

Корисна модель стосується акустичного зондування, обробки акустичних сигналів та систем наведення на основі акустичних сигнатур для пошуку та перехоплення повітряних цілей, що випромінюють звук, включаючи дрони або безпілотні повітряні та наземні транспортні засоби (БПЛА), дрони-камікадзе та боєприпаси, що кружляють.

Корисна модель може використовуватися у військових оборонних системах, дронах-перехоплювачах проти безпілотних літальних апаратів, а також як система охорони кордонів і для захисту критичної інфраструктури. Використовується для всіх типів цілей, що випромінюють звук.

Навігація на основі акустичної сигнатури широко використовується в підводних торпедних системах. Ці системи наводять судна, аналізуючи характерні акустичні сигнатури, що генеруються рушійними системами.

На сьогодні, відомі розробники мережі акустичних датчиків, що розробляють системи виявлення, такі як [Zvook UA, Microflown Avisa та Squarehead Technology], які відіграють ключову роль у розвитку технологій акустичного виявлення.

Акустичне виявлення дронів вже довело свою оперативну цінність в сучасних умовах бою. Пасивні акустичні сенсорні мережі широко використовуються для виявлення безпілотних літальних апаратів та систем, боєприпасів, що кружляють особливо там, де радіолокаційне виявлення, радіочастотний моніторинг або оптичні системи стеження є неефективними (в основному через погодні умови).

Застосувавши цей принцип акустичного наведення до повітряних перехоплювачів та дронів-камікадзе, можна досягти нової форми автономного наведення на ціль.

В поганих погодних умовах, дрони не були видні візуально, проте звук їхніх двигунів було чути здалеку. Це спостереження продемонструвало, що рушійні системи створюють неминучі акустичні сигнали.

Оптичні системи відстеження часто виходять з ладу в умовах хмарного покриву, туману, диму або слабого освітлення.

На даний час заявникам невідомо з рівня техніки рішення, в якому забезпечена така акустична система наведення на ціль для автономного керування безпілотними повітряними перехоплювачами та дронами-камікадзе.

В основу корисної моделі поставлена задача створення акустичної системи наведення на ціль для автономного керування безпілотними перехоплювачами, що дозволяє перехоплювачам БПЛА, дронам-камікадзе виявляти та переслідувати повітряні цілі, що випромінюють звук, без випромінювання радіолокаційних або радіочастотних сигналів, а сама система приглушує шум, що генерується несучим БПЛА.

Технічним результатом корисної моделі є підвищення ефективності виявлення та автономного наведення безпілотного перехоплювача на повітряну ціль за рахунок використання акустичної локалізації джерела звуку та приглушення власного шуму носія.

Оскільки система є пасивною та автономною, вона залишається працездатною в умовах електронної війни та на полях бою, де відсутній GPS.

Система також може бути інтегрована в платформи перехоплення роїв дронів, де кілька перехоплювальних дронів обмінюються даними акустичної локалізації.

Акустична система наведення на ціль для автономного керування безпілотними повітряними перехоплювачами та дронами-камікадзе містить модуль акустичних датчиків, модуль обробки сигналів, обчислювальний модуль цифрової обробки сигналів, базу даних, модуль порівняння, модуль керування напрямом, джерело живлення. При цьому модуль акустичних датчиків виконаний з можливістю приймання акустичних сигналів від повітряної цілі та передавання їх до модуля обробки сигналів, модуль обробки сигналів виконаний з можливістю з'єднання з обчислювальним модулем для виконання цифрової обробки сигналів, отримані параметри акустичного сигналу передаються до модуля порівняння, який виконаний з можливістю взаємодії з базою даних, в якій зберігається база акустичних сигнатур, модуль порівняння виконаний з можливістю здійснення кореляційного аналізу між отриманими характеристиками сигналу та еталонними сигнатурами з бази даних, а модуль керування напрямом виконаний з можливістю наведення безпілотних повітряних перехоплювачів та дронів-камікадзе на ціль.

Акустична система наведення на ціль для автономного керування безпілотними повітряними перехоплювачами, дронами-камікадзе працює наступним чином:

Модуль акустичних датчиків містить масив мікрофонів AS1-AS4, розташованих на корпусі безпілотного літального апарата (БПЛА). Зазначені мікрофони приймають акустичні сигнали, що випромінюються зовнішніми джерелами звуку, зокрема повітряними цілями, такими як безпілотні літальні апарати або баражуючі боєприпаси.

Аналогові сигнали з акустичних датчиків передаються до модуля обробки сигналів, у якому здійснюється попереднє підсилення сигналів, обмеження амплітуди для запобігання перевантаженню, автоматичне регулювання підсилення, фільтрування та приглушення шуму вітру.

