

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ БПЛА ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ UWB ТЕХНОЛОГІЇ

Рудь Д.М.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Щербина О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРiCTЗi
м. Харків, Україна

e-mail: d_ref@kture.kharkov.ua, тел. (057) 702-14-30

The use of UWB technology to increase bandwidth and ensure immunity to data transmission over communication channels between the "drone" and any control point is considered. The topology and energy characteristics of a microstrip logarithmic spiral antenna for placement on board an aircraft were developed and analyzed.

БПЛА входять до найважливіших потреб для українських сил безпеки та сил оборони, зокрема Збройних Сил, поліції, Нацгвардії, Служби безпеки й Держприкордонслужби. Основною проблемою, розвитку та прогресу БПЛА є забезпечення захисту каналів передавання командних та телеметричних даних між БПЛА та оператором [1].

Використання UWB технології у системах зв'язку більш успішно, у порівнянні з вузькосмуговими системами, вирішує завдання підвищення швидкості, завадостійкості й скритності передачі даних.

Передача дуже коротких імпульсів поширення радіохвиль в UWB-системах забезпечує дуже високу швидкість передачі даних, яка може досягати декількох сотень мегабайт у секунду, і важко відслідковувати передані дані, що забезпечує їх безпеку. Завдяки дуже низькій спектральній щільності випромінюваного сигналу забезпечується дуже високий рівень енергетичної секретності [2].

Однією із проблем для впровадження UWB технологій для організації радіоканалу зв'язку БПЛА з наземним пунктом керування (НПК) є розробка бортової антени БПЛА з необхідними параметрами [3]. Першою важливою вимогою для UWB антени є надзвичайно широка смуга пропускання до 7,5 ГГц, зворотні втрати для всієї надширокої смуги повинні бути менш -10 дБ.

Іншою важливою вимогою є ефективність випромінювання. При малій потужності передачі ККД повинен бути досить високим, а ефективність випромінювання повинна становити не менш 70%. Важлива також лінійність фазової характеристики в часовій області для застосування в UWB системах.

Основним типом антени, що використовується в мережах з робочою смугою частот у кілька гігагерц, є мікросмужкові друковані антени (МСА).

В якості бортової антени БПЛА пропонується використовувати мікросмужкову логарифмічну спіральну антену, перевагою якої є широка смуга частот, перекриття за частотою та коефіцієнт посилення обмежені лише розмірами антени, простота виготовлення. Ширококутовість таких антен заснована на тому, що при постійному відношенні лінійних розмірів випромінювача до довжини хвилі, випромінююча структура повністю визначається її полярними кутами, а спрямованість антени абсолютно не залежить від частоти.

Розраховано топологію ширококугової логарифмічної спіральної антени в наступному діапазоні частот $2 \dots 8$ ГГц [3]:

Рівняння логарифмічних спіралей для одного плеча в полярній системі координат мають форму (1) та (2), згідно [3]

$$r_1 = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot \varphi}, \quad (1)$$

$$r_2 = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot (\varphi - \delta)} = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot \varphi} \cdot e^{-\alpha \cdot \delta} = k \cdot r_1, \quad (2)$$

Друге плече визначається рівняннями

$$r_3 = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot (\varphi - \pi)}, \quad (3)$$

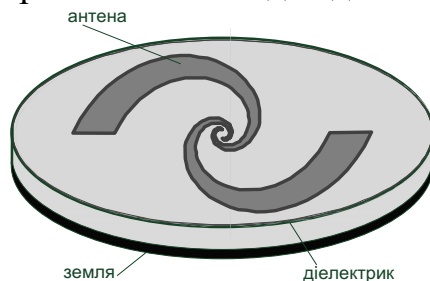
$$r_4 = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot (\varphi - \pi - \delta)} = k \cdot r_3, \quad (4)$$

r_0 – початковий радіус спіралі; α – коефіцієнт розгортки спіралі;

δ – кут, що визначає ширину рукава планарної спіралі;

$r_1, r_2, r_3, r_4, \varphi$ – поточні полярні координати.

