

Ю. В. Севостьянов, С. М. Каратєєв, А. О. Копилов, М. С. Семенов

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ АЕРОСТАТНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ПОШУКУ, ВИЯВЛЕННІ, АВТОСУПРОВОДЖЕННІ НИЗЬКОЛЕТЮЧИХ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

Анотація. В доповіді розглянуті основні підходи щодо тактико – технічних вимог при проектуванні аеростатних радіолокаційних комплексів для їх подальшого застосування при рішенні задач пошуку, виявлення і автосупроводження повітряних аеродинамічних цілей, які рухаються на малих і гранично малих висотах та балістичних цілей у момент старту та набору висоти в умовах радіолокаційного обрїю радіолокаційного комплексу, який знаходиться на борту аеростата.

Ключові слова: аеростат, автосупроводження, виявлення, пошук, радіолокаційний комплекс, радіолокаційний обрїю, аеродинамічні цілі, мали висоти, балістичні цілі, слїпі ракурси.

Abstract

The report examines the main approaches to the tactical and technical requirements in the design of aerostat radar systems for their further application in solving the tasks of searching, detecting and auto-tracking air aerodynamic targets that move at low and extremely low altitudes and ballistic targets at the time of launch and gaining altitude in the conditions radar horizon of the radar complex, which is on board the balloon.

Keywords: balloon, auto escort, detection, search, radar complex, radar horizon, aerodynamic targets, low altitude, ballistic targets, blind angles.

На теперїшній час, як показує історія ведення вїйн із застосуванням противником лїтальних апаратів при нападі на протилежну сторону, радіолокаційні системи (РЛС) наземного базування, які призначені для огляду повітряного простору не спроможні виявляти радіолокаційні цілі, які летять на малих і тим паче на гранично малих висотах, а якщо дані цілі виявляються даними радіолокаційними системами, то час на прийняття рішень щодо автосупроводження і на сам кінець їх знищення дуже малий. Це приводить до великої ймовірності пропуску цілей та прориву їх нашої оборони. Факт не спроможні виявляти радіолокаційні цілі, які летять на малих і тим паче на гранично малих висотах, існуючими радіолокаційними системами наземного базування полягає у тому, що діаграма спрямованості антени даної радіолокаційної системи зорїєнтована з низу у гору під кутом α . Кут β , який зорїєнтований від лїнії обрїю, яка проходить через фокальну вїсь антени радіолокаційної системи, до нижньої межї головного пелюстка діаграми спрямованості антени радіолокаційної системи, показує зону, в який діаграма спрямованості антени не може нахилитись, тим самим радіолокаційна система в даній зоні не може функціонувати і повітряні аеродинамічні цілі, які летять в даній зоні не виявляються. Дана зона називається зоною не виявлення або "мертвою зоною", як показано на рисунку 1.