Крім цього, у зазначеному модулі може використовуватися канал еталонного власного шуму безпілотного літального апарата для зменшення впливу акустичних перешкод, створених двигуном, конструкцією або аеродинамічними ефектами платформи.

Після попередньої обробки сигнали надходять до обчислювального модуля цифрової обробки сигналів, у якому виконується аналого-цифрове перетворення сигналів та подальша цифрова обробка.

Зокрема, у цьому модулі здійснюється спектральний аналіз сигналів за допомогою швидкого перетворення Фур'є (FFT), виділення характерних акустичних ознак, приглушення власного шуму платформи, а також визначення напрямку на джерело звуку шляхом аналізу різниці часу прибуття сигналів або фазових відмінностей між каналами.

Крім цього, у зазначеному модулі може виконуватися оцінка доплерівського зсуву частоти для визначення відносного руху цілі.

Отримані параметри акустичного сигналу передаються до модуля порівняння, який взаємодіє з базою даних, в якій зберігається база акустичних сигнатур.

У модулі порівняння здійснюється кореляційний аналіз між отриманими характеристиками сигналу та еталонними сигнатурами з бази даних з метою ідентифікації типу акустичного джерела та підтвердження наявності цілі.

Після підтвердження цілі інформація про напрямок на джерело звуку передається до модуля керування напрямом. У зазначеному модулі формується напрямний вектор наведення та визначається прогнозована траєкторія руху цілі.

Сформовані керуючі сигнали передаються до бортової системи управління безпілотної платформи, яка здійснює корекцію траєкторії польоту для наведення на акустичне джерело.

Живлення всіх модулів системи забезпечується джерелом живлення.

У деяких варіантах виконання система може додатково взаємодіяти з навігаційними системами безпілотної платформи, зокрема з глобальною навігаційною супутниковою системою, інерціальною навігаційною системою або каналом передачі даних.

Кожна плата може включати два канали акустичної обробки і може бути встановлена вертикально над системою управління польотом.

Крім цього, модуль акустичних датчиків містить щонайменше чотири мікрофони.

Система визначає вектор напрямку акустичного джерела та направляє безпілотний літальний апарат-перехоплювач до цілі.

Крім цього, система може визначати напрямок джерела звуку методом різниці часу прибуття сигналу

Крім цього, у системі використовується база даних акустичних сигнатур та може здійснюватися кореляційний аналіз сигнатур.

Крім цього, у системі сенсори можуть бути розташовані у квадратній геометрії з корпусами датчиків у формі краплі, щоб розбивати турбулентність, а електроніка реалізована на модульних друкованих платах.

В одному з прикладів реалізації, акустичний модуль обробки реалізований на модульних друкованих платах, сумісних зі стандартним кріпленням монтажних отворів для системи управління польотом безпілотного літального апарата.

Крім цього, реалізована система, у якій кожна плата містить два канали обробки сигналів.

Крім цього, реалізована система, у якій сформований вектор напрямку використовується для автономного наведення.

Крім цього, реалізована система в якій акустична система приглушує (фільтрує) шум, що генерується основним/несучим БПЛА. Сигнали від акустичних датчиків AS1-AS4 (як зображено на фіг. 1) надходять до модуля обробки сигналів, де виконується попереднє підсилення, автоматичне регулювання підсилення з захистом від перевантаження та фільтрування сигналів.

Модуль обробки сигналів також налаштований на придушення або фільтрування акустичного шуму, що генерується БПЛА, включаючи шум двигуна, структурні вібрації та аеродинамічну турбулентність, тим самим ізолюючи зовнішні акустичні сигнали, що походять від цільового джерела.

Крім цього, реалізована система, у якій застосовується спектральний аналіз FFT.

Крім цього, реалізована система, у якій сенсори встановлені на корпусі БПЛА.

Крім цього, реалізована система, у якій обробка сигналів здійснюється у режимі реального часу.

Крім цього, реалізована система, у якій ідентифікація цілі здійснюється за акустичними сигнатурами.

Крім цього, реалізована система, у якій сенсори встановлені на висувних опорах.

Крім цього, реалізована система, яка інтегрована у квадрокоптер.

Крім цього, реалізована система, яка інтегрована в ройову систему перехоплення, що містить декілька БПЛА.

Заявлена корисна модель пояснюється кресленнями.

На фіг. 1 зображено блок-схему акустичної системи наведення.

