

METHOD OF ANOMALOUS OBJECTS DETECTION USING CIVIL AVIATION RADAR SYSTEMS

Mantulin V.S.¹, Kalytyuk I.M.²

¹ dep.director of former Research Institute on Anomalous Phenomena (1991-2011),
mailto:mantwolf@ukr.net, ² SRCAA «Zond», expert of system-analytical department,
mailto:kontaktkoordinator@gmail.com

МЕТОДИКА ВИЯВЛЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИМИ СТАНЦІЯМИ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ АНОМАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Мантулін В.С.¹, Калитюк І.М.²

¹ замісник директора колишнього Research Institute on Anomalous Phenomena (1991-2011),
² УНДЦА «Зонд», експерт системно-аналітичного відділу

Abstract: This article describes how to detect the UAP using radar stations of Civil Aviation. The methodology was developed based on experience in gathering information about the anomalous objects by The Ministry of Civil Aviation of Ukraine.

Анотація: Стаття описує, як виявляти аномальні явища за допомогою радіолокаційних станцій цивільної авіації. Наведена методологія була розроблена на основі досвіду збору інформації про аномальні об'єкти Міністерством Цивільної Авіації України.

Вступ. Радіолокація значно розширює можливості людини в пізнанні світу. З початку періоду масового застосування радіолокаційних систем (РЛС) і до наших днів оператори стикаються з різними загадковими ефектами. Частина з них, пов'язана з недосконалістю приладів та природними явищами, отримала пояснення теоретично, і частково усуваються за допомогою фільтрів, та більш досконалих приладів. Як закордоном, так і у нас на екранах РЛС періодично фіксуються повітряні об'єкти, які залишаються не ідентифікованими. Розглянемо два цікавих випадки радіолокаційних спостережень не ідентифікованих об'єктів з аномальними характеристиками, які спостерігали диспетчер служби харківського об'єднаного авіазагону – Мантулін В.С., диспетчер Халатов С.А., керівник польотів аеродрому Тарасенко А.А.:

1. У грудні 1984р., в період 17:00-19:00, світловий хрестоподібний об'єкт близько 15-ти хвилин супроводжував Ту-154 (і ще попереду два літаки), який летів на висоті 12 км по трасі Новоукраїнка-Валуйки. Швидкість та висота об'єкту змінювалась дуже різко! Об'єкт, зберігав траєкторію східніше траси. Екіпажі при обміні ділились жартівливими зауваженнями щодо цього об'єкту. Пізніше зі збільшенням швидкості об'єкт пішов вгору (за доповідями екіпажів – до 20 км), обігнав два літаки попереду і пішов у сторону Белгорода. Швидкість об'єкту оцінювалась понад 2000 км/год. Об'єкт стійко супроводжувався оглядовим трасовим радіолокатором за азимутом і дальністю [1].

2. Візуальне спостереження аномального об'єкту (АО) червонуватого кольору об 00:10-00:16 13-го серпня 1983 р. у районі аеропорту Харків на висоті близько 250 м доповнилося супроводом по диспетчерському радіолокатору ДРЛс-9 «Нарва-С», який має високу роздільну здатність. Приблизно через кожні 8 сек. об'єкт фіксувався на екрані ТИ-412 (із застосуванням апаратури «Строка-Б», яка перетворює радіолокаційні зображення у телевізійні зі збільшенням масштабу). Об'єкт слідував за курсом близько $\approx 45^\circ$ і був втрачений на відстані близько 27 км від точки у напрямку на північний-схід, начебто із явним набором висоти, час спостереження не більше двох хвилин. Виразно був видний рожевий ореол, наче об'єкт входив у хмарність та поступово розмивався. Майже одночасно

