

*В.А. Швець, к.т.н., доц, Т. В. Мелешко
(Національний авіаційний університет)*

Пристрій визначення напрямку на джерело завади для безпілотного літального апарату

Наведена концепція побудови та макет пристрою визначення напрямку на джерело завади який може бути додано до системи керування на безпілотному літальному апараті.

В теперішній час для виконання де яких завдань ЗСУ використовують БПЛА більшість яких застосовувалась для цивільних завдань з GPS навігацією у діапазоні L1. Така навігація дуже чутлива до дії навмисних завад [1-5].

Від підрозділів ЗС України надходять пропозиції щодо автоматичного виявлення джерела завади у діапазоні L1 GPS навігації дронів за допомогою БПЛА, для подальшого усунення шкідливих дій цього джерела завади.

Виходячи з пропозицій пристрій який може бути встановлений на БПЛА повинен вирішувати такі завдання: виявлення завади (з можливою її класифікацією), визначення напрямку на джерело завади в автоматичному режимі, передачу інформаційних сигналів в систему керування БПЛА.

Спираючись на свій досвід та аналіз джерел [6] визначено що отримання автоматичного напрямку на джерело сигналу забезпечує авіаційний автоматичний радіокомпас (АРК).

Пропонується наступна схема пристрою (рис. 1.) яка майже повторює схему по якій побудовано АРК.

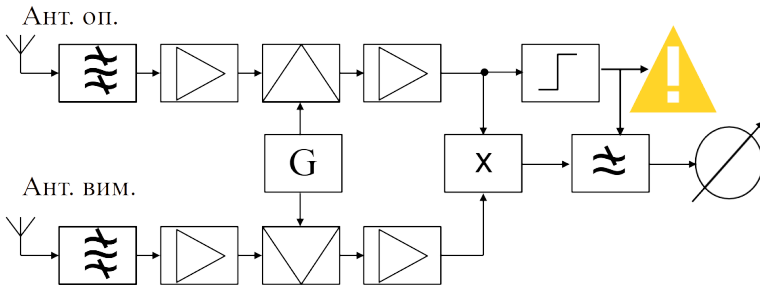


Рис. 1. Функціональна схема пристрою

Пристрій має двоканальний тракт радіоприймання – опорний та вимірювальний, виконаний за супергетеродинною схемою. Обидва канали мають спільний гетеродин для збереження когерентності між сигналами в каналах приймання.

Для отримання напрямку на джерело радіовипромінювання в АРК [6] застосовуються дві антени: ненаправлена антена [7] в опорному каналі приймання та рамкова антена [7] в вимірювальному каналі, яка має мінімуми в діаграмі спрямованості, напрям отримується за мінімумом прийнятого сигналу.

Для уніфікації антенної системи пристрою будемо застосовувати дві однакові дипольні антени: з яких опорна антена (ненаправлена) буде встановлена вертикально (рис. 2.а), а вимірювальна (направлена) горизонтально (рис. 2.б)

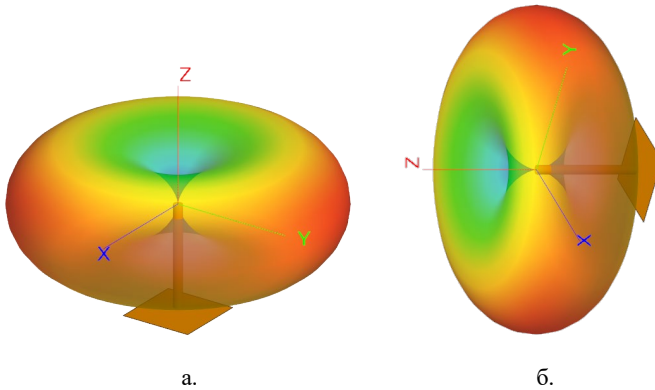


Рис. 2. Антена система пристрою

Таким чином мінімум діаграми спрямованості можна направляти на джерело радіовипромінювання.

Враховуючи те що пристрій повинен бути автоматизований, мати малу вагу і розміри, а також повинен бути дуже дешевим та простим в разі знешкодження БПЛА, та спираючись на сучасні технології приймання і обробки радіосигналів автори пропонують апаратно-програмну реалізацію на основі SDR технологій [8,9].

Сигнали з обох каналів надходять на помножувач, який надає сигнал пропорційний напрямку на джерело завади. Для усунення високих гармонік цей сигнал обробляється фільтром низьких частот. Сигнал з фільтра буде наданий на автопілот БПЛА для його керуванням.

Пороговий пристрій (рис.1) призначений для того щоб дозволяти фільтру низьких частот на виході мати сигнал коли дійсно діє завада.

Перевірити роботу пристрою можна на макеті який створено на SDR приймачах (рис. 3) та моделі у MatLab (рис. 4.) [10,11].