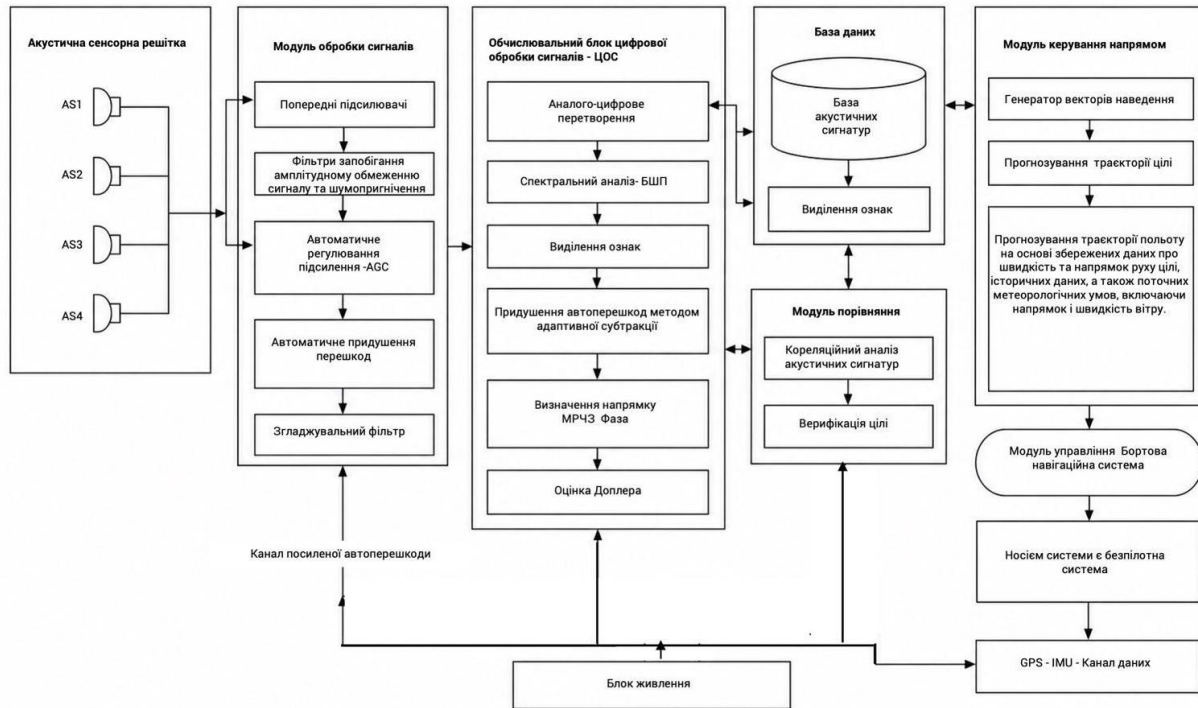
На фіг. 2 представлено аеродинамічну конструкцію корпусу БпЛА з мікрофонами, де 2А - вигляд зверху, 2Б - вигляд у поперечному перерізі (поздовжній), 2С - деталь датчика.

На фіг. 3 показаний потік обробки сигналів та виділення акустичних ознак.

