

УДК 621.372.632:621.365.5

П. В. Чикало, В. І. Ясків, докт. техн. наук., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ДОПЛЕРІВСЬКОГО МЕТОДУ ПРИ АКТИВНОМУ ШУМОПОДАВЛЕННІ В СИСТЕМАХ РАДІОУПРАВЛІННЯ

P. V. Chykalo, V. I. Yaskiv, Dr., Assoc. Prof.

STUDY OF THE APPLICATION OF THE DOPPLER METHOD IN ACTIVE NOISE SUPPRESSION IN RADIO CONTROL SYSTEMS

У системах радіоуправління використовують радіохвилі для передачі сигналів між джерелом та об'єктом управління. Однак, в умовах руху об'єкта управління, як у випадку з літаками, автомобілями, чи навіть радіокерованими моделями, виникає проблема шуму.

Шум у системах радіоуправління може виникати з різних причин, таких як:

- інтерференція з іншими радіостанціями;
- шум від електромагнітних полів;
- шум від двигунів або інших механізмів об'єкта управління.

Цей шум може призвести до спотворення або втрати сигналу, що може негативно вплинути на точність управління об'єктом.

Метод Доплера може бути використаний для вирішення цієї проблеми. Ефект Доплера - зміна частоти та довжини хвиль, що реєструються приймачем, викликана рухом їхнього джерела та/або рухом приймача. Якщо джерело хвиль рухається відносно середовища, то відстань між гребенями хвиль (довжина хвилі) залежить від швидкості та напрямку руху. Якщо джерело рухається у напрямку до приймача, тобто наздоганяє хвилі, які воно випускає, то довжина хвилі зменшується. Якщо віддаляється - довжина хвилі збільшується.

Рівняння, яке описує ефект Доплера наведено нижче, на рисунку 1 зображено зміну звукових хвиль спричинену рухом об'єкта.

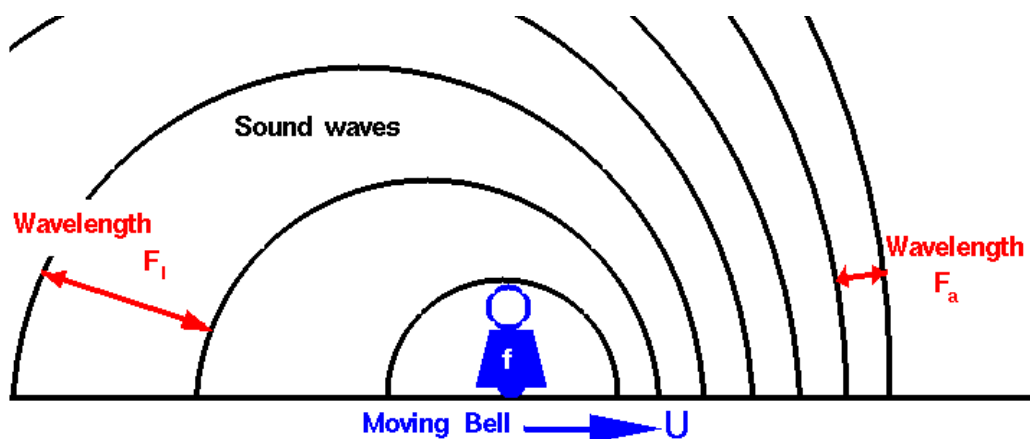


Рисунок 1. Ефект Доплера на прикладі звукових хвиль

Коли джерело, що рухається, наближається до нашого вуха, довжина хвилі стає коротшою, частота - вищою, і ми чуємо вищу висоту звуку. Якщо ми назвемо частоту наближення f_a , швидкість звуку a , швидкість джерела, що наближається, u і частоту звуку біля джерела f , то

$$fa = (f \times a) / (a - u)$$

Коли джерело, що рухається, залишає нас, довжина хвилі стає довшою, частота - нижчою, а крок - меншим. Знову ж таки, якщо частота, що покидає нас, називається f_l , то

$$fl = (f \times a) / (a + u)$$

Прикладом використання методу Доплера може бути система управління БПЛА. Коли БПЛА рухається, шумові хвилі, які він генерує, також рухаються. Внаслідок цього частота цих хвиль змінюється в результаті доплерівського ефекту. Системи радіоуправління, які використовують метод Доплера, можуть використовувати ці зміни частот для визначення сигналів шумів. Оскільки частоти шумових сигналів не будуть змінюватись так само як корисні сигнали управління, метод Доплера може бути використаний для застосування у системах шумоподавлення у сучасних радіосистемах, в яких присутні рухомі складові.

Метод Доплера має ряд переваг перед іншими методами підвищення ефективності систем радіоуправління:

- висока ефективність - метод може ефективно відфільтрувати шум, який передається по одній і тій же частоті, що і сигнал;
- невисока вартість - не вимагає використання складних або дорогих компонентів.

До недоліків цього методу слід віднести задовільну точність і відносну складність. Він може бути неточним у тих випадках, коли швидкість руху джерела або приймача змінюється швидко, або не змінюється взагалі, тобто він не є ефективним у крайніх станах системи. Як і будь-які модифікації, застосування ефекту Доплера призведе до ускладнення конструкції пристрою та систем.

Метод Доплера є перспективним методом підвищення ефективності систем радіоуправління. Цей метод може використовуватись для вирішення таких завдань, як зниження рівня шуму в умовах руху, сильного шуму або обмеженого спектрального ресурсу.

Література

1. Ефект Доплера [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/doppler.html> . Дата доступу 27.10.2023.
2. Опис ефекту Доплера [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://radiopaedia.org/articles/doppler-shift>. Дата доступу 27.10.2023.
3. Варіанти застосування методу Доплера [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.physicsclassroom.com/class/waves/Lesson-3/The-Doppler-Effect> Дата доступу 28.10.2023.