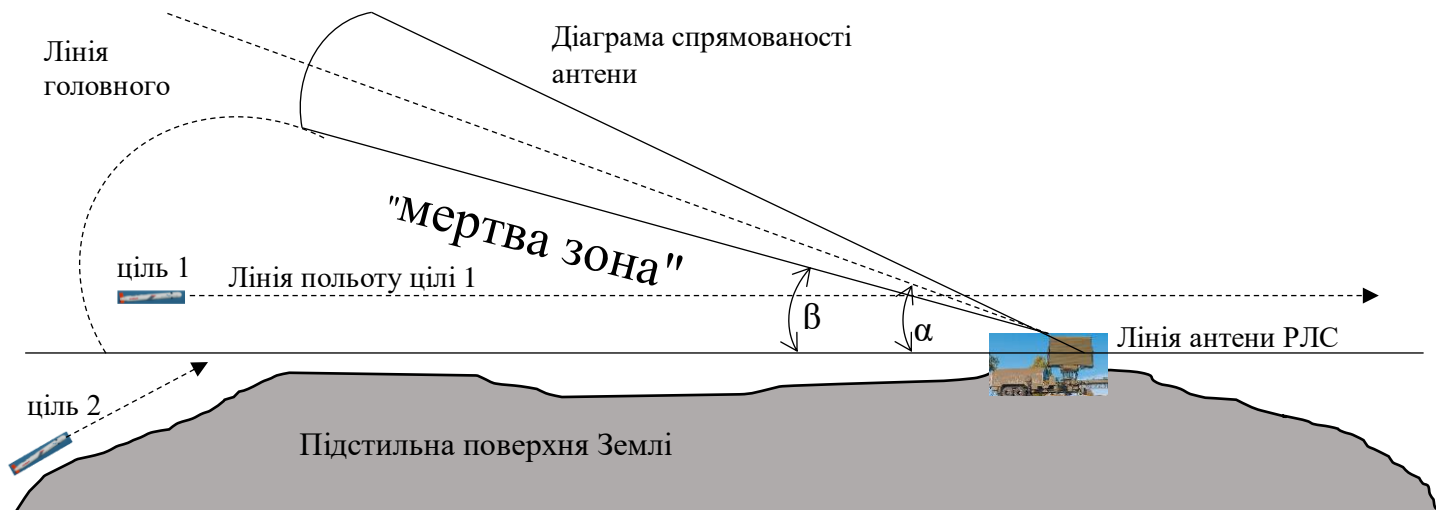


Рис. 1 Схеми зони не виявлення повітряних цілей, які рухаються на малих (ціль 1) та гранично малих (ціль 2) висотах ("мертва зона")

"Мертва зона" викликана декількома факторами, два з них головні:

- по перше, якщо діаграма спрямованості антени радіолокаційної системи опуститься нижче кута β , то головний пелюсток її буде торкатися підстильної поверхні Землі, яка буде давати завади по дальності;
- по друге, якщо повітряна ціль рухається нижче лінії обрису антени РЛС, то дані діапазони радіохвиль, на яких працюють РЛС у теперішній час не можуть забезпечити розповсюдження радіохвиль за радіоборієм РЛС.

Під час існування Радянського Союзу на озброєнні військ протиповітряної оборони СРСР були РЛС, які працювали на довгих і дуже довгих хвилях, на які впливали тропосферні рефракції (негативна підвищена, критична та понадрефракція).

Негативна тропосферна рефракція дозволяла розповсюджуватись радіохвилям РЛС за радіоборієм з радіусом кривизни у 25000 кілометрів. Критична тропосферна рефракція мала радіус кривизни, який дорівнює радіусу Землі. Понадрефракція забезпечувала багаторазове відбивання радіохвиль РЛС від верхніх шарів атмосфери до Землі та навпаки. На рис.2 показані дані види тропосферних рефракцій. Але такі РЛС мали великі розміри антен, так як розміри антен пропорційно залежать від довжини радіохвиль, великі потужності на випромінювання сигналів у передавачів. Такі передавачі мають відповідно великі ваги та розміри. Радіоприймальні пристрої для забезпечення великої чутливості теж мають відповідно великі ваги та розміри. Тим самим дані РЛС вживали дуже багато електричної енергії та в основному будувалися біля електричних станцій (наприклад РЛС "Дуга" розташована біля Чорнобильської атомної електричної станції).

По друге, заобрієвні РЛС працювали на довгих і дуже довгих хвилях радіохвиль. А такі діапазони радіохвиль не забезпечують високу точність вимірювання за дальністю та роздільну здатність по дальності виявлених цілей.