була зафіксована мітка цілі, подібна відбитої від АО. Друга ціль летіла північніше першого об'єкту на паралельних курсах із інтервалом близько 8 км, на відділенні 6 км при азимуті $\approx 55^\circ$; пізніше друга ціль – із віддаленням близько 22 км – стала змінювати траєкторію на більш північну із радіусом близько 15-20 км та азимутом $\approx 60^\circ$. Друга ціль зникла на відстані близько 28,5 км, що можна пояснити кращим проходженням радіохвиль або більшою площею відбиття об'єкта. Цю відстань мітка пододала приблизно за 2 хвилини, періодично зникаючи на 6-12 секунд. Пізніше на азимуті $20-30^\circ$ і віддаленні близько 12-15 км виникла ще одна мітка, яка пішла приблизно із тим же курсом і швидкістю, та зникла на віддаленні 20 км і азимуті $30-40^\circ$. Швидкість об'єктів оцінювалася близько 600 ± 50 км/год., що можна пояснити слабкою контрастністю цілей. Хоча за розрахунками швидкість становить: 1-го об'єкта – від 900 км/год із наростанням до 1500 км/год, а 2-го об'єкта – близько 1200 км/год зі зменшенням до 1000 км/год. Явних змін перешкод (активних або пасивних) не спостережено. Приблизні розміри об'єктів – близько 5-ти метрів ($S_{\text{відб.еф}} \approx 2 \text{ м}^2$). Безсумнівно, на відбиття радіохвиль впливав і стан атмосфери, так як спостерігалися об'єкти після проходження сильної грози. Диспетчерський радіолокатор (ДРЛ) – працював в режимі «Пасив» - «Актив». Слабкі мітки від АО спостерігалися у вигляді рисок із довжиною 1,5-2 мм та товщиною 0,1-0,2 мм; із 8-ми секунд двох обертів антени мітка була видна всього 1,5-2 сек. на другому оберті антени. Враховуючи високу надійність ДРЛ-9 см, можна вважати, що ці об'єкти були невеликого розміру із потужною електризацією [1, 2, 3]. Спостерігачі: диспетчер Служби руху Харківського об'єднаного авіазагону – Мантулін В.С., диспетчер Халатов С.А., керівник польотів аеродрому Тарасенко А.А.

Мета та задачі дослідження. РЛС, що застосовуються у аеропортах Цивільної Авіації – громадянські (ГРЛ), диспетчерські (ДРЛ), пасивні (ПРЛ), метеорологічні (МРЛ), дозволяють досить надійно фіксувати повітряні об'єкти у широкому діапазоні відстаней, швидкостей і висот [4]. А це, у свою чергу, за рядом ознак аномальності – сприяє відокремленню не ідентифікованих об'єктів [5].

Основний матеріал. Радіолокатори, як правило, працюють на принципі прийому відбитої хвилі. Активні радіолокатори у пасивному режимі роботи фіксують всі предмети, що відбивають хвилі: грозові хмари і скупчення птахів. Але це дозволяє і краще знати повітряну ситуацію. Точність радіолокаторів по дальності – не гірше 150 м.

Мірою часу у РЛС є 1 мксек. За 1 мксек промінь РЛС проходить 300 м.

$$S = c \cdot t = (3 \cdot 10^8) \cdot (10^{-6}) = 3 \cdot 10^2 = 300 \text{ м} \quad (1)$$

За часом запізнення відбитого сигналу визначається дальність:

$$D = c \cdot t_{\text{зап}} / 2 = (3 \cdot 10^8) \cdot 10^{-6} / 2 = 150 \text{ м} \quad (2)$$

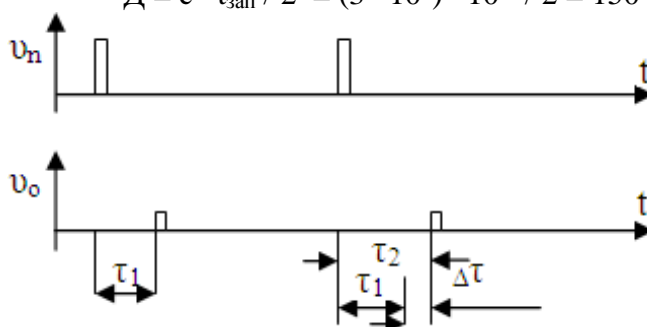


Рис.1. Оператор визначає зміну віддалення цілі від антени радіолокаційної станції за накопиченням часових змін відбитого сигналу на екрані РЛС

Подібний ефект лежить у основі принципу Доплера, який використовується у режимі роботи РЛС – селекції рухомих цілей (СРЦ). Цей режим використовується задля виділення цілей на фоні пасивних перешкод, однак і у нього є певні недоліки. Дальність роботи РЛС у СРЦ становить 60-75% від пасиву. Істотним недоліком СРЦ є прояв «сліпих швидкостей» польоту, тобто таких, при яких літальний апарат (ЛА) переміщується в просторі за час відправлення сигналу.

