

УДК 621.391

Ю. П. Белокурський, О. М. Горбов, О. Ю. Іохов, В. Є. Козлов, І. В. Кузьминич,
О. О. Щербина

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ У КАНАЛАХ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ ВНУТРІШНІХ ВІЙСЬК МВС УКРАЇНИ

Розглянута можливість використання антен діапазонів VHF/UHF з імпровізованим рефлектором для захисту інформації, яка циркулює у контурі управління тактичної ланки внутрішніх військ МВС України, та придушення каналів радіозв'язку порушника при виконанні службових завдань.

Ключові слова: захист інформації, радіозв'язок.

Постановка проблеми та аналіз публікацій. Під час виконання службових завдань підрозділами внутрішніх військ (ВВ) МВС України виникає потреба захисту інформації у своїх каналах управління та виявлення і придушення каналів управління протидіючої сторони. У забезпеченні завдань зазвичай використовують антени з направленими властивостями, діапазони частот яких визначаються штатними і масовими засобами радіозв'язку, що застосовуються. Вимоги до антен такі: малі габарити, конструктивна та експлуатаційна простота, можливість маскуванню (вбудовуванню) в техніку або спорядження, захисне співвідношення не менше 30 дБ, ширина діаграми спрямованості 35–45°. Деякі типи таких антен діапазонів GSM, 3G розглянуті у роботах [1; 2; 3]. Як джерела завад можливо використовувати штатні радіостанції та генератори завад.

Випромінювання антени у зворотньому напрямку і наявність бокових пелюсток спричиняють завади власним каналам управління та опромінювання особового складу, особливо для джерел, потужність яких 20–50 Вт. Захисний коефіцієнт антени має враховувати вимоги електромагнітної сумісності та безпеки особового складу [4].

Вимоги до розмірів антен пов'язані з їх коефіцієнтом корисної дії (ККД) і смугою пропускання, тому при проектуванні електрично малих антен потрібно шукати компроміс між розмірами, ККД і шириною смуги [5]. Додатково необхідно враховувати необхідність встановлення (монтажу) антени на транспортному засобі або наявності захисного оснащення.

Для цього існує багато способів вибору форми і конструкції, навантаження, використовуваних провідних і діелектричних матеріалів і т. п. Також існує велика кількість варіантів побудови плоских спрямованих антен мінімального розміру [6]. Всю безліч варіантів можна звести до двох систем: “опромінювач над екраном” та “щілина в екрані”. Габарити антени першого типу визначаються довжиною хвилі, розмірами екрана і відстанню від опромінювача до екрана. Антена типу “решітка з щілин в екрані” забезпечує мінімальну товщину, але щілини порушують цілісність і міцність діаграмоутворюючої поверхні. У роботах [7; 8] розглянуті ефективні засоби комп'ютерного моделювання таких антен.

Мета статті – проаналізувати можливість побудови антени VHF/UHF діапазонів, запропонувати рекомендації щодо елементів конструкції, заходи підвищення ефективності її використання під час виконання підрозділами ВВ службових завдань.

Виклад основного матеріалу. Виходячи з вимог простоти конструкції, легкої установки, мобільності та цілісності поверхні, як імпровізований рефлектор розглянемо захисний металевий щит [9] – вирізку з циліндра, радіус якого $a = 520$ мм, висота 1000 мм і ширина $h = 615$ мм. У його центрі розміщено утримувач з симетричним вертикальним вібратором.

Визначимо, за якого значення фокуса f параболи існуватиме максимальне наближення параболічної поверхні до заданої циліндричної поверхні, тобто визначимо відстані між характерними точками (рис. 1).

$$OB = OA = a = 520 \text{ мм.}$$

$$BC = h/2 = 615/2 = 307,5 \text{ мм.}$$

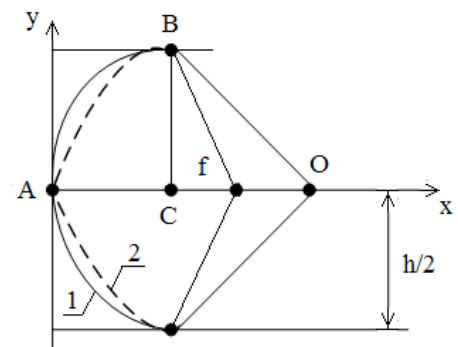


Рис. 1. Вибір апроксимації профілю поверхні захисного щита

$$OC = \sqrt{OB^2 - BC^2} = \sqrt{520^2 - 307,5^2} = 419,3 \text{ мм.}$$

$AC = AO - OC = 520 - 419,3 \approx 100 \text{ мм}$ (глибина захисного щита).