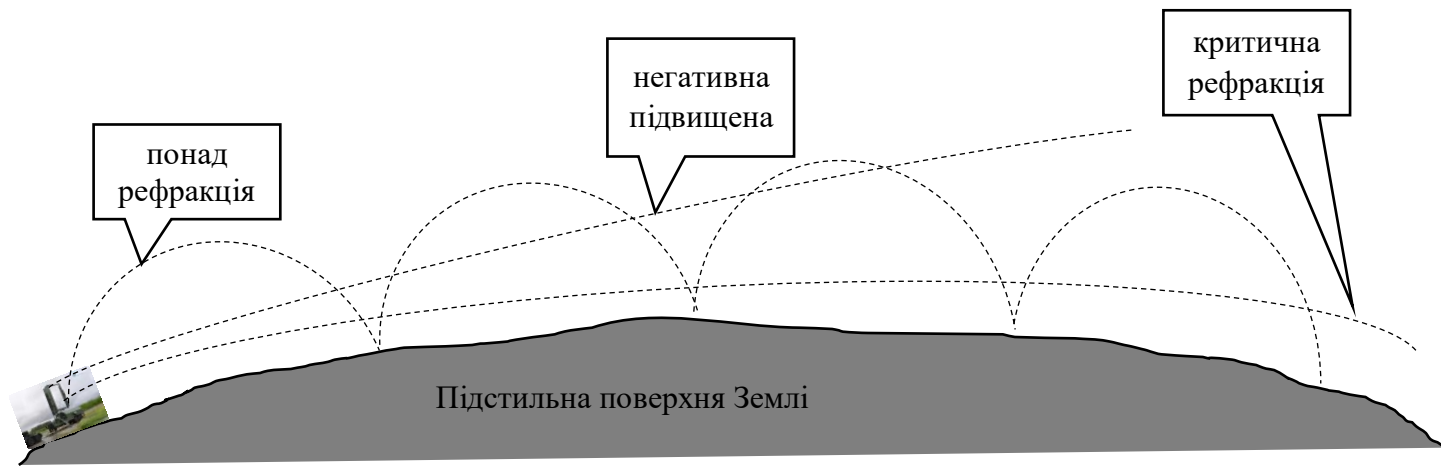


Рис.2 Види тропосферних рефракцій

В даній роботі розглядається принцип застосування аеростатних радіолокаційних комплексів спостереження за навколосемною зоною повітряного простору. Діаграма спрямованості антени радіолокаційного комплексу (РЛК), який встановлений на платформі аеростата зорієнтована під негативним кутом відносно лінії обрію фокальної висі антени РЛК, тобто спрямована до низу під деяким кутом γ . Електрично живиться аеростатний РЛК від електричних станцій, які розташовані на поверхні Землі. Передача електричної енергії і фіксація аеростата з Землею здійснюється за допомогою кабелів – тросу. На рис.3 пояснюється принцип спостереження за навколосемною зоною повітряного простору аеростатними РЛК.