$$S = K \cdot \lambda / 2, \text{ де } K! = 1, 2 \dots \text{ визначить першу, другу } \dots \text{ п'яту «сліпі швидкості»}. \quad (3)$$

У загальному випадку – значення «сліпої швидкості» можна визначити за наступним співвідношенням:

$W_{сл} = 0,018 \cdot K \cdot \lambda \cdot F_n$, де 0,018 – постійний коефіцієнт; (4)
де K – коефіцієнт кратності = 1, 2, 3 ...; F_n – кількість імпульсів за сек.

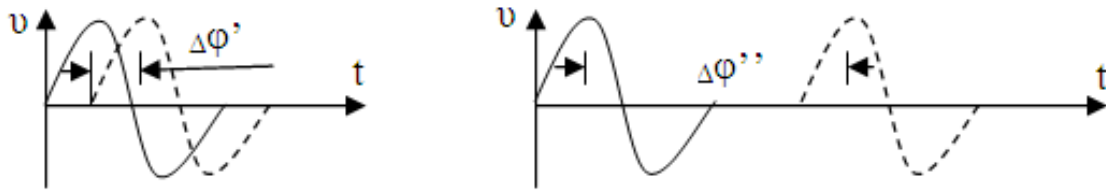


Рис.2. Фазовий зсув доплеровської частоти буде постійним, коли ЛА переміщується за час між відправленням імпульсів, рівно проходженню на півхвилі і кратне величині K

Згідно графіку стало відомо, що різне зростання загасання радіохвиль спостерігається поблизу хвилі довжиною 0,25 і 0,5см для кисню і 0,18-1,35см для водяного пару (криві 1, 2). Ці вершини на графіку пояснюються резонансним поглинанням енергії поблизу відповідних частот. При малих розмірах частинок (наприклад, у тумані) відбувається в основному поглинання енергії, при великих частинках (дощ) – розсіювання. Ослаблення енергії радіохвиль при дощі і тумані вказано кривими 3-8.

Синхронність руху розгорнення електронного променя на екрані РЛС із обертом антени досягається збігом механічної та електричної частин через сельсин-датчики антени і сельсин-приймачі підсилювача сигналів перетворюючої апаратури. Точність механічної частини кращих РЛС – як вітчизняних, так і зарубіжних – досягає $0,1^\circ$, а роздільна здатність – по ширині діаграми напрямку випромінювання антени – $0,5^\circ$.