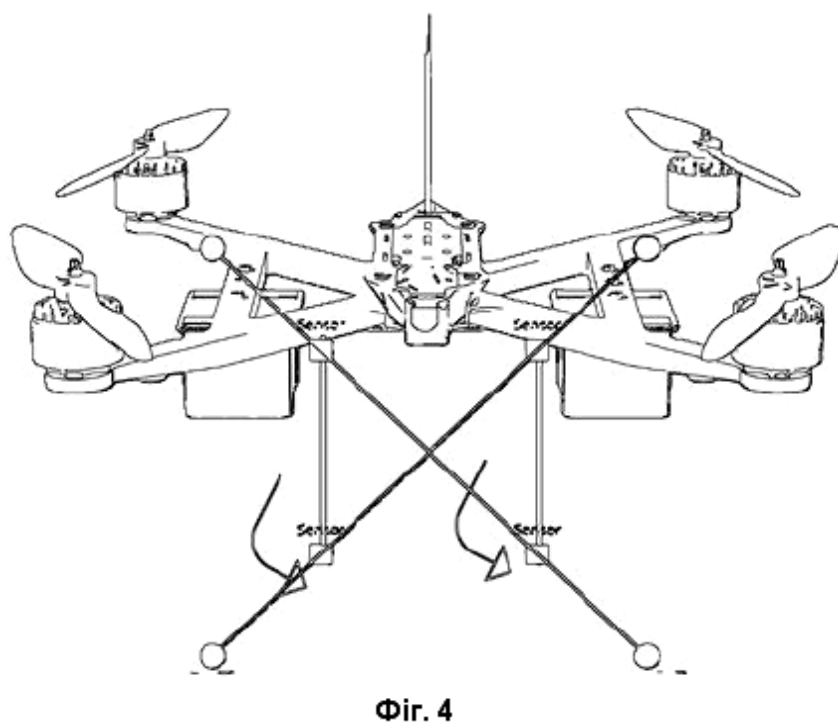
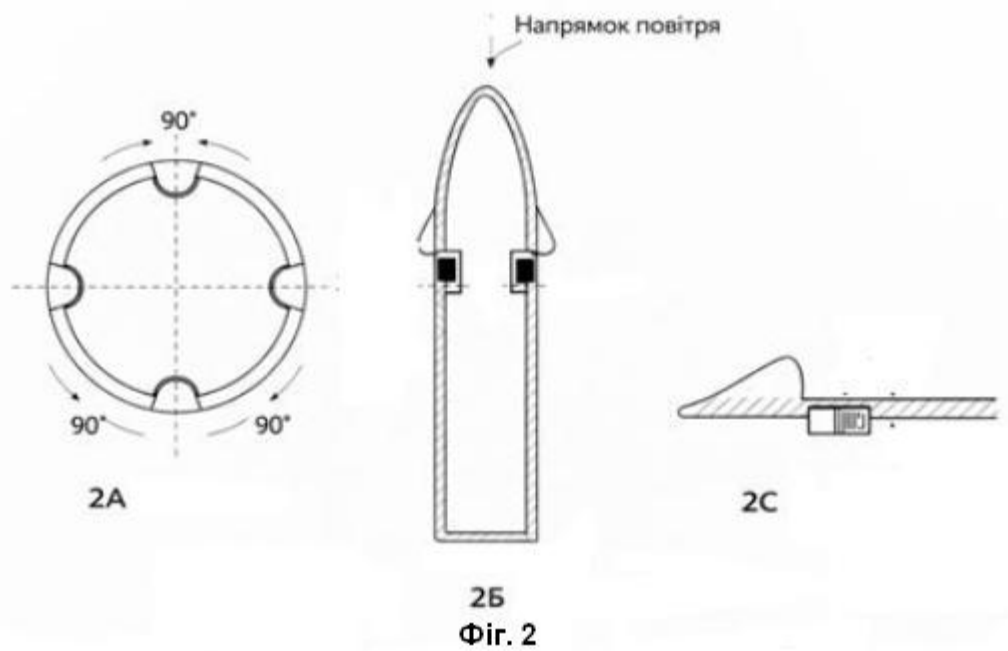
На фіг. 4 показана конфігурація акустичних сенсорів квадрокоптера.

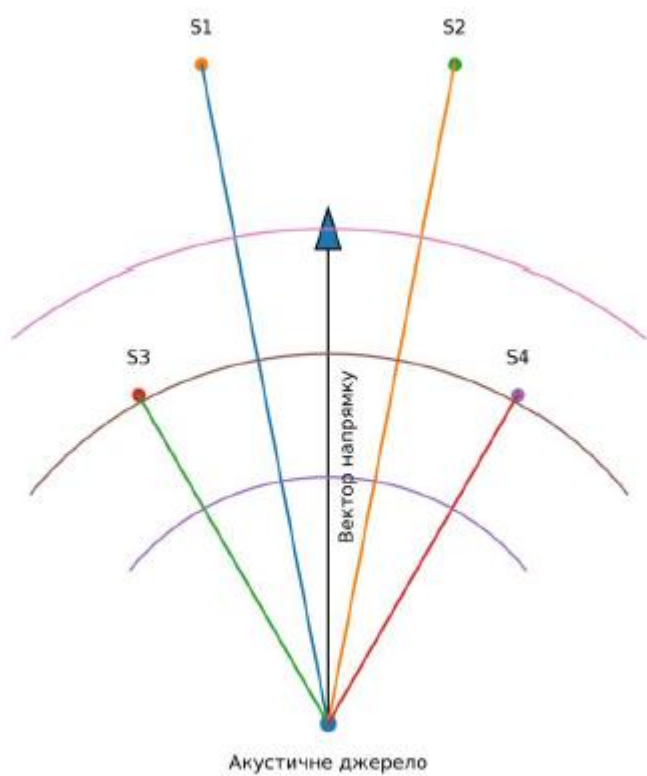
На фіг. 5 зображено геометрію визначення акустичного напрямку (TDOA).

Запропонована система може бути виготовлена з використанням відомих електронних компонентів та інтегрована у безпілотні літальні апарати, безпілотні повітряні перехоплювачі та дрони-камікадзе.



Фіг. 1





Фіг. 5