Координати точок: $A = [0; 0]$; $B = [100; 307,5]$.

Рівняння параболи: $y^2 = 4 \cdot f \cdot x$. Застосуємо його до точки B і розрахуємо відстань до фокуса параболи: $f = y^2/4x = BC^2/4AC = 94556,25/400 \approx 236,4 \text{ мм}$.

Фокус f відносно точки O (центра кола) знаходиться на відстані:

$$AO - f = 520 - 236,4 = 283,6 \text{ мм.}$$

Відстані до характерних точок досліджуваної системи

(рис. 2):

– глибина відбивного дзеркала чи щита (циліндричного або параболічного) $AC = 100 \text{ мм}$;

– місце установки опромінювача для параболи $Af = 236,4 \text{ мм}$;

– місце установки опромінювача для циліндра $AO = 520 \text{ мм}$.

Розрахуємо абсолютну різницю апроксимації $\Delta = |x_n - x_k|$,

де $x_n = y^2/4f = y^2/4 \cdot 236,4$ – абсциса параболи; $x_k = OA - \sqrt{OB^2 - y^2} = 520 - \sqrt{520^2 - y^2}$ – абсциса кола.

Результати розрахунків зведемо в табл. 1.

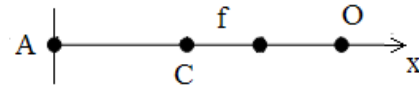


Рис. 2. Характерні точки досліджуваної системи

Таблиця 1

y , мм	0	100	150	180	200	220	225	250	300	307,5
x_k	0	9,7	22,1	32,1	40,0	48,8	51,2	64,0	95,3	100,0
x_n	0	10,6	23,8	34,3	42,3	51,2	53,5	66,1	95,2	100,0
Δ , мм	0	0,9	1,7	2,2	2,3	2,4	2,3	2,1	0,1	0

Аналіз табл. 1 дозволяє зробити такі висновки.

1. Абсциси кола і параболи максимально відрізняються одна від одної в діапазоні значень 180 – 230 мм. Різниця $\Delta = 2,2 \text{ мм}$ відносно середньої довжини хвилі VHF/UHF частотних діапазонів мізерно мала. Отже, форма циліндричної поверхні реального щита практично не відрізняється від параболічної поверхні за умови рівних розмірів апертури. Така близькість поверхонь зумовлює практичну ідентичність направлених властивостей випромінювача з відбивачем у вигляді циліндричної та параболічної поверхонь за рівних апертур та інших ідентичних умовах.

2. Принциповим є зменшення відстані від дзеркала до фокуса f параболи, порівняно з відстанню від щита до точки O центра кола.

З урахуванням отриманого оцінимо характеристики системи з симетричним одноелементним випромінювачем і циліндричною відбивною поверхнею. Результати наведено в табл. 2: VHF діапазон ($f_{сер} = 155 \text{ МГц}$); UHF діапазон ($f_{сер} = 435 \text{ МГц}$).

Таблиця 2

	VHF діапазон					UHF діапазон				
$\lambda_{сер}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
G , дБ	7,48	7,08	6,23	4,78	4,62	9,94	9,78	9,11	7,50	4,21
F/B , дБ	9,49	9,96	9,25	6,86	1,91	11,1	14,25	15,11	13,85	5,85
$2\Theta_{0,1}(H)$	194°	200°	220°	256°	–	136°	140°	156°	194°	270°
$2\Theta_{0,1}(E)$	114°	118°	124°	136°	138°	84°	90°	98°	116°	144°
$K_{сер}$	–	1,22	1,62	1,88	1,65	1,80	1,47	1,95	1,90	1,34

Аналіз табл. 2 дає змогу дійти такого висновку: у діапазоні VHF антена з щитом-рефлектором малоефективна. Більш ефективно рішення – антена на основі площинного відбивача з зигзагоподібним ширококутовим випромінювачем або щільна антенна решітка з декількох елементів.

На рис. 3 наведені діаграми спрямованості решітки із одного fAR(Θ), двох fAR(2, Θ) і трьох fAR(3, Θ) щитів з опромінювачами.