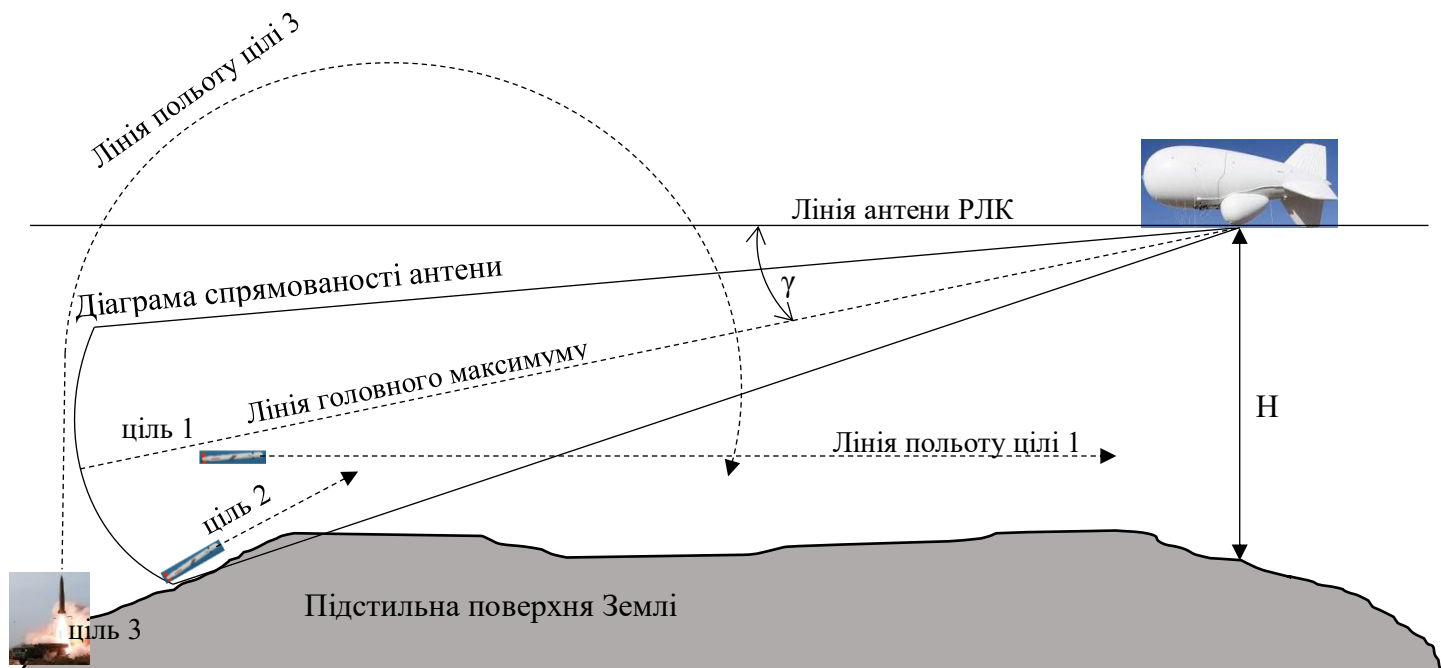


Рис.3 Спосіб спостереження за навколосемною зоною повітряного простору аеростатними РЛК

З рис. 3 видно, що балістичні цілі (в даному випадку ціль 3) виявляється на активній ділянці польоту (під час старту і набору швидкості). Формула (1) показує максимальну дальність виявлення повітряних цілей $D(\text{км})$ за радіобриєм для радіохвиль ультракорохвильового діапазону, який застосовується в радіолокації.

$$D_{\max} = 3,14(\sqrt{H_{\text{ц}}} + \sqrt{H_{\text{РЛК}}})$$

Де: $H_{\text{ц}}$ – висота польоту цілі; $H_{\text{РЛК}}$ – висота підйому РЛК на аеростаті

З формули (1) видно, що для достатньо результативного виявлення вищевказаних цілей, аеростат повинен піднятий над поверхнею Землі на висоту не менш ніж $H \geq 3000$ метрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи побудови радіолокаційних засобів розвідки повітряного простору: конспект лекцій / К. С. Васюта, О. В. Тесленко, В. М. Купрій, О. А. Малишев. – Х.: ХУПС, 2013. – 212 с.: іл.
2. Конспект лекцій з дисципліни «Радіотехнічні системи» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності - 172 «Телекомунікації та радіотехніка»./Укл.: Сем'янов О.М., Марченко С.В. - Кам'янське; ДДТУ, 2018 р. – 88 с.
3. Волинець В.Л., Мамонова Н.Л. Щодо розрахунку зон спостереження аеростатною системою з підвісною радіолокаційною станцією. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації*. 2016. № 12(19) С.56-60.
4. Певцов Г.В., Олещук М.М. Аналіз спроможностей оглядових РЛС РТВ щодо виявлення, супроводження та ідентифікації безпілотних літальних апаратів. *Системи озброєння і військова техніка*, 2021, № 3(67) С.24-29.
5. Севостьянов Ю.В., Каратеев С.М. Пропозиції щодо розробки бортового імпульсно-доплерівського радіолокаційного комплексу з системою фазованих антенних решіток для військових літальних апаратів. *Системи озброєння і військова техніка*, 2011, № 4(28) С.27-30

Севостьянов Юрій Валерійович – кандидат технічних наук, інженер з автоматики КП ХМ, м. Харків, e-mail: sevuriy@i.ua.

Каратеев Станіслав Михайлович – старший викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: karateev-71@ukr.net.

Копилов Артем Олександрович – слухач Харківського національного університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: Trtpartem2018@ gmail.com.

Семенов Микита Сергійович – слухач Харківського національного університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail:

Sevostyanov Yuriy V. – Candidate of Technical Science, automation engineer of KP KhM, Kharkiv, e-mail: sevuriy@i.ua.

Karateev Stanislav M. – Senior Lecturer of the Department of Radioelectronic Equipment of AircraftIvan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail:

Kopylov Artem O. – Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: Trtpartem2018@ gmail.com.

Semenov Nikita S. – Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: sevuriy@i.ua.