

## МЕТОДИ ТА АПАРАТНО-ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМІВ ЗВУКОВИХ СИГНАЛІВ

Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

*Запропоновано підходи до апаратно-програмної реалізації аудіолокаційної системи для визначення напрямку звукового сигналу на основі підтримки синхронного багатоканального аналого-цифрового перетворення*

**Ключові слова:** Діаграма направленості, мікрофонна решітка, обробка звукового сигналу.

### *Abstract*

*Approaches to the hardware and software implementation of the audio radar system for determining the direction of the audio signal based on the support of synchronous multichannel analog-to-digital conversion are proposed.*

**Keywords:** Directional diagram, microphone array, audio signal processing.

У теперішній час багато завдань у цивільній та військовій сферах пов'язані з визначенням локалізації джерел звуку. Ефективне вирішення цих завдань можуть забезпечити комп'ютерні вимірювально-інформаційні системи, що вимагає реалізацію синхронного багатоканального аналого-цифрового перетворення та цифрової обробки акустичних вхідних сигналів. Основними проблемами, які потребують вирішення, є забезпечення кроссплатформеності, тобто можливості використовувати програмне забезпечення на різних програмно-апаратних платформах та коректність результатів роботи в умовах старіння елементів, зміни теплового режиму та шуму.

Джерелами сигналів при локалізації джерел звуку, як правило, є мікрофони. Для досягнення точності та ідентичності результатів обробки сигналів, що надходять за різними каналами, крім самокалібрування АЦП, пропонується проводити коригування з врахуванням динамічних властивостей електричних вимірювальних каналів [1] та акустичних властивостей мікрофонів. Метод калібрування передбачає, що в каналах вимірювання оптимізуються лише окремі, некоректовані параметри (шум, швидкість). Деякі інші параметри (зміщення, посилення, форма амплітудно-фазової частотної характеристики, різниці між каналами) можна визначити та адаптувати цифровим шляхом. Розширення принципів калібрування та коригування на вимірювальні канали системи дає змогу покращити їх властивості порівняно з відомими технічними рішеннями.

У запропонованій комп'ютерній системі для визначення напрямів розповсюдження звукових сигналів як елемент перетворення акустичних коливань в електричні сигнали використовуються мікрофонні решітки. Мікрофонна решітка (мікрофонний масив) - один з видів спрямованих мікрофонів, реалізований як множина приймачів звуку, що працюють узгоджено (синфазно або з певними фазовими затримками). Геометрично решітки можуть бути реалізовані в різних конфігураціях □ одномірні (лінійні, дугоподібні), двовимірні (плоскі, сферичні), тривимірні, спіралеподібні, з рівномірним або не еквідистанційним кроком [2].

Прийом сигналів з мікрофонних решіток здійснюється двома зовнішніми звуковими картами Behringer U-PHORIA UMC404HD, які забезпечують 24 бітне аналого-цифрове перетворення з частотою дискретизації 192 кГц. Оцифровані звукові сигнали спрямовуються через USB з'єднання до одноплатного комп'ютера Raspberry Pi 3B+, в якому для кожного каналу проводиться частотний аналіз та визначається середньоквадратичний рівень сигналу. Далі дані передаються у ПК, який здійснює остаточну обробку, результати якої відображаються у вигляді діаграми направленості в вікні браузера.

Програмне забезпечення за своєю структурою та використаними програмними елементами моделює основні операції, що виконуються при обрахунку та відображенні даних багатоканального електронного сканування. Це дає можливість оцінити реальні затрати часу та вибрати апаратні засоби для здійснення обробки акустичних сигналів комп'ютерною частиною системи в режимі реального часу.

1. Крупельницький Л.В., Азаров О.Д. Аналого-цифрові пристрої систем, що самокоригуються, для вимірювань і оброблення низькочастотних сигналів: Монографія / Під ред. О.Д. Азарова.– УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005.– 167 с.

2. Азаров О. Д., Крупельницький Л. В., Куш Я. Ю., Структура багатоканальної аналого-цифрової системи, що самокоригується, для синхронного перетворення і опрацювання аудіо сигналів // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2013. — № 2. — С. 66—72

**Рак Михайло Іванович** — студент групи ІКІ-20м факультету інформаційних технологій комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mrbraincysis1999@gmail.com

Науковий керівник: **Тарновський Микола Геннадійович** — канд. тех. наук, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Mykhailo I. Rak** — Department of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email :mrbraincysis1999@gmail.com

Supervisors: **Mykola G. Tarnovskiy** — PhD, assistant professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.