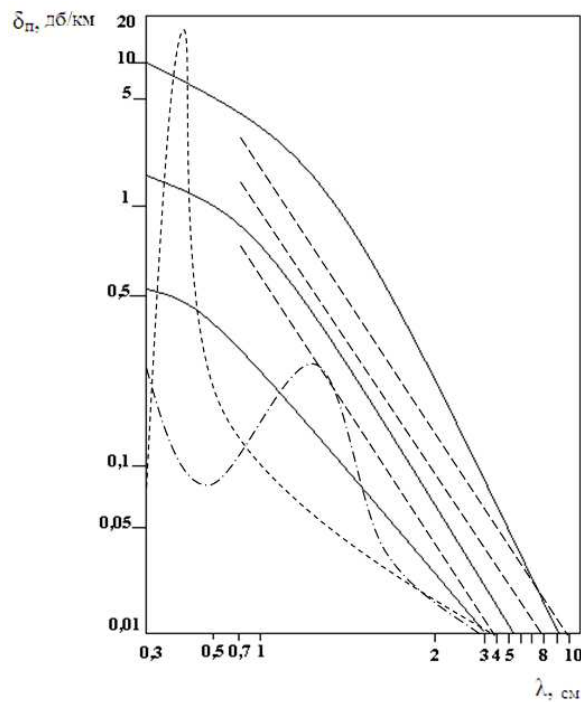


Рис.3. Діапазон найбільш раціональних використань РЛС

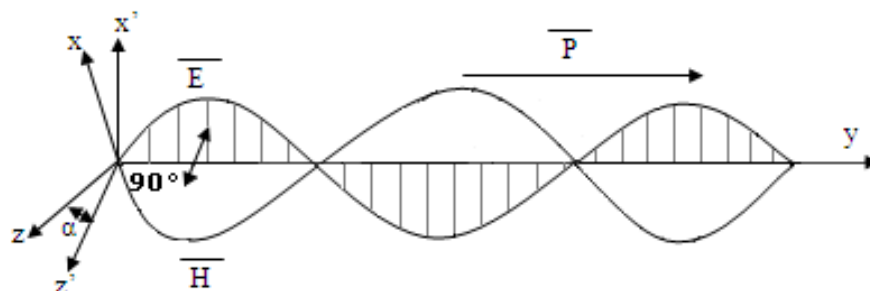


Рис.4. Електромагнітна складова і вектор Комова-Пойнтінга
 E – електрична складова; H – магнітна складова;
 P – вектор Комова-Пойтінга – розповсюдження радіохвиль

Точність визначення координат радіолокації (КРЛ) набагато вища, ніж у диспетчерського (ДРЛ) та оглядового (ОРЛ). Оскільки ослаблення енергії радіохвиль довжиною більше 10см досить незначне, воно може не враховуватися для радіолокатора дециметрового і метрового діапазонів. Однак посадкові радіолокатори, що працюють в сантиметровому діапазоні, і тому досить схильні до атмосферних перешкод. Це змусило конструкторів використовувати у вібраторів ПРЛ пристрої, що змінюють поляризацію радіохвиль на лінійну або кругову, що дозволило виділяти ЛА на тлі інтенсивних опадів у вигляді дощу або снігу. Висотність сучасних РЛС досягає середніх шарів атмосфери. Дальність прямої видимості розраховується за формулою:

$$\sqrt{(R_3 + h)^2 - R_3^2} + \sqrt{(R_3 + h)^2 - R_3^2} \quad (5)$$

де R_3 – радіус Землі – 6370 км; h – висота антени; H – висота польоту ЛА. Оскільки $2R_3 \gg h$ і $2R_3 \gg H$, то наближено можна написати $D_{\text{пв}} \approx 113 (\sqrt{h} + \sqrt{H})$ км.

Але не тільки велика висота польоту покращує виявлення ЛА. Значну роль грає матеріал, із якого виготовлено об'єкт та його площа поверхні відбиття, м.кв.:

Головна частина ракети.....	0,2
Людина.....	0,8
Рубка підводного човна.....	1
Винищувач.....	3-5
Фронтний бомбардувальник.....	7-10
Важкий бомбардувальник.....	15-20
Транспортний літак.....	50

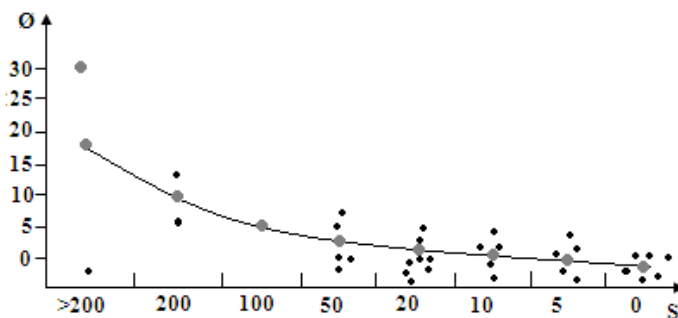
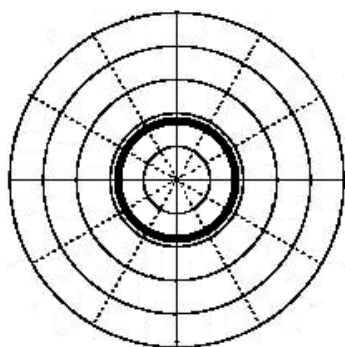


Рис.5. Діаграма вказує залежність визначуваного очевидцями діаметру від дальності до об'єкту

Парадоксально, що зі збільшенням дальності до не ідентифікованих об'єктів очевидці вказують більший видимий розмір. Можна припустити, що при польоті із великими швидкостями, коли проявляється стиснення повітря, навколо АО створюється певне енергетичне поле, що покращує аеродинамічні характеристики об'єктів і збільшує видимі розміри. Допустимою є та гіпотеза, що АО рухаються у шарі штучно створеної плазми. Плазма (за деяких умов) – ідеальний відбивач радіохвиль. Це дозволяє пояснити деякі факти радіолокаційних спостережень без візуального підтвердження.

