на скорость звука в УЗ канале. Величины этих погрешностей медленно изменяются во времени в сравнении с периодом работы системы,

поэтому в перспективе их можно учитывать и соответственно корректировать работу системы.

Ещё одним существенным источником погрешности являются шумы, присутствующая в звуковом канале и вносимые самой системой. Так как УЗ приёмник с последующими каскадами усиления являются резонансными устройствами, они существенно затягивают фронт зонд-сигнала, который изначально имеет вид радиоимпульса. Для защиты от многолучёвости временное положение зонд-сигнала определяется по его переднему фронту, поэтому затягивание последнего усиливает влияние шумов на точность системы. Последнее обстоятельство оказывает негативное влияние на защиту системы от многолучёвости, которая становится ещё одним источником погрешности.

Существенную роль играют динамические погрешности, которые проявляются при быстром движении объектов позиционирования: в промежутке между работой первого и второго излучателей объект позиционирования успевает переместиться и его координаты определяются неверно. Данную погрешность также возможно устранить в перспективе, учитывая скорость и направление движения объекта в данный момент.

Задержки в системе, погрешности синхронизации, неточности расчётов оказывают меньшее негативное влияние на точность системы.

## 3. Заключение

Таким образом, все перечисленные источники погрешностей оказывают влияние на точность определения дальности от навигационных точек до объектов позиционирования. Однако результирующая погрешность не является суммой этих погрешностей. После определения координат или оценки траектории движения объектов позиционирования эти погрешности повлияют на результирующую погрешность системы в соответствии с дальномерным способом определения местоположения.

Правильное определение основных источников погрешностей, а также оценка их величин укажет возможные пути их устранения.

## 4. Список литературы

- [1] Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации / Ю.А. Соловьев. — М.: Эко-Тендз, 2001. — 270 с.
- [2] Пат. 71860 Украина, МПК (2012.01) G01S 11/00. Спосіб ультразвукового локального позиціонування рухомих об'єктів / Лівнов В.О., Коваль Ю.О., заявник та власник Харківський нац. університет радіоелектр. — № u2012 01318, подано 08.02.2012, опубл. 25.05.2012 бюл. №14.

## ERROR ANALYSIS OF AN ULTRASONIC POSITIONING SYSTEM "ULTRASONIC MARKS"

Livnov V.A.

Scientific adviser: Koval U.A.

Kharkiv National University of Radioelectronics, Ukraine

**Abstract** — The most essential sources of error of an ultrasonic local positioning are defined. The error sources impact on the accuracy of the objects positioning is estimated.