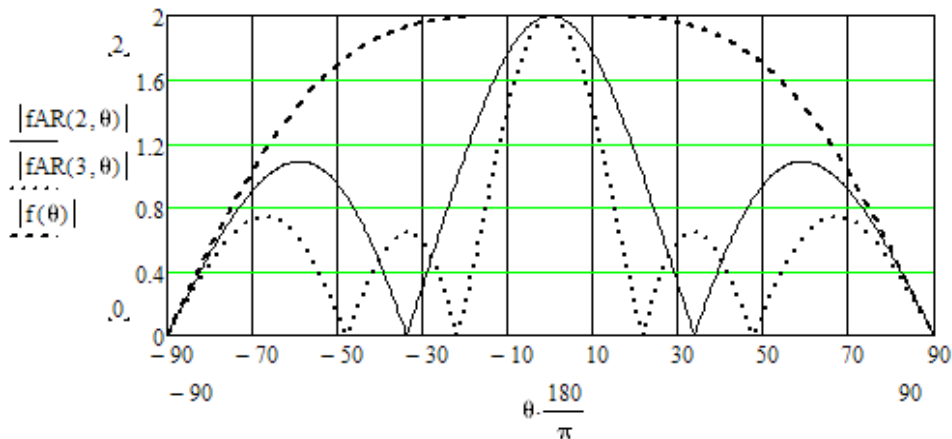


Рис. 3. Діаграми спрямованості одно-, дво- і триелементної антени

Для одного вібратора (над нескінченним екраном) ширина діаграми за рівнем 0,5 становить 140° при частоті 435 МГц.

Антенна решітка з трьох елементів дозволяє формувати головну пелюстку діаграми прийнятної ширини для пеленгації та придушення.

Для зменшення зворотного випромінювання необхідно передбачити пристосування для з'єднання щитів із забезпеченням гальванічного контакту. Подачу коливань на вібратори потрібно здійснювати через узгоджені розподільники.

Висновки

Досліджена спрямована антена з імпровізованим рефлектором на основі захисного щита. Результати дослідження дають змогу пропонувати такі рішення.

У діапазоні VHF можливе застосування зигзагоподібної ширококугової антени з площинним або кутовим рефлектором або щілинної антени на основі металізованої тканини.

У діапазоні UHF ефективність придушення засобів зв'язку протидіючої сторони може бути забезпечена шляхом нарощування кількості випромінюючих антен з установкою елементів уздовж лінії (шеренгою) або дугою. З оперативною метою для мінімізації обсягу придушення можливе придушення з різних напрямків.

Наведення "променя" на задану область простору (об'єкт придушення) можна забезпечити за допомогою найпростішого прицільного пристрою – візирної труби.

Список використаних джерел

1. Белокурський, Ю. П. Антенна система заглушення радіокерованих вибухових пристроїв [Текст] / Ю. П. Белокурський, В. Є. Козлов, В. В. Поповський, О. О. Щербина // Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України. – 2007. – Вип. 1–2 (9–10). – С. 20–23.
2. Белокурський, Ю. П. Антенна система заглушення каналів радіокерування вибуховими пристроями для повітряного носія [Текст] / Ю. П. Белокурський, В. М. Захаров, В. Є. Козлов, О. О. Щербина // Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України. – 2010. – Вип. 2 (16). – С. 50–54.
3. Белокурський, Ю. П. Антенна системи захисту інформації [Текст] / Ю. П. Белокурський, В. М. Захаров, В. Є. Козлов, О. О. Щербина // Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України. – 2011. – Вип. 1 (17). – С. 46–50.
4. Наказ про введення в дію державних санітарних правил і норм від 01.08.1996 № 239 [Копія] / МОЗ України. – К.
5. Современное состояние исследований малогабаритных антенн [Текст] / В. П. Киселев и др. // Зарубежная радиоэлектроника. – 1990. – № 5. – С. 54–60.
6. Широкополосные малогабаритные антенны УКВ диапазона [Текст] / В. П. Киселев и др. // Зарубежная радиоэлектроника. – 1990. – № 2. – С. 82–87.
7. Давыдов, А. Г. Возможности программы ЭДЭМ для разработки устройств антенной техники [Текст] / А. Г. Давыдов, Ю. В. Пименов // Антенны. – 2006. – № 10. – С. 27–32.
8. Гончаренко, И. В. Антенны КВ и УКВ [Текст] / И. В. Гончаренко. – М. : ИП РадиоСофт, 2004. – ч. 1: Компьютерное моделирование. – С. 56–63.
9. Щит противоударный алюминиевый "Форт-ЩПА" [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://www.fort.vn.ua/>. – Загл. с экрана.

Стаття надійшла до редакції 20.02.2013 р.