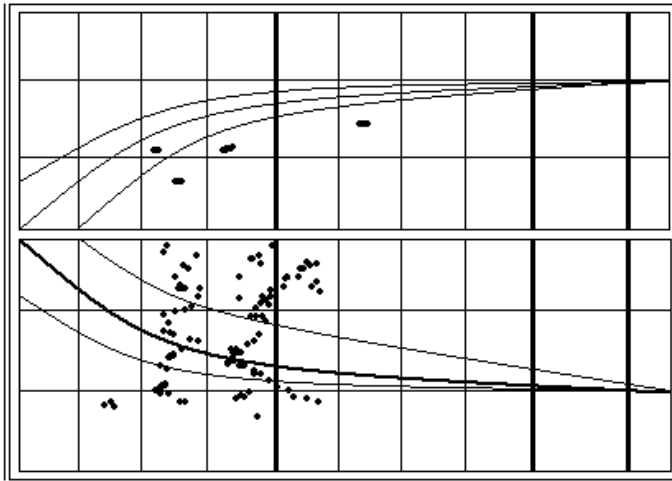


а

б'

б''

Рис.6. «Кільця» (а) та хибні цілі (б)



В

Г, Д

Рис.7. Зграї птахів (в) і зони електризації (г) , а також перевипромінення (д)

Так звані «кільця» (а) і помилкові, симетричні реальній цілі, мітки (б) - не рідке явище і на сучасних РЛС. Відбитий сигнал від морських хвиль, що приймається антеною РЛС, яка низько розташована над водою, цілком узгоджується із розробленою нині теорією «хвильового каналу», коли промінь РЛС може огинати поверхню на значній відстані у середовищі інверсії. Турбулентні вихорі, зграї птахів (в), скупчення комах, зони електризації (г) – виявлені РЛС різного типу – нікого вже не здивують. У останній час – коли мережа однотипних РЛС стала щільною і виникають зони перекриття – стали фіксувати мітки, що виникають від перевипромінювання зустрічних хвиль, що збігаються у фазі та силі імпульсів. Для виявлення характеру подібного сигналу достатньо змінити періодичність обертання антени або відзначити нерухомість мітки (д), яка не буде видна на екрані. Після змінення атмосферних умов цей рідкофіксований ефект пропаде.

У перших, недосконалих РЛС – коли система захисту від перешкод була недостатньо відпрацьованою та у схемах не було ефективних фільтрів – нерідкі були коливання сигналів, що зростали із часом лавиноподібно: чи то від незвичайно сильного відбитого сигналу, чи то від коливання вторинних сигналів у радіосхемі. На даний час різні типи РЛС, що базуються на території великих аеропортів країни, досить повно перекривають повітряний простір у своїй зоні управління повітряним рухом (УПР), а наявність оперативного зв'язку між диспетчерськими пунктами єдиної системи УПР дозволяє оперативно інформувати суміжні диспетчерські пункти (ДП) про спостереження не ототожнених об'єктів і обмінюватись необхідною інформацією зі спостереження за ними, що вцілому значно підвищує безпеку польотів. Варто більш детально зупинитись на ДРЛ.

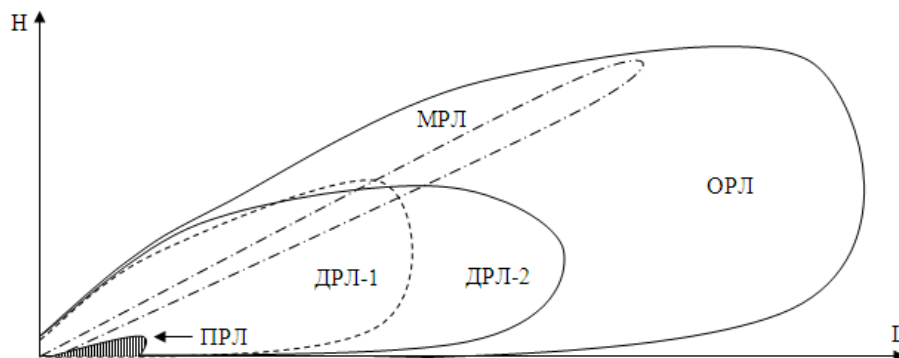


Рис.8. Дальність різних РЛС

Зазвичай спостережувані операторами РЛС повітряні об'єкти ідентифікуються ними як аномальні за наявності таких ознак аномальності:

- Аномальна траєкторія руху, повороти під прямим кутом або розвороти без видимої втрати швидкості

- Різкі зупинки і зависання
- Аномальні зміни висоти і швидкості польоту
- Аномальні перешкоди або електромагнітні ефекти тощо.