На рис. 1 наведена розрахована топологія логарифмічної двозахідної спіральної антени для діапазону частот $2 \div 8$ ГГц



Параметри топології розрахованої антени

$$r_0 = 9,375 \cdot 10^{-3}, \text{ м}$$

$$\alpha = 0,462,$$

$$\delta = 41,3^\circ.$$

$$\varphi_0 = 172^\circ$$

$$L = 0,067 \text{ м} - \text{довжина спіралі}$$

Рисунок 1 – Структура плоскої двозахідної логарифмічної спіральної антени

Мінімальна довжина хвилі робочого діапазону обмежена початковим радіусом $r_0 \leq \lambda_{min}/8$. Геометричні розміри антени повністю визначаються довжиною вздовж осьової лінії L та кутом δ та коефіцієнтом k_0 , що визначає кутову ширину плеча вздовж радіусу r . На практиці обирають $k = 0,6 \div 0,75$.

Швидкість розгортання спіралі для отримання максимальної ширококуговості вибирають у межах $0,2 < \alpha < 0,45$ [3].

Комплексна діаграма спрямованості $2n$ – західної логарифмічної самоповнюючої плоскої спіральної антени [3]:

у площині E

$$FE(\theta, n) = \cos(\theta) \cdot \frac{J_n(k\alpha, \sin(\theta))}{k\alpha \cdot \sin(\theta)}; \quad (5)$$

у площині Н

$$FH(\theta, n) = J'_n(k\alpha, \sin(\theta)). \quad (6)$$

Розраховані діаграми спрямованості антени для діапазону частот 2÷8 ГГц у площинах Е та Н для різних гармонік (рис.2) ($\alpha = 0,462$).

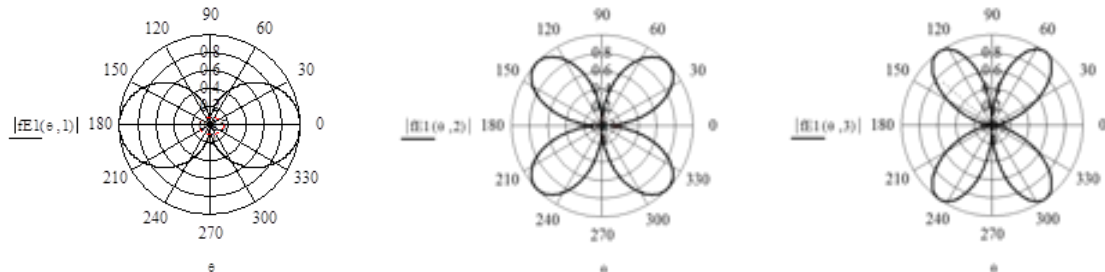


Рисунок 2 – Діаграми спрямованості (ДС) антени у площині Е ($n = 1,2,3$)

Діаграми спрямованості в площинах E і H практично ідентичні. З підвищенням номера гармоніки (n) ДС розпадається на більшу кількість пелюсток. Розрахований повний хвильовий опір антени дорівнює 188 Ом.

Технологічно мікросмужкова двозахідна логарифмічна спіраль виконується з фольгованого з двох сторін НВЧ - діелектрика. На одній стороні виконується двозахідна спіраль, а на іншій стороні по середній лінії плоского спірального провідника виконується експонентний трансформатор для узгодження з хвильовим опором коаксіальної лінії.

Для підвищення характеристик випромінювання можливе створення на базі таких антен антенних решіток.

Список використаних джерел: 1. Науменко А. В., Шуклін Г. В., Барабаш О. В. Проблема інформаційного захисту командної телеметрії безпілотних літальних апаратів // Сучасний захист інформації. 2019. № 4. С. 40-44. 2. Арслан Х., Чен Чж. Н., Бенедетто М. Сверхширокополосная беспроводная связь : пер. с англ. Техносфера. 2012. 640 с. 3. Анализ характеристик плоской спиральной антенны с коническим переходом / Головин В. В. и др. // Вісник Сев НТУ. Радіоелектроніка і зв'язок : зб. наук. пр. Вип. 101: Інформатика, електроніка, зв'язок. Севастополь, 2010. С. 114-120. 4. UWB Antenna for Specrum Monitoring Systems / A. Luchaninov, V. Lykhograi, A. Scherbina, D. Gretsikh // 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET–2020). – 2020. – P. 591–596. 5. Сверхширокополосная антенна для радиомониторинга / Воргуль А.В., Лучанинов А.И., Лихограй В.Г., Назаренко В.А., Щербина А.А. // Збірник наукових робіт четвертої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми електромагнітної сумісності перспективних бездротових мереж зв'язку (EMC – 2019)» М-во освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. - Харків: ХНУРЕ, 2019. – С. 77-80