Рис. 3. Радіотракт пристрою з використанням RTL SDR

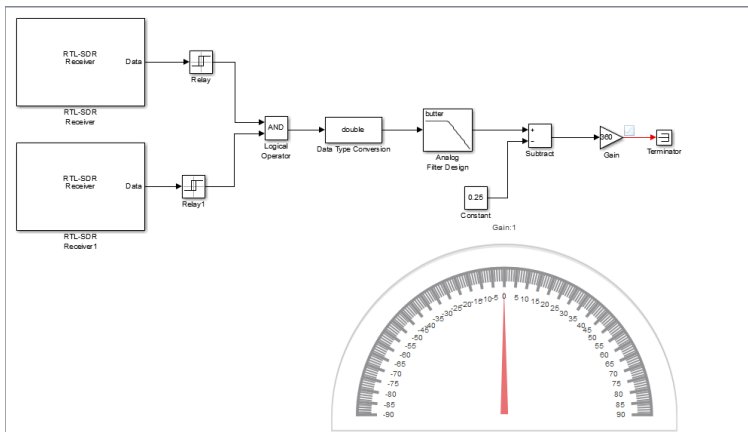


Рис. 4. Модель пристрою у MatLab

Розроблений пристрій здатен визначати напрям на джерело завади та надавати інформацію на автопілот БПЛА.

В якості забезпечення доступності та цілісності навігаційної інформації GPS пропонується використовувати адаптивні антенні решітки [3,4,12].

Висновки

Пропонується пристрій визначення напрямку на джерело завади GPS навігації в діапазоні L1. Наведено побудова антенної системи радіоприймального тракту. Надається модель макету пристрою з застосуванням середовища MatLab.

Список літератури

1. Vulnerability Assessment of the Transportation Infrastructure Relying on the Global Positioning System (2001). Final Report. Washington. Available at: https://www.navcen.uscg.gov/pdf/vulnerability_assess_2001.pdf (Accessed 31 August 2022).
2. Швець В. А. Експериментальні дослідження завадостійкості систем GPS / В. А. Швець // Вісник інженерної академії України. –2012. No 3-4. С. 160 –164.
3. Швець В. А. Загрози навігаційному сегменту мережевих супутникових систем / В. А. Швець // I Міжнародна науково-практична конференція "Проблеми кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційних систем": наук.-практ. конф. 5 – 6 квітня 2018 р. : тези допов. – К. Київський національний університет ім. Т. Шевченка – С. 493 – 497.
4. Швець В. А. Напрями забезпечення доступності і цілісності інформації глобальних навігаційних супутникових систем / В. А. Швець, Т. В. Мелешко // International Trends in Science and Technology: Proceedings of the XXI International Scientific and Practical Conference, January 31, 2020, Warsaw,

Poland. – RS Global Sp. z O.O. Scholarly Publisher. Warsaw, Poland 2020. С. 29 – 36.

5. Швець В. А. Сучасні тенденції розвитку навігаційних технологій для безпілотних авіаційних систем [Текст] / Швець В.А., Приставка П.О., Кондратюк В.М., Ясенко С.А., Ільницька С.І., Куценко О.В. // X Науково-практична конференція "Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення. Застосування підрозділів, комплексів, засобів зв'язку та автоматизації в АТО" 9 – 10 листопада 2017 р. : тези допов. – К.: Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації – С. 264 – 265.

6. Беляевский Л. С., Новиков В. С., Олянюк П. В. Основы радионавигации: Учебник для вузов гражд. авиации. – М.: Транспорт, 1982 – с. 288.

7. Ільницький Л.Я., Савченко О.Я., Сібрук Л.В. Антени та пристрої надвисоких частот. Підручник для вузів, Київ, 2003.

8. Laufer C. The Hobbyist's Guide to the RTL-SDR: Really Cheap Software Defined Radio. Kindle Edition.– United States, Carl Laufer, 2015. – 266 p.

9. Clark D. Field expedient sdr: introduction to software defined radio / D. Clark, P. Clark. — Meadow Registry Press, 2015. — 173 p.

10. MathWorks RTL-sdr support from communications toolbox - hardware support - matlab & simulink / MathWorks.

11. Stewart R. Software defined radio using matlab® & simulink® and the rtl-sdr / R. Stewart, K. Barlee, D. Atkinson, L. Crockett. — Glasgow : Strathclyde Academic Media, 2015. — 674 p.

12. Shvets V., Ilnytska S., Kutsenko O. Chapter 14. Application of Computer Modelling in Adaptive Compensation of Interferences on Global Navigation Satellite Systems // Cases on Modern Computer Systems in Aviation. IGI Global, 2019. – pp. 339 – 380.