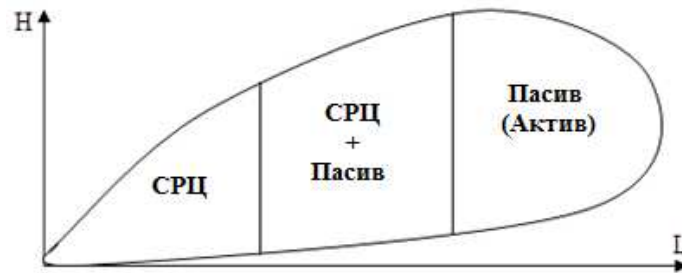


Рис.9 Використання СРЦ

Звісно, що ідентифікація об'єктів як аномальних можлива лише при стабільній роботі РЛС. У окремих випадках надійність радіолокаційного виявлення АО підтверджується візуальним спостереженням (причому, доповіді екіпажів Цивільної Авіації документуються аудіозаписом). Доцільно запросити у операторів ПВО висоту об'єкта і ступінь контрастності мітки на екрані. При працюючому МРЛ – запропонувати оператору МРЛ виявити об'єкт і зробити заміри висоти, а також простежити деякий час за об'єктом. Необхідно ширше використовувати фото-відео реєстратори: з метою подальшого документування спостереження АО та їх аналізу. Тому корисно запропонувати Державній авіаційній службі оснастити відео індикаторами ДРЛ.

Висновки. При виявленні АО – як радіолокаційного, так і візуального – рекомендується використовувати весь радіолокаційний комплекс, інформуючи про спостереження диспетчерів всіх диспетчерських пунктів єдиної системи управління повітряними суднами (УПС) – у секторі яких знаходиться АО [6,7]. При існуючій системі радіолокаційного контролю та управління повітряним рухом цілком можливо (причому без особливих витрат) організувати спостереження за АО; це вимагає лише ознайомлення диспетчерів із методикою радіолокаційних спостережень АО. Вцілому, це сприятиме підвищенню безпеки польотів та відновленню щирості при зустрічі із позаштатними ситуаціями у польоті, однією з яких для екіпажу є близьке спостереження аномального об'єкта.

Список літератури:

1. Рукописні матеріали Мантуліна В.С. з кресленнями та рисунками, з архіву Белецького О.В. – НТУУ «КПІ» ФАКС УНДЦА «Зонд»
2. Тарасенко А.А. Сообщение о наблюдении аномального аэрокосмического явления 13 августа 1983г., г.Харьков – Министерство Гражданской Авиации УССР – 1983
3. Мантулин В.С. Дополнение к сообщению Тарасенка А.А. о наблюдении аномального аэрокосмического явления в Харьковском аэропорту 13 августа 1983г. – Министерство Гражданской Авиации УССР – 1983
4. Мантулин В.С., Белецкий А.В. Радиолокационные наблюдения аномальных воздушных объектов – Харьковская секция по изучению аномальных явлений в окружающей среде при ВСНТО РЭС им. А.С.Попова – 1984
5. Мантулин В.С., Белецкий А.В. Возможности использования РЛС МГА СССР для обнаружения не отождествленных объектов с аномальными характеристиками – Харьковская секция по изучению аномальных явлений в окружающей среде при ВСНТО РЭС им. А.С.Попова – 1984
6. Конотоп Ю.М. Отзыв о методических занятиях с летным составом лётнотранспортного отряда Харьковского объединенного авиаотряда – Министерство Гражданской Авиации УССР – 7 дек. 1984г.
7. Иванов К.А. О пересылке доклада по АЯ в Украинское управление гражданской авиации – Министерство Гражданской Авиации УССР – 11.01.1985.